

УДК 338.4:656.2

## КОНКУРЕНТНІ ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ТРАНСПОРТУ П'ЯТОГО ПОКОЛІННЯ

*Стасюк О. М., к.е.н., с.н.с.,  
Чмирьова Л. Ю., н.с.,  
Федяй Н. О., м.н.с. (ДУ “ІЕП НАН України”)*

*У статті, на основі проведеного дослідження, сформульовано поняття «транспорт п'ятого покоління», що дозволило визначити види транспорту, які до нього відносяться. Здійснено системний аналіз основних переваг та недоліків розвитку високошвидкісних перевезень за допомогою таких систем, як HSR та Maglev, інноваційних видів транспорту, таких як електромобілі, а також новітніх розробок на основі вакуумно-левітаційного транспорту Hyperloop.*

*Ключові слова: транспорт п'ятого покоління, конкурентні переваги та недоліки, високошвидкісні наземні транспортні системи, HSR, Maglev, електромобілі, Hyperloop.*

## COMPETITIVE ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE NEW GENERATION TRANSPORT

*Stasiuk O.M., PhD (Econ.), Senior Researcher,  
Chmyrova L.U., Researcher,  
Fediai N.O., Junior Researcher (SO “IEF NAS of Ukraine”)*

*The article defines a concept of the new generation transport. The new generation transport means the introduction and development of innovative modes of transport. They are based on providing high speeds, environmental friendliness, energy conservation or innovative approach. This describes properties of transport of a brand new technology. Modes of transport are defined as derived from this concept. These include HSR, Maglev and Hyperloop, as well as electric cars.*

*The article provides a systematic analysis of the main advantages and disadvantages of HSR, Maglev, electric cars and Hyperloop.*

© Стасюк О.М.,

Чмирьова Л.Ю.,

Федяй Н.О.

**Вісник економіки транспорту і промисловості № 72-73, 2020-2021**

*The advantages of HSR are: high performance; safety; reliability; accessibility; access to city centers; passenger comfort; congestion-free; environmental friendliness; use of renewable energy.*

*The advantages of electric cars are: environmental friendliness, noise-free, minimal engine wear; low charging costs; security.*

*Advantages of Maglev: minimal impact on the environment; low noise level; preservation of natural landscape; highest speed; transportation safety; low maintenance costs.*

*Advantages of Hyperloop: duration of trip; less expensive and easy to build (after technology development); low friction and resistance; reduced need for land allotment; security and reliability; environmental friendliness; unloading of cities; business opportunities; momentum of technology development; strengthening the tourism sector; creation of the world network Hyperloop.*

*There is a need to develop high-tech innovative modes of transport now. They should combine the advantages of air transport, comfort and accessibility of land transport. Each mode of transport is found to occupy its part of the transportation market. The advantages and disadvantages of development of the new generation transport are important in the context of long-term innovative development of the country's economy and the priorities of the world transport policy.*

**Keywords:** *new generation transport, competitive advantages and disadvantages, high-speed land transportation systems, HSR, Maglev, electric cars, Hyperloop.*

**Постановка проблеми.** Перехід суспільства на новий технологічний уклад формує систему нових економічних відносин, центральною ланкою якої стає збільшення вимог (крім традиційних до безпеки, доступності та якості перевезень) до екологічності, мультимодальності, швидкості та інноваційності транспортних послуг. Прискорення темпів науково-технічного прогресу і глобалізації економіки в XXI столітті вступають в протиріччя з низькими темпами розвитку і можливостями модернізації існуючих транспортних систем. Необхідне ефективне рішення проблеми кардинального підвищення швидкості та пропускну здатності, екологічності та інноваційності транспортних систем при малих витратах енергії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Оцінюючи рівень наукового опрацювання цієї проблеми, слід зазначити, що різним аспектам дослідження інноваційних видів транспорту присвячено багато праць як зарубіжних, так і вітчизняних вчених: Espinosa-Aranda J.L., Feigenbaum B., Wang L., Лапідус Б.М., Дикань В.Л., Божок Н.О.,

Назаренко І.Л., Каличева Н.Є., Назаров О.А., Лук'янова О.М. та інші [1-10].

**Виділення невирішених частин загальної проблеми.** Безперечно, що для економічного зростання країни базовим є інноваційно-технологічний розвиток, якому сприяють проривні технологічні рішення. Впровадження якісно нового, п'ятого виду транспорту, який має включати не тільки високошвидкісні види транспорту, а й інноваційні відбувається протягом останніх 50 років.

**Метою статті** є визначення поняття «транспорт п'ятого покоління», розкриття конкурентних переваг та недоліків видів транспорту, які включено до транспорту п'ятого покоління в умовах сучасного глобалізованого світу.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В рамках даного дослідження *під транспортом п'ятого покоління* розуміється впровадження та розвиток інноваційних видів транспорту, основою яких є забезпечення високих швидкостей, екологічності, енергозбереження або інноваційного підходу до конструювання, які характеризують ознаки транспорту

наступного технологічного укладу. На основі даного поняття визначено види транспорту, які відносяться до транспорту п'ятого покоління, а саме: високошвидкісні магістралі (HSR), Maglev та Hyperloop, а також такий інноваційний вид транспорту, як електромобілі.

В світі йде швидке нарощування довжини мережі ліній HSR, та відбувається постійне збільшення пасажирообігу, в основному за рахунок Китаю, на який припадає більше 50% перевезення пасажирів HSR в світі, в той час, як у Європі зростання пасажирообігу є незначним.

Однією з конкурентних переваг HSR є висока продуктивність – пропускна здатність до 400 000 пасажирів за день – унаслідок переміщення з високими швидкостями, що дозволяє зекономити час та зменшити витрати часу на подорож від дверей до дверей. Хоча авіаційний транспорт досягає вищих швидкостей, ніж залізниця, найчастіше загальний час подорожі залізницею менший. Це пов'язано із тим, що при використанні авіаційного транспорту більше часу витрачається на доїзд/виїзд до/з аеропорту, реєстрацію, обробку багажу.

Не менш важливими є: безпека HSR, що пов'язано зі скороченням зіткнення з автомобілями та людьми й досягається завдяки використанню ліній на різних рівнях; надійність, що дає системі можливість працювати за будь-якої погоди; доступність, що дозволяє користуватися послугою спонтанно та комфорт пасажирів, що передбачає свободу переміщення у поїзді (можливість стояти, ходити тощо), можливість взяти більше багажу, менша вібрація, більша кількість проміжних станцій, відсутність заторів.

Перевага HSR щодо сенсі споживання енергії та викидів парникових газів порівняно з конкурентами є одним з основних факторів зменшення викидів вуглецю у транспортному секторі. Дослідження UIC щодо HSR у Франції та Китаї показали, що вуглецевий слід HSR

може бути у 14 разів меншим, ніж автомобільного транспорту, і до 15 разів менший, ніж авіаційного, навіть якщо вони вимірюються протягом повного циклу, що включає планування, будівництво та експлуатацію різних режимів транспорту. Як результат, вибір пасажирів HSR замість авіаційного та автомобільного транспорту зменшує викиди CO<sub>2</sub>. Саме тому мета Європейського Союзу до 2050 р., щоб залізниці обслуговували більшість пасажиропотоку на середніх відстанях, що прописано у Білій книзі з транспорту.

HSR, як на 100% електрифікована система, сумісна з відновлюваною енергією без необхідності подальших технологічних поліпшень. Наразі HSR є єдиним видом транспорту, який споживає значні частки відновлюваної енергії на ринку міжміських і міжнародних перевезень. Основним фактором скорочення викидів CO<sub>2</sub> є декарбонізована структура електроенергії.

Однією з переваг використання електричної енергії є те, що, на відміну від інших видів транспорту, високошвидкісні підприємства можуть легко використовувати основні види відновлюваної енергії (наприклад, поновлювані електростанції на місці) або можуть купувати «зелені» сертифікати через закупівлю сертифікатів відновлюваної енергії (GO або REC – ринкові інструменти, запроваджені європейськими директивами для стимулювання інвестицій в екологічно чисті електростанції).

У цьому контексті деякі залізничні компанії нещодавно почали закупівлі «зеленої» електроенергії, оскільки прагнуть збільшити свою частку відновлюваної електроенергії. Наприклад, у Скандинавії, Швейцарії та Австрії існують залізничні мережі, які працюють на електриці, повністю вільній від вуглецю.

Виробництвом своєї власної поновлюваної енергії відзначаються певна інфраструктура та надання послуг HSR.

При цьому вона ж ними і споживається. Інноваційним прикладом слугує залізничний тунель Шотен у Бельгії, насамперед, призначений для захисту дикої природи в лісовій зоні та зниження шуму від залізниці і шосе. Керуючий інфраструктурою Infrabel встановив на даху залізничного тунелю високошвидкісної лінії Антверпен – Амстердам 16000 сонячних панелей. Загальна довжина тунелю – 3,4 км, загальна площа – 50 000 м<sup>2</sup>, загальна встановлена потужність тут близько 4 МВт і тунель виробляє 3,3 ГВтч електроенергії у рік. Енергія використовується для забезпечення як потужності для інфраструктури (наприклад, залізничних станцій, освітлення, підйому і сигналізації), так і для руху поїздів. Електроенергія, вироблена сонячними батареями, забезпечує потреби близько 4000 поїздів на рік [11].

Ще однією перевагою є доступ до міських центрів. Поїзди у цьому сенсі кращі на коротких та середніх відстанях, оскільки залізничні станції, як правило, розташовані до міських центрів ближче, ніж аеропорти.

Тож подальші розробки щодо розвитку високошвидкісних перевезень у світі спрямовані на: зменшення вібрації, шуму, викидів CO<sub>2</sub>, підвищення ефективності використання енергії.

Незважаючи на велику кількість переваг HSR має й ряд недоліків. Так, неможливість на практиці реалізувати максимальні розрахункові швидкості пов'язана, насамперед, із особливостями рухомого складу; великою кількістю проміжних зупинок, що не дає поїзду можливості розігнатися, бо гальмівний шлях займає багато часу та змішаним рухом на деяких лініях. Більшість швидкісних ліній змішаного трафіку не

практикують одночасні пасажирські та вантажні перевезення, незважаючи на те, що їх саме для цього і будували. Найчастіше, пасажирські потяги їздять удень, а вантажні – вночі. Наприклад, перша лінія японського Сінкансену була побудована для змішаних перевезень, а з часом її повністю перевели на пасажирський рух.

Також негативно впливають такі фактори, як: необхідність відведення великих масивів землі під будівництво високошвидкісних магістралей; технічна проблематичність та затратність прокладення шляхів для HSR через гірські хребти та великі водойми, що пов'язано з побудовою високошвидкісних тунелів та мостів; різні системи електрифікації країн; міста не завжди лежать на одній прямій лінії, шляхи до них мають вигини, відповідно це збільшує протяжність маршруту, що може призвести до більших витрат часу порівняно з польотом «від точки до точки»; різна ширина колій між країнами, а також різна ширина колій усередині країн, що унеможливає об'єднання звичайної та високошвидкісної мереж. Наприклад, на швидкісних залізничних лініях в Японії і Тайвані використовується колія 1435 мм, але вона ширша за звичайну для цих країн колію у 1067 мм, що ізолює швидкісні лінії від решти мережі. І навпаки, в Іспанії, де стандартна колія становить 1674 мм, при проектуванні швидкісних ліній було прийнято рішення будувати їх з більш вузькою, європейською колією, щоб мати можливість поєднати свою мережу швидкісних поїздів із мережею TGV.

Міжнародним союзом залізниць (UIS) було проведено дослідження по трьох країнах (Франція, Іспанія та Великобританія) відносно того, що впливає на вибір поїздки (рис. 1).



Рис. 1. Фактори, що впливають на вибір виду транспорту

Джерело: UIS [10].

Дослідження показало, що із 2000 опитаних респондентів 80% назвали вартість поїздки найважливішим фактором, що впливає на вибір транспорту, для 69% важливим фактором став час, витрачений на подорож, а для 33% – графік руху. Найменш популярними факторами, що впливають на вибір транспорту, є захист навколишнього середовища та обслуговування на борту транспортного засобу, відповідно, 5 та 8%.

На формування міжнародної мережі високошвидкісних перевезень також має суттєвий вплив політична ситуація сусідніх країн, через які має проходити лінія маршруту.

Зважаючи на рівень автомобілізації країн світу та України, а також збільшення уваги спільноти до екологічних питань, велику роль відіграє також розвиток такого інноваційного виду транспорту, як електромобілі, найбільшою перевагою якого є екологічність, завдяки відсутності вихлопних газів; безшумність

електричних моторів, що зменшує рівень загального шуму на вулицях; низькі витрати на заряджання електромобілів; хороша керованість порівняно з автомобілями із традиційними двигунами; безпека, пов'язана з відсутністю легкозаймистого пального, що дозволяє зменшити небезпеку вибуху та ймовірність загоряння.

З боку технічних переваг, машина на електриці більш плавно рухається і розганяється. Досягти такого ефекту вдається завдяки тому, що тяговий електродвигун більш урівноважений динамічно, а значить позбавлений вібрацій, а також він має кращу пристосованість крутного моменту мотора до навантажень. Мінімальне зношування мотора під час експлуатації через те, що двигун електричних транспортних засобів запускається за допомогою акумуляторних батарей і не вимагає механічного впливу. Крім цього, в електродвигуні відсутня величезна кількість деталей, які необхідні у двигуні

внутрішнього згорання, а також немає масляних фільтрів, свічок запалювання, форсунок, що значно економить кошти як при ремонті, так і під час експлуатації. Пересування містом передбачає часті зупинки і наступні запуски мотора. Якщо для бензинових моделей це становить певну проблему, то для електромобілів такий режим їзди досить прийнятний. Тож, придбання електромобіля для поїздки містом – ідеальний вибір.

Поряд з перевагами, недоліками електромобілів є: об'єм акумуляторних батарей, що суттєво знижує відстань проїзду на одному заряді акумулятора; дорогий ремонт та заміна акумуляторних батарей електромобіля в Україні; обмеження швидкості до 80–100 км/год (хоча можна розігнатися до 140 км/год, що пов'язано із швидким розрядженням акумулятора; зниження рівня комфорту, наприклад, увімкнений кондиціонер суттєво зменшить ємність батареї; вартість автомобіля, адже поки що електрокари коштують дорожче, ніж звичайні автомобілі; обмежений термін служби акумуляторних батарей. Швидке зношування акумуляторних батарей, не стільки через особливості конструкції, скільки через недбалість власників, які намагаються швидко їх зарядити або ж залишають машину на морозі.

Також великою проблемою поки що є недостатня кількість зарядних станцій. В Україні на зарядних станціях, де пропонують безкоштовну підзарядку, часто вишиковуються великі черги, а велика кількість зарядних станцій вже стали платними та потребують завантаження спеціального додатку для оплати підзарядки. При цьому вартість становитиме від 50 грн за годину підключення. Окрім того, недоліком є невелика кількість в Україні спеціалізованих сервісів та проблеми з проведенням планового ТО через неготовність більшості сервісних станцій до робіт з електромобілями та відсутності заводської сервісної підтримки.

Не комфортним для водіїв є експлуатація автомобіля взимку. З одного боку, його не потрібно прогрівати по кілька хвилин, проте з іншого – мороз може істотно знизити пробіг. По-перше, електричний обігрівач може зменшити середньодобовий пробіг приблизно на третину, по-друге, літій-іонні батареї гірше працюють при мінусових температурах.

Також до транспорту п'ятого покоління належить транспортна система Maglev, як високої швидкості ( $\geq 400$  км/год), так і низької ( $\leq 150$  км/год) Urban Maglev), які використовуються на міському рівні. При цьому зазначимо, що мережа Maglev локалізована в Азії й серед діючих ліній, лише одна гілка є високошвидкісною, а інші використовуються як приміські лінії та лінії метро.

Транспортна система Maglev, як і розглянуті вище види транспорту має свої переваги та недоліки [12-16].

Однією з основних конкурентних переваг Maglev є мінімальний вплив на навколишнє середовище, що включає: відсутність забруднюючих викидів, що визначає потяги Maglev як екологічний транспорт; не створює перешкод для ведення сільського господарства, безпечного пересування тварин тощо; ефективне використання земель, що сприяє оптимізації просторових мереж; відсутність вібрації, викидів пилу.

Maglev має більш низький рівень шуму порівняно з рейковим та авіаційним транспортом, оскільки головне джерело його шуму – це витіснене повітря, а не стукіт коліс по коліях. Левітація потяга із використанням магнітних сил забезпечує тишу і плавне пересування, навіть на найвищих швидкостях, тоді як HSR іноді не можуть цього досягнути навіть на найнижчих швидкостях. Японське Linimo, а також південнокорейський міський Maglev Rotem – яскравий приклад дотримання вимог тихого та комфортного проїзду в містах. Навіть попри землетруси, поїзди Maglev вважаються дуже

надійними швидкими системами перевезень.

Також транспортна система Maglev має менший вплив на природний ландшафт. Маршрути Maglev не «розділяють ландшафт» як шосе, колії та водні шляхи, адже траси для них прокладають над поверхнею, пропонуючи більш гнучкі маршрути та зменшуючи тунелювання. Проте висока швидкість цих потягів і більша потреба в контролі за їх рухом ускладнюють подолання Maglev складних рельєфів таких, як вигнутий пагорб, тоді як традиційні поїзди більш пристосовані до цього й здатні огинати гірські вершини.

Високошвидкісний наземний транспорт може бути найбільш безпечним та ефективним, якщо він повністю відокремлений від більш повільних систем, тому автономія потягу Maglev, який працює на окремій інфраструктурі, є важливою перевагою системи, що підвищує загальну безпеку, ефективність та пунктуальність у швидкісних перевезеннях й забезпечує безпеку перевезень для пасажирів за рахунок будівництва естакадних ліній, які не перетинаються з іншими видами транспорту.

Хоча високошвидкісна інфраструктура для Maglev є відносно дорогою для будівництва, проте, порівняно з традиційними швидкісними поїздами, літаками, низьковитратна в експлуатації та обслуговуванні. Системи Maglev можуть працювати на дуже високих швидкостях практично без амортизації і, отже, більш економічні, ніж високошвидкісні рейкові системи, що піддаються механічному зношуванню, яке збільшується зі швидкістю, та потребують регулярного інтенсивного технічного обслуговування. Кожен поїзд Intercity-Express (ICE) втрачає приблизно 68 кг (150 фунтів) сталі через тертя під час гальмування. Через два або три роки після введення в експлуатацію весь поїзд ICE втрачає близько 8 метричних тонн (17600 фунтів) сталі. Дані проєкту Shanghai

Transrapid Maglev демонструють, що витрати на експлуатацію та технічне обслуговування покриваються навіть поточним, порівняно невисоким, обсягом – 8000 пасажирів на день (через незручне розташування лінії у передмісті Шанхаю). Компанії, які базують свої прогнози продажів на технічному обслуговуванні, ремонті та запасних частинах, вважають одну з головних переваг системи Maglev train – низький рівень технічного обслуговування – економічною загрозою для свого бізнесу.

Порівняно з HSR енерговитрати на пасажирокілометр у Maglev удвічі нижчі; експлуатаційні витрати – на 65%, оскільки немає механічного та електричного контакту між поїздом, що рухається, і колійною структурою. Тому, для Maglev характерне низьке споживання електроенергії. Maglev витрачає енергію утричі ефективніше, ніж автомобіль, і у п'ятеро ефективніше, ніж літак.

Поїзди Maglev вважаються одними з найбільш доступних за різних погодних умов, безпечних і комфортних швидкісних систем перевезень у світі. Обсяг вільного простору всередині поїздів є більшим порівняно з відносно вузькими за пропорціями багатьма стандартними вагонами. Наприклад, німецький Transrapid розміром на метр ширший, ніж звичайні вагони, що забезпечує більшу просторову свободу, ширший вибір варіантів сидіння, що сприяє підвищенню загального рівня комфорту.

Соціальні переваги – такі як хороший імідж та престиж, це важливий аспект для Японії, що вважає їх символом високотехнологічної сили, доказом того, що країна залишається технологічним центром світового рівня.

Магніто-левітаційний транспорт – оптимальне рішення для міських агломерацій завдяки безпеці, надійності та економічності. Він має найвищу швидкість з усіх видів громадського наземного транспорту. Чим довше потяг рухається з високою швидкістю, тим краща продуктивність, а також економічна

ефективність відповідної системи. У цьому сенсі поїзди Maglev мають принципову перевагу завдяки своїм незалежним маршрутам та автоматичному виключенню змішаного трафіку.

Міський Maglev – економічна альтернатива метро та можливість усунення проблем міських заторів на дорогах. Особливо це актуально для Китаю, який бурхливо розвивається, і цю проблему в країні доводиться постійно вирішувати. Перша низькошвидкісна залізнична Maglev-лінія в Китаї відкрилася в травні 2016 р. у столиці провінції – місті Чанша. Фактично низькошвидкісні лінії Maglev виникають по всьому Китаю. Наразі відомо сім проєктів: від Пекіна до Циньюаня на півдні та до Урумчі на заході. Інвестиції досить об'ємні: близько 60 млрд юанів (8,7 млрд дол. США). Серед провідних компаній, які займаються будівництвом ліній Maglev, такі гіганти, як China Railway Construction і компанія CRRC [17].

Висока вартість розробки поїздів і будівництва ліній для них є одним з низки недоліків транспортної системи Maglev. Так, вартість спорудження одного кілометра колії для поїзда Maglev можна порівняти з проходженням кілометра тунелю метро закритим способом. Високі витрати на будівництво систем Maglev стримували потенційних інвесторів у інших містах світу, включаючи Німеччину, де запропоноване сполучення Берлін – Гамбург було визнано економічно неефективним.

Система Maglev потребує побудови окремої інфраструктури для всього маршруту, непридатної для будь-яких інших перевезень, тоді як рейкові шляхи стандартної ширини, перебудовані під швидкісний рух, залишаються доступними для звичайних пасажирських і приміських поїздів. Так, TGV можуть працювати, хоч і на зменшеній швидкості, на існуючій залізничній інфраструктурі, тим самим зменшуючи витрати, коли будівництво

нової інфраструктури буде особливо дорогим.

Також слід зазначити, що сильні магнітні поля в секції для пасажирів породжують необхідність установки магнітного захисту. Без екранування подорож у такому вагоні для пасажирів з електронним стимулятором серця або магнітними носіями інформації (HDD і кредитними картками) протипоказано.

Наразі відсутні діючі магнітно-левітаційні транспортні системи із перевезення вантажів (Logistics). Проте дослідження в цьому напрямі ведуться. У Російській Федерації підготовлений проєкт будівництва 69-кілометрового випробувально-демонстраційного комерційного полігону магнітно-левітаційної контейнерної траси від залізничної станції Володимирська до контейнерного порту «Бронко». Зараз 90% контейнерних перевезень за маршрутом Санкт-Петербург – Москва здійснюється автотранспортом. Усі технологічні рішення проєкту розроблені в Росії. Передбачається, що магнітно-левітаційна лінія здатна в автоматичному режимі транспортувати 20- і 40-футові контейнери на спеціальних магнітно-левітаційних платформах. Вона закінчуватиметься перевантажувальним майданчиком, де контейнери можна переміщати на трейлери та залізничні платформи. Максимальна пропускна здатність лінії повинна становити 5 млн контейнерів на рік при швидкості руху до 300 км/год. На будівництво потрібно близько п'ять років. Бюджет проєкту оцінюється в 69 млрд руб. Залучати державне фінансування «Русский Maglev» не планує. Міжнародна нафтотрейдингова компанія Keystone Trade Oil & Gas Group Ltd. має намір фінансувати проєкт за рахунок залучення інвестицій [18].

Перспективи щодо досягнення швидкостей, які багаторазово перевищують швидкості сучасних поїздів Maglev, можливо досягти шляхом переміщення у вакуумний тунель. Наразі, такі дослідження проводяться у світі



багатьма компаніями щодо створення нового виду транспорту – Hyperloop, переваги та недоліки впровадження якого

узагальнені нами у вигляді SWOT-аналізу (табл. 1).

*Таблиця 1*

*SWOT-аналіз Hyperloop*

<p align="center"><b>Сильні сторони (Strengths) “S”</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Тривалість поїздки</li> <li>2) Менш дорогий і простий у побудові (після розробки технології)</li> <li>3) Низькі тертя та опір</li> <li>4) Знижена потреба в землевідведенні</li> <li>6) Безпека та надійність</li> <li>7) Екологічність</li> </ol>	<p align="center"><b>Слабкі сторони (Weaknesses) “W”</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Безпека</li> <li>2) Тривалий період впровадження (від початку розробки до уведення в експлуатацію)</li> <li>3) Більш високі початкові ціна на квитки</li> <li>4) Придбання землі (точкове)</li> <li>5) Вигини або повороти треку Hyperloop</li> </ol>
<p align="center"><b>Можливості (Opportunities) “O”</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Розвантаження міст</li> <li>2) Можливості для бізнесу</li> <li>3) Імпульс розвитку технології</li> <li>4) Посилення сектора туризму</li> <li>5) Створення світової мережі Hyperloop</li> </ol>	<p align="center"><b>Загрози (Threats) “T”</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Конкуренція з боку «поїздів-куль»</li> <li>2) Зниження цін авіакомпаніями</li> <li>3) Саботаж з боку незацікавлених суб’єктів</li> <li>4) Внутрішньополітична ситуація у країнах</li> </ol>

*Джерело:* складено авторами.

***Сильні сторони***

Тривалість поїздки. При середніх швидкостях у 970 км/год і максимальній швидкості у 1200 км/год відстані можуть бути подолані за лічені хвилини. Це також потенційно у два-три рази швидше, ніж, навіть, перевезення високошвидкісною залізницею (і в десять разів більше за швидкість регулярних залізничних перевезень).

Менш дорогий і простий у побудові (після розробки технології). Згідно зі звітом у Engadget, вартість прокладки петлі прив’язана до 40 млн дол. за км, тоді як, за оцінками Світового банку, проєкт високошвидкісної залізниці у Каліфорнії, наприклад, коштує до 56 млн дол. за км. Hyperloop може бути дешевшим і швидшим, ніж потяги і поїздки на автомобілі.

Низьке тертя і опір. Оскільки Hyperloop використовуватиме пневматичні капсули і працюватиме при зниженому тиску повітря, буде спостерігатися значне зниження тертя й аеродинамічного опору. Це фактор, який необхідно враховувати у всіх інших видах транспорту. Це означає більш ефективне використання енергії та менша її втрата для подолання повітряного опору.

Знижена потреба в землевідведенні. Додатковою перевагою вакуумно-левітаційної транспортної системи є знижена потреба у землевідведенні, оскільки інфраструктура системи може бути побудована не тільки в підземному, а й у підводному просторі, а ті лінії Hyperloop, які проходять над землею, не потребують окремо виділених великих площ земельних ділянок. Порівняно з

інфраструктурою і територією, що необхідна для залізничних станцій і аеропортів (не розглядаємо автобусні станції, оскільки автобуси не є конкурентами), Hyperloop може запропонувати більш вигідну пропозицію з плином часу.

З макетів планів НТТ і Hyperloop One, видно, що труба Hyperloop буде побудована на пілонах і в ній переміщуватимуться капсули з пасажирами. Для цього необхідно буде зводити пілони через визначені проміжки.

Безпека та надійність. Hyperloop призначений для того, щоб бути безпечнішим і надійнішим за залізничні магістралі або високошвидкісні залізничні колії. Розгін транспортного засобу за відчуттями можна порівняти із пробіжкою літака перед злетом, немає взаємодії з іншими видами транспорту. Всередині комфортно, ніякої турбулентності. Трубопровід не впаде з неба і не зійде з рейок, тому у проєкту безпрецедентний рівень безпеки.

Крім того, продумано можливість екстреного гальмування в разі потреби. А для запобігання наслідкам землетрусів запропоновано антисейсмічні технології для створення опор трубопроводу.

На випадок перебоїв з електроживленням теж є запасний варіант у вигляді 1,5 т акумуляторів, заряду яких вистачить на 45 хвилин руху, що цілком достатньо для того, щоб досягнути кінцевої точки подорожі [19].

Екологічність. Одним з головних факторів зростання попиту в системі Hyperloop є екологічність поряд із швидкістю, стійкістю до погодних умов, відсутністю зіткнень і низького енергоспоживання порівняно з традиційними видами транспорту. Система Hyperloop менше забруднюватиме навколишнє середовище, ніж повітряні перевезення, та зможе обслуговувати величезну кількість пасажирів.

### *Слабкі сторони*

Безпека. Окремі експерти безпеки Hyperloop розглядають як найбільш слабку сторону, оскільки транспортна система Hyperloop підноситься над землею, розвиває дуже високі швидкості у трубах низького тиску повітря. На відміну від кульових поїздів, літаків, Hyperloop не схожий на жоден транспортний засіб із нашого минулого або сьогодення. Потрібен час, щоб зник страх перед невідомим.

Тривалий період упровадження (від початку розробки до уведення в експлуатацію). Оскільки технологія ще не повністю розроблена і протестована для пасажирських і вантажних перевезень, її впровадження як надшвидкої транспортної системи займе кілька років.

Більш високі початкові ціни на квитки. Протягом перших кількох років вартість квитка може бути значно вищою, ніж вартість авіа- чи залізничних квитків. Ціна квитків має бути доступною для потенційних пасажирів.

Придбання землі (точкове). Звичайно, площа, необхідна для проєкту Hyperloop, буде менша, враховуючи, що це платформа над землею, але придбання землі, як і раніше, залишається складним питанням, оскільки технологія передбачає прокладання мереж на пілонах, що ускладнює точкові виділення земель під будівництво.

Вигини або повороти треку Hyperloop. Дуже складно візуалізувати вигини або повороти в маршруті Hyperloop, оскільки це автоматично означає, що швидкість переміщення капсул знижується, тим самим не досягаючи першочергової мети. Пошук маршруту, який пролягає без будь-яких вигинів, буде одним із основних недоліків.

### *Можливості*

Розвантаження міст. Можливості працевлаштування і повільна швидкість перевезень призвели до значної міграції у міста. Зростання населення в містах також ставить питання про інфраструктуру. Але якщо існуватиме спосіб перевезення, який скоротить час у дорозі, то відстань між

місцем проживання і місцем роботи не відіграватиме настільки велику роль. Hyperloop надасть пасажиром можливість працювати далі від їхнього місця проживання, тим самим зменшуючи проблеми із житлом в центрі.

Можливості для бізнесу. Hyperloop розширить можливості та географію для ведення бізнесу. Оскільки транспортна система Hyperloop є футуристичною формою сучасного транспорту, очікується, що вона матиме складну екосистему постачальників сировини, постачальників технологій, проєктних і будівельних фірм, державних установ і постачальників послуг, які працюють разом для створення більш інноваційного транспорту.

Імпульс розвитку технології. Hyperloop, безсумнівно, може дати поштовх для розвитку «чистих» технологій. Згідно з НТТ, оскільки його траса електрифікована, транспортна система споживає мало енергії порівняно із високошвидкісними залізницями, які потребують значно більше енергії, що субсидується державою. НТТ заявила, що вона використовуватиме «зелену» енергію, що дасть змогу виробляти енергії на 20% більше, ніж вона може споживати.

Посилення сектора туризму. Hyperloop сприятиме розвитку туризму й збільшенню потоків туристів. У міру розширення мережі Hyperloop виникне можливість відвідати багато недосліджених територій на світовій туристичній карті, тим самим збільшуючи цей сектор.

Створення світової мережі Hyperloop. Очікується, що ринок транспортних систем Hyperloop значно розшириться в найближче десятиліття, що пов'язано з постійними дослідженнями і розробками в цьому напрямі країнами (Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Європа, Північна Америка, решта світу) і в майбутньому зможе створити світову мережу Hyperloop. Надшвидка транспортна система Hyperloop визначає зростаючу потребу в більш швидкому, дешевшому і безпечному транспорті, який

скоротить час у дорозі та істотно перетворить транспортну галузь. Проєкт абсолютно нового типу високошвидкісного транспорту може з'єднати великі міста світу значно ефективніше, ніж швидкісні залізниці.

### *Загрози*

Конкуренція з боку «поїздів-куль». Незважаючи на те, що інфраструктура високошвидкісних залізничних мереж і «поїздів-куль» є дорогими, вони активно розвиваються у світі (у ЄС, Китаї, Японії). Використання існуючої мережі залізниць також могло би прискорити процес реалізації проєктів високошвидкісних залізничних мереж. Стосовно ж пропускної здатності, то один поїзд може перевозити більше людей, ніж один модуль Hyperloop.

Зниження авіакомпаніями цін на квитки. Велика конкуренція вбачається з боку авіаперевезень. Уся політика авіаперевезень має динамічне ціноутворення. Враховуючи це, авіаквитки також можуть у майбутньому подешевшати, відповідно авіаперевезення для основної маси населення можуть стати доступнішими.

Саботаж з боку незацікавлених суб'єктів. Це пов'язано із аспектом безпеки всього проєкту. Саботаж може виникнути у будь-який спосіб, невизначену кількість разів, як оскільки у проєкту, окрім прихильників, є й противники [20, 21].

Внутрішньополітична ситуація у країнах. Внутрішньополітична стабільність є найбільш важливим фактором, оскільки безпосередньо може впливати на розвиток Hyperloop у країнах. У такій ситуації, за наявності усередині держави гострих політичних суперечностей, що переростають у збройні конфлікти, досить важко зберігати позитивний розвиток в галузях економіки, а особливо тих, що пов'язані з інноваціями.

**Висновок.** На сьогодні постала потреба у розробках високотехнологічних інноваційних видів транспорту здатних

поєднати в собі переваги, які надає авіаційний транспорт з позицій швидкості, а також комфорт та доступність наземних видів транспорту. Провівши оцінку конкурентних переваг та недоліків за видами транспорту п'ятого покоління зазначимо, що кожен вид транспорту займає свою нішу на ринку перевезень.

Тож, перевагами транспорту п'ятого покоління є забезпечення зростаючої мобільності завдяки високим швидкостям, що є сучасною вимогою глобалізованого світу; низьке споживання енергії та зменшення викидів парникових газів, що є безпечнішим для навколишнього середовища; зосередження зусиль над наданням найбільш безпечних та надійних послуг з перевезення; надання імпульсу для розвитку нових технологій тощо.

Таким чином, виокремлення переваг та недоліків розвитку транспорту п'ятого покоління є важливими в контексті довгострокового інноваційного розвитку економіки країни та пріоритетів світової транспортної політики.

#### ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Espinosa-Aranda J.L. High-speed railway scheduling based on user preferences / Espinosa-Aranda J.L., García-Ródenas R., Ramírez-Flores M. del C., López-García M.L., Angulo E. // *European Journal of Operational Research*. – vol. 246, 2015. – P. 772-786.
2. Feigenbaum V. High-Speed Rail in Europe and Asia: Lessons for the United States / V. Feigenbaum; Reason Foundation. – 2013. – 46 p.
3. Wang L. Potential Impacts of China 2030. High-Speed Rail Network on Ground Transportation Accessibility / L. Wang, Y. Liu, L. Mao, C. Sun // *Sustainability*. – v. 10, 2018. – 16 p.
4. Лapidус Б.М. Социально-экономические предпосылки развития высокоскоростного железнодорожного сообщения в России / Б.М. Лapidус, Л.В. Лapidус // *Вестн. моск. ун-та . Сер. 6. Экономика*. – 2014. – № 6. – С. 52– 63.
5. Дикань В.Л. Скоростное движение железнодорожного транспорта в мире и перспективы его развития в Украине / В.Л. Дикань // *Вісник економіки транспорту та промисловості*. – 2010. – № 32. – С. 15–25.
6. Божок Н.О. Напряжки впровадження швидкісних пасажирських перевезень в Україні / Н.О. Божок // *Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна «Проблеми економіки транспорту»*. – 2013 – Вип. 5. – С. 46–56.
7. Назаренко І.Л. Інноваційний розвиток залізничного транспорту в Україні шляхом становлення швидкісного руху / І.Л. Назаренко, П.М. Шевченко // *Вісник економіки транспорту і промисловості*. – 2018. – № 64. – С. 255–262.
8. Каличева Н.Є. Підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку транспортних послуг за рахунок високошвидкісного руху / Н.Є. Каличева, В.Ю. Валюх // *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління. Том 30 (69)*. – 2019. – № 3. – С. 32–35.
9. Назаров О.А. Проблеми й перспективи розвитку високошвидкісного пасажирського залізничного транспорту / О.А. Назаров // *Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Вип. 16*. – 2018. – С. 77–82.
10. Лук'янова О.М. Сучасний стан та перспективи розвитку мережі швидкісних залізничних магістралей в Україні в умовах євроінтеграції / О.М. Лук'янова // *Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. – 2018. Випуск 20, частина 2. – С. 107–110.
11. High speed rail. Fast track to sustainable mobility. UIC. URL: [https://uic.org/IMG/pdf/uic\\_high\\_speed\\_2018\\_ph08\\_web.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/uic_high_speed_2018_ph08_web.pdf)
12. Economics. URL: <https://web.archive.org/web/20141208224816/http://magnetbahnforum.de/index.php?economics-2>

13. Environmental Matters. URL: <https://web.archive.org/web/20141208211132/http://magnetbahnforum.de/index.php?environment>
14. Comfort and Safety. URL: <https://web.archive.org/web/20141208182827/http://magnetbahnforum.de/index.php?comfort-and-safety>
15. Interoperability. URL: <https://web.archive.org/web/20141208212415/http://magnetbahnforum.de/index.php?interoperability>
16. Нестись быстрее ветра на поезде Maglev. URL: [http://json.tv/tech\\_trend\\_find/nestis-bystree-veltra-na-poezde-maglev-20150628112137](http://json.tv/tech_trend_find/nestis-bystree-veltra-na-poezde-maglev-20150628112137).
17. Магнитно-левитационный транспорт: новые возможности. URL: <http://newukraineinstitute.org/blog/277>.
18. «Российский Маглев» выходит на полигон. URL: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1410526&archive=2018.04.11>.
19. Все о Hyperloop чей проект, как работает, что уже сделано. URL: [https://blog.allo.ua/hyperloop-transport-budushhego\\_2017-09-39/](https://blog.allo.ua/hyperloop-transport-budushhego_2017-09-39/)
20. Hyperloop: a swot analysis of the most popular new age transportation technology. URL: <https://www.firstpost.com/tech/news-analysis/hyperloop-a-swot-analysis-of-the-most-popular-new-age-transportation-technology-3696657.html>.
21. Global Superfast Transport System Market: Focus on Components, Ecosystem and Leading Companies - Analysis and Forecast (2020, 2024, and 2028). URL: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-superfast-transport-system-market-focus-on-components-ecosystem-and-leading-companies---analysis-and-forecast-2020-2024-and-2028-300745689.html>.
- López-García M. L., Angulo E. // *European Journal of Operational Research*. – vol. 246, 2015. – P. 772–786.
2. Feigenbaum, B. (2013), -High-Speed Rail in Europe and Asia: Lessons for the United States, Reason Foundation, Los Angeles, USA.
3. Wang, L. Liu, Y. Mao, L. and Sun, C. (2018), -Potential Impacts of China 2030. High-Speed Rail Network on Ground Transportation Accessibility, Sustainability, vol. 10.
4. Lapidus, B.M. and Lapidus, L.V. (2014), -Socio-economic background for the development of high-speed rail services in Russia, Vestn. mosk. un-ta, vol. 6, pp. 52–63.
5. Dikan, V.L. (2010), -High-speed railway traffic in the world and prospects for its development in Ukraine, Visnyk ekonomiky transportu ta promyslovosti, vol. 32, pp. 15–25.
6. Bozhok, N. (2013), -Directions of introduction of high-speed passenger transportation in Ukraine, Zbirnyk naukovykh prats Dnipropetrovskoho natsionalnoho universytetu zaliznychnoho transportu imeni akademika V. Lazariana «Problemy ekonomiky transportu», vol. 5, pp. 46–56.
7. Nazarenko, I. and Shevchenko, P. (2018), -Innovative development of railway transport in Ukraine through the formation of high-speed traffic, Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti, vol. 64, pp. 255–262.
8. Kalycheva, N. and Valiukh, V. (2019), -Increasing the competitiveness of railway transport in the market of transport services due to high-speed traffic, Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriya: Ekonomika i upravlinnia, vol. 3, pp. 32–35.
9. Nazarov, O. (2018), -Problems and prospects for the development of high-speed passenger rail transport, Zbirnyk naukovykh prats DNUZT im. akad. V. Lazariana, vol. 16, pp. 77–82.
10. Lukyanova, O. (2018), -The current state and prospects of development of high-speed rail network in Ukraine in the context

## REFERENCES

of European integration, *Mizhnarodni ekonomichni vidnosyny ta svitove hospodarstvo*, vol. 20, pp. 107–110.

11. The official site of International union of railways (2018), -High speed rail. Fast track to sustainable mobility, available at:

[https://uic.org/IMG/pdf/uic\\_high\\_speed\\_2018\\_ph08\\_web.pdf](https://uic.org/IMG/pdf/uic_high_speed_2018_ph08_web.pdf), (Accessed 19 May 2020).

12. The International Maglev board (2014), -Economics, available at: <https://web.archive.org/web/20141208224816/http://magnetbahnforum.de/index.php?economics-2>, (Accessed 19 May 2020).

13. The International Maglev board (2014), -Environmental Matters, available at:

<https://web.archive.org/web/20141208211132/http://magnetbahnforum.de/index.php?environment>, (Accessed 19 May 2020).

14. The International Maglev board (2014), -Comfort and Safety, available at: <https://web.archive.org/web/20141208182827/http://magnetbahnforum.de/index.php?comfort-and-safety>, (Accessed 19 May 2020).

15. The International Maglev board (2014), -Interoperability, available at: <https://web.archive.org/web/20141208212415/http://magnetbahnforum.de/index.php?interoperability>, (Accessed 19 May 2020).

16. Mazur, S. (2015), -Rush faster than the wind on a Maglev train, *JSON.TV*, available at:

[http://json.tv/tech\\_trend\\_find/nestis-bystreevetra-na-poezde-maglev-20150628112137](http://json.tv/tech_trend_find/nestis-bystreevetra-na-poezde-maglev-20150628112137), (Accessed 19 May 2020).

17. Maklakov, A. (2019), -Magnetic Levitation Transport: New Opportunities, *Nova Ukraina. Institut strategichnih doslidzen*, available at: <http://newukraineinstitute.org/blog/277>, (Accessed 19 May 2020).

18. Kadik, L. (2018), -"Russian Maglev" goes to the landfill, *Gudok*, available at: <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=1410526&archive=2018.04.11>, (Accessed 19 May 2020).

19. ALLO Blog (2017), -All about Hyperloop whose project, how it works, what has already been done, available at: [https://blog.allo.ua/hyperloop-transport-budushhego\\_2017-09-39](https://blog.allo.ua/hyperloop-transport-budushhego_2017-09-39), (Accessed 19 May 2020).

20. TECH2 (2018), -Hyperloop: a swot analysis of the most popular new age transportation technology, available at: <https://www.firstpost.com/tech/news-analysis/hyperloop-a-swot-analysis-of-the-most-popular-new-age-transportation-technology-3696657.html>, (Accessed 19 May 2020).

21. CISION PR Newswire (2018), -Global Superfast Transport System Market: Focus on Components, Ecosystem and Leading Companies - Analysis and Forecast (2020, 2024, and 2028), available at: <https://www.prnewswire.com/news-releases/global-superfast-transport-system-market-focus-on-components-ecosystem-and-leading-companies---analysis-and-forecast-2020-2024-and-2028-300745689.html>, (Accessed 19 May 2020).