

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**ФАКУЛЬТЕТ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**Кафедра управління вантажною та комерційною роботою**

**Д. В. Ломотько, А. О. Ковальов, М. Д. Ломотько**

**ОСНОВИ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ**

*Конспект лекцій*

**Харків – 2026**

Ломотько Д. В., Ковальов А. О., Ломотько М. Д. Основи зеленої логістики: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2026. – 55 с.

Конспект лекцій спрямований на розкриття освітньої компоненти «Основи зеленої логістики» і може бути використаний як теоретичне джерело інформації. Рекомендовано для здобувачів денної та заочної форм здобуття вищої освіти спеціальності «Основи зеленої логістики».

Іл. 4, табл. 2, бібліогр.: 31 назв.

Конспект лекцій розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри управління вантажною та комерційною роботою 09 лютого 2026 р., протокол № 8.

Рецензент  
проф. О. М. Огар

## ЗМІСТ

Тематичний план	4
Вступ	5
Лекція 1. Загальна характеристика та основні аспекти зеленої логістики	6
Лекція 2. Аналіз досліджень у галузі формування зелених логістичних технологій на транспорті	13
Лекція 3. Розвиток зеленої логістики в інших країнах світу	19
Лекція 4. Формування ланцюга постачання вантажів і пасажирських перевезень на основі зеленої логістики за участю залізниці	24
Лекція 5. Формування екологічного критерію для перевезення вантажів декількома видами транспорту	29
Лекція 6. Оцінювання екологічного потенціалу логістичних концепцій	35
Лекція 7. Оцінювання якості та система контролю забруднюючого впливу на довкілля з перевезенням вантажів різними видами транспорту	42
Лекція 8. Перспектива розвитку зеленої логістики	46
Список літератури	52

## ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Лекція 1. Загальна характеристика та основні аспекти зеленої логістики.

Лекція 2. Аналіз досліджень у галузі формування зелених логістичних технологій на транспорті.

Лекція 3. Розвиток зеленої логістики в інших країнах світу.

Лекція 4. Формування ланцюга постачання вантажів і пасажирських перевезень на основі зеленої логістики за участю залізниці.

Лекція 5. Формування екологічного критерію для перевезення вантажів декількома видами транспорту.

Лекція 6. Оцінювання екологічного потенціалу логістичних концепцій.

Лекція 7. Оцінювання якості та система контролю забруднюючого впливу на довкілля з перевезенням вантажів різними видами транспорту.

Лекція 8. Перспектива розвитку зеленої логістики.

## ВСТУП

Реформування залізничної галузі України відповідно до стандартів ЄС означає зміни в технічному, науковому та правовому аспектах. У ЄС особливу увагу приділяють екологічності вантажних перевезень, яку забезпечує зелена логістика. Крім того, достатньо жорстке законодавство країн ЄС у сфері екології вимагатиме від залізничного транспорту дотримання технологій, що засновані на зеленій логістиці. Розвиток зеленої логістики в Україні є важливим питанням, яке потребує свого вирішення.

Метою вивчення курсу «Основи зеленої логістики» є набуття здобувачами вищої освіти знань у галузі зеленої логістики на транспорті. Завдання конспекту лекцій полягає у вивченні екологічного підходу щодо перевезень вантажів і пасажирів на основі зеленої логістики; набуття практичних навичок щодо застосування зеленої логістики на транспорті.

Після вивчення цієї дисципліни здобувачі вищої освіти повинні знати:

- теоретичні знання в галузі зеленої логістики;
- основні принципи та аспекти зеленої логістики;
- екологічне законодавство в Україні;
- основні особливості зеленої логістики в інших країнах світу;
- розрахунок екологічного критерію;
- особливості методології ForFITS;
- перспективи розвитку зеленої логістики у світі та Україні.

Конспект може бути корисним під час підготовки здобувачів вищої освіти до практичних занять, виконання домашніх завдань і самостійного вивчення матеріалу.

## Лекція 1

# ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСНОВНІ АСПЕКТИ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ

### План

- 1.1 Загальна інформація про зелену логістику.
- 1.2 Принципи зеленої логістики.
- 1.3 Переваги, недоліки та способи впровадження зеленої логістики.

### 1.1 Загальна інформація про зелену логістику

Глобальне погіршення екологічної ситуації ставить перед людством завдання створення безвідходної чи маловідходної технології виробництва. Поява нових технологій спричиняє збільшення шкоди екології за допомогою господарської та іншої діяльності людини у вигляді забруднення атмосфери, ерозії та забруднення ґрунтів, вирубування лісів, руйнування озонового шару, вимирання багатьох видів тварин, порушення екології світового океану, загибелі великих водойм та інших лих. Ці та інші результати згубної діяльності людей відносно довкілля несуть реальні загрози існуванню людської цивілізації.

Сьогодні логістика, як важлива складова ланцюга постачання, відіграє важливу роль у світовій економіці. Проте вона також є одним із найбільших джерел забруднення повітря. За даними Світового банку, транспорт відповідає за викиди парникових газів у світі в розмірі 25 %. Щоб уникнути подальших негативних впливів на клімат і забезпечити екологічність навколишнього середовища, була розроблена світова стратегія зменшення викидів CO<sub>2</sub> до 2050 року. Ця стратегія охоплює різні види транспорту, включаючи залізничний, автомобільний, морський і авіаційний.

У світі сформовано безліч варіантів визначень зеленої логістики:

- зелена логістика – це використання екологічно стійких практик у транспортуванні та розподілі товарів з акцентом на зменшення викидів вуглецю, мінімізацію відходів, оптимізацію маршрутів і використання екологічно чистих технологій і видів палива [1];

- зелена логістика – це процес управління поставками, спрямований на мінімізацію впливу на навколишнє середовище, а не максимізацію прибутку, як традиційна логістика [2];

- зелена логістика – це логістичні послуги, що здійснюювані без шкоди для навколишнього середовища [3];

- зелена логістика, або екологічна логістика – це зменшення викидів і впливу на навколишнє середовище логістичної діяльності через використання сталої політики під час усіх операційних процесів, від виробництва до утилізації продукту, що охоплює весь життєвий цикл продукту [5].

Сьогодні зелена логістика – це важлива концепція, яку має впроваджувати кожна компанія. Зараз компанії в усьому світі усвідомлюють важливість зеленої логістики та екологічних практик, які не тільки найкращі для навколишнього середовища, але і корисні для їхнього бізнесу. Українською важливо прийняти екологічну логістику та екологічні методи управління ланцюгом поставок, оскільки наше середовище вразливе до таких викликів, як зміна клімату і нестача ресурсів. Завдяки екологічній логістиці повсякденні операції відбуваються безперебійно, зберігаючи безпеку нашої планети.

## **1.2 Принципи зеленої логістики**

У класичному вигляді до принципів зеленої логістики відносять [3]:

- зменшення викидів вуглецю – скорочення викидів парникових газів під час транспортування та складування вантажів;

- зменшення відходів – використання пакувальних матеріалів за потребою та з повторним їх використанням, переробкою, оновленням і повторним виготовленням. Збільшення тривалості використання одного й того самого ресурсу;
- оптимальне використання ресурсів – використання таких ресурсів, як енергія, матеріали та паливо з максимально можливим ККД;
- екологічне постачання – добування сировини без шкоди для навколишнього середовища;
- дотримання правил і норм – не порушувати екологічні правила і норми, які зараз існують, тобто збереження екології починаючи з себе;
- цифровізація логістичного ланцюга – повний перехід до програмного забезпечення і хмарних технологій, які підвищують прозорість і контроль на всіх етапах логістичного ланцюжка.

### **1.3 Переваги, недоліки та способи впровадження зеленої логістики**

Зелена логістика відіграє важливу роль для нашої планети, економіки та соціуму. З екологічної точки зору зелена логістика має такі переваги:

- зменшення викидів вуглецю: допомагає зменшити шкідливі викиди вуглецю та загальний рівень шкоди транспорту на екологію;
- збереження ресурсів: оптимізує використання ресурсів за допомогою зеленої логістики, забезпечує збереження природних ресурсів, запобігаючи надмірному використанню ресурсів і задаванню шкоди навколишньому середовищу;
- захист біорізноманіття: допомагає захистити різноманітність рослин і тварин.

З економічної точки зору зелена логістика має такі переваги:

- заощадження витрат за рахунок підвищення ефективності використання електроенергії та виробництва відходів;
- дотримання правил і норм екополітики, що допомагає уникнути штрафів і судових проблем;
- залучення клієнтів, які піклуються про навколишнє середовище, тим самим підвищуючи лояльність і репутацію компанії;
- зменшення ризику вичерпання ресурсів і виникнення збоїв в управлінні ланцюгом постачання;
- підвищення конкурентоспроможності компанії на ринку, оскільки зелена логістика відкриває шляхи для нових ідей і технологій;
- нові чи розширені партнерства: використання сталих ланцюгів постачання робить компанії привабливішими не тільки для клієнтів, але і партнерів. Великі міжнародні корпорації оцінюють екологічну стійкість своїх постачальників, а ті у свою чергу інвестують у зменшення свого вуглецевого сліду;
- легший набір персоналу: на конкурентному ринку праці компанії, які впроваджують зелені ініціативи, приваблюють молодих спеціалістів, для яких важливі екологічні цінності.

Зелена логістика стала надзвичайно важливою для будь-якого бізнесу, оскільки вона не лише допомагає захистити навколишнє середовище, але і забезпечує економічні вигоди для бізнесу. Компанії мають використовувати практику сталого розвитку як частину своєї діяльності, щоб бути краще підготовленими до змін у світі бізнесу. Завдяки цьому вони не тільки краще долають труднощі, але і сприяють створенню рішень глобального ланцюжка поставок, які є екологічно чистими та надійними.

Зелена логістика може бути досягнута за допомогою екологічно чистих і стійких практик у логістичній галузі. До таких практик відносять:

- екологічний транспорт;
- екологічні практики управління ланцюгом постачання;

- екологічне пакування;
- екологічне складування.

До екологічного транспорту відносять такі практики:

- оптимізація маршруту: оптимізація транспортного маршруту за рахунок вибору маршруту з меншою кількістю нерівностей, найкоротшим маршрутом за відстанню та часом. Сьогодні це не є великою проблемою, оскільки доступні GPS і програмне забезпечення для оптимізації маршруту;

- використання паливно-ефективних транспортних засобів: використання транспортних засобів, які мають систему економії палива, або використання електричних чи гібридних транспортних засобів, які зменшують викиди вуглецю;

- зменшення холостої роботи бензинових і дизельних двигунів: вимикання бензинових і дизельних двигунів за тривалої зупинки;

- регулярне технічне обслуговування транспортних засобів: регулярне технічне обслуговування транспортних засобів допомагає споживати менше пального та зменшує викиди;

- оптимізація навантаження: передбачає раціональне розміщення вантажів і запобігає надмірному завантаженню транспортних засобів, що призводить до збільшення витрат пального;

- сучасні системи управління парками: впровадження передових технологій для управління парками (автопарки, локомотивні депо тощо), які допоможуть контролювати і покращувати продуктивність парків транспортних засобів.

До екологічних практик управління ланцюгом постачання належить таке:

- зменшення відходів: зниження рівня надмірного використання ресурсів і сприяння повторному використанню ресурсів і переробці вже використаних. В ідеалі мають отримати безвідходний процес;

- оптимізація споживання енергії: передбачає використання транспортних засобів і технологій із найменшим споживанням енергії; відновлюваних джерел електроенергії, наприклад енергія сонця, вітру, гідроелектростанції тощо; систем, які використовують аналітичні дані, датчики і автоматизацію, щоб регулювати споживання енергії на основі попиту в реальному часі, зменшуючи втрати і покращуючи загальну ефективність.

До екологічного пакування відносять екологічно чисті пакувальні матеріали, такі як рослинні, перероблені та біологічні пакування, що розкладаються. Не треба використовувати для пакування пластик або картон, які не піддаються біологічному розкладанню. Екологічно чисті пакування зменшують загальні відходи та зберігають ресурси. Це допомагає запобігти забрудненню навколишнього середовища, підтримати процеси переробки та зменшити вплив на навколишнє середовище.

Екологічне складування, або зелене складування, передбачає оптимізоване використання складських приміщень і обладнання, що зменшує кількість непотрібних операцій і, отже, скорочує викиди вуглецю. Екологічні складські приміщення забезпечують енергоефективність таких приміщень.

Використання світлодіодного освітлення, енергоефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування, а також вимикання світла і машин, коли їх не використовують. Усі ці заходи сприяють енергоефективності, а також забезпечують економічну вигоду [3].

Як приклад роботи зеленої логістики розглянемо мережу магазинів Domino's Pizza. На ринку, що стрімко зростає через збільшення замовлень на сировину та обладнання, компанія бажає оптимізувати свої маршрути постачання. Вибравши інструмент Toursolver, отримано такий ефект:

- моніторинг маршрутів і організації в режимі реального часу дало змогу оцінити маршрути доставлення з урахуванням обмежень трафіка та

графіка роботи кожної точки продажу, що допомогло оптимізувати роботу в системі;

- мінімізація людського чинника за рахунок оптимізації робочих днів кур'єрів, що допомогло скоротити час у дорозі;

- вдалося досягти 100 % надійності маршрутів без додаткового пробігу та надмірного завантаження транспортного засобу;

- зниження витрат за рахунок оптимізації маршруту, що призвело до зменшення транспортних витрат на 15 %.

Отже, запровадження зеленої логістики є конкурентною перевагою для будь-якої компанії або підприємства [4].

Проте впровадження зелених технологій має ряд недоліків [31]:

- дорогі зелені технології. Транспортна галузь залежить від викопного палива. Нові технології, які зменшують забруднення, мають високі витрати і створюють труднощі для їх впровадження. Ця ситуація обмежує можливості компаній використовувати переваги альтернативної енергії у своїх процесах доставлення і транспортування;

- зростаючі вимоги споживачів. Збільшення кількості замовлень на доставлення призводить до збільшення трафіка в містах. Компаніям доводиться обробляти лише одне або кілька замовлень, що не забезпечують повного завантаження, що призводить до більшої кількості поїздок для задоволення потреб споживачів і сприяє перевантаженню, підвищенню викидів і рівня забруднення;

- недостатня підтримка. Нестача ІТ-рішень та ентузіазму щодо впровадження новітніх технологій через високі інвестиційні витрати ускладнює запровадження екологічної логістики. Багато урядів не підтримують бізнес у переході до екологічно чистих логістичних практик, наприклад банки не дають спеціалізованих кредитів з екологічних причин, а уряди не пропонують звільнення від митних зборів для імпорту екологічних технологій або сировини;

- нестача знань. Існує недостатнє розуміння важливості впровадження екологічної політики в логістичних процесах для захисту навколишнього середовища. Медіа мають інформувати споживачів і бізнесменів про значення екологічної політики та її вплив на майбутнє кожного;

- відсутність взаємодії зі споживачами. Споживачі можуть не помічати зусиль компаній щодо впровадження політики екологічної логістики, переважно через нестачу інформації. Логістичні операції залишаються непомітними для споживачів, оскільки немає прямої взаємодії між ними та логістичними процесами, окрім доставлення. Якщо споживачі зацікавлені в захисті навколишнього середовища і проявляють інтерес до екологічної політики компаній, екологічна логістика може стати конкурентною перевагою.

Однак на глобальному рівні поступово зростає інтерес до зеленої логістики як частини загальної стратегії сталого розвитку. Провідні компанії все частіше орієнтуються на екологічну відповідальність, що відкриває нові можливості для розвитку зеленої логістики в майбутньому [31].

## **Лекція 2**

### **АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ У ГАЛУЗІ ФОРМУВАННЯ ЗЕЛЕНИХ ЛОГІСТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ТРАНСПОРТІ**

#### **План**

- 2.1 Екологічне законодавство в Україні.
- 2.2 Види забруднення.
- 2.3 Основні напрями формування зелених логістичних технологій на залізницях України та інших країн.

## 2.1 Екологічне законодавство в Україні

Україна має широку законодавчу базу в галузі екології. Основними законодавчими документами, які направлені на зелену логістику є Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 року № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» і Податковий кодекс України (Розділ VIII. Екологічний податок), ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» визначає правові, економічні та соціальні основи організації охорони навколишнього природного середовища в інтересах нинішнього і майбутніх поколінь Українців. Цей закон регулює відносини в галузі охорони, використання і відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки, запобігання і ліквідації негативного впливу господарської та іншої діяльності на навколишнє природне середовище, збереження природних ресурсів, генетичного фонду живої природи, ландшафтів та інших природних комплексів, унікальних територій і природних об'єктів, пов'язаних з історико-культурною спадщиною [6].

Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» направлений на германізацію Українського законодавства зі стандартами в галузі екології Європейського Союзу та досягнення екологічності довкілля через запровадження екосистемного підходу до всіх напрямів соціально-економічного розвитку України з метою забезпечення конституційного права кожного громадянина України на чисте та безпечне довкілля, впровадження збалансованого природокористування і збереження та відновлення природних екосистем.

Одним із завдань цього закону є забезпечення інтеграції екологічної політики у процес ухвалення рішень про соціально-економічний розвиток України [7].

Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 року № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» направлена на спостереження, збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для ухвалення рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки. Одним із завдань постанови є сприяння розвитку міжнародного співробітництва в галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки [8].

Податковий кодекс України (Розділ VIII. Екологічний податок) визначає розмір зборів і ставки за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин [9].

ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління діють не тільки в Україні, а і в багатьох країнах світу. Цей стандарт потрібний для досягнення балансу між екологічними, соціальними та економічними інтересами. Мета цього Міжнародного Стандарту полягає в тому, щоб дати організаціям нормативну основу для захисту навколишнього середовища, що змінюється, із дотриманням балансу із соціально-економічними інтересами [10, 25].

## **2.2 Види забруднення**

Забруднення – внесення в навколишнє середовище або виникнення в ньому нових не характерних фізичних чинників, хімічних і біологічних

речовин, які шкодять природним екосистемам і людині. За загальною класифікацією, існують такі види забруднень [11, 12]:

1) за тривалістю дії:

- стійкі – довго не утилізовані природним шляхом;
- нестійкі – знищені в екосистемах;

2) масштабом забруднення:

- глобальні – кислотний дощ, підвищення рівня радіації, забруднення Світового океану, озонові дірки, парниковий ефект;

- регіональні – забруднення окремих частин країни;
- локальні – невеликих масштабів від локальних джерел забруднення;

3) силою та характером дії на навколишнє середовище:

- фонові;
- імпульсні (від англ. імпульс — удар; синонім — залпові);
- постійні (перманентні);
- катастрофічні;

4) джерелами виникнення забруднення:

- промислові (наприклад  $SO_2$ );
- транспортні (наприклад альдегіди вихлопів автотранспорту);
- сільськогосподарські (наприклад пестициди);
- побутові (наприклад синтетичні мийні засоби);

5) впливом на живі організми:

- прямої дії (знищення лісів);
- непрямой дії (антропогенна діяльність – кислотні дощі);

6) характером походження забруднення:

- природні – виникають у результаті природних причин;
- штучні (антропогенні) – виникають у результаті діяльності людини;

7) типом походження забруднення:

- фізичні забруднення – зміни теплових, електричних, радіаційних, світлових полів у природному середовищі, шуми, вібрації, гравітаційні сили, спричинені людиною;
- механічні забруднення – різні тверді частинки та предмети (викинуті як непридатні, спрацьовані, вилучені зі вжитку);
- хімічні забруднення – тверді, газоподібні, рідкі речовини, хімічні елементи і сполуки штучного походження, які надходять у біосферу, порушуючи встановлені природою процеси кругообігу речовин та енергії;
- біологічні забруднення – різні організми, що з'явилися завдяки життєдіяльності людства: бактеріологічна зброя, нові віруси, катастрофічне розмноження рослин чи тварин, переселених з одного середовища в інше людиною чи випадково.

### **2.3 Основні напрями формування зелених логістичних технологій на залізницях України та інших країн**

За оцінками вчених, на транспорт припадає 8 % усіх видів вуглецевого забруднення атмосферного повітря на планеті, тому реалізація зелених технологій у логістиці допоможе зберегти клімат на нашій планеті.

Систематизація та державне регулювання у сфері декарбонізації транспорту і логістики в Україні дають змогу скоротити викиди шкідливих газів в атмосферу за рахунок концепції зеленої логістики. Розвиток в Україні комбінованого та мультимодального транспорту допоможе створити міцну систему функціонування транспорту. Особливу увагу приділяють автомобільному та залізничному транспорту, що призведе до синергії цих видів транспорту: не тільки доставляти вантажі від «дверей до дверей» і «точно в термін», а й отримувати екологічний ефект, тобто зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, як наслідок, усе більш популярними в Україні є контрейлерні та контейнерні перевезення вантажів

як на залізничному, так і автомобільному транспорті. Розвиток зелених технологій комбінованого та мультимодального транспорту в Україні є перспективним [13].

Розвитком зелених логістичних технологій активно займаються країни Європейського Союзу. Зокрема, Австрійська залізниця прагне стати нейтральною для клімату до 2030 року. Одним із головних напрямів стане удосконалення вантажних перевезень Австрійської залізниці за рахунок масштабної автоматизації та розвитку мультимодальних технологій.

У рамках зеленої логістики особливу популярність у країнах ЄС є «зворотний» матеріальний потік [14, 15]. Сутність цього напрямку: застосування екологічно допустимих пакувальних матеріалів, створення системи повернення пакувальних матеріалів, утилізація пакування і товарів, не придатних для використання за призначенням.

Зелена логістика успішно впроваджувана в деякі міжнародних компаніях [13, 16]:

- Deutsche Bahn Schenker Rail (Німеччина) – реалізує проєкт Eco Plus і отримує електричне живлення для своїх електровозів із поновлюваних джерел енергії [17];

- Green Cargo Road & Logistics AB (Швеція) – застосовує енергозберігаючі локомотиви [18];

- DHL (Німеччина) – впровадила сервіс GoGreen і веде облік викидів CO<sub>2</sub> із транспортуванням усіх вантажів [19];

- UPS Air Cargo (оператор експрес-доставки, США) – використовує машини виключно з гібридним двигуном [20];

- K-Line (судноплавна компанія, Японія, США) – розробила інноваційну комп'ютерну систему оптимізації роботи двигунів суден на основі моніторингу погодних і гідрографічних умов, що призводить до зменшення шкідливих викидів в атмосферу на 1 % [21].

Стратегія впровадження «зеленої» логістики є основою Білої книги Європейської Конференції Міністрів Транспорту (ЄКМТ) [24], відповідно до якої ЄС прагне до 2030 року перевести 30 % автомобільних вантажних перевезень із дальністю поїздки понад  $L_a = 300$  км на інші види транспорту (залізничний або водний), і понад 50 % до 2050 року. Можна очікувати, що це призведе до зменшення конкурентних переваг автомобільного транспорту, суттєво підвищуючи тарифи автомобільних вантажних перевезень. Аналіз показує, що більшість вантажних перевезень з дозволами ЄКМТ набагато перевищують відстань  $L_a = 300$  км. Перехід до екологічно менш шкідливих видів транспорту, зокрема термічної енергії, електричної тяги або двигунів на паливних елементах, використання інтелектуальних транспортних систем сприятиме досягненню основної мети – кліматичної нейтральності до 2050 року в межах «зелених» вантажних коридорів на основі розвитку відповідної інфраструктури [24].

### **Лекція 3**

## **РОЗВИТОК ЗЕЛеної ЛОГІСТИКИ В ІНШИХ КРАЇНАХ СВІТУ**

### **План**

- 3.1 Еволюція міжнародної екологічної логістики.
- 3.2 Розвиток зеленої логістики в Сполучених Штатах Америки.
- 3.3 Розвиток зеленої логістики в Японії.
- 3.4 Розвиток зеленої логістики в Європейському Союзі (ЄС).

### **3.1 Еволюція міжнародної екологічної логістики**

У 1968 році з'явився рапорт від ООН «Людина і її середовище», де описано зростання агресії чинників техніки на середовище побуту і праці

людини. У цьому рапорті висловлено занепокоєння глобальним порушенням рівноваги між розвитком технічної цивілізації та біологічною стійкістю середовища, що є причиною важких для опанування загроз суспільству та екологічної безпеки. Тому все більше уваги приділяють глобалізаційному розвитку. Почали розвиватися екобізнесові системи, які враховують екологічні аспекти для здійснення своєї діяльності. Далі поступово ця система перетворилася в екологічну логістику.

Екологічна логістика, або зелена логістика, з'явилася в Сполучених Штатах Америки (США) наприкінці 1980-початку 1990-х років як новий метод у логістиці, який скеровує стандартні логістичні вимоги щодо раціональності, ефективності і швидкості обробки і руху товару, враховує заходи з охорони навколишнього середовища [22, 23].

У 1992 році на II Всесвітній конференції з питань навколишнього середовища та розвитку в Ріо-де-Жанейро зелену логістику затвердили як програму, яка базована на таких двох принципах: 1) принцип кругообігу: речовини, що беруть із природного середовища, мають бути використані з урахуванням вимог щодо сталого розвитку, тобто повторно, або перероблені в інші матеріали чи енергію, або відправлені у відходи з мінімальною додатковими витратами ресурсів і без шкоди для навколишнього природного середовища; 2) принцип заміни: менш ефективні товари, технології, методи замінюють ефективнішими з моменту появи останніх [22]. Із цього часу зелена логістика почала поширюватися по всьому світу.

### **3.2 Розвиток зеленої логістики в Сполучених Штатах Америки**

Завдяки політиці вільної економіки та курсу на збереження екології в США логістичний бізнес і зелена логістика розвивалися дуже швидко. Наприклад, уряд США встановив стратегічну мету, яка полягає в розвитку

соціальної економіки на основі розвитку сучасної логістики в рамках керівництва макроекономічною політикою уряду США. За «Національною стратегією транспортної науки та технологій Сполучених Штатів до 2025 року», головною метою транспортної галузі США є створення швидкої, безпечної, ефективної, доступної та зручної транспортної системи. Щоб досягти цієї мети, багато американських компаній уже використовують деякі передові технології, такі як електронний обмін даними (EDI), своєчасне виробництво (JIT), планування розподілу та зелене пакування для транспортування, розподілу і пакування. Ці важливі технології забезпечують надійну технічну підтримку екологічної логістики [23].

У Сполучених Штатах Америки екологічна логістика регульована комплексом федеральних і регіональних нормативних актів, спрямованих на зниження негативного впливу транспортного сектору на довкілля.

#### 1 Ініціативи та програми Федерального рівня:

- програма SmartWay – це добровільна програма співпраці з приватним сектором, спрямована на зниження викидів парникових газів і покращення паливної ефективності у транспортній галузі. Учасники програми, включаючи перевізників, вантажовідправників і логістичні компанії, впроваджують передові практики і технології для досягнення екологічних цілей;

- стандарти викидів для транспортних засобів, що встановлюють суворі нормативи викидів для вантажних і легкових автомобілів, а також інших видів транспорту. Ці стандарти вимагають від виробників впровадження технологій, які знижують викиди шкідливих речовин, що сприяє розвитку екологічно чистих транспортних засобів.

#### 2 Ініціативи та програми регіонального рівня:

- Каліфорнійська рада з повітряних ресурсів (CARB) встановлює підтримку використання альтернативних видів пального та електромобілів

і більш жорсткі норми викидів для транспортних засобів, ніж федеральні стандарти;

- багато штатів наслідують приклад Каліфорнії, ухвалюючи власні закони та програми, спрямовані на підтримку екологічної логістики та зниження викидів у транспортному секторі.

### 3 Фінансова підтримка і стимулювання з боку уряду США:

- субсидії та податкові пільги пропонують для компаній, які інвестують в екологічно чисті технології і транспортні засоби. Це включає кредити на встановлення зарядної інфраструктури, придбання електромобілів і впровадження енергоефективних технологій на складах;

- програми фінансування та гранти для проєктів, спрямованих на зниження викидів у логістичному секторі, наприклад програми з переходу на альтернативні види пального та модернізація дизельних двигунів.

4 Міжнародні зобов'язання США: США беруть участь у міжнародних угодах та ініціативах, спрямованих на боротьбу зі зміною клімату, що відображено у внутрішній політиці в галузі екологічної логістики. Це включає зобов'язання зі скорочення викидів парникових газів і просування стійких транспортних рішень.

### **3.3 Розвиток зеленої логістики в Японії**

Майже одночасно з США зелена логістика почала розвиватися і в Японії. Уряд Японії докладав багато зусиль для посилення нагляду та контролю за запобіганням забрудненню транспортом і аваріям, а також обмеження шуму та вібрації на дорозі. У 1989 році Японія поставила три цілі екологічної логістики:

- зниження викидів азотовмісних речовин в атмосферу на 3-6 %;
- зменшення вмісту сірки в бензині на 10 %;
- зменшення викидів інших шкідливих речовин більш ніж на 6 %.

У 1992 році уряд Японії оголосив про обмеження використання автомобілів із високим рівнем викидів двоокису азоту. І вже наступного року в Японії підприємства почали оновлювати старі транспортні засоби, щоб вони відповідали екологічним стандартам.

У 2001 році в Японії з'явився екологічний стандарт під назвою «Впровадження нової інтегрованої логістичної перспективи». У ньому зазначено про зменшення викидів забруднюючих речовин у повітря, посилення захисту глобального навколишнього середовища, перероблення наявних ресурсів і створення нової логістики для задоволення екологічних вимог [23].

### **3.4 Розвиток зеленої логістики в Європейському Союзі (ЄС)**

У 1980-х роках Європа почала створювати новий тип кооперативної логістичної системи. А вже через кілька років було створено інтегровану логістику та управління ланцюгом поставок. Основною метою такої системи є інтеграція логістики та потоку інформації між кінцевим споживачем і початковим постачальником, що зміцнило співпрацю між підприємствами. Логістична система підвищила ефективність логістики, але створила запит на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

Європейські експедиторські організації стали першими компаніями, які активно впроваджували та розвивали зелену логістику. Експедиторські організації сформувавши екологічні стандарти для процесів транспортування, обробки та управління, активно підтримували дослідження та застосування нових технологій у зеленій логістиці. Зазначені кроки спонукали інші Європейські компанії та підприємства використовувати нову концепцію зеленої логістики, що призвело до зменшення негативного впливу на

навколишнє середовище та було враховано для планування і будівництва нових логістичних об'єктів [23].

На сьогодні в Європейському Союзі активно впроваджувана зелена логістика на основі Білої книги Європейської Конференції Міністрів Транспорту (ЄКМТ) [24] і діє Міжнародний стандарт ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління [10, 25].

## **Лекція 4**

### **ФОРМУВАННЯ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ ВАНТАЖІВ І ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЦІ**

#### **План**

4.1 Формування зеленої логістичної технології перевезень на залізничному полігоні та її оптимізація.

4.2 Зелені технології на пасажирському транспорті.

#### **4.1 Формування зеленої логістичної технології перевезень на залізничному полігоні та її оптимізація**

Залізничний транспорт зазвичай є складовою логістичного ланцюга перевезення вантажів, його розвиток – це передумова стабільності виробництва та постачання товарів. Залізничний транспорт України, як і інші міжнародні логістичні компанії, використовує зелену логістику для формування нового управлінського світогляду в сучасному суспільстві, цей крок надає перевагу за рахунок нейтральності до навколишнього середовища, що подобається соціуму. Тому зростає необхідність перегляду

підходів щодо виконання логістичних функцій усіх ланок вітчизняної логістики.

За оцінками міжнародних фахівців [26], викиди двоокису вуглецю на транспорті складають 8 % усіх викидів на планеті, на складських приміщеннях – ще 3 %. У зв'язку з цим широке впровадження зелених технологій у логістичній діяльності дасть змогу зробити істотний внесок для збереження клімату на планеті, придатного для життєдіяльності людини.

Інтеграція залізничного транспорту України до транспортної мережі ЄС пов'язана із впровадженням зеленої логістики, що допоможе розвивати технології міжнародних перевезень вантажів, використовуючи мультимодальні (контейнерні та контрейлерні) перевезення. Інтенсифікація мультимодальних перевезень в Україні здійснювана відповідно до напрямів Стратегії АТ «Укрзалізниця» та орієнтована на збільшення частки залізничного транспорту в перевезеннях.

Контейнерні та контрейлерні перевезення є розповсюдженими технологіями, що сприяють розвитку зеленої логістики, оскільки мають найменший негативний вплив на навколишнє середовище порівняно з традиційними способами доставлення вантажів.

Контейнерні та контрейлерні перевезення вантажів на залізничному транспорті в поєднанні з іншими видами транспорту, такими як автомобільний і водний, дають синергетичний ефект. Таке поєднання дає змогу перевозити вантажі «від дверей до дверей» та утворює мультимодальне перевезення.

Найбільш розповсюдженим мультимодальним перевезенням контейнерів є поєднання залізничного і автомобільного транспорту, що має такі переваги:

- поєднання переваг двох домінуючих видів транспорту – маневреності, оперативності, швидкості автомобільного транспорту і

великої продуктивності та безпеки залізничного, зниження ймовірності ДТП;

- підвищення рівня екологічності та зниження забруднення навколишнього середовища;

- можливість використання технології енергооптимальних ниток графіка руху для організації відправлення поїздів, що зменшує кількість шкідливих викидів;

- зменшення витрат автомобільного пального та пробігу (економія ресурсів);

- збереження автомобільних доріг і скорочення кількості автомобільного рухомого складу, завантаженого понад норму;

- скорочення часу простою автопоїздів на прикордонних автомобільних переходах, і, як наслідок, зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище;

- консолідація вантажних партій у каналах руху товару за рахунок синергії різних екологічних видів транспорту.

Поєднання двох видів транспорту – автомобільного та залізничного – дає змогу створити схему організації унімодального перевезення (у деяких випадках) і мультимодального перевезення вантажу (рисунок 4.1).

За унімодального перевезення вважають, що всю маршрутну відстань прямування  $L_{пр}$  реалізовано одним видом транспорту.

За мультимодального перевезення маршрутна відстань складається з початкової ділянки за участю автотранспорту  $L_{a1}$ , основного перевезення  $L_{з(м)}$  залізницею (водним транспортом) і кінцевої ділянки доставлення автотранспортом  $L_{a2}$ . На терміналах реалізовано взаємодію видів транспорту, перевантажують вантажну одиницю (контейнер) і виконують маневрову роботу тривалістю  $T_{терм}$  [13].

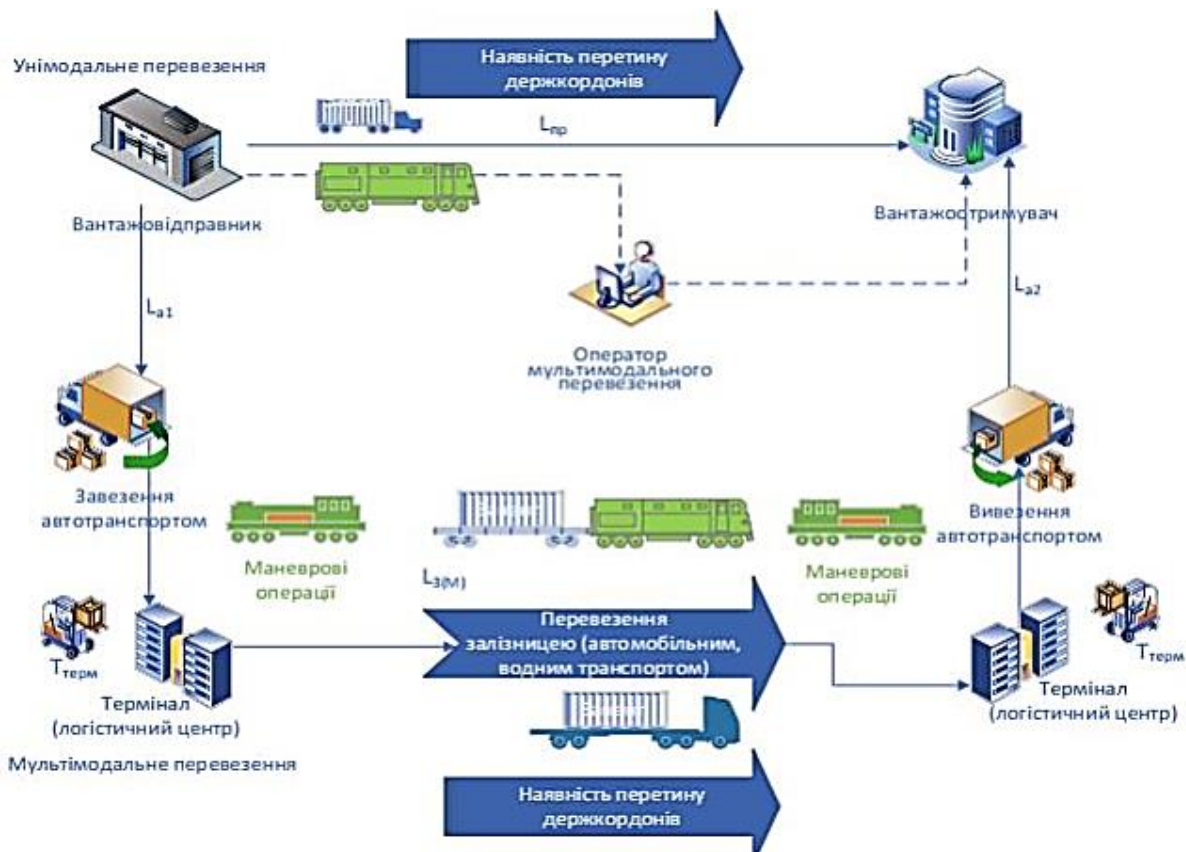


Рисунок 4.1 – Технологічна схема організації унімодального та мультимодального перевезення вантажу

## 4.2 Зелені технології на пасажирському транспорті

Окрім перевезення вантажів з урахуванням зеленої логістики, в Україні та світі все частіше постає питання перевезення пасажирів з урахуванням екологічних вимог. Перші кроки для реалізації екологічних перевезень пасажирів описано в Білій книзі Європейської Конференції Міністрів Транспорту (ЄКМТ) [24], де одне з глобальних завдань – це переорієнтація пасажирських перевезень автомобільного виду транспорту з відстанню більше 300 км на інші, більш екологічні види транспорту, зокрема залізничний, до 2050 року на рівні 50 %. Такий крок дасть змогу на 60 % скоротити викиди вуглекислого газу та зменшити нафтозалежність Європейського Союзу. Також це стимулюватиме перехід до екологічних

видів транспорту, які використовують термічну енергію, електричну тягу, двигуни на паливних елементах та інтелектуальні транспортні системи, що сприяє досягненню основної мети – кліматична нейтральність до 2050 року. За Білою книгою, заплановано розробити більш гнучке транспортне оподаткування для заохочення екологічно чистого виду транспорту.

Оскільки Україна прагне стати в найближчій перспективі членом Європейського Союзу, то Біла книга Європейської Конференції Міністрів Транспорту (ЄКМТ) стане обов'язковим документом для реалізації внутрішньої політики щодо екологічних перевезень.

Також у пасажирському залізничному транспорті подальший розвиток отримали такі зелені технології:

- електрифікація залізниць, тобто використання електротягового рухомого складу для мінімізації викидів шкідливих речовин під час руху поїздів. Викиди переносять до електростанцій, де їх легше контролювати, а використання відновлюваних джерел енергії для живлення мережі робить транспорт ще чистішим;

- рекуперація енергії гальмування, тобто перетворення кінетичної енергії поїзда під час гальмування на електричну енергію та повернення її в контактну мережу або накопичувачі;

- оптимізація руху поїздів, тобто впровадження інтелектуальних систем управління поїздопотокком, що допомагає оптимізувати графіки руху та знизити споживання пального та електроенергії;

- енергозберігаючі технології на стаціонарних об'єктах, тобто використання сонячних панелей, застосування світлодіодного освітлення на вокзалах і впровадження ефективних систем опалення та охолодження будівель;

- системи електричного опалення, тобто перехід пасажирських поїздів із вугільного опалення на електричне, що допоможе значно зменшити викиди шкідливих речовин і забруднення повітря;

- зменшення шуму, тобто заходи, спрямовані на модернізацію рухомого складу та інфраструктури, зниження рівня шуму, що покращує якість життя мешканців прилеглих територій.

Впровадження зелених технологій є складовою стратегії сталого розвитку залізничного транспорту України, спрямованої на зниження впливу на екологію в Україні.

## **Лекція 5**

### **ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО КРИТЕРІЮ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ ДЕКІЛЬКОМА ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ**

#### **План**

5.1 Оцінювання екологічного критерію за основними маршрутами мультимодальних поїздів для перевезення TEU різними видами транспорту.

5.2 Економіко-математична модель двоетапної транспортної задачі цілочисельного програмування.

#### **5.1 Оцінювання екологічного критерію за основними маршрутами мультимодальних поїздів для перевезення TEU різними видами транспорту**

Екологічний критерій – це величина шкоди від негативного впливу на навколишнє середовище, його розраховують так:

$$B = B_a + B_v + B_z + B_{нт} + B_{фа} + B_{фл}, \quad (5.1)$$

де  $B_a$  – шкода від забруднення атмосфери, млн грн;

$B_v$  – шкода від забруднення водних ресурсів, млн грн;

$B_3$  – шкода від забруднення та деградації земель, млн грн;

$B_{нт}$  – шкода від розміщення шкідливих речовин на навколишній території, млн грн;

$B_{фа}$  – шкода для фауни, млн грн;

$B_{фл}$  – шкода для флори, млн грн.

Ця формула є універсальною і використовується для розрахунку шкідливого впливу на навколишнє середовище як пересувних, так і стаціонарних джерел забруднення [13].

Більшість значень у формулі розраховують для стаціонарних джерел забруднення. Зазвичай для пересувних джерел розраховують шкоду від забруднення атмосфери, а інші значення дорівнюють нулю.

Для більшого розуміння, як використовувати екологічний критерій, розглянемо конкретний приклад: відомо, що один маневровий локомотив у середньому має викиди  $CO_2$  приблизно 6,410 кг/год і працює в середньому 18 год. Податковий квартал, за законодавством, – три місяці. Яким буде екологічний критерій для маневрового локомотива за податковий квартал, якщо за пунктом 243.4 ПКУ, ставка податку за викиди двоокису вуглецю становить 30 грн/т [9]?

Розв'язання задачі: значення  $B_v + B_3 + B_{нт} + B_{фа} + B_{фл} = 0$ , оскільки маневровий локомотив є пересувним джерелом забруднення, то формула (5.1) матиме вигляд  $B = B_a$ . Три місяці роботи маневрового локомотива по 18 год складатиме 1620 год. Як зазначено, викиди  $CO_2$  маневрового локомотива дорівнюють 6,410 кг/год роботи, тоді за 1620 год отримано викидів  $CO_2$  маневрового локомотива 10384,2 кг або 10,3842 т. За Податковим кодексом України, ставка податку за 1 т викидів  $CO_2$  становить 30 грн, тоді  $B = B_a = 10,3842 \cdot 30 = 311,53$  грн.

Отже, екологічний критерій для маневрового локомотива за податковий квартал складатиме 311,53 грн.

Приблизний рівень питомих викидів відпрацьованих газів наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Питомі викиди відпрацьованих газів

Вид транспорту	Питомі викиди відпрацьованих газів, кг/год						
	оксид вуглецю (CO)	оксиди азоту (NO <sub>x</sub> )	вуглеводні (CH)	сажа (C)	оксиди сірки (SO <sub>x</sub> )	Свинець (Pb)	Бенз(а)пірен
вантажний автомобіль з двигуном внутрішнього згорання	1,104	0,0120	0,1776	-	0,00168	0,00045	0,26 10 <sup>-6</sup>
вантажний автомобіль з дизелем	0,171	0,0486	0,0180	0,0042	0,0045	-	0,38 10 <sup>-6</sup>
маневровий тепловоз	6,410	12,400	3,540	0,380	1,870	-	0,80 10 <sup>-6</sup>
морське судно	4,812	15,390	3,849	0,962	0,962	-	0,80 10 <sup>-6</sup>

Забруднення атмосфери є основним видом забруднення. Для автомобільного транспорту складає 72 % всіх транспортних викидів. Поєднуючи різні види транспорту в мультимодальні перевезення за контрейлерною схемою доставлення вантажів, шкода від впливу забруднюючих речовин, що містяться у відпрацьованих газах і речовинах технічно справного тягача, буде мінімізована. Показники викидів вуглекислого газу в атмосферу для залізничного транспорту набагато нижче, ніж для автомобільного та водного транспорту. За оцінками, для перевезення 1000 т вантажів залізницею потрібно в три рази менше енергії, ніж для їх перевезення автотранспортом.

## 5.2 Економіко-математична модель двоетапної транспортної задачі цілочисельного програмування

Для розуміння економіко-математичної моделі двоетапної транспортної задачі цілочисельного програмування розглянемо конкретний

приклад, що являє собою схему ланцюга постачання вантажів у контейнерах між Україною та Польщею (рисунок 5.1). Двоетапність транспортної задачі полягає в такому: спочатку вантажі відправляють від станції відправлення до пункту переходу (перший етап) і від пункту переходу до станції призначення (другий етап). Цю задачу можна розв'язувати і навпаки.

У розглянутому прикладі вважають відомими запаси продукції в постачальників, пропускні спроможності проміжних пунктів, потреби споживачів, а також тарифи та екологічні критерії для перевезення контейнера (TEU), а також пропускні спроможності кожного маршруту. За цих умов потрібно визначити найекономічніший план перевезень продукції від постачальників до споживачів.

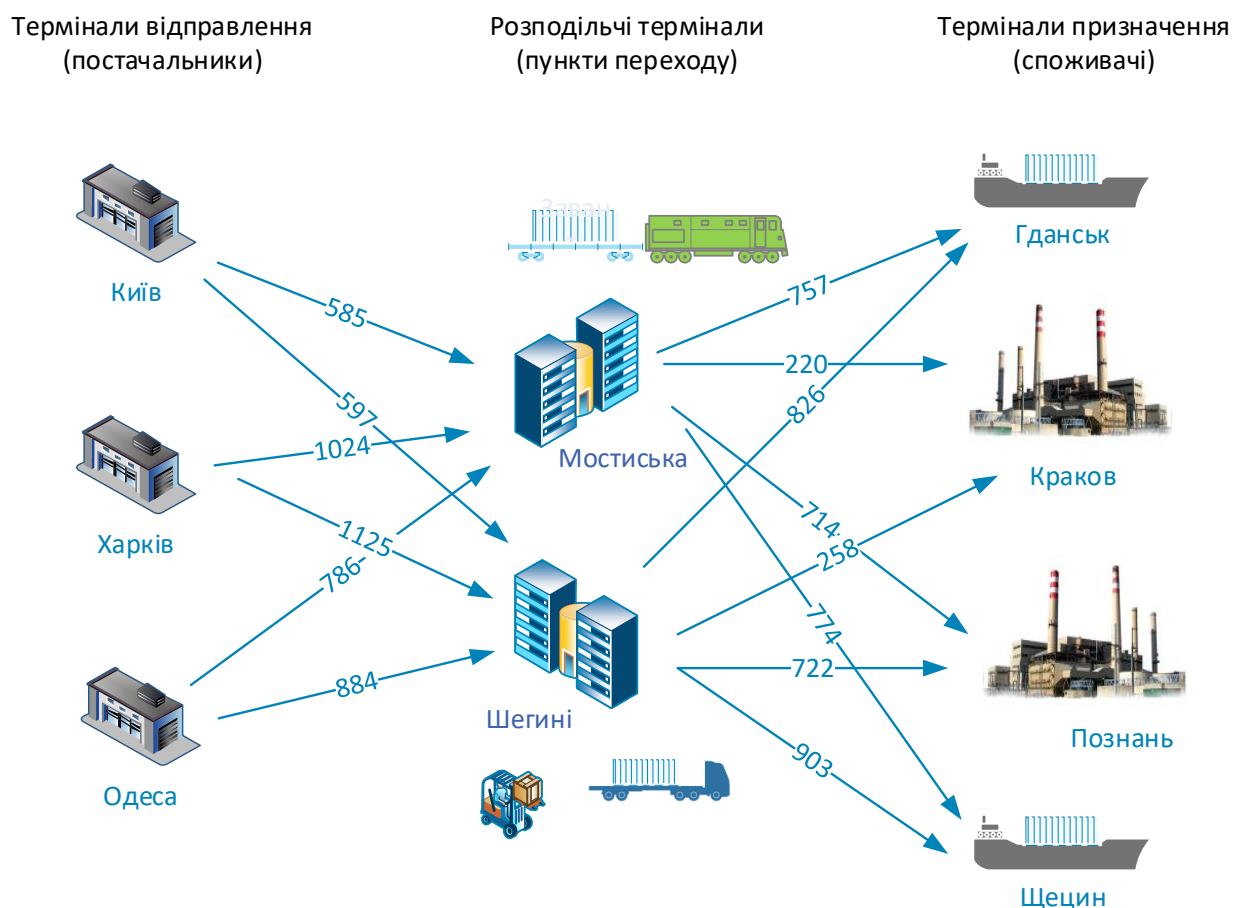


Рисунок 5.1 – Схема ланцюга постачання вантажів у контейнерах (на стрілках показано відстань, км)

Позначимо кількість постачальників –  $m$ , обсяг наявних у кожного з них контейнерів –  $a_i (i = \overline{1, m})$ . Кількість споживачів позначимо –  $n$ , попит на контейнери кожного споживача –  $b_j (j = \overline{1, n})$ . Кількість проміжних пунктів –  $p$ , пропускна спроможність окремого  $k$ -го проміжного пункту –  $c_k (k = \overline{1, p})$ .

Витрати на перевезення одиниці продукції від  $i$ -го постачальника на  $k$ -й проміжний пункт –  $s_{ik} (i = \overline{1, m}; k = \overline{1, p})$ , витрати на перевезення одиниці продукції з  $k$ -го проміжного пункту до  $j$ -го споживача –  $t_{kj} (k = \overline{1, p}; j = \overline{1, n})$ . Потрібно знайти обсяги  $x_{ik}$  перевезень продукції від постачальників на проміжні пункти ( $i = \overline{1, m}; k = \overline{1, p}$ ) та обсяги  $y_{kj}$  перевезень продукції з проміжних пунктів до споживачів ( $k = \overline{1, p}; j = \overline{1, n}$ ), щоб загальні витрати  $\Omega$  на здійснення усіх перевезень були мінімальними.

Така схема призначена більше для мультимодального перевезення вантажів, тому формула екологічного критерію набуватиме вигляду

$$B_M = m_{TEU} \left( \frac{\eta_3 \sum_{n=1}^K (2L_{3i} c_{атм i} + t_{ман i} \eta_{ман})}{\eta_a [L_{a1} c_{атм 1} + L_{a2} c_{атм K}]} \right), \quad (5.2)$$

де  $m_{TEU}$  – маса вантажу, що перевозять у контейнері (TEU), т;

$\eta_3$  – питомий середній рівень викидів  $CO_2$  в атмосферу від залізниці;

$K$  – кількість ділянок перевезення територією інших держав (для внутрішнього сполучення  $K = 1$ );

$2$  – коефіцієнт, що враховує повернення рухомого складу до країни-власника;

$L_{3i}$  – відстань залізничної частини мультимодального перевезення територією  $i$ -ї держави, км;

$c_{\text{атм } i}$  – ставка екологічного податку на забруднюючі викиди  $\text{CO}_2$  територією  $i$ -ї держави, грн/т;

$t_{\text{ман } i}$  – середня тривалість маневрових операцій із мультимодальною одиницею, год;

$\eta_{\text{ман}}$  – питомий середній рівень викидів  $\text{CO}_2$  в атмосферу під час виконання маневрової роботи, г/год;

$\eta_a$  – питомий середній рівень викидів  $\text{CO}_2$  в атмосферу від автотранспорту;

$L_{a1}, L_{a2}$  – середня відстань завезення та вивезення мультимодальної одиниці відповідно, км.

За наведених умов і позначень економіко-математична модель двоетапної транспортної задачі цілочисельного програмування набирає вигляду

$$\Omega = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^p s_{ik} x_{ik} B_{mi} + \sum_{k=1}^p \sum_{j=1}^n t_{kj} y_{kj} B_{mj} \rightarrow \min, \quad (5.3)$$

$$\sum_{k=1}^p x_{ik} \leq a_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (5.4)$$

$$\sum_{k=1}^p y_{kj} = b_j, \quad j = \overline{1, n}, \quad (5.5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ik} = \sum_{j=1}^n y_{kj} \leq c_k, \quad k = \overline{1, p}, \quad (5.6)$$

$$x_{ik} \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, p}, \quad (5.7)$$

$$y_{kj} \geq 0, \quad k = \overline{1, p}, \quad j = \overline{1, n},$$

$$L_{akj} \leq L_a, \quad k = \overline{1, p}, \quad j = \overline{1, n}, \quad (5.8)$$

$$\sum_{j=1}^n b_j \leq \sum_{k=1}^p c_k. \quad (5.9)$$

Цільова функція (5.3) відповідає пошуку найекономічнішого плану перевезень контейнерів. Інші умови задачі означають таке [13]:

(5.4) – обсяг контейнерів, що вивозитимуть від кожного постачальника, не має перевищувати наявний у нього запас;

(5.5) – обсяг контейнерів, що завозитимуть кожному споживачу, має відповідати його попиту;

(5.6) – усі контейнери, що буде ввезено на кожний проміжний пункт від постачальників, має бути потім надісланий споживачам, причому потрібно враховувати пропускні спроможності кожного проміжного пункту;

(5.7) – обсяги перевезень контейнерів за кожним із маршрутів мають бути невід’ємними;

(5.8) – відстань перевезення контейнерів від проміжних пунктів до споживачів автотранспортом не має перевищувати гранично допустимої з екологічної точки зору величини  $L_a$ ;

(5.9) – пропускні спроможності всіх проміжних пунктів достатні для опрацювання сукупного потоку продукції у транспортній мережі.

## **Лекція 6**

### **ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛОГІСТИЧНИХ КОНЦЕПЦІЙ**

#### **План**

6.1 Аналіз існуючих концепцій і принципів логістики.

6.2 Вплив концепцій на навколишнє середовище.

#### **6.1 Аналіз існуючих концепцій і принципів логістики**

Як зазначено раніше, зелена логістика і сама логістика тісно пов’язані. Щоб зрозуміти, який вплив – позитивний чи негативний – має зелена логістика на логістику, потрібно стисло описати концепції логістики:

1) концепція «точно в строк» (Just-In-Time (JIT)) – система виробництва, за якої випускають тільки ті вироби, які потрібні споживачам точно в потрібний час і в необхідній кількості:

- скорочення запасів на всіх стадіях логістичного циклу;
- скорочення складських площ;
- висока пропускна спроможність;
- активна участь і підвищена мотивація працівників;
- високий прибуток і продуктивність логістичної системи;
- висока якість обслуговування;
- висока гнучкість логістичної системи;
- своєчасне доставлення.

Концепція «точно в строк» сприяє посиленню контролю та підтримці рівня якості продукції в розрізі всіх складових логістичної структури. Мікрологістичні системи, засновані на такому підході, пов'язаному із синхронізацією всіх процесів та етапів постачання матеріальних ресурсів, виробництва та збирання, постачання готової продукції споживачам, припускають точність інформації та прогнозування. Цим пояснюють, зокрема, і короткі складові логістичних (виробничих) циклів. Для ефективної реалізації технології JIT мають працювати з надійними телекомунікаційними системами та інформаційно-комп'ютерною підтримкою.

Сучасні технології JIT і логістичні системи стали більш інтегрованими і комбінованими з різних варіантів логістичних виробничих концепцій і розподільчих систем, таких як системи, що мінімізують запаси в логістичних каналах, логістичні системи швидкого перемикавання, вирівнювання рівня запасів, групові технології, превентивне гнучке автоматизоване виробництво тощо;

2) концепція «планування потреб/ресурсів» (requirements/resource planning (RP)) полягає в тому, що вся діяльність із планування потреб

виробництва, обслуговування та використання продукції співвіднесена з потребами основного графіка виробництва. Основні риси RP:

- низький рівень запасів;
- планування виробництва та задоволення потреб споживачів;
- оптимальний графік доставлення, закупівлі та планування виробництва;
- тривалий логістичний цикл;
- великі витрати на замовлення споживачів;
- невелика чутливість до змін у попиті;
- громіздкість системи та велика наявність страхових запасів.

Базовими мікрологістичними підсистемами, заснованими на концепції «планування потреб/ресурсів», у виробництві та постачанні є системи «планування потреби в матеріалах/виробниче планування потреби в ресурсах» (materials/manufacturing requirements/resource planning), а в дистрибуції – системи «планування» (Distributionrequirements/resource planning);

3) концепція «худого виробництва» (lean production (LP)) – набагато менше ресурсів порівняно з масовим виробництвом – менше часу, менше запасів на виробництво одиниці продукції, менше втрат від браку, і все це завдяки зведенню до мінімуму розміру виробничого часу та виробничих партій. Сутність концепції:

- висока якість продукції;
- невеликий розмір виробництва;
- низький рівень запасів продукції;
- висококваліфікований персонал;
- гнучке устаткування.

Зменшення розмірів партій продукції та часу виробництва дає змогу значно підвищити гнучкість виробничого процесу, швидше реагувати на зміну ринкового попиту; включення систем KANBAN і MRP допомагає

суттєво знизити рівні запасів матеріальних ресурсів і працювати практично з мінімальними страховими запасами без складування матеріальних ресурсів, чому сприяє співпраця з надійними постачальниками.

Велику увагу в концепції «худого виробництва» приділяють загальній виробничій підтримці для забезпечення безперервної готовності технологічного обладнання, практичного виключення його відмови, поліпшення якості його технічного обслуговування та ремонту. Разом із загальним контролем якості ефективна підтримка дає змогу до мінімуму скоротити запаси незавершеного виробництва (буферні запаси) між виробничо-технологічними ділянками;

4) концепція «реагування на попит» (demand-driven logistics (DDT)) спрямована на максимальне скорочення часу реагування на зміну попиту через швидке поповнення запасів у тих точках ринку, де прогнозовано зростання попиту. Сутність концепції:

- краще керують запасами продукції завдяки можливості отримати інформацію про процедури замовлень, попит і графіки доставлення продукції;

- виробники мають змогу точніше планувати графік постачання продукції завдяки знанням обсягів продажів і запасів у роздрібній мережі;

- постачальники швидше реагують на зміну споживчого попиту;

- завдяки тривалим партнерським відносинам зменшено ризики і підвищено ефективність логістичних операцій.

Ефективність методу переважно залежить від точності прогнозування попиту, внаслідок чого він тривалий час не був популярним у логістичних менеджерів. Стандартний метод визначення споживчого попиту ґрунтований на деяких статистичних формах контролю, зокрема частоті та обсязі повторних замовлень;

5) концепція «управління ланцюгами постачання» (supply chain management (SCM)) передбачає, що вартість товару формується на всьому

ланцюгу поставок, а проявляється з продажем, на вартість товару впливає ефективність усіх операцій логістичного ланцюга, найбільш керованою є стадія виробництва, а найбільш чутливою – кінцевий продаж. Сутність концепції [27]:

- збільшення розміру доходу від продажів продукції/послуг за рахунок підвищення рівня сервісу, точності постачань і зниження коливань попиту;

- скорочення витрат за рахунок зниження рівня запасів, накладних і транзакційних витрат у закупівлях, складуванні, збуті, а також поліпшення використання виробничих і логістичних потужностей;

- можливість групувати товари, задавати і створювати нові властивості в інтерактивному режимі;

- планування та виконання ланцюгів поставок.

Системи SCM призначені для автоматизації та управління всіма етапами постачання підприємства і контролю всього руху товару на підприємстві. Система SCM допомагає значно краще задовольнити попит на продукцію компанії та значно знизити витрати на логістику і закупівлю; охоплює весь цикл закупівлі сировини, виробництва та розповсюдження товару. Дослідники зазвичай виділяють шість основних сфер, на яких зосереджено управління ланцюжками поставок: виробництво, постачання, місцезнаходження, запаси, транспортування, інформація.

## **6.2 Вплив концепцій логістики на навколишнє середовище**

Є кілька підходів щодо розуміння того, як має бути організована логістична система, як потрібно дотримуватися правил і принципів логістики, як саме досягають мети логістичної системи. Логістична концепція – це ідея, основа побудови конкретної логістичної системи.

Аналіз цілей, завдань, переваг і недоліків реалізації того чи іншого концептуального підходу в логістиці показує, що питання зниження негативного впливу на навколишнє середовище та досягнення цілей сталого розвитку мають опосередкований характер і зазвичай орієнтовані на дотримання чинних нормативно-правових обмежень і вимог у галузі екології, яких мають дотримуватися компанії, що працюють.

Екологічна логістика, або зелена логістика, впливає на логістичні концепції по-різному та має як позитивний вплив, так і негативний. У таблиці 6.1 наведені результати якісного оцінювання екологічного потенціалу існуючих логістичних концепцій.

Таблиця 6.1 – Якісне оцінювання екологічного потенціалу логістичних концепцій

Вплив на навколишнє середовище	Концепція логістики
1	2
Позитивний	
Близьке розташування постачальників матеріальних ресурсів	ЛІТ, LP
Зменшення транспортної складової за рахунок ефективного зворотного зв'язку із замовником	RP, DDT, SCM
Вибір оптимального маршруту і виду транспорту	RP, SCM
Мінімізація дефектів у процесі виробництва продукції і, як наслідок, зниження відходів	ЛІТ, LP
Мінімізація рівня запасів матеріальних ресурсів, незавершеного виробництва, готової продукції, відходів	ЛІТ, LP, RP, DDT, SCM
Скорочення складської площини за рахунок зменшення запасів продукції	ЛІТ, LP, RP, DDT, SCM

Продовження таблиці 6.1

1	2
Зменшення споживання електроенергії, раціональне використання складських площин та раціональне використання земельних ділянок	JIT, LP
Формування корпоративної соціальної відповідальності та створення зелених ланцюгів постачання	JIT, LP, SCM
Управління зворотними матеріальними потоками (реверсивна логістика)	DDT, SCM
Негативний	
Збільшення інтенсивності використання транспорту з переходом на випуск продукції в малих обсягах	JIT, LP, RP, DDT
Збільшення обсягу вантажно-розвантажувальних робіт унаслідок зменшення розміру партії вантажу	JIT, LP, RP, DDT
Збільшення навантаження на навколишнє середовище в місцях знаходження транспортних коридорів і вузлів	RP, SCM
Використання проміжних складів зберігання запасів сировини, матеріалів, готової продукції та відходів	RP, DDT
Збільшення кількості відмов у системі через велику її розмірність і складність	RP, DDT

Загалом в логістичних принципах виділяють такі принципи: системність, комплексність, адаптивність, гнучкість, інтеграція, оптимальність, гуманізація, науковість, надійність, загальні витрати тощо.

## Лекція 7

# ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ТА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЮЮЧОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ З ПЕРЕВЕЗЕННЯМ ВАНТАЖІВ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

### План

- 7.1 Методологія ForFITS.
- 7.2 Структура операційної діяльності логістичного ланцюга.

#### 7.1 Методологія ForFITS

Для підвищення якості оцінювання та контролю рівня забруднюючого впливу на довкілля з перевезенням вантажів різними видами транспорту використовують методологію ForFITS (For Future Inland Transport Systems) – «для майбутніх систем внутрішнього транспорту» (рисунок 7.1). Розробляти ForFITS почали у 2011 році для посилення міжнародної співпраці та планування політики сталого транспорту, зокрема сприяння пом'якшенню наслідків зміни клімату. Проект фінансувало Агентство ООН з розвитку (UNDA), у ньому брали участь усі регіональні комісії Організації Об'єднаних Націй.

ForFITS – це методологія, яка створена для майбутніх внутрішніх транспортних систем, здатна допомогти користувачам ухвалювати обґрунтовані рішення про заходи, доступні для скорочення викидів CO<sub>2</sub> у транспортному секторі. Ця методологія охоплює як пасажирські, так і вантажні транспортні послуги на всіх видах транспорту (включаючи авіаційний і морський транспорт), але переважно орієнтована на внутрішній транспорт (особливо автомобільний, залізничний і внутрішній водний транспорт). Методологія прийнятна для аналізу транспортних систем, що мають регіональне, національне та/або місцеве значення, але більше

орієнтована на національні транспортні системи (рисунок 7.1); призначена для сприяння політиці сталого транспорту для майбутніх внутрішніх транспортних систем (тому вона отримала назву ForFITS) і здатна допомогти користувачам ухвалювати обґрунтовані рішення про заходи, спрямовані на скорочення викидів CO<sub>2</sub> у транспортному секторі. Користувачі інструменту можуть порівнювати прогнози між базовим сценарієм і сценаріями, де впроваджено запропоновану транспортну політику, оцінювати об'єм викидів, які можна «заощадити» завдяки її впровадженню в майбутньому. Результати цих аналізів можна використовувати для підтримки впровадження майбутньої транспортної політики, яка буде ефективною для скорочення викидів CO<sub>2</sub>.

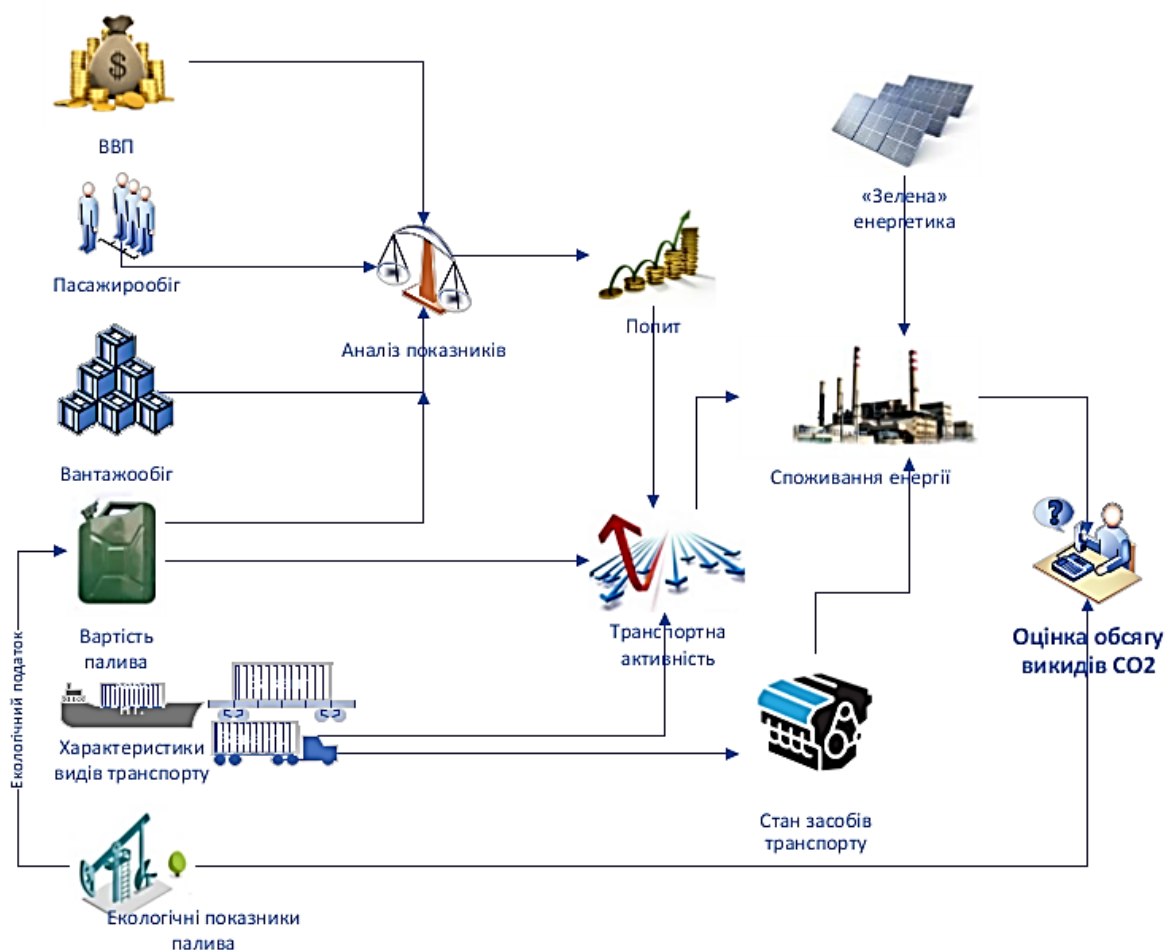


Рисунок 7.1 – Загальна схема зменшення негативного впливу транспорту на довкілля з реалізацією методології ForFITS

ForFITS розроблено як програмний інструмент, що має два основні завдання:

- оцінювання викидів на транспорті;
- оцінювання транспортної політики для зменшення викидів CO<sub>2</sub>.

Методологія оцінює транспортну діяльність, виражену в пасажиро-кілометрах, тонно-кілометрах і кілометрах.

За методологією ForFITS, об'єм викидів CO<sub>2</sub> розраховують на підставі врахування повного циклу виробництва і використання палива. Усі результати отримують на підставі збирання та оцінювання даних про кількість експлуатованих транспортних засобів (за видами), середньої відстані перевезень пасажирів і вантажів, середнього завантаження транспортних засобів, середнього споживання ним палива тощо. На підставі отриманих даних ухвалюють обґрунтовані рішення про необхідні екологічні заходи зі зменшення шкідливих викидів, обсяги необхідного фінансування цих заходів, рівень екологічних податків та екологічні вимоги щодо транспортних засобів [13, 28].

## **7.2 Структура операційної діяльності логістичного ланцюга**

Оцінити екологічну ефективність підприємства, як складової логістичного ланцюга, можна на підставі рекомендації стандарту ISO/FDIS 14031:2021 [13, 29], який однаково прийнятний для малих і великих підприємств і використовується для систем підтримки ухвалення рішень в екологічній ефективності підприємства. Цей стандарт використовують:

- для поліпшення екологічних характеристик продукції або підприємства на різних етапах життєвого циклу;
- інформування осіб, які ухвалюють рішення відносно промисловості, урядових і неурядових організацій, екологічної ефективності підприємства, організації (наприклад для стратегічного

планування, визначення пріоритетів, розроблення чи модернізації продукції або процесів);

- вибору відповідних показників екологічної ефективності, включаючи методики вимірювань;

- маркетингу (наприклад для реалізації схеми екологічного етикетування, складання заяви про екологічний позов або розроблення декларації з екологічно чистої продукції).

Для прозорості роботи стандарту ISO/FDIS 14031:2021 розглянемо структуру операційної діяльності підприємства та чинники, що впливають на його екологічну ефективність (рисунок 7.2).

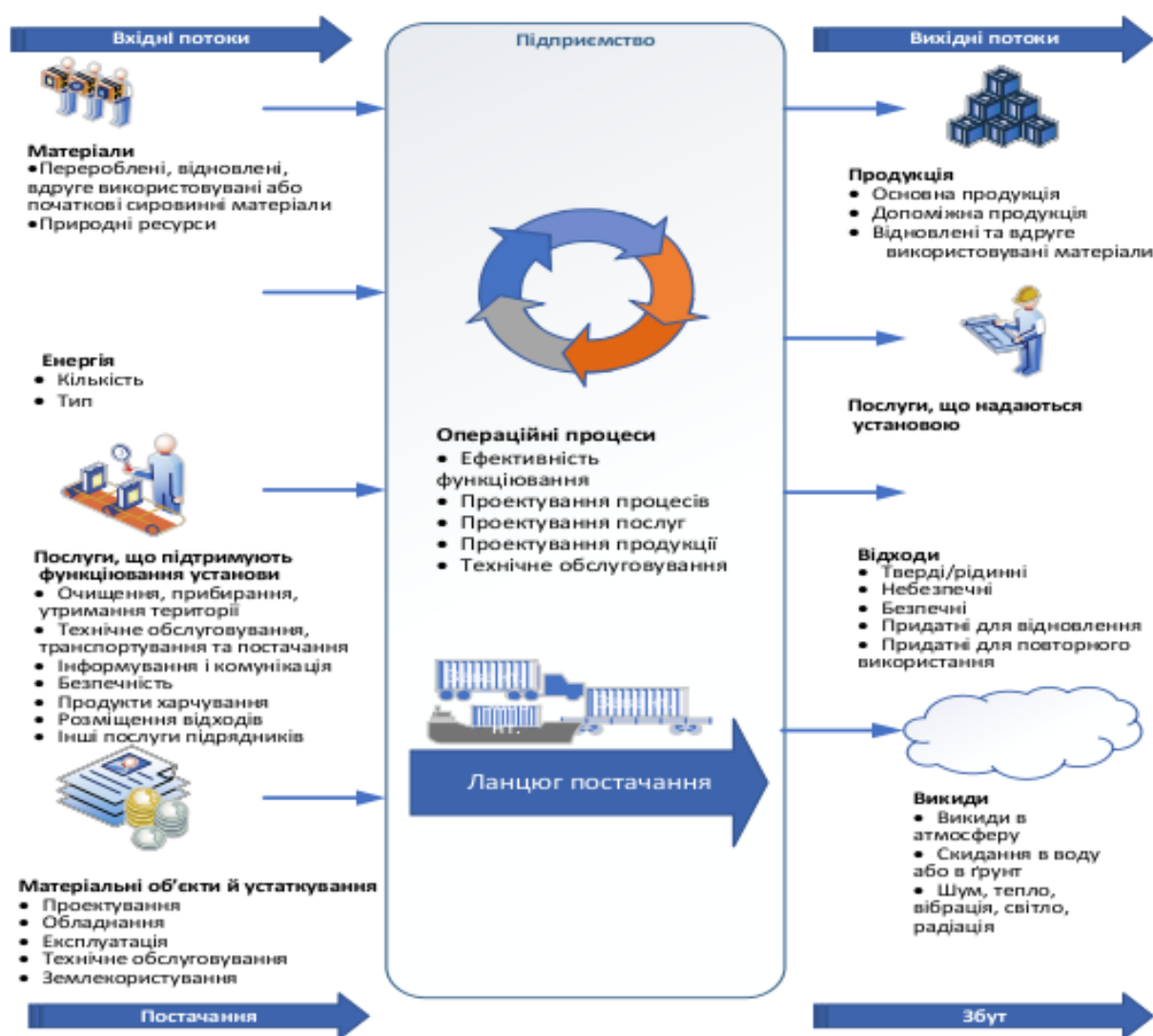


Рисунок 7.2 – Структура операційної діяльності підприємства та чинники, що впливають на його екологічну ефективність

Як видно з рисунка 7.2, проаналізовано вхідні потоки підприємства, які безпосередньо впливають на екологію:

- матеріали, що використовують на підприємстві;
- енергію, яку використовує підприємство;
- послуги, що підтримують функціонування установи;
- матеріальні об'єкти і устаткування.

Далі відбуваються операційні процеси на самих ланцюгах постачання і вихідних потоках, отримуємо такі дані:

- інформація про екологічність продукції;
- послуги, що надає установа;
- види і шкідливість відходів;
- викиди підприємства.

## **Лекція 8**

### **ПЕРСПЕКТИВА РОЗВИТКУ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ**

#### **План**

- 8.1 Перспективи розвитку зеленої логістики у світі.
- 8.2 Перспективи розвитку зеленої логістики в Україні.

#### **8.1 Перспективи розвитку зеленої логістики у світі**

Розвиток зеленої логістики у світі передбачає не тільки збереження клімату на планеті, а й отримання переваг від впровадження такої технології. До переваг, які отримують компанії від впровадження зеленої логістики, належать:

- зростання іміджу компанії;
- задоволення потреб клієнтів;

- конкурентна перевага порівняно з іншими компаніями;
- зменшення логістичних і загальних витрат компанії;
- збільшення рівня корпоративної соціальної відповідальності;
- збільшення прибутковості компанії;
- зменшення відходів/покращення утилізації продукції;
- покращення інформованості про зелені канали постачання;
- оптимізація логістичних потоків;
- розповсюдження компанії на новий ринок;
- ефективне використання вторинної сировини;
- підвищення ефективності використання пального;
- оптимізація виробничих процесів;
- зменшення виробничих витрат;
- скорочення використання токсичних матеріалів.

Окрім переваг, компанія, яка використовує зелену логістику, отримує стимули для розвитку, основними з яких є:

- покращення зв'язків із громадськістю;
- покращення відносин із клієнтами;
- підтримка держави;
- зменшення транспортних і логістичних витрат;
- підвищення ефективності каналів постачання;
- покращення відносин з інвесторами;
- зниження ризиків;
- відповідність чинним екологічним нормативним і вимогам.

Переваги і стимули є невичерпними, із часом будуть з'являтися і нові [30].

У зеленій логістиці існують додаткові стратегії оптимізації [31]:

1 Об'єднання вантажів. Сутність цієї стратегії полягає в тому, що компанії оптимізують управління ланцюгами постачання, співпрацюють із перевезенням вантажів, об'єднують свої складські та логістичні ресурси в

єдине ціле. Для контролю, прозорості та полегшення логістичних операцій компанії використовують хмарні логістичні платформи.

2 Громадські шафи для посилок без бренду. Amazon вперше запропонував сусідні шафи для зберігання посилок для прискорення доставлення і скорочення маршрутів. Це ефективно, але часто виключає конкурентів. Громадські шафи без бренду працюють за тим самим принципом, що і мережа шафок Amazon, але доступні для більш широкого кола логістичних компаній. Такий підхід дає змогу великим постачальникам, економлячи час і кошти, співпрацювати і покращувати вибір для споживачів.

3 Автоматизована оптимізація завантаження. Ця технологія координує товари на розподільчих центрах і складах, які мають схожі пункти призначення і строки доставлення. Через сучасні обсяги товарів це неможливо здійснити вручну, але інтелектуальні системи управління ланцюгами постачань автоматизують цей процес, запобігаючи практиці часткових вантажів.

4 Нічне доставлення. Нічне шумове забруднення значно зменшується завдяки тихій роботі електромобілів, тому в нічний час їх використовувати можна активно. У міських районах нічне доставлення може скоротити час у дорозі через менші затори до 15 % і значно економити на пальному.

5 Мережі мікромобільності на вимогу. Мікромобільність охоплює невеликі транспортні засоби, наприклад електровелосипеди та електроскутери. Сучасні логістичні платформи надають водіям доступ до хмарних сервісів у реальному часі, що дає змогу комунікувати як із центром відправлення, так і клієнтом. Використовуючи мережі незалежних водіїв на вимогу, компанії можуть значно зекономити на пальному та підтримати автопарк.

6 Динамічний розподіл маршрутів. У містах хмарні інструменти і системи штучного інтелекту враховують затори через ремонтні роботи,

місця для паркування і трафік для маршрутизації. У сільській місцевості ці системи враховують доступ до зарядних станцій для електромобілів і дорожні умови. Це допомагає оптимізувати маршрути в реальному часі, підвищуючи швидкість доставлення та зменшуючи витрати пального.

7 Безпілотники та автоматизовані транспортні засоби. У наш час почали з'являтися дрони та роботизовані кур'єри, що значно зменшують людський чинник у логістиці та роблять доставлення дешевшим. Розвиток у цій сфері йде швидкими темпами, а цифрова автоматизація є основним елементом багатьох екологічних рішень.

8 Оптимізація складських площ – допомагає компаніям зменшити кількість транспортних рухів та уникнути зайвих операцій, що в результаті скорочує рівень забруднення. Це також полегшує роботу персоналу та збільшує ефективність використання простору складу. Крім того, оптимізація складських приміщень допомагає скоротити площу, де необхідно підтримувати певний температурний режим, що особливо важливо для компаній, які зберігають товари за контрольованої температури. Це призводить до зменшення забруднення повітря та зниження експлуатаційних витрат.

9 Створення політики корпоративної соціальної відповідальності. Це означає, що компанія дотримується певних соціальних та екологічних стандартів і може вимагати від постачальників відповідності екологічній хартії, розробленій компанією.

## **8.2 Перспективи розвитку зеленої логістики в Україні**

Україна в майбутньому буде наздоганяти західноєвропейські країни в галузі зеленої логістики, і з часом зазначені переваги і стимули активно будуть впроваджувати. Зараз в Україні активно впроваджують такі екологічні заходи:

- система роздільного збору відходів виробництва;

- переробка тари та пакування з подальшим цільовим використанням;
- використання вторинної сировини для вироблення матеріальних ресурсів, придатних для виробничої діяльності підприємств;
- використання природної енергії вітру, води, сонця та ядерної енергетики для заміщення теплових електростанцій;
- розвиток екологічно безпечних пакувальних матеріалів.

В українській логістиці для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище передбачено такі заходи:

- вибір постачальників сировини за критерієм максимального скорочення відходів виробництва;
- вибір оптимального маршруту транспортування вантажів і скорочення порожнього пробігу, що призводить до зменшення кількості викидів відпрацьованих газів в атмосферу;
- дотримання політики «нуль дефектів»;
- вдосконалення систем планування та нормування витрат, що зменшує товарно-матеріальні запаси, зменшує потребу у великих складських приміщеннях, як наслідок, зменшує кількість відходів;
- консолідація вантажних партій у логістичних каналах дає змогу використовувати більш екологічні види транспорту, такі як залізничний, морський, внутрішній водний;
- скорочення або виключення з логістичного ланцюга проміжних складських приміщень і перевалок вантажів, що скорочує втрати матеріальних ресурсів із їх доставленням від постачальників і знижує антропогенне навантаження на ґрунти;
- використання зворотних контейнерів для полегшення повторного використання пакувальних матеріалів і скорочення відходів.

Подальше впровадження зазначених заходів в Україні допоможе розвивати промисловість, створювати додаткові робочі місця та впроваджувати нові наукові винаходи [22].

Головними перешкодами, що гальмують розвиток зеленої логістики в Україні, є [31]:

- неефективність системи державного управління у сфері охорони довкілля;
- відсутність чіткого плану впровадження зеленої логістики в компаніях;
- відсутність прямих зв'язків між ланцюгами постачання та екологічними показниками;
- пріоритетність економічної доцільності;
- недостатнє дотримання природоохоронного законодавства та екологічних прав і обов'язків громадян;
- недостатній контроль за дотриманням природоохоронного законодавства та відсутність необхідних механізмів відповідальності за його порушення;
- недостатня мотивація для впровадження зеленої логістики.

Для успішного впровадження необхідно ретельно спланувати і залучити всіх учасників процесу. Ось кілька рекомендованих кроків, які можна впровадити в Україні:

1 Співпраця з постачальниками, сторонніми логістичними партнерами (3PL і 4PL) і досвідченими консультантами для розроблення екологічних протоколів закупівель і варіантів доставлення.

2 Застосування технології штучного інтелекту, такі як диспетчерські вежі ланцюга постачання, для інтеграції аналізу вуглецевого сліду на всіх етапах бізнес-процесів.

3 Взаємодія з корпоративними мережами для обміну ресурсами та інформацією. Конкурентоспроможні бренди можуть об'єднати зусилля заради спільної мети.

4 Розроблення стратегії та оптимального налаштування автопарку. Створення можливості адаптуватися до змін попиту за допомогою

еластичних логістичних мереж для уникання простоїв вантажівок. Для доставлення «останньої милі» розглядають можливість використання мікромобільних засобів, таких як електровелосипеди чи дрони.

5 Пояснення клієнтам про вплив високої швидкості доставлення порівняно з більш екологічними варіантами. Наприклад, Amazon заохочує клієнтів вибирати «День Amazon», що дає змогу об'єднувати пакунки в меншу кількість відправлень, економлячи ресурси на пакуванні, транспортуванні.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Зелена логістика: від змін у ланцюгах постачання до зменшення викидів. *UTEC Logistics* : вебсайт. URL: <https://utec.ua/blog/zelena-logistika-vid-zmin-u-lantsyugah-postachannya-do-zmenschennya-vikidiv#:~:text=Зелена%20логістика%20передбачає%20використання%20екологічно,чистих%20технологій%20і%20видів%20палива> (дата звернення: 15.05.2025).

2 What is Green Logistics? What Are Its Effects? *ODEN* : вебсайт. URL: <https://www.odenlogistics.com/what-is-green-logistics-what-are-its-effects> (дата звернення: 15.05.2025).

3 Definition of green logistics. How to implement green logistics? *ADNOVS* : вебсайт. URL: <https://adnovs.com/blogs/what-is-green-logistics/> (дата звернення: 17.05.2025).

4 Green logistics: definition, objectives, and example. *NOMADIA Smart Mobility Solutions*: вебсайт. URL: <https://www.nomadia-group.com/in/resources/blog/green-logistics-definition-objectives-and-example/> (дата звернення: 18.05.2025).

5 Everything you need to know about Green Logistics. *Maurice Ward Group* : вебсайт. URL: <https://www.mauriceward.com/everything-you-need-to->

know-about-green-logistics/#:~:text=Green%20logistics%2C%20also%20known%20as,the%20product's%20entire%20life%20cycle (дата звернення: 19.05.2025).

6 Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 26 червня 1991 р. № 41. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення: 19.05.2025).

7 Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року : Закон України від 28 лютого 2019 р. № 2697-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення: 19.05.2025).

8 Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля : Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text> (дата звернення: 19.05.2025).

9 Податковий кодекс України. *Відомості Верховної Ради України*. 02 грудня 2010 р. № 2755-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2755-17#Text> (дата звернення: 19.05.2025).

10 Ломотько М. Д. Формування ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі «зеленої» логістики. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2023. № 1. С. 44-51. DOI: <https://doi.org/10.18664/iksz.v28i1.276347>.

11 Види забруднення та їхні наслідки для природних і штучних екосистем та людини. якість довкілля та критерії забруднення. *На урок. Освітній проект* : вебсайт. URL: <https://naurok.com.ua/vidi-zabrudnennya-ta-hni-naslidki-dlya-prirodnih-i-shtuchnih-ekosistem-ta-lyudini-yakist-dovkillya-ta-kriteri-zabrudnennya-239704.html> (дата звернення: 20.05.2025).

12 Забруднення. Класифікація забруднень довкілля. *WikiLegalaid* : вебсайт. URL: [https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Забруднення.\\_Класифікація\\_забруднень\\_довкілля](https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/Забруднення._Класифікація_забруднень_довкілля) (дата звернення: 20.05.2025).

13 Ломотько М. Д. Удосконалення технології доставки вантажів залізничним транспортом в умовах конкурентного середовища : дис. ... д-ра філософії: 10.05.2024. Харків, 2024. 233 с.

14 Palanivelu P., Dhawan M. Green Logistics. White Paper Tata Consulting Systems (TCS) : Official site. URL: [https://www.academia.edu/28094615/Green\\_Logistics\\_Whitерpaper](https://www.academia.edu/28094615/Green_Logistics_Whitерpaper) (дата звернення: 20.05.2025).

15 Дьомін Ю. В. Залізнична техніка міжнародних транспортних систем (вантажні перевезення): монографія. Київ: Юнікон-Прес, 2001. 341 с.

16 Lomotko D. V., Ogar O. M., Kozodoy D. S., Lomotko M. D. Improving the efficiency of container and trailer transportation in ukraine through the use of «green» logistics. *Інтелектуальні транспортні технології : 2-га Міжнар. наук.-техн. конф., м. Харків, 27-29 квітня 2021 р.* Харків, 2021. С. 52-53.

17 Компанія DB Schenker. DB Schenker : Офіційний сайт. URL: <https://www.dbschenker.com/ua-uk/> (дата звернення: 21.05.2025).

18 Green Cargo Road & Logistics AB. Green Cargo : Офіційний сайт. URL: <https://www.greencargo.com/> (дата звернення: 21.05.2025).

19 Deutsche PostDHL. DHL : Офіційний сайт. URL: <https://www.dhl.com/ua-uk/> (дата звернення: 21.05.2025).

20 United Parcel Service of America, Inc. UPS : Офіційний сайт. URL: <https://www.aircargo.ups.com/> (дата звернення: 21.05.2025).

21 Kawasaki Kisen Kaisha, Ltd. K-LINE : Офіційний сайт. URL: <https://www.kline.co.jp/> (дата звернення: 21.05.2025).

22 Гурч Л. М., Хмара Л. Є. Розвиток «зеленої логістики» в Україні. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія Логістика.* 2014. № 811. С. 86-91. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/5f18681d-9b60-4d37-be2a-386c8dc41a4c/content> (дата звернення: 21.05.2025).

23 Yingying Xia, Bo Wang. Green logistics in logistics industry in finland. Lahti university of applied sciences. Degree programme in International Business. Bachelor's Thesis. Spring, 2013. 92 с.

24 Біла книга Європейської Комісії – план розвитку єдиного європейського транспортного простору – на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи. Видавничий центр Європейського Союзу в Люксембурзі. 2011. 28 с. DOI: 10.2832/30955.

25 ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2015, IDT). *Будстандарт. Сервіс документів* : вебсайт. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=64015](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64015) (дата звернення: 25.05.2025).

26 Palanivelu P., Dhawan M. Green Logistics. White Paper Tata Consulting Systems (TCS): Official site. URL: [https://www.academia.edu/28094615/Green\\_Logistics\\_Whitepaper](https://www.academia.edu/28094615/Green_Logistics_Whitepaper) (Last accessed: 25.05.2025).

27 Тема 3. Концепції логістики : методичні вказівки / Державний університет «Житомирська політехніка». URL: <https://learn.ztu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=183096> (дата звернення: 25.05.2025).

28 ForFITS Model – Assessing Future CO2 Emissions. United Nations Economic Commission for Europe : Official site. URL: <https://unece.org/forfits-model-assessing-future-co2-emissions> (дата звернення: 02.06.2025).

29 ISO/FDIS 14031:2021. Environmental management. Environmental performance evaluation. Guidelines. Чинний від 2021-03. Вид. офіц. Женева, Швейцарія, 2021. 44 с. (Інформація та документація).

30 Орестівна М. Н., Зеновіївна Б. У. Сучасні тенденції впровадження «зеленої» логістики. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2014. № 1. С. 279-286.

31 Дорош О. І., Огерчук Ю. В., Пліш Ю. Проблеми та перспективи розвитку зеленої логістики. *Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення та проблеми розвитку*. 2024. № 2 (12). С. 286-295. DOI: <https://doi.org/10.23939/smeu2024.02.286>.

Д. В. Ломотько, А. О. Ковальов, М. Д. Ломотько

## ОСНОВИ ЗЕЛЕНОЇ ЛОГІСТИКИ

*Конспект лекцій*

Відповідальний за випуск Ломотько Д. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

---

Підписано до друку 16.03.2026 р.  
Умовн. друк. арк. 3,25. Тираж . Замовлення № .  
Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха,7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.