

Лекційне заняття № 9

Тема «Стратегія сталого розвитку в транспортній інфраструктурі»

План проведення заняття

1. Концепція сталого розвитку як глобальний орієнтир і виклик для транспорту.
2. Зелена логістика та альтернативні види транспорту
3. Модальність перевезень та декарбонізація транспортних коридорів
4. Інструменти оцінки ефективності: вуглецевий слід як показник компетентності менеджера

1. Концепція сталого розвитку як глобальний орієнтир і виклик для транспорту

Історія виникнення та еволюція поняття

Концепція сталого розвитку (*Sustainable Development*) сформувалася у відповідь на глобальну екологічну та ресурсну кризи другої половини XX століття, коли стало очевидним, що екстенсивна модель економічного зростання веде до виснаження природних ресурсів і деградації біосфери.

Вирішальним етапом у популяризації терміна став вихід у 1987 році звіту Міжнародної комісії з довкілля та розвитку (Комісія Брундтланд) **«Наше спільне майбутнє»**, де сталий розвиток було визначено як *«розвиток, який задовольняє потреби теперішнього покоління, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти власні потреби»*.

Для транспортної галузі це означає докорінний перегляд парадигми: перехід від забезпечення максимальної швидкості та обсягів перевезень за будь-яку екологічну ціну до створення балансу між мобільністю, збереженням довкілля та соціальною справедливістю.

Триєдина суть сталого розвитку

Концепція базується на трьох взаємопов'язаних компонентах (так званий «потрійний критерій успіху» — *Triple Bottom Line*):

1. **Економічний вимір:** забезпечення ефективності, рентабельності, інноваційності та довгострокової фінансової стабільності транспортних підприємств і логістичних ланцюгів без руйнування економічної бази майбутнього.

2. **Соціальний вимір:** гарантування безпеки дорожнього руху, зниження рівня шумового й антропогенного навантаження на міські спільноти, забезпечення доступності транспортних послуг для всіх верств населення та покращення якості життя.

3. **Екологічний вимір:** мінімізація викидів парникових газів, збереження біорізноманіття, запобігання забрудненню повітря, вод і ґрунтів, а також раціональне використання невідновних природних ресурсів.

Цілі сталого розвитку ООН (ЦСР) у транспортному секторі

У вересні 2015 року Генеральна Асамблея ООН ухвалила Резолюцію «Перетворення нашого світу: Порядок денний сталого розвитку на період до 2030 року», що містить 17 Цілей.

 1 ПОДОЛАННЯ БІДНОСТІ Подолання бідності — викорінення бідності у всіх її формах повсюди.	 2 ПОДОЛАННЯ ГОЛОДУ Подолання голоду — ліквідація голоду, досягнення продовольчої безпеки, покращення харчування та сприяння сталому сільському господарству	 3 МІЦНЕ ЗДОРОВ'Я І БЛАГОПОЛУЧЧЯ Міцне здоров'я і благополуччя — забезпечення здорового способу життя та сприяння благополуччю для всіх у будь-якому віці.	 4 ЯКІСНА ОСВІТА Якісна освіта — забезпечення всеосяжної та справедливої якісної освіти й заохочення можливостей навчання впродовж усього життя для всіх.	 5 ГЕНДЕРНА РІВНІСТЬ Гендерна рівність — досягнення гендерної рівності та розширення прав і можливостей усіх жінок і дівчат.	 6 ЧИСТА ВОДА ТА НАЛЕЖНІ САНІТАРНІ УМОВИ Чиста вода та належні санітарні умови — забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх.
 7 ДОСТУПНА ТА ЧИСТА ЕНЕРГІЯ Доступна та чиста енергія — забезпечення доступу до недорогих, надійних, стабільних і сучасних джерел енергії для всіх.	 8 ГІДНА ПРАЦЯ ТА ЕКОНОМІЧНЕ ЗРОСТАННЯ Гідна праця та економічне зростання — сприяння поступовому, всеосяжному та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для всіх.	 9 ПРОМИСЛОВІСТЬ, ІННОВАЦІЇ ТА ІНФРАСТРУКТУРА Промисловість, інновації та інфраструктура — створення стійкої інфраструктури, сприяння всеосяжній та сталій індустріалізації та інноваціям.	 10 СКОРОЧЕННЯ НЕРІВНОСТІ Скорочення нерівності — зменшення нерівності всередині країн і між ними.	 11 СТАЛИЙ РОЗВИТОК МІСТ ТА СПІЛЬНОТ Сталий розвиток міст і громад — забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості та екологічної стійкості міст і населених пунктів.	 12 ВІДПОВІДАЛЬНЕ СПОЖИВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО Відповідальне споживання та виробництво — забезпечення раціональних моделей споживання та виробництва.
 13 ПОМ'ЯКШЕННЯ НАСЛІДКІВ ЗМІНИ КЛІМАТУ Пом'якшення наслідків зміни клімату — вжиття невідкладних заходів для боротьби зі зміною клімату та його наслідками.	 14 ЗБЕРЕЖЕННЯ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ Збереження морських екосистем — збереження та раціональне використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку.	 15 ЗАХИСТ ЕКОСИСТЕМ СУШІ Збереження екосистем суходолу — захист, відновлення та сприяння раціональному використанню наземних екосистем, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, зупинення і повернення назад процесу деградації земель та зупинення втрати біорізноманіття.	 16 МИР, СПРАВЕДЛИВІСТЬ ТА СИЛЬНІ ІНСТИТУТИ Мир, справедливість та сильні інститути — сприяння побудові миролюбного й відкритого суспільства в інтересах сталого розвитку, забезпечення доступу до правосуддя для всіх і створення ефективних, підзвітних та інституцій на всіх рівнях	 17 ПАРТНЕРСТВО ЗАРАДИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ Партнерство заради сталого розвитку — зміцнення засобів здійснення і активізація роботи глобального партнерства в інтересах сталого розвитку.	

Безпосередньо на транспортну інфраструктуру та логістику спираються такі ключові цілі:

• **Ціль 9: Промисловість, інновації та інфраструктура.** Передбачає створення стійкої інфраструктури, сприяння інклюзивній індустріалізації та інноваціям. Для транспорту це означає модернізацію мереж, впровадження «розумних» транспортних систем (ITS) та розвиток низьковуглецевої інфраструктури.

• **Ціль 11: Сталий розвиток міст та спільнот.** Фокусується на забезпеченні безпеки, стійкості та екологічності міських поселень. Транспортний аспект включає розвиток громадського транспорту, мікромобільності, створення пішохідних зон та зменшення залежності міст від приватних авто з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ).

• **Ціль 13: Пом'якшення наслідків зміни клімату.** Вимагає невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та його наслідками. Оскільки транспорт є одним із найбільших джерел викидів вуглекислого газу (CO₂), декарбонізація сектора є життєво необхідною.

Роль системного мислення менеджера

У сучасній логістиці класичний підхід «мінімізації витрат на тонно-кілометр» виявився хибним через приховані екологічні та соціальні витрати (екстерналії).

• Системне мислення менеджера вимагає розглядати транспортний ланцюг як єдиний цілісний організм, де управлінські рішення в одній ланці (наприклад, вибір палива чи типу рухомого складу) неминуче впливають на всю екосистему та суспільство.

• Перехід від ресурсозатратної логістики до моделей сталого управління вимагає здатності прогнозувати довгострокові наслідки, керувати життєвим циклом транспортних активів та інтегрувати критерії ESG (Environmental, Social, and Governance) у щоденну управлінську практику.

2. Зелена логістика та альтернативні види транспорту

«Зелений» транспорт — це сукупність транспортних засобів та інфраструктурних рішень, спрямованих на мінімізацію негативного впливу на довкілля протягом усього їхнього життєвого циклу (від виробництва і експлуатації до утилізації).

Ключові критерії:

- Нульові або мінімальні прямі викиди шкідливих речовин та парникових газів у місці експлуатації.
- Висока енергоефективність на одиницю перевезеного вантажу чи пасажирів.
- Низький рівень шуму та вібрації.
- Використання відновлюваних джерел енергії та матеріалів, що підлягають вторинній переробці.

Альтернативи приватному автотранспорту з ДВЗ в міському середовищі

Приватні автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння є головним джерелом заторів, смогу та викидів CO₂ у міських агломераціях. Стратегія сталого розвитку міст передбачає активний перерозподіл мобільності:

• **Мікромобільність:** використання велосипедів, електросамокатів, моноколес та інших легких персональних транспортних засобів для поїздок на короткі відстані («остання миля»). Це вимагає створення спеціальної інфраструктури (захищених велодоріжок, станцій прокату).

• **Електричний та рейковий громадський транспорт:** модернізація трамвайних мереж, розвиток швидкісних автобусних ліній (BRT), тролейбусів із автономним ходом та електробусів. Рейковий транспорт має найвищу пропускну здатність і нульові локальні викиди, що робить його основою стійкої міської мобільності.

Організаційно-управлінські інструменти «зеленої логістики»

Оптимізація внутрішніх процесів доставки дозволяє суттєво скоротити екологічний слід без втрати операційної ефективності:

• **ІКТ-платформи та оптимізація маршрутів:** Використання алгоритмів штучного інтелекту та динамічної маршрутизації дозволяє уникнути порожніх пробігів, зменшити витрати палива та мінімізувати час перебування транспортних засобів у заторах.

• **Концепція «останньої милі»:** Організація екологічно чистих міських логістичних хабів на околицях, звідки доставка до кінцевого споживача в центрі міста здійснюється за допомогою вантажних електромобілів, кур'єрів на електровелосипедах або мережі поштоматів.

• **Екологізація складської інфраструктури:** Використання енергоефективних будівель (сертифікація LEED/BREEAM)*, встановлення сонячних панелей на дахах складів, перехід на світлодіодне освітлення, інтелектуальні системи управління енергоспоживанням та повна автоматизація сортувальних процесів.

***LEED та BREEAM** — це провідні міжнародні системи добровільної екологічної сертифікації будівель (часто їх називають стандартами «зеленого будівництва»). Вони оцінюють те, наскільки об'єкт (житловий будинок, офіс, школа, торговий центр чи логістичний комплекс) є безпечним для довкілля, енергоефективним і комфортним для людей.

Обидві системи є ключовими інструментами сталого розвитку в містобудуванні, будівництві та управлінні нерухомістю.

Основні характеристики систем

1. BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*)

Походження: Велика Британія (1990 рік) — найстаріша і найпоширеніша система в Європі.

Як працює: Оцінює будівлю за цілою низкою критеріїв і присвоює рейтинг (від *Pass* / «Задовільно» до *Outstanding* / «Видатково»).

Особливості: Має високу деталізацію та гнучкість, враховує регіональні особливості країни, де зводиться об'єкт (є національні адаптації).

2. LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)

Походження: США (1998 рік, розроблена Радою зеленого будівництва США — USGBC), є найпопулярнішою у світі.

Як працює: Працює за бальною системою (на основі здобутих балів будівля отримує статус: *Certified*, *Silver*, *Gold* або *Platinum*).

Особливості: Більший акцент робиться на енергоефективність, інновації та стандартизований глобальний підхід. За якими критеріями оцінюють будівлі?

Обидві системи аналізують життєвий цикл будівлі (проектування, будівництво, експлуатацію) за схожими категоріями:

- **Енергоефективність:** Використання відновлюваних джерел енергії, мінімізація втрат тепла, інтелектуальні системи керування («розумний дім»).
- **Управління водними ресурсами:** Скорочення споживання води, збір дощової води, повторне використання сірих стоків.
- **Матеріали та ресурси:** Використання екологічних, перероблених, місцевих матеріалів та мінімізація будівельних відходів.
- **Якість внутрішнього середовища:** Комфортний мікроклімат, вентиляція, природне освітлення, відсутність токсичних матеріалів (країни й компанії часто використовують це для здоров'я працівників чи учнів).
- **Земельна ділянка та екологія:** Вплив на біорізноманіття, транспортна доступність (наявність громадського транспорту, велопарківок), боротьба із забрудненням довкілля.

Чому це важливо?

Економія: Сертифіковані будівлі споживають на 20–50% менше енергії та води, що суттєво знижує витрати на їхнє утримання.

Екологічність: Значно менший вуглецевий слід (**Carbon Footprint**) та мінімальний негативний вплив на екосистеми й довкілля.

Здоров'я та продуктивність: Покращені умови праці чи навчання всередині приміщень (завдяки якісному повітрю та світлу).

Ринкова вартість: Об'єкти з сертифікатами LEED або BREEAM мають вищу ліквідність, легше знаходять орендарів та коштують дорожче на ринку нерухомості.

3. Модальність перевезень та декарбонізація транспортних коридорів

Мультимодальні та інтермодальні перевезення

Сучасні глобальні ланцюги постачання спираються на комбінування різних видів транспорту в межах єдиного технологічного ланцюга:

- **Мультимодальні перевезення** передбачають транспортування вантажів двома або більше видами транспорту за участю єдиного оператора, який несе відповідальність за весь маршрут.
- **Інтермодальні перевезення** є різновидом мультимодальних, де вантаж переміщується у єдиній вантажній одиниці (контейнері, знімному кузові чи контрейлері) без перевантаження самого вмісту під час зміни видів транспорту. Це забезпечує високу швидкість обробки вантажів та мінімізацію логістичних втрат.

Екологічний ефект перенесення вантажопотоків (модальний зрух)

Автомобільний транспорт має найвищий показник викидів парникових газів на тонно-кілометр порівняно з залізничним та внутрішнім водним транспортом. Стратегія сталого розвитку передбачає **модальний зрух (Modal Shift)** — перенесення значних обсягів вантажів з автошляхів на екологічніші види:

- **Контрейлерний ефект (комбіновані перевезення):** Технологія перевезення автопоїздів, напівпричепів або контейнерів на спеціальних залізничних платформах. Тяжкі автомобільні фури долають магістральні відстані на залізниці, а автомобільна тяга використовується лише на початковому та кінцевому етапах («перша» та «остання миля»). Це дозволяє одночасно розвантажити автошляхи, знизити аварійність, скоротити знос дорожнього покриття та зменшити викиди CO₂ на 60–80% на магістральних плечах.

Системний аналіз сумарного екологічного сліду транспортних коридорів

Під час проектування та експлуатації складних міжнародних транспортних коридорів менеджери зобов'язані застосовувати методiku оцінки життєвого циклу (*Life Cycle Assessment* — *LCA*). Системний аналіз охоплює:

- Наслідки відчуження земель та фрагментації природних біотопів під час будівництва інфраструктури.
- Багаторічні викиди від будівельних робіт і виробництва будівельних матеріалів (бетону, сталі).
- Енергетичну ефективність рухомого складу на різних ділянках міжнародних коридорів.

Перехід на альтернативні види палива

Повна декарбонізація транспортного сектору неможлива без відмови від традиційних нафтопродуктів та переходу на зелені енергоносії:

- **Електромобільність:** Оптимальне рішення для легкового та легкого комерційного транспорту, а також міського громадського транспорту (тролейбуси, електробуси, акумуляторні електропоїзди).
- **Водневі паливні елементи:** Перспективна технологія для важкого вантажного транспорту, магістральних тягачів, залізничних локомотивів та судноплавства. Водень забезпечує великий запас ходу та швидку заправку, а єдиним побічним продуктом реакції є водяна пара.
- **Біопаливо другого покоління:** Виробляється з нехарчової сировини (целюлозні відходи, сільськогосподарські залишки, водорості), що не конкурує з продовольчою безпекою і дозволяє досягти нейтрального балансу CO₂.

- **Стиснений (CNG) та зріджений (LNG) природний газ (метан):** Використовується як перехідне екологічне паливо для вантажівок та суден, дозволяючи суттєво знизити викиди оксидів азоту та твердих часток порівняно з дизельним паливом.

4. Інструменти оцінки ефективності: вуглецевий слід як показник компетентності менеджера

Поняття вуглецевого сліду (*Carbon Footprint*)

Вуглецевий слід логістичного підприємства — це сукупний обсяг усіх прямих і непрямих викидів парникових газів (у перерахунку на еквівалент CO₂), які утворюються в результаті діяльності компанії, експлуатації транспортного парку, складської діяльності та ланцюгів постачання. Відповідно до міжнародного протоколу *Greenhouse Gas (GHG) Protocol*, викиди поділяють на три категорії (*Scopes*):

- **Scope 1 (прямі викиди):** спалювання палива власним транспортним парком або стаціонарними котельнями компанії.

- **Scope 2 (непрямі енергетичні викиди):** викиди, пов'язані з виробництвом купленої електроенергії та тепла, що використовуються на складах, офісах чи для зарядки електротранспорту.

- **Scope 3 (інші непрямі викиди):** викиди, що виникають у ланцюзі постачання (аутсорсингові перевізники, виробництво транспортних засобів, утилізація відходів).

Моніторинг та управління вуглецевим слідом як професійний стандарт

У сучасних умовах здатність вимірювати, звітувати та цілеспрямовано зменшувати вуглецевий слід є ключовим показником професійної компетентності сучасного менеджера. Ефективні управлінські інструменти включають:

- Впровадження цифрових систем обліку паливно-енергетичних ресурсів та автоматизованих калькуляторів викидів CO₂ для кожного логістичного маршруту.
- Укладання зелених контрактів з аутсорсинговими перевізниками, які стимулюють оновлення автопарку та використання екологічного палива.
- Участь у міжнародних ініціативах із верифікації звітності з сталого розвитку (наприклад, Science Based Targets initiative — SBTi)**, що підвищує інвестиційну привабливість і конкурентоспроможність транспортної компанії на глобальному ринку.

****Science Based Targets initiative (SBTi)** — це глобальна ініціатива, яка допомагає компаніям та фінансовим установам встановлювати чіткі цілі зі скорочення викидів парникових газів, що ґрунтуються на **наукових даних**.

Головна мета SBTi — узгодити бізнес-стратегії з глобальною кліматичною метою Паризької угоди: стримати підвищення глобальної температури в межах **1,5°C** порівняно з доіндустріальним рівнем.