

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет «Будівництво, архітектура та інфраструктура»
(назва факультету)

«Транспортна інфраструктура»
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
ОС «магістр»
(ступінь вищої освіти)

на тему: Організація мультимодальних пасажирських перевезень згідно умов країн ЄС
за освітньою програмою «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»
зі спеціальності: 273 Залізничний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

Виконав: студент групи: ІН2226

(підпис студента)(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Віталій ГЛАДЧУК /

Керівник:
(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ Олександра ОРЛОВСЬКА /

Нормоконтролер:
(підпис)(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

/ зав. каф. Олексій ТЮТЬКІН /

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичених праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

(підпис)

Дніпро – 2024 рік

**Ministry of Education and Science of Ukraine
Ukrainian State University of Science and Technologies**

Building, architecture and infrastructure
(faculty)

Transport infrastructure
(department)

**Explanatory Note
to Master's Thesis
Master
(higher education degree)**

on the topic: Organizing multimodal passenger transportation according to the conditions of the EU countries

according to educational curriculum Interoperability and safety in railway transport
in the Specialization: 273 Railway Transport

(Specialization and its code)

Done by the student of the group: IH2226 / Vitalii HLADCHUK /

(name, surname)

Scientific Supervisor: / Oleksandra ORLOVSKA /

(position, name, surname)

Normative controller: / Head of Dept. Oleksii TIUTKIN /

(position, name, surname)

Dnipro – 2024

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Факультет: «Будівництво, архітектура та інфраструктура»

Кафедра: «Транспортна інфраструктура»

Рівень вищої освіти: «Магістр»

Освітня програма: «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Спеціальність: 273 «Залізничний транспорт»

(шифр та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортна інфраструктура»

Олексій ТЮТЬКІН

(підпис)

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Дата

29.04.2023

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
ступінь вищої освіти,

ОС «магістр»

студенту Гладчуку Віталію Андрійовичу

(Прізвище, Ім'я По батькові)

1. Тема роботи: «Організація мультимодальних пасажирських перевезень згідно умов країн ЄС»

Керівник роботи: Орловська Олександра Володимирівна, к.т.н., доцент
(Прізвище, Ім'я, По батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом від

«28» квітня 2023 р.

№ 360ст

2. Строк подання студентом роботи: «15» січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Результати аналізу українських, європейських та світових рішень щодо принципів організації мультимодальних терміналів у аеропортах та дані, що отримані під час пошуку в Internet.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно опрацювати):

Вступ; Розділ 1. Хаби як транспортні вузли мультимодальних пасажирських перевезень; Розділ 2. Засади формування пасажирських транспортних хабів; Розділ 3. Аеропортово-залізничні транспортні хаби; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Презентація за матеріалами досліджень, викладених в магістерській роботі (PowerPoint, 10...12 слайдів).

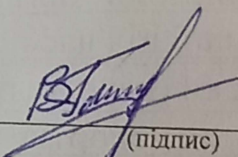
6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Завдання видав: (підпис консультанта, дата)	Завдання прийняв: (підпис студента, дата)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

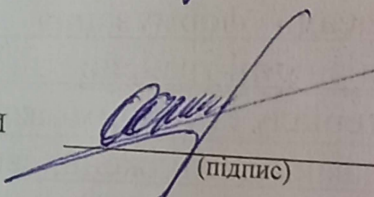
№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Розділ 1. Хаби як транспортні вузли мультимодальних пасажирських перевезень	30.10.2023-19.11.2023	
2	Розділ 2. Засади формування пасажирських транспортних хабів	20.11.2023-17.12.2023	
3	Розділ 3. Аеропортово-залізничні транспортні хаби. Висновки. Оформлення ВКР.	18.12.2023-07.01.2024	
4	Перевірка роботи на наявність збігів текстових (літерних і цифрових) символів та графічних фрагментів. Отримання відгуку.	08.01.2024-14.01.2024	
5	Подання кваліфікаційної роботи до кафедри	15.01.2024	
6	Захист кваліфікаційної роботи на засіданні Екзаменаційної комісії	Згідно з планом ЕК	

Студент


(підпис)

Віталій ГЛАДЧУК
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи


(підпис)

Олександра ОРЛОВСЬКА
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи магістра:

63 стор., 11 рис., 9 табл., 67 літературних джерел.

Об'єкт дослідження – мультимодальні пасажирські перевезення.

Предмет дослідження – транспортно-пересадочні вузли.

Мета роботи – визначення напрямків розвитку мультимодальних авіаційно-залізничних перевезень шляхом удосконалення транспортно-пересадочних вузлів відповідно до досвіду країн ЄС.

Методи дослідження – аналіз, порівняння та синтез інформації, емпіричний метод, метод обчислювальних експериментів, метод графічного моделювання.

Зв'язок та взаємодія між авіаційним та залізничним транспортом у сфері перевезення пасажирів відіграють важливу роль у сучасних міжнародних транспортних системах. Обидва види транспорту виконують різні функції та мають свої переваги, проте взаємодія між ними може сприяти покращенню ефективності та зручності для подорожуючих.

Для досягнення мети роботи було проаналізовано розвиток формування транспортних пасажирських хабів, досвід реалізації таких хабів у країнах Європи, досліджено принципи і засади формування пасажирських хабів, взаємодію залізниці та авіації у рамках транспортних пасажирських хабів або транспортно-пересадочних вузлів.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ; АЕРОПОРТ; МУЛЬТИМОДАЛЬНІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ; ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНИЙ ВУЗОЛ; ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА; ПАСАЖИРСЬКИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ХАБ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ХАБИ ЯК ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	9
1.1 РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ХАБІВ У ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМАХ	9
1.2 ДОСВІД ПРОЕКТУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ХАБІВ ЗА КОРДОНОМ	16
2 ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ХАБІВ	20
2.1 ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК З ФОРМУВАННЯ, РОЗВИТКУ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ХАБІВ	20
2.2 КЛАСИФІКАЦІЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ХАБІВ	22
2.3 КРИТЕРІЇ І ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ХАБІВ	30
2.4 ПРОГРЕСИВНІ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ХАБІВ	31
3 АЕРОПОРТОВО-ЗАЛІЗНИЧНІ ТРАНСПОРТНІ ХАБИ	34
3.1 ОЦІНКИ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЦІ ТА АВІАЦІЇ	34
3.2 ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО СПОЛУЧЕННЯ ДО АЕРОПОРТУ	39
ВИСНОВКИ	46
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48
ДОДАТКИ	56
ДОДАТОК А	57
ДОДАТОК Б	59

ВСТУП

Метою роботи є визначення напрямків розвитку мультимодальних авіаційно-залізничних перевезень шляхом удосконалення транспортно-пересадочних вузлів відповідно до досвіду країн ЄС.

Зв'язок та взаємодія між авіаційним та залізничним транспортом у сфері перевезення пасажирів відіграють важливу роль у сучасних міжнародних транспортних системах. Обидва види транспорту виконують різні функції та мають свої переваги, проте взаємодія між ними може сприяти покращенню ефективності та зручності для подорожуючих.

По-перше, взаємодія авіаційного та залізничного транспортів забезпечує пасажирам більш гнучкий та зручний вибір маршрутів. Інтеграція рейсів із залізничними маршрутами дозволяє пасажирам здійснювати пересадки та переміщення з одного виду транспорту на інший зі збереженням єдиного квитка або квитка з пересадкою, що полегшує планування подорожі та зменшує час очікування.

Крім того, така взаємодія сприяє створенню комплексних транспортних вузлів, основною метою яких є зосередження на забезпеченні безперервності руху та зручності для пасажирів. Зокрема, аеропортово-залізничні вузли можуть забезпечити швидку та зручну пересадку пасажирів, які подорожують між містами або країнами.

Така співпраця також сприяє зменшенню навантаження на аеропорти та дороги. Перехід на залізничний транспорт для коротких внутрішніх маршрутів може зменшити трафік в авіаційних аеропортах, дозволяючи авіаперевізникам фокусуватися на більш важливих маршрутах.

Ця взаємодія також може забезпечити більш екологічно чистий спосіб перевезення. Залізничний транспорт відомий своєю високою ефективністю в енергоспоживанні, тому використання його для коротких дистанцій або під'їздів до аеропортів може допомогти зменшити викиди вуглекислого газу в атмосферу.

Не менш важливим є те, що такий взаємозв'язок може підвищити доступність транспортних послуг для різних категорій населення. Залізничні

маршрути можуть бути значно доступнішими та вигідними для пасажирів з обмеженим бюджетом, а також для тих, хто шукає більш економічний та менш стресовий спосіб пересування.

Інтеграція України у європейські системи є важливим кроком у розвитку та модернізації транспортної галузі країни. А розвиток самої галузі тісно пов'язаний із тим, як різні види транспорту будуть взаємодіяти між собою тим самим сприяючи підвищенню рівня доступності.

Інтеграція транспортних систем України у структури Європейських систем (у тому числі мережі TEN-T) створює також потужні передумови для реалізації спільних з країнами ЄС проектів та програм. Це відкриває можливості для обміну найкращими практиками, передовими технологіями та інноваціями у сфері мультимодальних перевезень пасажирів і не тільки залізничним транспортом.

Для досягнення мети роботи необхідно проаналізувати розвиток формування транспортних пасажирських хабів, досвід реалізації таких хабів у країнах Європи, дослідити принципи і засади формування пасажирських хабів, дослідити взаємодію залізниці та авіації у рамках транспортних пасажирських хабів або транспортно-пересадочних вузлів.

Об'єктом дослідження є мультимодальні пасажирські перевезення.

Предметом дослідження є транспортно-пересадочні вузли.

1 ХАБИ ЯК ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

1.1 Ретроспективний аналіз формування пасажирських хабів у транспортних системах

Ефективність транспортної системи держави залежить від того, наскільки добре інтегровані, та наскільки ефективно взаємодіють різні види транспорту. Формування мультимодальних транспортних систем є однією з важливих стратегій у вдосконаленні пасажирських перевезень, а хаби – одним із ключиків до досягнення мети.

У світовій практиці, транспортно-пересадочні вузли відомі термінами "хаб" (hub) або "транспортний хаб" (transport hub). Слово "хаб" походить від англійського виразу "hub and spoke," що означає "вісь і спиці." Спочатку цей термін застосовувався для організації системи авіаперевезень, де замість прямих перельотів від точки А до точки Б використовувались пересадки (Hub-and-Spoke), як показано на рис. 1.

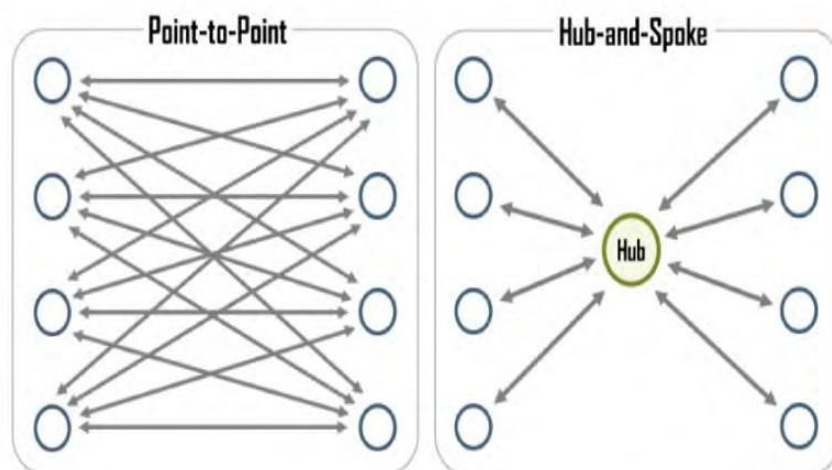


Рисунок 1 – Традиційна та сучасна системи авіаперевезень

Пропонуючи нові маршрути, авіакомпанії зрозуміли, що будувати мережу з використанням пересадок може бути вигідніше, аніж прямі перельоти.

Найбільшими вузловими аеропортами світу є Гартсфілд, Лос-Анджелес, О'Хара, Даллас/Форт-Верт у США, Пекін-Шоуду, Пудун, Баюнь – КНР, Дубай – ОАЕ, Токіо – Японія, Хітроу у Лондоні, Міжнародний аеропорт Гонконгу, Шарль де Голль у Парижі, Схіпгол – Голандія, Франкфурт-Майні, Амстердам та інші.

Термін "хаб" також розширилося на транспортно-пересадочні вузли, які включають не тільки авіаційний, але і залізничний та автомобільний транспорт. Зараз під словом "хаб" або терміном транспортно-пересадочний вузол (ТПВ) розуміють будь-який громадський простір, що об'єднує кілька терміналів, у яких здійснюються пересадки пасажирів між транспортними засобами різних видів, включно з авіаційним, залізничним та автомобільним транспортом.

Першими пасажирськими транспортними центрами можна вважати вокзали, які пройшли значний еволюційний шлях протягом 180 років. Вони розпочали свій розвиток з простих одноповерхових будівель у Дарлінгтоні (Англія) в 1825 році і перейшли до монументальних архітектурних комплексів, обладнаних передовими технічними засобами та технологіями. Ці споруди є ключовими для формування міського середовища і визначають життєдіяльність різних територій. Вокзали виконують роль не лише пересадочних вузлів, але й громадських центрів різних рівнів, включаючи районні, окружні та міські [1].

Термін "вокзал" походить від англійського слова "Vauxhall," яке в 18 столітті вказувало на парк та заклад для розваг у передмісті Лондона. Концепція вокзалів, в звичайному розумінні, виникла разом із появою першої залізниці (вокзал в Англії на лінії Стоктон – Дарлінгтон, 1822–1825 рр.). Поява залізниць у містах та будівництво вокзалів, станцій, депо, інших споруд, які об'єднують значні потоки вантажів та пасажирів, можна розглядати як перший крок до інтеграції транспортних комунікацій у міське середовище, після багатовікової ізоляції. На той час було важливо залучити пасажирів, і тому в будівлях вокзалів організовувалися концерти та різноманітні святкові заходи (рис. 2).

Функціональне наповнення "вокзалів" включало театр, ресторани, бальний та концертний зали, атракціони, оранжереї та естрадний театр. Серед перших вокзалів у звичайному розумінні стала кінцева станція залізниці Санкт-Петербург – Царське Село, яка була відкрита у 1837 році. Від тоді "воксал" втратив своє первісне значення, перетворившись на пересадочний центр.

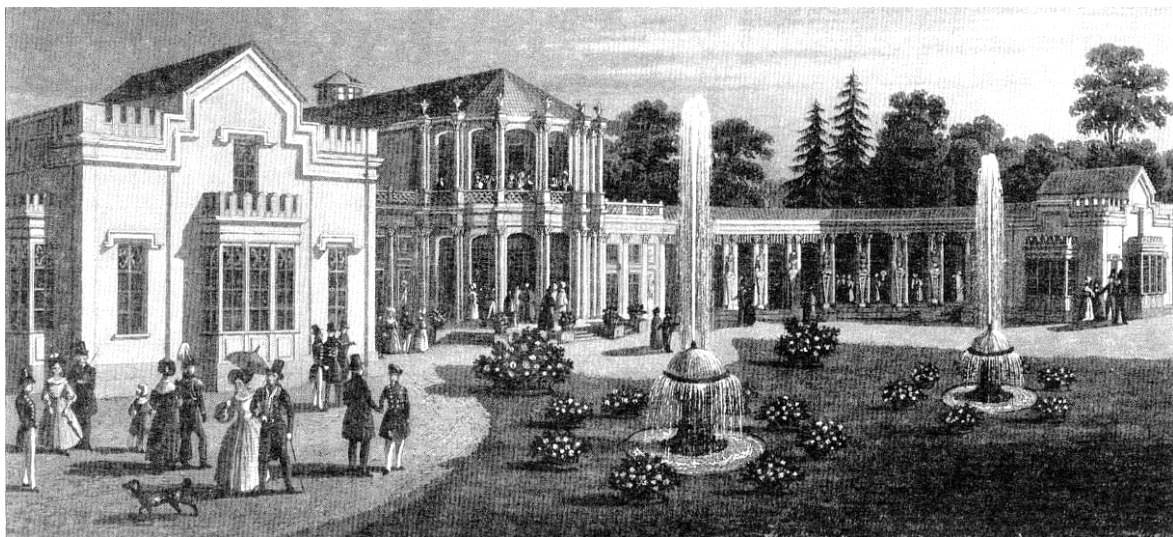


Рисунок 2 – Павловський вокзал. Гравюра Мартенс. 1830-ті роки.

Створення вокзалів у період 19–20 століття було визначальним для великих міст за розмірами та розкішшю. У цей період вони включали в себе комплекс будівель для обслуговування пасажирів, здійснення вантажних та поштових операцій. Термін "воксал" втратив первинний зміст і став використовуватися не лише у контексті залізничних перевезень, але й відносно інших видів транспорту. Відмінилися розважальні функції, такі як концертний зал і театр. Транспорт став основним аспектом із обслуговуванням пасажирів та транспортних потреб: ремонтні депо, зали очікування пасажирів, каси та платформи [2] (рис. 3 та 4).

Рішення вокзалів щодо їх архітектури віддзеркалювали стилістику тогочасних епох і визначалися особливостями архітектурних течій. Початково архітектура вокзалів піддавалася впливу традиційних форм громадських будівель та споруд. Зовнішній вигляд вокзальних комплексів залишався схожим із розважальними "воксальними" закладами (рис. 5), але змінювалася їхня основна

функція. Поступово до будівель вокзалів додавались приміщення різних служб залізниць, пакгаузи та депо з платформами для пасажирів [1].

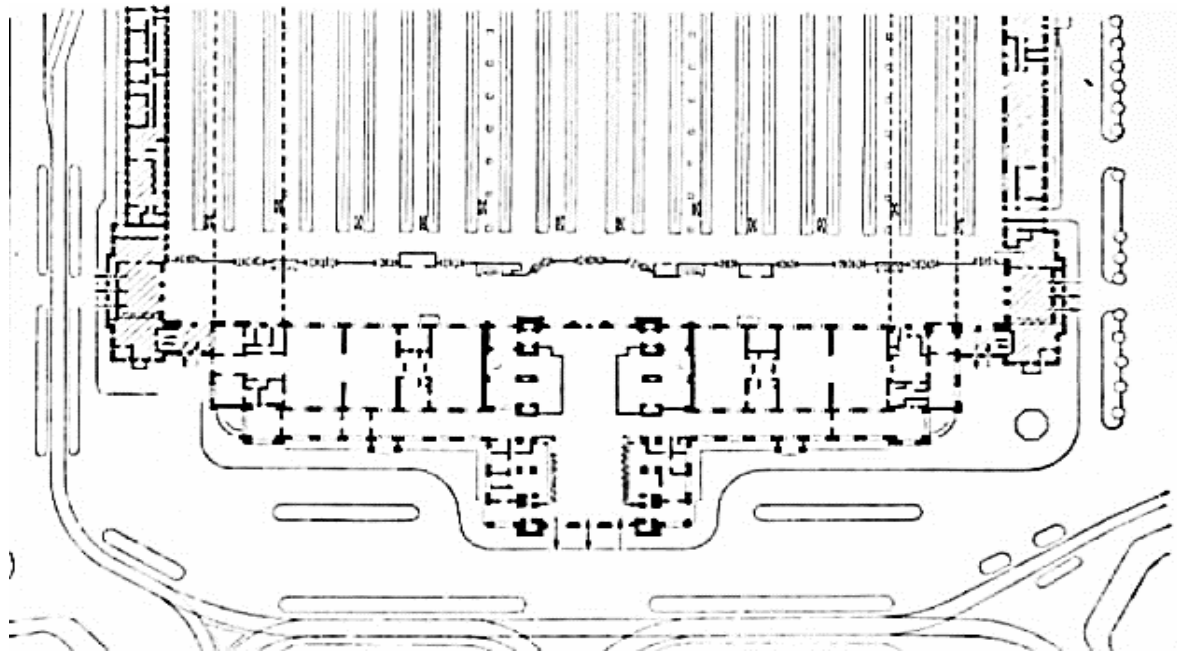


Рисунок 3 – Вокзал Франкфурт-на-Майні, 1888 г. [2]

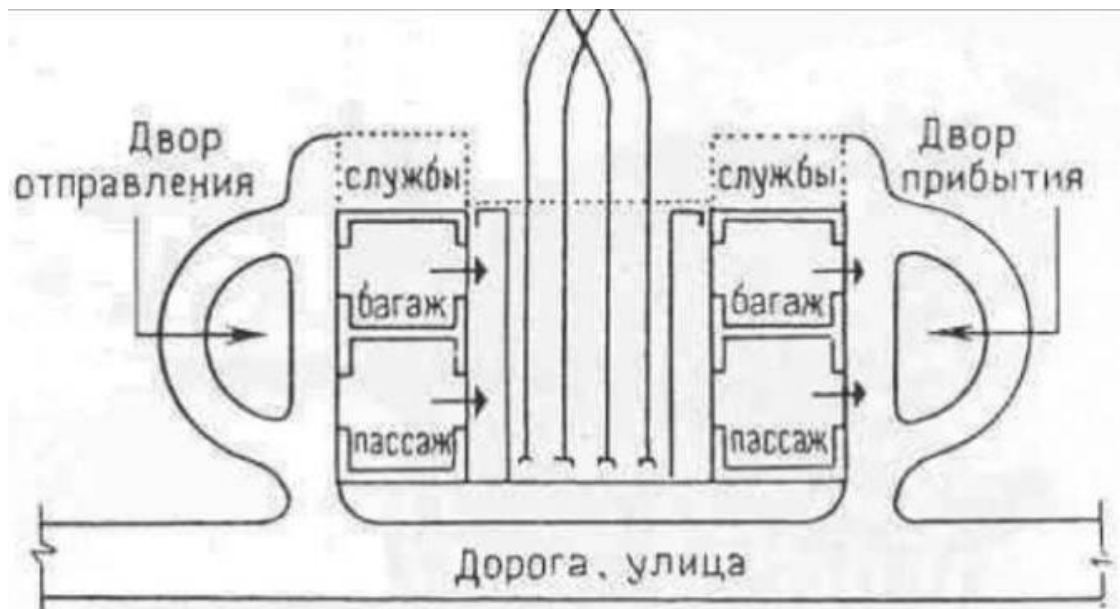


Рисунок 4 – Типова схема вокзалів 19 ст. [2]



Рисунок 5 – Перший львівський двірець (залізничний вокзал), 1861 р.

Створення інтегрованих вокзалів у 20 столітті спричинене новими потребами забезпечення пасажирів вищим рівнем комфорту. Технічні та економічні чинники сприяли формуванню вокзальних комплексів, які об'єднували різні види транспорту в єдиному центрі. Ці комплекси включали автомобільні, залізничні та авіаційні вокзали, а також містили поштові відділення, ресторани, готелі та торгові центри.

Пересадочні вузли, які об'єднували різні види транспорту, мали різні структури, вони можуть бути взаємопов'язаними вокзалами з різними приміщеннями або вокзалами з об'єднанням всіх пасажирських приміщень повністю в одній будівлі. Такі вокзали включали в себе операційні зали, зали очікування, інформаційні стійки, камери схову, ресторани, кафе, поштові відділення та телеграф.

У такому випадку структура вокзалу розвивалася по вертикалі, оскільки велика кількість видів транспорту, які перетиналися в цьому вузлі, вимагала розділення транспортних і пасажирських потоків у різні рівні: на наземному рівні розташовувалися приміські, пасажирські та транзитні поїзди, автобуси та

тролейбуси; на підземному рівні – метро; на надземному рівні – пішохідний рівень.

Транспортно-пересадочний вузол (ТПВ) кінця 20 століття представляє собою складний багатофункціональний комплекс із багаторівневими комунікаціями та різноманітними сервісами, такими як вокзали, торгово-розважальні центри, готелі, бізнес-центри, пересадочні конкорси та площі. Суттєво, ТПВ можна розглядати як гібрид вокзалу та торгового центру. Ці об'єкти розташовуються у безпосередній близькості до зупинок швидкісного пасажирського транспорту, основних міських магістралей, залізничних станцій. Призначення таких вузлів також надання організованих місць паркування для автотранспорту з метою розвантаження основних міських магістралей та оптимізації руху автодорожніх транспортних засобів [4].

Серед перших подібних центрів у Європі – ТПВ на залізничній станції Стокгольм-Центральний в Швеції (рис. 6). У 1989 році, під час реконструкції станції, до неї було додано багатофункціональний громадський центр, який включав в себе всесвітній торговельний центр, ресторани, кафе, готельний блок, криті пішохідні простори та озеленені тераси, а також автобусний вокзал. Цей транспортно-громадський центр Стокгольму використовується різними верствами населення та обслуговує різні види транспорту, включаючи міжнародний аеропорт, міжміські автобусні маршрути, метрополітен та національну залізничну систему. Крім того, він служить пасажирам, що вирушають на пороми до навколишніх островів [4]. У службовій зоні автовокзалу перебування та переміщення пасажирів у зводиться до мінімуму – вони потрапляють до автобусів через скляні тамбури, які облаштовані автоматичними дверима.



Рисунок 6 – Залізнична станція Стокгольм-Центральний, Швеція, 1989

Подібні транспортно-пересадочні вузли володіють розвинутими взаємозв'язками між різними компонентами комплексу. Система пішохідних переходів до транспортних терміналів організована на різних рівнях. Аспекти, пов'язані з транспортною інфраструктурою, транспортом та пересадкою пасажирів, є технологічним процесом.

Транспортні хаби для пасажирів в кінці 20 - на початку 21 століття виникали в Японії з початком розширення та приватизації державної залізничної монополії у 1960-х роках. Приватні компанії почали надавати різноманітні послуги, такі як магазини та ресторани на вокзалах для пасажирів. Пізніше з'явилися пристанційні готелі, служби таксі, станції власних автобусних ліній тощо. Це не лише призвело до додаткових прибутків для компаній, але й створило нові можливості для зайнятості персоналу. Перший великий транспортно-громадський центр у світі з'явився на станції Умеда в Осаці, що включав в себе офіси, магазини та ресторани, ставши центром бізнес-активності. Пізніше подібні комплекси були побудовані у різних містах Японії, відзначаючи поєднання транспортних та громадських функцій, що визначає європейський підхід.

У 1980-х роках в Європі зросло зацікавлення у створенні великих транспортно-громадських центрів, спрямоване на підвищення ефективності

використання територій, прилеглих до транспортних вузлів. Висока увага приділяється реконструкції приреєйкових територій, що займають значні площі та роз'єднують міські простори. Це сприяє не лише інтенсифікації використання міських територій, а й покращенню екологічних умов у міському середовищі. Озеленення та нова забудова на приреєйкових територіях сприяють об'єднанню раніше розрізнених міських районів. Комплексні транспортно-громадські центри стають центрами нових житлових зон та обслуговують всіх мешканців міста, поєднуючи транспортні та громадські функції. Ці центри виходять за межі транспортного вузла, стаючи не лише частиною міської інфраструктури, а й сприяючи створенню безпечного простору міста. За такого підходу пересадочний вузол стає громадським простором міста.

Все сказане узагальнене у таблиці, яка наведена у додатку А.

1.2 Досвід проектування пасажирських транспортних хабів за кордоном

На сьогодні вже існує значний міжнародний досвід у створенні та розвитку пасажирських транспортних хабів, які формуються в транспортних вузлах з великими пасажирськими потоками для оптимізації процесу перевезень різними видами транспорту. Це також важливі соціальні центри, які включають будинки, споруди, транспортні засоби та відкриті простори для розподілу пасажирських потоків. Багатофункціональність хабу забезпечується різноманітним транспортним обслуговуванням пасажирів і наданням різних послуг, а також інформації.

Необхідно також відзначити транспортно-пересадочні вузли регіонального значення, зокрема прикладом інтегрованого вузла є ТПВ Мацумото в Японії. Цей вузол об'єднує залізничний та автовокзали і є перехрестям міських та регіональних пасажирських потоків, має муніципальне паркування та великий торговельний комплекс. Важливим аспектом є система інформування та орієнтації

інфраструктура для захисту пасажирів від погодних умов та зручний зв'язок з іншими видами громадського транспорту. Японський досвід з успіхом можна використовувати і у вітчизняних проектах транспортно-пересадочних вузлів.

Також варто відзначити транспортні вузли Гонконгу та Шанхаю в Китаї, зокрема ТПВ Хунцяо у Шанхаї, який є одним з найбільших багатофункціональних пересадочних вузлів. Вузол пов'язаний з міжнародним аеропортом крім високошвидкісного залізничного сполучення, ще 30 автобусними маршрутами, а також кількома лініями метро. Він розрахований на 1 млн. 100 тисяч пасажирів за день. Здійснюється дослідження поведінки пасажирів за допомогою даних мобільного телефону для оптимізації роботи цього вузла. Елементами системи хабів міського значення в Пекіні є не лише метрополітен, лінії залізниці, трамвая, автобусів, автомобілів, а й велосипедні доріжки та паркування, що сприяє розвитку екологічно чистих та безпечних видів транспорту.

Усі транспортні-пересадочні вузли Китаю характеризуються ефективною роботою та організованою транспортною системою, враховуючи логістичний підхід у забезпеченні пересування потоків при залученні позабюджетних коштів для розвитку цих вузлів.

Транспортні пересадочні вузли в Іспанії часто влаштовані під землею, при цьому над ними створюють парки чи міські площі. Зокрема, ТПВ "Чамартін" у Мадриді повністю розташований під землею для раціонального використання міської території та врахування історичної забудови. Цей хаб є вузлом з'єднання міських та приміських автобусів, метро, залізничних поїздів далекого прямування та приміських поїздів. Ці проекти майже не мають комерційної складової, що відзначається як особливість.

Оскільки транспортний хаб розташовується під землею, відзначаються значні фінансові витрати порівняно з наземними структурами та обмежені

комерційні площі. Транспортні вузли Мадрида є невід'ємною складовою системи громадського транспорту міста і визначають якість наданих транспортних послуг.

Значущу роль сфера пасажирського рейкового транспорту також відіграє у багатьох містах світу, зокрема таких як Берлін, Париж, Лондон, Гельсінкі, Нью-Йорк, Чикаго, Лос-Анджелес. Вони формують сучасні та багатофункціональні транспортно-пересадочні вузли на місцях перетину рейкового транспорту з іншими видами пасажирського транспорту. Приклади цікавих проектів транспортно-пересадочних вузлів у світі наведено у таблиці Додатку Б.

Виходячи з проведеного огляду можна говорити, що для пасажирських транспортних хабів країн світу характерними ознаками є:

- інтеграція в систему хабу швидкісного залізничного транспорту, зв'язок між залізничними вокзалами та аеропортами міста;
- хаби забезпечують зв'язок усіх видів транспорту, є основною сполучною ланкою місцевого, регіонального, міжрегіонального та міжнародного значення;
- хаби формуються у місцях перетину рейкового транспорту з іншими видами пасажирського транспорту;
- будівництво транспортних хабів здійснюється з урахуванням вписування їх в архітектурно-планувальну структуру міста, створюються парки, сквери та інші відпочинкові місця;
- у самому транспортно-пересадочному вузлі забезпечується раціональна організація пасажиропотоків за рахунок проектування кількох рівнів, що забезпечує компактність розміщення хабу в умовах обмеженої території.

Наявність велосипедних доріжок та паркувальних майданчиків у структурі транспортного вузла пов'язана із популяризацією екологічно чистих та безпечних видів транспорту. Реалізація проекту "простір без бар'єрів" сприяє безперешкодному пересуванню груп людей з обмеженими фізичними можливостями. Зали очікування мають невеликі площі через раціональний

розподіл пасажиропотоків у вузлах пересадки. Присутність інформаційного забезпечення забезпечує зручне орієнтування в хабі за допомогою інформаційних табло, біжучих рядків тощо.

Багато кафе, ресторанів, магазинів, офісів, великих паркінгів і центрів обслуговування роблять такий вузол привабливим для пасажирів не тільки у відношенні забезпеченості транспортними послугами, а й у суспільно-соціальному обслуговуванні.

2 ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ХАБІВ

2.1 Дослідження методик з формування, розвитку та функціонування пасажирських транспортних хабів

В області функціонування, розвитку та формування пасажирських транспортних хабів (ПТХ), серед всієї маси наукових праць можна виділити кілька методик [76] (рис. 7).

Одна з методик оцінки ефективності створення та функціонування хабу як системи включає вибір планувальних рішень пересадочних вузлів, розрахунок пропускної здатності всіх компонентів системи хабу та визначення часу, необхідного для пересадки пасажирів між різними видами транспорту, які взаємодіють у вузлі.

Інша методика визначення рівня сервісу та якості обслуговування у пересадочних вузлах зосереджується на підвищенні якості обслуговування пасажирів, створенні "безбар'єрного" середовища для маломобільних груп населення, розвитку інтелектуальних транспортних систем і можливості для пасажирів зручно орієнтуватися у просторі хабу.

Третя методика, яка стосується суміщення торгово-розважальних центрів (ТРЦ) із транспортно-пересадочними вузлами (ТПВ), включає в себе оцінку можливих взаємних розташувань ТРЦ та ТПВ, розгляд варіантів основних планувальних рішень, а також визначення частки комерційних площ у складі вузла пересадки.



Рисунок 7 – Методики у сфері формування, розвитку та функціонування пасажирського транспортного хабу

Однак, в будь-якому випадку необхідно провести всебічний аналіз міської транспортної мережі та з'ясувати потреби пасажирів. Спроекувати систему транспортно-пересадочних вузлів будь-якого міста, необхідно враховуючи основні критерії для оптимізації організації пасажирських потоків. Важливо досліджувати питання створення пасажирських транспортних хабів (ПТХ) залежно від їхнього функціонального призначення, і тому необхідно провести детальну класифікацію різних видів таких споруд.

2.2 Класифікація пасажирських транспортних хабів

У сучасній практиці пасажирські транспортні хаби потребують подальших досліджень. Це призводить до проблеми точного визначення та класифікації подібних об'єктів. У більшості випадків у світі ми стикаємося з транспортними-пересадочними вузлами, але пасажирські транспортні хаби лише починають завойовувати популярність. Основною метою транспортного вузла є забезпечення комфортного та ефективного перевезення пасажирів громадського транспорту в найкоротший термін. Додавання громадської інфраструктури до транспортних вузлів розширює їх функціональні можливості, перетворюючи їх у пасажирські транспортні хаби. Такі хаби включають в себе різноманітні сервіси та можливості, такі як комерційні об'єкти, зони очікування, розважальні заклади тощо.

Як архітектурні об'єкти, пасажирські транспортні хаби мають великий вплив не лише на розвиток прилеглої території, але й на розвиток всього міста. Залежно від їх потужності та функціональності, пасажирські транспортні хаби можуть визначати якість надання транспортних послуг та відігравати важливу роль у суспільно-економічному обслуговуванні міста. На сьогоднішній день пасажирські транспортні хаби залишаються недостатньо дослідженими, і відсутність чіткої класифікації стає перешкодою для їхнього вивчення. Для

розв'язання цього питання важливо розглядати два основні типи об'єктів, що входять до складу пасажирських транспортних хабів – транспортно-пересадочні вузли (ТПВ) та багатофункціональні громадські центри.

Незважаючи на широкий спектр функцій, що входять до складу пасажирських транспортних хабів, транспортна функція залишається визначальною. Отже, для класифікації пасажирських транспортних хабів важливо розглядати їх транспортну складову, виходячи з таких критеріїв, як призначення, функціонал, рівень пасажиропотоку, види пересадок, містобудівна класифікація, обсяг транспорту та кількість швидкісних пасажирських транспортних засобів, які заходять.

Залежно від призначення та функцій, які виконуються, пасажирські транспортні хаби поділяються на типи трьох категорій: міські, регіональні та міжрегіональні (рис. 8).

Міські ПТХ – це ті хаби, котрі забезпечують пересадку пасажирів в межах міста.

Регіональні ПТХ – це хаби, які забезпечують пересадку пасажирів заміських видів транспорту, наземних видів міського пасажирського транспорту та метрополітену.

І, нарешті, міжрегіональні ПТХ - це ті хаби, в яких здійснюється пересадка пасажирів зовнішнього та приміського транспорту як між собою, так і на різні види міського пасажирського транспорту.

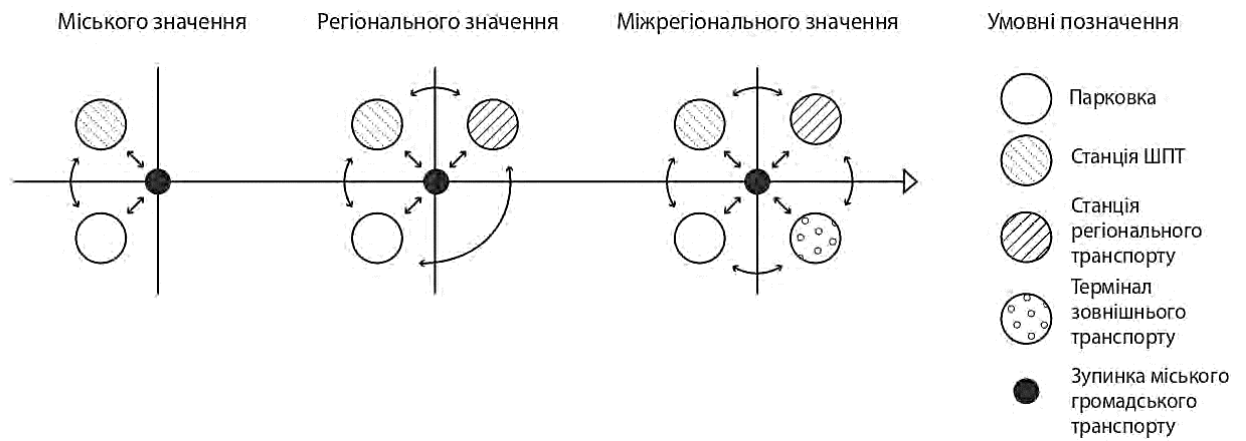


Рисунок 8 – Класифікація ПТХ за призначенням

Залежно від функціоналу хаби можна класифікувати на розподільчі, пересадочні та перехоплюючі.

Значення пасажиропотоку пасажирського транспортного хабу – це показник, котрий враховує кількість пасажирів, які проходять через хаб у «пікові» години. Тому, за цією ознакою виділяють три класифікаційні групи ПТХ: малі, середні, великі і у якості кількісних значень показника використовують величини пасажиропотоків у ранковий «час пік» (рис. 9).



Рисунок 9 – Класифікація ПТХ за величиною пасажиропотоку

За видами пересадок, що реалізуються в ПТХ, їх поділяють на два типи – внутрішньомережеві та комплексні (рис. 10).

Внутрішньомережеві – ті, котрі забезпечують пересадку всередині однієї системи пасажирського транспорту. У якості прикладу наведемо метро.

Комплексні забезпечують пересадку між різними видами транспорту та у різних комбінаціях: зовнішній транспорт (забезпечує транспортні зв'язки різних регіонів між собою); регіональний транспорт (забезпечує транспортні зв'язки між містом та передмістям); міський швидкісний позавуличний транспорт; міський наземний пасажирський транспорт.



Рисунок 10 – Класифікація ПТХ за видами пересадок, які у них реалізуються

Для класифікації ПТХ також необхідно враховувати рівень міжтранспортних зв'язків, які забезпечуються, а саме види транспорту взаємодії через постійні та змінні складові елементи транспортних систем. Постійною складова є міський пасажирський транспорт (Трамваї, тролейбуси, автобуси, метрополітен, монорейка тощо), а змінною – залізничний, авіаційний та морський види транспорту.

Існують наступні варіанти взаємодії залежно від видів транспорту (рис. 11):

- автомобільний - автомобільний;
- автомобільний - морський;
- автомобільний - повітряний;
- автомобільний - залізничний;

автомобільний - морський - повітряний;

автомобільний - залізничний - морський;

автомобільний - залізничний - повітряний;

автомобільний - залізничний - морський - повітряний.

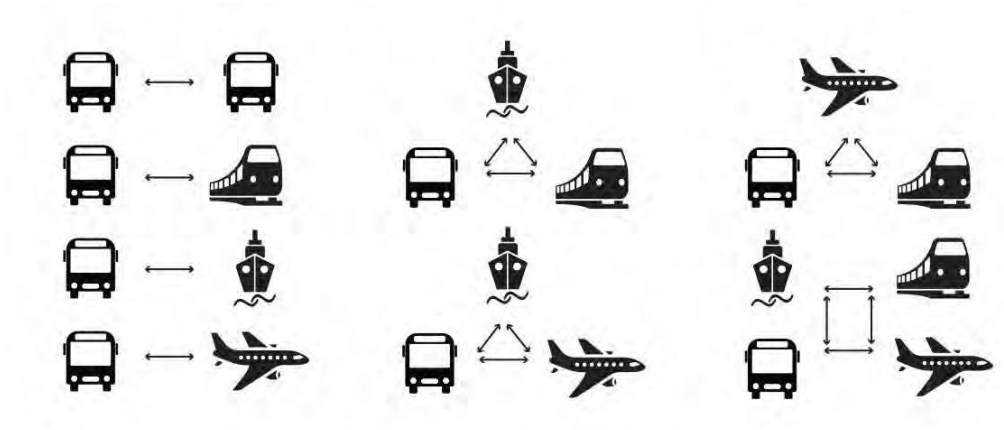


Рисунок 11 – Класифікація ПТХ за рівнем зв'язків між видами транспорту

Також крім транспортної класифікації, існує і містобудівна класифікація транспортно-пересадочних комплексів (ПТХ), яка розглядає їх як ключовий елемент містобудівної структури міста та визначає їхнє місце в системі центрів, утвердженої у генеральному плані будь-якого міста. Містобудівні центри спрямовані на розвиток поліцентричної системи міста, охоплюючи центральне ядро міста, міські багатофункціональні та локальні громадські центри.

Згідно з існуючою системою центрів, до ПТХ можна віднести такі типи:

- Центральне ядро міста;
- Міський громадський центр;
- Локальний громадський центр;
- Розташовані поза системою міських центрів.

У часи Радянського Союзу було приділено значну увагу складу транспортних вузлів, проте він був надто деталізований і несприйнятливий для класифікації. В переліку транспортних систем, які можуть увійти до ПТХ,

вказувалось: метро, залізницю, швидкісний трамвай, автобус, тролейбус, трамвай, таксі, монорейку, комерційний транспорт (маршрутки), велосипеди та інше. З їх безліччю та можливістю різних комбінацій більше ніж 50 мільйонів.

Проте введення критерію потужності конкретної транспортної системи виявляється досить обґрунтованим. Очевидно, що важливу роль у ПТХ відіграють транспортні системи з найвищим пасажиропотоком, зокрема швидкісний позавуличний транспорт. Загалом, система міського пасажирського транспорту складається з двох основних частин: швидкісного позавуличного транспорту (ШПТ) та міського наземного пасажирського транспорту (МНПТ).

Отже, ключовим критерієм для складання класифікації за складом є кількість терміналів ШПТ у ПТХ. Тут термінали – це місця доступу до транспортних систем, оснащені всім необхідним для контролю та доступу пасажирів до конкретної транспортної системи і вони є ключовим елементом визначення пасажирського транспортного хабу. Критерій класифікації за складом ПТХ ґрунтується на кількості терміналів ШПТ у конкретному транспортному вузлі (таблиця 1).

Таблиця 1 – Класифікація ПТХ за складом

Кількість терміналів ШПТ	Розміри ПТХ
термінали відсутні	малі
один або два термінали	середні
три термінали	великі
чотири і більше терміналів	надвеликі

Характеристика як існуючого, так і проєктованого ПТХ, його структура, розглядається з урахуванням розташування головного зв'язку в ПТХ відносно рівня землі та його капітальності, що є вкрай важливим і визначає об'ємно-

просторові та архітектурні рішення ПТХ. Цей зв'язок може бути здійснений частково підземно або частково надземно.

Наземний площинний ПТХ: Некапітальні ПТХ можуть бути лише площинними і розташованими тільки надземно. Ці вузли мають важливе значення, оскільки саме вони формують вигляд більшості транспортно-пересадочних вузлів та прилеглих територій міського середовища.

Наземний капітальний ПТХ: Перші капітальні ПТХ в історії міста були наземними, і вокзал служив єдиним капітальним ПТХ для швидкісного позавуличного транспорту. З розвитком урбанізації важко було забезпечити потужний пішохідний зв'язок між терміналами ШПТ на рівні землі, що призвело до появи підземних ПТХ.

Підземні ПТХ: Основний пішохідний зв'язок у цих вузлах знаходиться під землею. Багато станцій метро мають підземні вестибюлі, які з'єднані системою пішохідних переходів різного рівня розвиненості.

Надземні ПТХ: Основний пішохідний зв'язок у таких вузлах розташований над землею, наприклад, надземні пішохідні мости, що пов'язують приміські платформи залізниць із громадським наземним транспортом.

Комбіновані ПТХ: Ці вузли містять кілька терміналів ШПТ, тож між ними може існувати дві або більше різних систем пасажироперевезень. Кожен термінал може мати власний рівень розташування відносно землі.

У світовій практиці багатофункціональна громадська частина комплексу представляє собою значний об'єкт нерухомості із великою площею, що включає в себе різні зони за призначенням, такі як офіси, житлові, апартаменти, готельні, торгові, розважальні та приміщення інших призначень. На сьогоднішній день серед існуючих світових багатофункціональних громадських центрів, які можуть бути частиною пасажирського транспортного хабу, виділяють такі типи в залежності від основного призначення:

Торгово-офісні центри: Основна функція - торгівля, при цьому частина приміщень використовується під офіси. Обидві функції, як правило, є взаємно нейтральними.

Офісно-торговельні центри: Бізнес-центр, де магазини розташовані на першому поверсі. Входи до бізнес-центру та торгового центру чітко розділені, а торгівля виступає в супутній ролі до офісів.

Готельно-торговельні комплекси: Основна функція - готельна, а на першому поверсі розташовані магазини та комерційні підприємства послуг.

Торгово-готельні комплекси: Торгова функція переважає, і готель може втрачати від сусідства з торговим комплексом через велику кількість відвідувачів.

Готельно-офісні комплекси: Мультифункціональний об'єкт із готельною базою та частиною приміщень для офісів.

Торгово-розважальні комплекси: Популярний тип, що об'єднує торговельні підприємства, гастрономічні заклади, розважальні зони та інші сервіси на одній території. Розважальна функція підсилює впізнаваність об'єкта та створює його унікальний образ.

При класифікації ПТХ, які включають громадський центр, важливо враховувати особливості структури та умов їх функціонування. Так, можна виділити три групи громадських центрів в залежності від розташування в складі ПТХ: вбудовані (наземні, надземні, підземні), прибудовані та автономні. Проектування таких складних багатофункціональних об'єктів, особливо в поєднанні з транспортно-пересадочним вузлом, вимагає чіткого зонування для оптимізації їх функцій та ефективного використання простору.

2.3 Критерії і фактори, що впливають на формування пасажирських транспортних хабів

У розгляді класифікації транспортно-пересадочних вузлів виділяють три основні категорії: міжрегіональні, регіональні та міські вузли пересадки. Забезпечення доцільності та економічної ефективності будівництва таких вузлів є важливим аспектом. Надмірна кількість може вести до великих капіталовкладень, тоді як їхнє недостатнє число призведе до перенаселеності, обмеження пропускнуої здатності та збільшення часу пересадки.

У випадку міжрегіональних та регіональних вузлів ключовими критеріями формування ПТХ є:

- Перетин різних видів транспорту, охоплюючи пасажирські перевезення в міському, приміському, міжміському та міжнародному сполученні.
- Наявність достатньої території для будівництва будівель та споруд, які забезпечують ефективну пересадку пасажирів, розвинення парковок та соціальної інфраструктури. Ці вузли зазвичай розташовані на околицях міста та є центрами соціальної активності.

Транспортно-пересадочні вузли міжрегіонального та регіонального значення формуються довкола залізничних та автобусних станцій. Окрім об'єднання міст, агломерацій та регіонів, вони також забезпечують зв'язок між міським та приміським транспортом, обслуговують пасажирів, які прибувають з приміських районів на особистому транспорті або заміськими електричками та автобусами. Важливо включити такі вузли до системи міста, оцінюючи кількість приміських вокзалів та станцій, а також передбачаючи розміри очікуваного пасажиропотоку у кожному вузлі.

Для міських транспортно-пересадочних вузлів основним критерієм є мінімізація часу переміщення пасажирів, оскільки вони обслуговують основну частину пасажирських перевезень у місті. Ці вузли зазвичай формуються на

перехрестях різних видів міського громадського транспорту та характеризуються великим пасажирським потоком.

Головною метою створення таких вузлів є забезпечення швидкої (не більше 3 хвилин) та безпечної пересадки пасажирів між різними видами транспорту для скорочення часу поїздки. Також передбачається забезпечення пасажирів додатковими об'єктами соціальної інфраструктури.

2.4 Прогресивні принципи формування пасажирських транспортних хабів

Серед сучасних принципів формування пасажирських транспортних хабів можна виділити наступні:

– Принцип відокремлених транспортних та пішохідних потоків є важливим при проектуванні подібних об'єктів, оскільки намагання мінімізувати перетини між видами транспорту та пішоходами сприяє швидкій, безпечній та комфортній пересадці.

– Принцип просторового розмежування транспортних і громадських функцій визначає необхідність компонування блоків з транспортною функцією поруч один з одним для забезпечення ефективної пересадки. Мінімізація вертикальних рівнів та компактність в плані прискорюють пересадку, а соціальні функції можуть бути інтегровані через зв'язки, такі як пішохідні галереї чи атриуми.

– Принцип концентрації, важливий для об'єктів у екстремальних умовах, передбачає об'єднання багатьох об'єктів на обмеженій території. Багатофункціональні об'єкти, включаючи офіси, готелі та соціально-побутові приміщення, сприяють збільшенню пропускної здатності та створюють соціальні та економічні переваги.

– Принцип багатофункціональності, який є ключовою умовою для створення транспортного пасажирського комплексу. Цей принцип базується на створенні

універсальної архітектурно-просторової форми, спрямованої на організацію різноманітних аспектів життя. Концепція "місто всередині міста" передбачає розміщення на території транспортного пасажирського вузла офісів, соціально-побутових об'єктів, готелів з паркінгом, пішохідних естакад, велосипедних доріжок та інших об'єктів. Таке розширення основної транспортної функції сприяє підвищенню пропускнуої здатності вокзалів і приносить соціальні та економічні переваги.

– Принцип компактності передбачає рівномірність параметрів інтегрованих комплексів, уникаючи неефективного використання простору. Врахування кліматичного фактора передбачає, що пересадочні вузли мають забезпечувати пасажирів усіма зручностями під дахом, особливо в умовах суворого клімату.

– Принцип конструктивної доцільності полягає в застосуванні різних видів конструкцій відповідно до функціональних потреб. Принцип інтенсифікації використання простору передбачає ефективне використання приреєкових територій та інших площадок.

– Принцип комфортності середовища включає різноманітність просторів із використанням водно-зелених об'єктів та благоустрою як для громадських, так і для великих прилеглих територій.

– Принцип енергоефективності передбачає використання технологій, таких як фотоелектричні елементи на даху, для забезпечення енергії.

При розробці пасажирських транспортних хабів враховується важливість включення необхідних компонентів та забезпечення безпечного та комфортного переміщення пасажирів, включаючи маломобільні групи, з мінімізацією часу на пересадку між різними видами транспорту. Важливо також забезпечити взаємозв'язок між усіма компонентами та раціонально розподілити основні потоки пасажирів та транспорту.

У цьому контексті визначаються основні складові хабу. Чотири основні складові включають транспортну (техногенну), соціальну, комерційну та енергоефективну.

Транспортна (техногенна) складова охоплює парковки, зупинки, платформи, транспортні комунікації, технічні комунікації, адміністративну зону, пішохідні комунікації та обслуговуючу зону, забезпечуючи інфраструктурну базу для ефективного функціонування.

Соціальна складова включає загальний простір, вестибюлі, зони рекреації, кафе, ресторани, зали та зони очікування, а також сервісне обслуговування для задоволення різноманітних потреб пасажирів.

Комерційна складова охоплює торгові простори, офісно-ділову зону, спортивну зону, а також культурно-розважальні та пізнавальні простори, створюючи можливості для бізнесу та розваг.

Енергоефективна складова включає рекреаційні та озеленені зони, благоустрій, екологічні види транспорту, застосування енергоефективних технологій та сортування сміття для створення екологічно чистого середовища.

Також можна використовувати сучасні технології для обслуговування пасажирів, механізації, автоматизації та комп'ютеризації для ефективного виконання операцій з обслуговування пасажирів.

В результаті трансформацій транспортно-пересадочні вузли стають не лише центрами бізнесу та громадської активності, але і новими архітектурно-композиційними центрами міста, що формують його враження.

Для завершеного образу хабу важливо розробляти елементи інформаційно-довідкового обладнання, такі як таблички, вказівники, інформаційні стенди, вивіски, реклама тощо, для створення єдиного бренду міста.

3 АЕРОПОРТОВО-ЗАЛІЗНИЧНІ ТРАНСПОРТНІ ХАБИ

3.1 Оцінки взаємодії залізниці та авіації

Зв'язок та взаємодія між авіаційним та залізничним транспортом у сфері перевезення пасажирів відіграють важливу роль у сучасних міжнародних транспортних системах. Обидва види транспорту виконують різні функції та мають свої переваги, проте взаємодія між ними може сприяти покращенню ефективності та зручності для подорожуючих.

По-перше, взаємодія авіаційного та залізничного транспортів забезпечує пасажирам більш гнучкий та зручний вибір маршрутів. Інтеграція рейсів із залізничними маршрутами дозволяє пасажирам здійснювати пересадки та переміщення з одного виду транспорту на інший зі збереженням єдиного квитка або квитка з пересадкою, що полегшує планування подорожі та зменшує час очікування.

Крім того, така взаємодія сприяє створенню комплексних транспортних вузлів, основною метою яких є зосередження на забезпеченні безперервності руху та зручності для пасажирів. Зокрема, аеропортово-залізничні вузли можуть забезпечити швидку та зручну пересадку пасажирів, які подорожують між містами або країнами.

Така співпраця також сприяє зменшенню навантаження на аеропорти та дороги. Перехід на залізничний транспорт для коротких внутрішніх маршрутів може зменшити трафік в авіаційних аеропортах, дозволяючи авіаперевізникам фокусуватися на більш важливих маршрутах.

Також ця взаємодія може забезпечити більш екологічно чистий спосіб перевезення. Залізничний транспорт відомий своєю високою ефективністю в енергоспоживанні, тому використання його для коротких дистанцій або під'їздів до аеропортів може допомогти зменшити викиди вуглекислого газу в атмосферу.

Не менш важливим є те, що такий взаємозв'язок може підвищити доступність транспортних послуг для різних категорій населення. Залізничні маршрути можуть бути значно доступнішими та вигідними для пасажирів з обмеженим бюджетом, а також для тих, хто шукає більш економічний та менш стресовий спосіб пересування.

Зокрема вже встановлено, що тісна взаємодія залізничного та авіаційного видів транспорту при перевезенні пасажирів забезпечує досягнення наступних цілей:

- Зменшення тривалості часу подорожі та підвищення зручності для пасажирів;
- Зниження вартості квитків та забезпечення їх доступності;
- Забезпечення інтермодальних зв'язків та зручних пересадок пасажирів;
- Покращення екологічних аспектів та зниження впливу на довкілля;
- Отримання додаткових соціальних вигод та підвищення комфорту пасажирів;
- Забезпечення гнучкості та вибору для пасажирів.

Однак, взаємодія залізничного і авіаційного видів транспорту, на даний час, ще недостатньо поширена у світі та потребує подальшого вивчення та розгляду. Зокрема у наступних аспектах:

Фактори взаємодії: Дослідження додаткових областей співпраці між авіаційним та залізничним транспортом. Наприклад, розгляд взаємодії у відношенні логістики вантажів, спільного використання інфраструктури, а також впливу на економіку та екологію.

Деталізація переваг співпраці: Подальший аналіз кожної переваги взаємодії для пасажирів. Наприклад, вплив на час подорожі, комфортність, вартість квитків, інтермодальні зв'язки тощо.

Міжнародний та внутрішньо-державний вплив: Подальші дослідження впливу співпраці авіації та залізниці на рівні як внутрішньої країни, так і на міжнародному рівні. Зокрема розгляд можливостей для подорожей між країнами, міжконтинентальні зв'язки та інші аспекти глобальних перевезень.

Тенденції майбутнього розвитку: Вивчення прогнозів та аналіз тенденцій щодо розвитку співпраці між авіаційним та залізничним транспортом. Розгляд можливостей подальшого покращення співпраці, запровадження інноваційних технологій та перспективних напрямків розвитку цього партнерства.

Географічний вплив: Вивчення впливу цієї співпраці на різні регіони світу. Порівняння моделей співпраці у різних країнах, їхніх переваг та недоліків.

Соціальні та екологічні аспекти: Аналіз впливу на суспільство та довкілля. Наприклад, такого як зменшення транспортних заторів, скорочення викидів вуглецю, полегшення доступу до транспорту для різних соціальних груп тощо.

У якості переваг співпраці та тенденцій майбутнього розвитку синергії залізничного та авіаційного видів транспорту можна навести приклади інтермодальних зв'язків, які означають зручні та ефективні пересадки пасажирів між цими видами транспорту для досягнення кінцевої точки подорожі. Це передбачає створення транспортних вузлів, де пасажир може зручно переміститися з одного транспортного засобу на інший без зайвих перешкод чи стресу.

Прикладом інтермодальних зв'язків є аеропортово-залізничні вузли (пасажирські транспортні хаби – ПТХ), де залізничні мережі пов'язані з авіаційними терміналами. Це дозволяє пасажирам легко дістатися до аеропорту або виїхати з нього з використанням залізничних маршрутів, зменшуючи час пересування та спрощуючи процес пересадки.

На сьогоднішній день існує кілька місць у світі, де реалізовані великі пасажирські транспортні хаби, які об'єднують авіаційний і залізничний транспорт. Ці вузли створені для сприяння зручності пасажирів та оптимізації міжвідомчих перевезень. Ось деякі приклади:

Франкфурт-на-Майні, Німеччина (Flughafen Fernbahnhof): Аеропорт Франкфурта ім. Вольфганга Амадея Моцарта (Flughafen Frankfurt am Main) має пряме з'єднання з залізничним вокзалом Франкфурта (Frankfurt Hauptbahnhof). Це дозволяє пасажирам легко переміщатися між цими двома транспортними вузлами.

Лондон, Велика Британія (Heathrow Airport): Аеропорт Хітроу має підземну лінію метро, яка забезпечує зв'язок з лондонською системою залізничного транспорту, включаючи поїзди Heathrow Express та Heathrow Connect.

Амстердам, Нідерланди (Schiphol Airport): Аеропорт Схіпголь також має прямі залізничні з'єднання з центральною станцією Амстердама (Amsterdam Centraal), що дає можливість пасажирам легко досягати міста.

Гонконг (Hong Kong International Airport): У Гонконгу залізниця Airport Express забезпечує швидке та зручне з'єднання між аеропортом та центром міста.

Київ, Україна (Аеропорт Бориспіль): До початку військових дій в Україні також працював маршрут «Бориспільський експрес», який забезпечував зручний та швидкий транспортний зв'язок між центральною частиною столиці України та аеропортом. Лінія "Бориспільського експресу" прокладена з Київського вокзалу (зупинка "Центральний залізничний вокзал") до терміналу D аеропорту "Бориспіль". Поїзди рухаються з різними інтервалами та пропонують пасажирам зручний та швидкий спосіб досягнення аеропорту чи повернення до центру міста.

"Бориспільський експрес", як і решта прикладів є однією з ініціатив, яка показує синергію залізничного транспорту та міжнародного аеропорту, сприяючи

забезпеченню зручності та доступності для пасажирів, які подорожують між центром міста та аеропортом.

Узагальнюючи сказане можна констатувати, що взаємодія між авіаційним та залізничним транспортом у перевезенні пасажирів відкриває широкі можливості для поліпшення якості транспортних систем та забезпечення пасажиром ширшого вибору, зручності та доступності при плануванні своїх подорожей.

На сьогоднішній день можна окреслити ряд досліджень науковців у царині аеропортово-залізничної взаємодії, а саме у функціонуванні та розвитку транспортно-пересадочних вузлів. У загальному, їх можна розділити на дві групи.

Перша група праць зачіпає окремі аспекти організації пасажирських перевезень, технології роботи ТПВ із залізничними вокзальними комплексами, станціями метро, аналізу технології роботи та схем пасажирських станцій, а також їх розміщення в межах транспортно-пересадочного вузла при взаємодії з іншими видами транспорту. Серед них можна назвати праці А.А. Бичкової, П.В. Голубєва, Н.Ю. Євреєвої, Н.А. Калюжного, Є.В. Копилової, В.Я. Негрея, Н.В. Правдіна, С.М. Резера, Г.О. Самчук тощо.

Другу групу праць складають дослідження ТПВ, в яких вони розглядаються в загальному комплексі аеропорту, зокрема, аеровокзалу. Це роботи: Ю.Н. Євреїнов, І.Е. Абдалла, К.А. Парфьонова, В.В. Денисова, Anna Harrison, Sarah N. Shuchi, М. Б. Касім тощо.

Аналіз цих джерел дав змогу окреслити проблеми формування транспортно-пересадочних вузлів. Зокрема такі, як специфіка проектування хабів аеропортів і загальні принципи формування простору ТПВ. Недоліком зазначених робіт є те, що вони не висвітлюють принципових аспектів функціонально-просторових

рішень транспортно-пересадочних вузлів аеропортів та не повністю зосереджуються на дослідження ТПВ в аеропортах.

3.2 Визначення доцільності запровадження залізничного сполучення до аеропорту

У більшості українських аеропортів забезпечення транспортного сполучення між аеропортом і містом реалізується через використання автобусів, тролейбусів, автомобілів та таксі. Проте ці види транспорту не завжди можуть відповідати зростаючим потокам пасажирів та забезпечувати швидке та комфортне переміщення. Тому для обслуговування великих аеропортів часто використовують більш швидкі транспортні засоби, такі як монорельси, вертольоти, метро та швидкісна залізниця. Наприклад, міжнародний аеропорт "Бориспіль" в Київській області використовує швидкісний приміський поїзд для з'єднання аеропорту із містом Києвом. Багато аеропортів також використовують залізничний транспорт для забезпечення комфортного та безпечного сполучення між містом та аеропортом, що є ефективним рішенням для великих пасажирських потоків.

У сучасній глобальній практиці організація та створення транспортно-пересадочних вузлів напряду пов'язана із залізничним транзитним транспортом, який є основою аеропортного транспортного вузла. За словами французького географа Жана Готмана, у світі існують шість світових агломерацій: Тихоокеанська (з центром в Токіо), Китайська (з центром у Шанхаї), агломерація північно-західної Європи (з Парижем), Лондонська (з центром в Лондоні), Атлантична агломерація північно-східної США (з Нью-Йорком) і агломерація Великих озер Північної Америки (з центром у Чикаго). Кожна з цих агломерацій включає визначені аеропорти, які є підключеними до залізничної транспортної

системи. Наприклад, на Тихоокеанському узбережжі існує мультиаеропортна система, що складається з дев'яти аеропортів, з яких шість вже мають залізничні транзитні лінії (табл. 2

Таблиця 2 – Система розподілу наземного трафіку аеропортів узбережжя Тихого океану системи аеропортів Японії (2021 р.)

№	Назва аеропорту	Пасажирська пропускна здатність (десятки тисяч осіб)	Вантажна пропускна здатність (десятки тисяч тонн)	Залізнична транзитна лінія
1	Токіо Ханеда	8550	126	Keiohama Express Electric Залізниця Токійський монорейковий трамвай
2	Токіо Наріта	4435	226	Electric Railway Air Por Narita Лінія електричної залізниці
3	Центральний Міжнародний Нагоя	1235	19	Лінія залізничного аеропорту Нагоя
4	Сідзуока	73	0	-
5	Осака Інтернешнл (Ідан)	1619	13	Монорейковий трамвай Осаки
6	Осака Кансай	2941	81	JR West Japan Kansai Airport Line Трамвайна лінія аеропорту
7	Кобе	319	0	Лінія штучного острова гавані
8	Нагоя	93	0	-
9	Nanji Bai Bang	16	0	-

Мережа мультиаеропортних систем у північно-західній Європі включає 14 транспортних аеропортів, з яких сім, таких як Брюссель, де Голль, Схіпхол, Оллі, Бонн, Дюссельдорф, Кельн і Лілль, мають безпосереднє з'єднання з залізничними транзитними лініями (табл. 3). У Лондонській системі Британії об'єднано 13 транспортних аеропортів, зокрема Хітроу, Гатвік, Лутон, Манчестер, Станстед, Бірмінгем, Лондон-Сіті та Саутенд, мають власні залізничні лінії, або тісно з ними пов'язані (табл. 4).

Таблиця 3 – Система розподілу наземного трафіку аеропортів
північно-західної Європи (2021 р.)

№	Назва аеропорту	Пасажирська пропускна здатність (десять тисяч осіб)	Вантажна пропускна здатність (десять тис. тонн)	Залізнична транзитна лінія
1	Шарль де Голль	7617	193	Французька магістральна високошвидкісна залізниця приміського експреса (RER-B)
2	Оллі	3312	12	Залізничний транспорт до аеропорту (Орлівал)
3	Боу-Тіллей	379	-	-
4	Ліль	208	-	Airport Express (la navette) ICE (High Speed Rail)
5	Кельн Бонн	1296	85	RE (регіональний експрес) S-Bahn (Столична залізниця)
6	Дюссельдорф	2428	8	Лінійна колія аеропорту Монорейкова лінія
7	Схіпхол	7105	174	Лінія міжміського легкорейсового транспорту S11
8	Роттердам-Гаага	178	-	Голландська національна залізниця
9	Ейндховен	620	-	-
10	Антверпен	28	-	-
11	Брюссель	2569	54	Бельгійська національна залізниця
12	Southern Shalova	803	-	-
13	Остенде Брюгге	42	3	-
14	Льєж	30	87	-

З таблиць (табл. 2, 3, 4) робимо висновок, що визначальним чинником запровадження стаціонарних додаткових ліній до аеропорту є його пасажирообіг. Згідно з представленими даними, розбудова залізничних зв'язків між містом та аеропортом передбачається переважно в аеропортах із пасажирообігом більше 2 мільйонів осіб. Також значущим показником є вантажообіг, оскільки він впливає на формування транзитних сполучень.

Таблиця 4 – Система розподілу наземного трафіку для аеропортів
лондонської мультиаеропортової системи Британії (2021 р.)

№	Назва аеропорту	Пасажирська пропускна здатність (десять тисяч осіб)	Вантажна пропускна здатність (десять тис. тонн)	Залізнична транзитна лінія
1	Хітроу	8089	159	Залізнична лінія аеропорту Лінія метро Пікаділлі
2	Гатвік	4609	12	Аеропорт Експрес (Гатвік Експрес) Британська національна залізниця
3	Станстед	2800	24	Аеропорт Експрес (Станстед Експрес) Британська національна залізниця
4	Лутон	1677	3	Британська національна залізниця
5	Лондон Сіті	482	0	Легкорельсовий залізничний транспорт DLR
6	Бич	0.2	0	-
7	Саутенд	148	0	Британська національна залізниця
8	Бірмінгем	1246	3	Британська національна залізниця
9	Ліверпуль	505	0	Система швидкого транзиту
10	Манчестер	2829	12	Британська національна залізниця
11	Ліззі Бредфорд	404	0	-
12	Донкастер Шеффілд	122	1	-

З погляду досвіду аеропортобудування, залізничний транзит в аеропортах складається зі швидкісної залізниці, яка обслуговує середні та дальні пасажирські маршрути в межах міської агломерації або між нею, та міжміської залізниці, яка забезпечує ефективні та зручні транспортні послуги для пасажирів на середніх і коротких відстанях, між сусідніми містами міської агломерації. Більшість аеропортів агломерацій мають доступ до швидкісних, міських та міжміських залізниць, утворюючи транзитні лінії в інтегрованих транспортних вузлах аеропортів. На цих транзитних лініях створюються пересадочні станції, розташовані в терміналах (на різних рівнях) та на аеровокзальній площі. Наприклад, у Лондонському аеропорту Хітроу є чотири термінали (2, 3, 4 і 5), залізнична лінія аеропорту має станції в терміналах 2 і 3, а також в терміналі 5; лінія метро Piccadilly обслуговує станції в усіх чотирьох терміналах. Аеропорт

Гатвік має два термінали (північний і південний), а національна залізниця та аеропортовий експрес (Gatwick Express) мають станції всередині аеропорту. У Лондонському аеропорту Станстед розташовані залізнична станція аеропорту та станція Airport Express (Stansted Express) на першому поверсі терміналу.

У табл. 5 наведено приклади застосування залізниць в аеропортах ще деяких містах світу. Таким чином, мережа аеропортових транзитних залізниць формує інтегрований транспортно-пересадочний вузол, котрий є ключовою ланкою транспортної системи міської агломерації. Із використанням аеропортних транспортних вузлів забезпечується залізничне сполучення між аеропортами, а також між аеропортом і містом.

Таблиця 5 – Застосування додаткових залізничних ліній в аеропортах світу.

Місто	Аеропорт	Пасажиропотік, млн чол. в рік (2021 р.)	Відстань від центра міста, км	Типи залізничних ліній	Час шляху, хв.
Київ	Бориспіль	9 433 000	29	Kyiv Boryspil Express	40
	Жуляни	1 517 900	8	-	-
Львів	«Львів»	1 834 051	7	-	-
Токіо	Ханеда	85 500 975	15	Монорельс Намаматсухо	18
Лондон	Хітроу	80 890 000	22	Heathrow Express	25
				Метро	45
Барселона	Эль-Прат	44 100 000	14	Поїд RENFE	25
Шанхай	Пудун	35 000 000	30	Маглев Transrapid	15

Інтеграція залізничних ліній в систему аеропорту пстановить особливність великих міст і сучасної світової практики. Основні критерії, які визначають рентабельність будівництва залізничних ліній, становлять:

- Забезпечення достатнього рівня пасажиропотоку, що перевищує 2 мільйони пасажирів на рік (без врахування трансферних пасажирів).

- Збалансоване співвідношення ціни та якості наданої послуги.
- Віддаленість аеропорту більше 14 км від центру міста.
- Конкурентоспроможність відносно інших альтернатив.

Міжнародні аеропорти України, такі як "Львів" та "Київ" (Жуляни), на відміну від "Бориспіль", не володіють інтегрованими прямими залізничними лініями. Це спричиняє те, що пасажирів змушені використовувати послуги автобусів, таксі чи користуватись для переміщення приватними автомобілями. Таке положення може бути результатом або обумовлено меншим пасажирообігом, або представляти собою важливий недолік міського планування. Слід розглянути за результатами проведених досліджень, чи є це явище зумовленим недостатнім пасажирообігом, чи воно є суттєвим недоліком міської планувальної системи.

У таблиці 6 наведено порівняння чинників, які впливають на вибір виду транспорту, котрий необхідно запроваджувати для трансферу пасажирів до аеропортів. Як бачимо, ключовим чинником, який це визначає є пасажиропотік.

Якщо виявиться суттєве зростання пасажирообігу, то це можна вирішити, впроваджуючи додаткові залізничні лінії тобто надаючи більше варіантів переміщення.

Таблиця 6 – Вибір виду транспорту між містом та аеропортом

Пасажиропотік аеропорту, млн пас. в рік	Рішення вибору транспорту	Типи транспорту	Приклади аеропортів
0 – 1,5	Автомобільний транспорт	Автобус, приватний транспорт, таксі	Сідзуока, Нагоя, Nanji Bai Bang, Антверпен, Остенде Брюгге, Льєж, Донкастер Шеффілд
1,5 – 20,0	Будівництво однієї додаткової залізничної гілки	Експрес/поїзд/швидкісний трамвай	Бориспіль, Центральний Міжнародний Нагоя, Осака Інтернешнл (Ідан), Кобе, Ліль, Роттердам-Гаага, Саутенд, Лутон, Лондон Сіті, Бірмінгем, Ліверпуль,
Більше 20,0	Будівництво кількох залізничних гілок.	Поїзд + метро/ високошвидкісний поїзд (маглев)	Ханеда, Токіо Наріта, Осака Кансай, Дюссельдорф, Хітроу, Гатвік, Станстед

У сучасних умовах існує кілька технологічних інновацій, які можуть забезпечити швидкі та ефективні маршрути. Наприклад, у Шанхаї магнітно-левітаційний поїзд обслуговує маршрут в аеропорт Пудун з середньою маршрутною швидкістю 223 км/год (максимальна швидкість - 430 км/год). Важливо відзначити, що світовий досвід показує, що вартість будівництва магнітно-левітаційних ліній є нижчою, аніж для традиційних залізничних ліній (табл. 7).

Таблиця 7 – Вартість будівництва високошвидкісних залізниць.

Країна	Траса	Вартість 1 км лінії, млн дол. США
Італія	«TVA» Неаполь–Рим	42,00
Корея	«КТХ»	40,00
Німеччина	«ICE» Франкфурт-Кельн	30,00
Тайвань	«Shinkansen Taiwan»	46,00
США	California High Speed Rail	60,00
КНР	Маглев «SMT» Шанхай–Пудонг	24,00

Порівнявши дані таблиці можна стверджувати, що магнітно-левітаційні поїзди володіють низкою переваг у порівнянні з швидкісними експресами – поїздами рух яких, базується на технології «колесо-рейка». Серед цих переваг можна зазначити:

- швидкість, яка підтримується на рівні 450 км/год;
- комфортніша динаміка розгону та гальмування;
- відчутне зниження експлуатаційних витрат, за рахунок відсутності механічного та електричного контакту між поїздом та рейкою;
- зниження викидів CO.

ВИСНОВКИ

Транспортно-пересадочний вузол визнається ключовим компонентом транспортної системи аеропорту, оскільки він відповідає за розподіл потоків пасажирів у межах аеровокзального комплексу між різними видами транспорту. З урахуванням постійного розширення міських меж стає все складніше для пасажирів здійснювати безпересадкові маршрути до аеропорту. Таким чином, аналіз організації транспортно-пересадочних вузлів у складі аеропортів виявляється особливо важливим, оскільки система ТПВ аеропортів взаємодіє з приміською транспортною системою. Від того, як будуть структуровані та розташовані транспортно-пересадочні вузли на території аеропортів, залежить ефективність управління пасажирськими потоками як в самому термінальному комплексі, так, навіть, і в загальній міжрегіональній транспортній системі.

На підставі розгляду та аналізу розвитку залізничного транзиту у системах аеропортів на тихоокеанському узбережжі Японії, системах аеропортів північно-західної Європи та системи аеропортів Лондона, можна визначити, що аеропортові транспортні системи ефективно інтегруються в залізничні системи міських агломерацій. Вони утворюють ефективні транспортно-пересадочні вузли, поєднуючи різні типи пасажирського транспорту. З проведеного аналізу видно, що ключовим чинником, який впливає на впровадження залізничного транспорту до аеропортів, є пасажиропотік, який і визначає вибір виду транспорту, який забезпечуватиме трансфер пасажирів між містом та аеропортом.

Закордонний досвід підтверджує, що українські аеропорти лише наближаються до стандартів світового класу щодо організації залізничних з'єднань та їх інтеграції в міський транспорт.

Серед основних факторів, які впливають на формування транспортно-пересадочних вузлів в аеропортах, слід відзначити: включення транспортної системи аеропорту до систем приміського та міського транспорту; наявність транзитних ліній залізничного транспорту всередині аеропорту; різноманіття залізничних та автомобільних видів транспорту (метро, монорейка, автобуси, електротранспорт, таксі).

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хайрулліна Ю.С. Історичний огляд вітчизняного досвіду формування міських вузлових об'єктів залізничної інфраструктури // Архітектон: відомості вузів. 2012. № 40. С.108–118.
2. Овчиннікова Е.А. Біографія вокзалу // Світ транспорту. 2012. № 2. С. 204.
3. Захаров В.Р. Транспортно-пересадочні вузли в системі багатофункціонального обслуговування пасажирів: монографія. К.: 2008. 103 с.
4. Власов Д.Н. Галузева схема розміщення транспортно-пересадочних вузлів і перехоплюючих стоянок [Електронний ресурс]. URL: http://stroj.mos.ru/uploads/user_files/files/Shemy/TPU.pdf (22.01.2016).
5. Булгакова Е.А., Савічева А.А. Сучасні тенденції проектування транспортно-пересадочних вузлів в інфраструктурі мегаполіса // Євразійський союз вчених (ЄСУ). 2015. № 4 (13). С. 155–157.
6. Steg L. Sustainable transportation. A psychological perspective // IATSS Research. 2007. № 2. P. 1–9.
7. Vuchic V.R. Urban transit systems and technology. Hoboken: John Wiley and Sons, INC, 2007. 602 p.
8. Engel B. Mobility Culture Towards sustainable urban transport planning [Электронный ресурс]. URL: http://winteruni.com/wp-content/uploads/2015/03/Barbara-Engel_Mobility-Culture.pdf (27.10.2015).
9. Edwards B. The modern airport terminal. New approaches to airport architecture. Second edition. Abingdon: Taylor and Francis Group, 2005. 277 p.
10. Conesa A. Embedding of transit and urban planning [Електронний ресурс]. URL: http://winteruni.com/wp-content/uploads/2015/03/Alexis-Conesa_Embedding-of-transit-and-urban-planning.pdf (27.10.2015).

11. Van der Hoeven F. Seventh Framework Programme (FP7) project funded by European Commission [Електронний ресурс]. URL:http://winteruni.com/wp-content/uploads/2015/03/Frank-van-der-Hoeven_Seventh-Framework-Programme-FP7-project-funded-by-European-Commission.pdf (15.12.2015).
12. Blow Ch. Transport terminals and modal interchanges. Planning and Design. Oxford: Architectural Press, 2005. 196 p.
13. Fleming D.K. Yehuda Hayuth. Spatial characteristics of transportation hubs: centrality and intermediacy // Journal of Transport Geography. 1994. № 2 (1). P. 3–18.
14. Shekdar D. Transport Interchange as city centres of activity [Електронний ресурс]. URL:http://winteruni.com/wp-content/uploads/2015/03/Dilip-Vishnupant-Shekdar_Planning-approach-Case-Study-Naya-Raipur-Chhattisgarh-India.pdf (27.10.2015).
15. Якимів М.Р. Наукова методологія формування ефективної транспортної системи: автореф. дис. д-ра технічних наук: 05.22.01 /М.Р Якимов - М., 2011. - 46 с.
16. Вдовиченко В.О. Методологічні основи формування системної ефективності громадського пасажирського транспорту в умовах сталого розвитку: монографія. Харків: ХНАДУ, 2017. 212 с.148.
17. Поносів Ю.К. Методологічні засади формування багаторівневих транспортних систем: автореф. дис. д-ра техніч. наук/Ю.К. Проносів // 05.22.01. - Москва. - 2009. - 38 с.
18. Tian G. Banded transportation junction formed by paralleling parallel elevated road stations and elevated railway stations: patent for the invention CN № 101870294, B61B 1/00, B61B 5/00, 27.10.2010.
19. Ковальова Н.А. Просторово-технологічний розвиток міських пасажирських

- транспортних систем: автореф. дис. канд. техніч. наук/Н.А. Ковальова // 05.22.01. - Ростов-на-Дону, 2015. - 22 с.
- 20.Резер С.М. Логістика пасажирських перевезень залізничним транспортом / Резер С.М. - 2007. - 516 с.
- 21.Єпішкіна К.М. Оцінка суспільної ефективності рейкового транспорту мегаполісу /К.М. Єпішкіна // Державний університет шляхів сполучення. Регіон: економіка та соціологія, – №1. - 2010. - С. 255 - 272.
- 22.Терзі В.І. Підвищення ролі пасажирських перевезень у транспортних вузлах мегаполісів / В.І. Терзі, П.В. Самарців. Зб. статей регіональної науково-практичної конференції «ВНЗ Сибіру та Далекого Сходу – Транссибу – 2002. – С. 102 – 104.
- 23.Артинов, А.П. Автоматизація керування транспортними системами / А.П. Артинов, В.М. Ємбулаєв, А.В. Пупишев, В.В. Скалецький. - М.: Наука, 1984. - 272 с.
- 24.Петраков, Г.П. Організація взаємодії залізниць з іншими видами транспорту у транспортних вузлах на основі мультимодальних логістичних центрів: автореф. дис. канд. техніч. наук: 05.22.08 / Петраков Геннадій Петрович. - Москва. – 2014. – 25 с.
- 25.Пазойський, Ю.О. Організація приміських перевезень залізничним транспортом / Ю.О. Пазойський. - М.: МПТ. - 1999. - 193 с.
- 26.Пазойський, Ю.О. Пасажирські перевезення на залізничному транспорті (прикладі, завдання, моделі, методи та рішення) / Ю.О. Пазойський, В.Г. Шубко, С.П. Вакуленко. - М: УМЦ ЖДТ. - 2009. - 342 с.
- 27.Шубко, В.Г. Удосконалення пасажирських перевезень/В.Г. Шубко, В.С. Ковпаків. - М.: Транспорт. - 1983. - 191 с.
- 28.Вакуленко, С.П. Інтермодальні перевезення у пасажирському сполученні за

- участю залізничного транспорту: навчальний посібник / С.П. Вакуленко та ін.; за ред. Вакуленко С.П. – К.: ФДБОУ "Навчально-методичний центр з освіти на залізничному транспорті", 2013. - 263 с.
- 29.Вакуленко, С.П. Про необхідність розробки концепції формування та розвитку транспортно-пересадочних вузлів як основи мультимодальних перевезень пасажирів / С.П. Вакуленко, Н.Ю. Євреєнова // Праці Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку транспорту», У 2т. Т. 2., 2013. - 333 с. - С. 52-55.
- 30.Шемякіна, В.А. Містобудівні структури нових міст Великобританії (кінець ХІХ - початок ХХІ століття): автореф. канд. архітектури: 05.23.22 / Шемякіна Вероніка Олександрівна. - М, 2014. - 25 с.
- 31.Ломакіна, Д.Ю. Концепція сталого розвитку на стратегії містобудування Франції: автореф. дис. канд. архітектури: 05.23.22 / Ломакіна Дар'я Юріївна. - М., 2010. - 26 с.
- 32.Кучеренко, Н.М. Нові підходи до проектування транспортних пересадочних вузлів у містах / Н.М. Кучеренко, Є.А. Рейцен // Матеріали ХІ міжнародної (чотирнадцятої Єкатеринбурзької) науково-практичної конференції «Проблеми розвитку транспортних систем міст та зон їхнього впливу». - Єкатеринбург: вид-во АМБ. - 2005. - 245 с.
- 33.Рейцен, Є.О. Міські транспортно-пересадочні вузли та логістика / Є.О. Рейцен, К.О. Томкевич // Містобудування та територіальне планування, №17. - К: 2004. - С.276 - 290.
- 34.Євреєнова, Н.Ю. Вибір параметрів транспортно-пересадочних вузлів, що формуються за участю залізничного транспорту: дис. канд. техніч. наук: 05.22.08 / Євреєнова Надія Юріївна. - М, 2014. - 185 с.
- 35.Левківська, Є.П. Транспортно-планувальні засади організації пересадочних

- вузлів приміського-міського сполучення: автореф. дис. канд. техніч. наук: 18.00.04 / Левківська Єлизавета Павлівна. - М. - 1991. - 16 с.
- 36.Щурова В.А. Роль мережі транспортно-пересадочних вузлів у функціонально-планувальній структурі міста / В.А. Щурова // Містобудування та територіальне планування. – № 13. – К.: КНУБА. – 2002. – С. 428 – 255.
- 37.Щурова В.А. Визначення типів транспортно-пересадочних вузлів у міському середовищі // Перспективні напрямки проектування житлових та громадських будівель. – К.: КиївЗНДІЕП, 2003. – Спец. вип. – С. 107-112.
- 38.Щурова В.А. Особливості архітектурно-планувальної організації транспортно-пересадочних вузлів // Містобудування та територіальне планування. – К.: КНУБА, 2002. – Вип. 16. – С. 259 – 264.
- 39.Хомицька, А.А. Транспортно-пересадочні вузли у центральних районах міста/О.О. Хомицька // Завдання вдосконалення організації руху на центрах міст / Тези респ. наук.-техн. конф. – Вільнюс. - 1980.- С.46 - 48.
- 40.Власов, Д.М. Транспортно-пересадочні вузли: монографія/Д.М. Власов // М-во освіти та науки Рос. Федерації, Нац. Досліджувати. Моск. Держ. Будує. Ун-т: - 2-ге вид. - М.: Вид-во Моск. Держ. Будує. Ун-та. - 2017. - 192 с.
- 41.Власов, Д.М. Структура та склад нормативних вимог до міських транспортно-пересадочних вузлів / Д.М. Власов // Містобудування. – 2015. – №3 (37). - С. 11 -19.
- 42.Yap, M. Where shall we sync? Clustering passenger flows to identify urban public transport hubs and their key synchronization priorities / Menno Yap, Ding Luo, Oded Cats, Niels van Oort // Transportation Research Part C: Emerging Technologies Volume 98. – 2019. – pp. 433 – 448.
- 43.Рейцен, Є.О. Міські транспортно-пересадочні вузли та логістика / Є.О

- Рейцен, К.О. Томкевич // Містобудування та територіальне планування, №17. - До: 2004. - С.276 - 290.
- 44.Голубєв, Г.Є. Багаторівневі транспортні вузли/Г.Є. Голубєв - М.: Стройиздат. - 1981. - 152 с.
- 45.Негрій, В.Я. Пропускна та переробна здатність споруд та пристроїв залізничного транспорту / В.Я. Негрій та ін // Навчальне видання. – Гомель: БелДУТ. - 2013. - 183 с.
- 46.Helbing, D. Simulation of Pedestrian Crowds in Normal and Evacuation Situations, Pedestrian and Evacuation Dynamics Springer-Verlag / D. Helbing // New York, 2002. – pp. 21 – 58.
- 47.Досвід Японії щодо розвитку транспортно-пересадочних вузлів, вересень 2014. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.undergroundexpert.info/empty/item/1055-opyt-yaponii-po-razvitiyu-transportno-peresadochnykh-uzlov>
- 48.Li, LN. Towards people-centered integrated transport: A case study of Shanghai Hongqiao Comprehensive Transport Hub / LN. Li, BPY. Loo // CITIES, 58. – 2016. – pp. 50 – 58.
- 49.Bracco, S. Creation of hubs for sustainable mobility / S. Bracco, M. Longo, 82.Ciommo, F. Interchange place: Sustainable and Efficient Urban Transport
- 50.Interchanges / Floridea Di Ciommo, Andrés Monzón, Ana BarberanChapter / In book: CITY- HUBs. – 2016. – pp. 37 – 50.
- 51.Jiang, JL. Study on Influencing Factors of Passenger Transfer and Transfer Volume in Comprehensive Passenger Transport Hub / JL. Jiang, CG. Jing // Advances in transportation, PTS 1 AND 2 (505-506). – 2014. - pp. 1194 – 1198.
- 52.Fan, B. Integrated optimization of urban agglomeration passenger transport hub location and network design / Bofeng Fan, Yuling Yang, Liang Li // URASIP

- Journal on Wireless Communications and Networking, 168. – 2018.
- 53.Fen, L-L. Analysis of Urban Rail Transit Seamless Transfer Standard / Liu Li Fen, Wang Wen // MATEC Web of Conferences 81, 03002. – 2016.
- 54.Hernandez, S. Urban transport interchanges: methodology for evaluating perceived quality / Sara Hernandez, Andres Monzon and Rocío de Oña // Accepted for publication in Transportation Research A: Policy and Practice. – 2016. – pp. 31 – 43.
- 55.Kristersson, P. The role of public transport interchanges in regional planning / Per Kristersson // Regions Magazine 285(1). – 2012. – pp. 16 – 17.
- 56.Levi, Y. A multi-objective optimization model for urban planning: The case of a very large floating structure / Yedidya Levi, Shlomo Bekhor, Yehiel Rosenfeld // Transportation Research Part, 98. – 2019. – pp. 85 – 100.
- 57.Li, Z.-C. Modeling intermodal equilibrium for bimodal transportation system design problems in a linear monocentric city / Zhi-Chun Li, William H.K. Lam, S.C.Wong // Transportation Research Part B., 46. – 2012.
- 58.Monzón, A. Efficient urban interchanges: the City-HUB model / Andrés Monzón, Sara Hernández, Floridea Di Ciommo // Transportation Research Procedia 14.– 2016. – pp. 1124 – 1133.
- 59.Monzon, A. Joint analysis of intermodal long distance-last mile trips using urban interchanges in EU cities / A. Monzon, A. Alonso, M. Lopez-Lambas // 20th EURO working group on transportation meeting, EWGT, 27. – 2017. – pp. 1074 – 1079.
- 60.Noichan, R. Analysis of accessibility in an urban mass transit node: A case study in a Bangkok transit station / R. Noichan, B. Dewancker // Sustainability (Switzerland) 10(12), 4819. – 2018.

- 61.Pitsiava-Latinopoulou, M. Intermodal Passengers Terminals: Design Standards for Better Level of Service / M. Pitsiava-Latinopoulou // *Procedia - Social and Behavioral Sciences, Transport Research Arena*. – 2012, 48. – pp. 3297 – 3306.
- 62.Redman, L. Quality attributes of public transport that attract car users: A research review / L. Redman, M. Friman, T. Gärling, T. Hartig // *Transport Policy*, 25. – 2013. – pp. 119 – 127.
- 63.Sherbina, E.V. City planning issues for sustainable development / E.V. Sherbina, N.V. Danilina, D.N. Vlasov // *International Journal of Applied Engineering Research*. – ISSN 0973 – 4562. – Volume 10, Number 22. – 2015. – pp. 43131 – 43138.
- 64.Sun, C. An Evaluation Method of Urban Public Transport Facilities Resource Supply Based on Accessibility / Chao Sun, Xiaohong Chen, H. Michael Zhang, Ze Huang // *Hindawi Journal of Advanced Transportation*. Article 3754205. – 2018. – 11 p.
- 65.Su, YY. Study on Modeling and Simulation Technology of Comprehensive Passenger Hub System / YY. Su, LS. Qu, ML. Huang // *Proceedings of the 6th international conference on machinery, materials, environment, biotechnology and computer (MMEBC)*. Volume 88. – 2016.
- 66.Vlasov, D. The Priority Directions of Public Transport Transit Hubs Development on Commuter Railways / D. Vlasov, N. Danilina, A. Shagimuratova // *Advances in Intelligent Systems and Computing* 692. – 2018. – pp. 299 – 309.
- 67.Yao, LY. Transfer Scheme Evaluation Model for a Transportation Hub based on Vectorial Angle Cosine / LY. Yao, XF. Xia, LS. Sun // *Volume 6 (7)*. – 2014.– pp. 4152 – 4162.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Ретроспектива об'єктів транспортної інфраструктури

<p>«Воксали» 18-19 ст. Громадські об'єкти, які включають в себе розважальну функцію (концертні зали, ресторани, театри, сади тощо), пізніше з залізничними станціями.</p>		
<p>Вокзали 19-20 ст. Представляють собою будівлю або комплекс будівель для обслуговування пасажирів, здійснення вантажних і поштових операцій</p>		
<p>Комплексні вокзали 20 ст. Типи комбінацій: з громадськими об'єктами або іншими типами вокзалів, забезпечуючи пересадку між різними видами транспорту, з'являється багаторівнева функціонально-планувальна структура.</p>		
		

Воксхол, Англія, 18 ст.

Східний вокзал, Франція, 19 ст.

Головний вокзал Франкфурта-на-Майні, Німеччина, 19 ст.

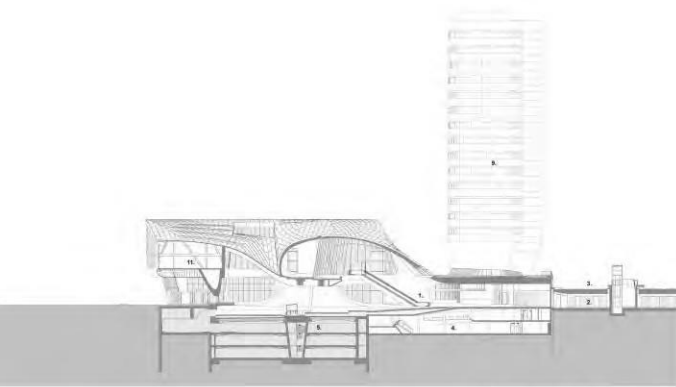
Київський вокзал, Україна, кін. 19 ст.

Мінський вокзал, Білорусь, реконструкція 70-ті роки

Курський вокзал, Росія, 1972 р.

<p>ТПВ 20-21 ст. Багатофункціональний об'єкт транспортного та пасажирського обслуговування. Це складний багаторіневий пересадочний вузол з прикладними функціями у сфері обслуговування.</p>	 <p><i>ТПВ Шатле-Ле-Аль, Франція, 1977-87 рр.</i></p>  <p><i>Центральний вокзал Роттердама, Нідерланди, 2014 р.</i></p>
<p>Транспортні пасажирські хаби кін. 20-21 ст. Транспортно-пересадочні вузли з розширеними функціями у сфері обслуговування, екологічно-зберігаючими функціями. Об'єктам відповідає концепція «місто всередині міста». Хаб має ідею транзитно-орієнтованого розвитку (TOD).</p>	 <p><i>TODTOWN, район Мінханг у Шанхаї, 2022р.</i></p>  <p><i>Транспортний вузол Шеньчженя, Китай, 2022 р.</i></p>

Центральний трансферний термінал Арнема, Арнем, Нідерланди
Рік: 1996-2015



Legend

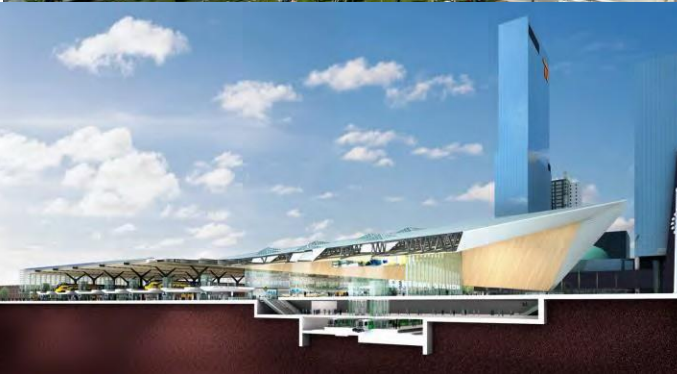
1 Public Transport Terminal	9	10	Office (Retail)
2 Public Transport	10	11	Office (Retail)
3 Parking & Transit South	11	12	Office (Retail)
4 Public Storage	12	13	Office (Retail)
5 Underground Parking Garage	13	14	Office (Retail)
6 Bus Station (Regional)	14	15	Office (Retail)
7	15	16	Office (Retail)
8	16	17	Office (Retail)

Arnhem OVT/PT
Doorsnede BB

Центральний трансферний термінал Арнема - це важливий вузол між 3 країнами - Німеччиною, Бельгією та Нідерландами. Станція складається з комерційних зон, конференц-центру та має сполучення з магазинами, офісами, житлом, кінокомплексом, офісною площею, підземним гаражем, центром міста та парком Sonsbeek. Концепція, використана UNStudio, полягала в тому, щоб стирати межі між внутрішнім і зовнішнім простором. Іншою ціллю архітекторів було об'єднання різних видів транспорту – пішоходів, велосипедів, автомобілів, автобусів, тролейбусів та поїзда.

Центральний вокзал Роттердаму

Рік: 2014



Центральний вокзал Роттердама – це мультимодальний транспортний вузол, який обслуговує швидкісний потяг (HST), систему легкої залізниці, трамвай, таксі, метро та автобусні маршрути. Це транспортний вузол з високим пасажиропотоком, який обслуговує приблизно 323 000 пасажирів на день. Знаходиться в центрі Європи і є першою зупинкою в Нідерландах під час подорожі з південного боку.

Передбачена велика транзитна зона, пов'язана з комерційними приміщеннями, лаунж- зонами, ресторанами, офісними приміщеннями, паркуванням для автомобілів і велосипедів.

Станція West Kowloon, Гонконг

Рік: 2018



Станція West Kowloon з'єднає Гуанчжоу-Шеньчжень-Гонконг мережею Національної швидкісної залізниці з Пекіном. Це ворота до материкового Китаю, площа станції приблизно 400 000 м.кв.

Концепція станції полягає у додачі в інтер'єрі свіжості лісу. Для підтримки даху, який складається з 4000 скляних панелей, є опорні сталеві колони. Величезний скульптурний дах пропускає денне світло в інтер'єрі та відкриває вид на місто з рівнів платформи та залу, візуально з'єднуючи людей з містом.

В оточенні високих будинків станція створює контраст завдяки своєму зеленому даху висотою 25 м, який дозволяє пасажирам відкрити панорамний вид на горизонт. Орієнтований на людей дизайн станції забезпечує максимальну мобільність, формуючи соціальну ідентичність Гонконгу.

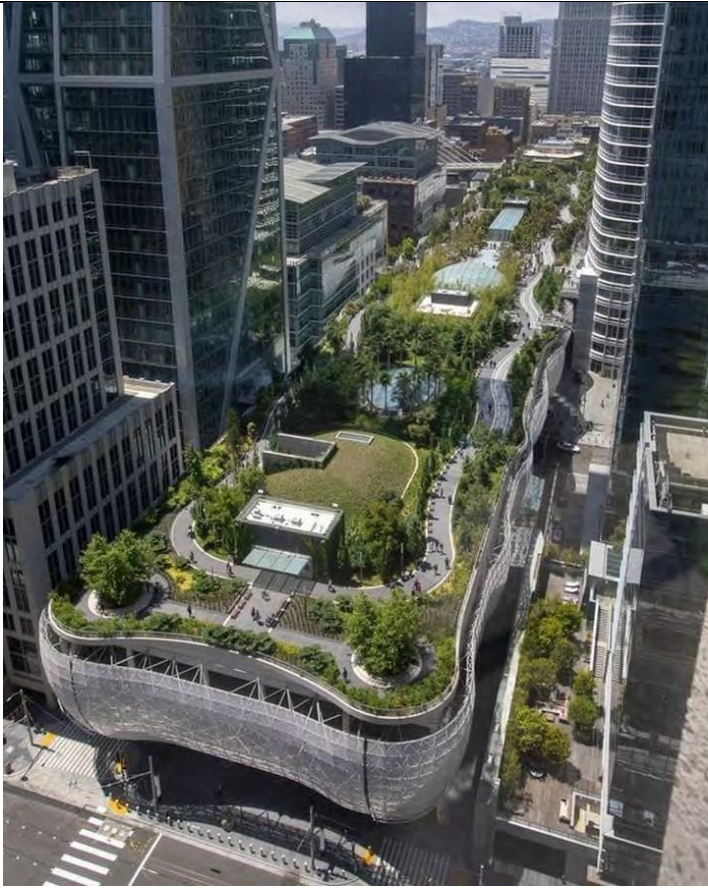
Мультимодальний пасажирський термінал Джорджії
Рік: 2013



Мультимодальний транспортний вузол Джорджії розташований у центрі Атланти і об'єднує обслуговування десяти платформ пасажирських поїздів, включаючи приміську та швидкісну залізницю. Він також включає 80 автобусних станцій для місцевих, регіональних та міжміських автобусів в єдиному транзитному вузлі. Транзитний вузол підкреслює великий зал, пов'язаний з ресторанами та торговими площами.

Transbay Transit Centre, Сан-Франциско

Рік: 2018



Transbay Transit Centre, також відомий як Salesforce Transit Centre, є мультимодальним транспортним вузлом, який складається з міського громадського простору, офісних і торгових приміщень, різноманітних залізничних та автобусних платформ, розкинутих на п'яти поверхах. Проект транзитного центру передбачає парк на даху площею 5,4 акрів у центрі міста. Він складається з кафе, ігрових майданчиків, мистецького та культурного центру, велосипедних або пішохідних доріжок та амфітеатру на 1000 осіб. Мансардні вікна в парку освітлюють транзитний вузол природним світлом.



Мультимодальний транспортний центр, Гаосюнь, Тайвань
Рік завершення: 2023



Мультимодальний транспортний вузол Гаосюня, об'єднує поїзди, метро, місцеві та міжміські автобуси, таксі та велосипеди. Станція пропонує численні зручності для місцевих громад і мандрівників, що робить її ефективним центром мобільності. У тропічному кліматі Гаосюня розлогий навіс із зеленим дахом зменшує ефект міського теплового острова та захищає відкриту громадську площу під ним, як це роблять великі дерева.