

ДЕПОЗИТНЕ
ЗБЕРІГАННЯ

М. Б. КУРГАН, Д. М. КУРГАН

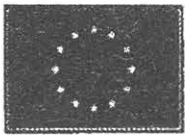
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РУХУ ПОЇЗДІВ В УКРАЇНІ



2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА



Tempus



М. Б. Курган, Д. М. Курган

Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні

МОНОГРАФІЯ

ДНІПРО
2016

УДК 656.224.027:625.113

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. *Е. І. Даніленко*,
д-р техн. наук, проф. *О. М. Даренський*

Рекомендовано до друку вченою радою
Дніпропетровського національного університету
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна

УДК 656.224.027:625.113

Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні [Текст]: монографія / М. Б. Курган, Д. М. Курган; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2016. – 283 с.

ISBN 978-966-8471-78-0

Монографія присвячена розробці теоретико-методологічних підходів і практичних рекомендацій щодо визначення технічних можливостей створення високошвидкісних магістралей (ВШМ) в Україні. Для вирішення цього завдання застосовано системний підхід, який включає аналіз світового досвіду, дослідження передумов до організації високошвидкісного руху поїздів в Україні, проектування траси ВШМ, що передбачає розробку вимог і нормативів з проектування плану та поздовжнього профілю, обґрунтування конструкції залізничної колії, умов взаємодії колії з рухомим складом тощо.

Ґрунтуючись на результатах наукових розробок (вітчизняних і зарубіжних), намічені шляхи вирішення проблеми, що стосуються проектування траси ВШМ і створення високошвидкісної мережі в Україні з урахуванням геополітичних, топографічних та інших умов. Розвинуто теорію розрахунків динамічної взаємодії рейкової колії з рухомим складом, запропоновано сучасні підходи до оцінки надійності роботи залізничної колії в умовах високошвидкісного руху поїздів.

Для наукових працівників, аспірантів та магістрів, які займаються проблемами проектування високошвидкісних магістралей.

Іл. 133. Табл. 22. Бібліогр.: 197 назв.

© М. Б. Курган, Д. М. Курган, 2016

© Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп.
ім. акад. В. Лазаряна, оригінал-макет,
редагування, 2016

ISBN 978-966-8471-78-0

ЗМІСТ

ГЛОСАРІЙ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ	6
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ТА ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЕЙ В УКРАЇНІ	15
1.1. Етапи створення проектів високошвидкісних залізниць, хронологія будівництва	15
1.2. Досвід проектування й експлуатації ВШМ у передових країнах Європи і Азії	19
1.3. Перспективи розвитку мережі високошвидкісних магістралей у світі	30
1.4. Топологія мережі високошвидкісних магістралей у сполученні Європа–Україна–Азія	36
1.5. Передумови створення високошвидкісних магістралей в Україні	44
1.5.1. Наукові дослідження в галузі високошвидкісного транспорту	44
1.5.2. Системний підхід до проектування ВШМ	46
1.5.3. Дослідження перспективних напрямків	49
1.5.4. Розробка «пілотних проектів»	56
Висновки до розділу 1	60
РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ МОДЕЛІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВШМ ТА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	63
2.1. Загальні положення	63
2.2. Типи залізничної інфраструктури	64
2.3. Основні підходи до трасування високошвидкісних залізниць	67
2.4. Моделі експлуатації ВШМ та їх взаємодія із звичайними залізницями	68
2.5. Рівень максимальної швидкості на ВШМ	76
2.6. Динаміка вартості будівництва ВШМ	84
2.7. Економічна оцінка варіантів	87
2.8. Прогнозування пасажирських перевезень	94

2.8.1. Принципи розподілу перевезень між видами транспорту	94
2.8.2. Наукові підходи до визначення напрямків і обсягів пасажирських перевезень	97
Висновки до розділу 2	113
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ТА НОРМИ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАНУ Й ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ МАГІСТРАЛІ	118
3.1. Параметри плану і профілю на ВШМ різних країн світу	118
3.2. Визначення мінімально допустимих радіусів кривих для різних експлуатаційних моделей високошвидкісних магістралей	122
3.2.1. Мінімальний радіус кривих на ВШМ типу I	122
3.2.2. Мінімальний радіус кривих на ВШМ типу II	124
3.2.3. Мінімальний радіус кривих залежно від обсягів робіт	126
3.3. Характеристики та критерії проектування перехідних кривих	133
3.3.1. Огляд історії розвитку перехідних кривих	133
3.3.2. Вимоги до перехідних кривих	137
3.3.3. Моделювання руху пасажирського вагона в кривій складного обрису	141
3.4. Визначення довжини прямих вставок на основі моделювання руху екіпажа	144
3.5. Критерії для оцінки плавності й комфортабельності їзди в кривих ділянках колії	147
3.6. Теорія і практика проектування поздовжнього профілю	153
3.7. Методологічні підходи до вибору максимального ухилу поздовжнього профілю	160
3.7.1. Вплив крутизни ухилу на тягово-енергетичні показники	163
3.7.2. Вплив крутизни ухилу на умови гальмування на спусках	172
3.7.3. Вплив крутизни ухилу на об'єми робіт і будівельні витрати	172
3.8. Норми сполучення елементів профілю за критерієм будівельної вартості	176
3.9. Проектування профілю криволінійного обрису	182
3.9.1. Умови застосування профілю криволінійного обрису	182
3.9.2. Обстеження горбо- і ямоподібних ділянок на поздовжньому профілі	185
3.9.3. Оцінка раціональності проектування профілю й плану	187
Висновки до розділу 3	190
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНКИ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ВШМ	194
4.1. Колійна інфраструктура ВШМ: безстикова колія з їздою на баласті та безбаластні конструкції залізничної колії	194
4.2. Гіпотези та методи сучасних фізико-математичні засобів щодо моделювання роботи залізничної колії	201
4.2.1. Передумови розрахунків колії на міцність	201

4.2.2. Оцінка впливу факторів, що визначають сили взаємодії колеса й рейки	210
4.2.3. Визначення навантаження для квазістатичних розрахунків напружено-деформованого стану залізничної колії	218
4.3. Модель напружено-деформованого стану залізничної колії на основі хвильової теорії поширення напружень	223
4.3.1. Передумови застосування хвильової моделі поширення напружень	223
4.3.2. Системи координат та геометрія поширення фронту хвилі напружень	226
4.3.3. Формування рівнянь динамічної рівноваги напруженого стану об'єктів	229
4.3.4. Розрахунок напружень у тілі вільного обрису	231
4.3.5. Поздовжні коливання вигину балки	240
4.3.6. Моделювання напружено-деформованого стану ділянки залізничної колії як системи об'єктів.....	244
4.4. Особливості сприйняття навантаження елементами залізничної колії при високих швидкостях руху	246
4.5. Моделювання накопичення деформацій залізничної колії на основі ентропії системи	253
Висновки до розділу 4	263
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	265
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	269

ГЛОСАРІЙ ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ

Монографія присвячена впровадженню високошвидкісного руху поїздів в Україні. Отже, постають питання визначення доцільності введення швидкісного й високошвидкісного руху поїздів, а також інші питання, пов'язані з інфраструктурою та рухомим складом.

Мета глосарію – формування єдиного розуміння понять й узгодження термінології.

Безпека високошвидкісного залізничного транспорту – стан високошвидкісного залізничного транспорту, за якого відсутній неприпустимий ризик, пов'язаний із заподіянням шкоди життю або здоров'ю громадян, майну, а також навколишньому середовищу, життю або здоров'ю тварин і рослин.

Верхня будова колії (ВБК) – частина залізничної колії, призначена для прийняття навантажень від коліс рухомого складу й передачі їх на нижню будову колії, а також для спрямування руху коліс рейковою колією.

Високошвидкісна залізнична магістраль (ВШМ) – виділена (спеціалізована) новозбудована залізнична лінія, на якій по всій її довжині або на окремих ділянках здійснюється рух пасажирських поїздів зі швидкістю понад 250 км/год.

Високошвидкісний залізничний рухомий склад – сформований з моторних та немоторних вагонів залізничний рухомий склад, призначений для перевезення пасажирів та (або) багажу, поштових відправлень зі швидкістю понад 250 км/год.

Високошвидкісний рух пасажирських поїздів – рух поїздів зі швидкістю понад 250 км/год.

Допустима швидкість руху – максимальна швидкість руху залізничного рухомого складу на прямих, криволінійних ділянках залізничної колії і по стрілочних переводах, залежно від конструкції верхньої будови залізничної колії і стрілочних переводів, встановлена на основі результатів комплексних динамічних (ходових) і щодо впливу на залізничну колію і стрілочні переводи випробувань на спеціальних випробувальних ділянках.

Залізнична колія – підсистема інфраструктури високошвидкісного залізничного транспорту, що включає в себе верхню будову колії, земляне полотно, водовідвідні, водопропускні, протидеформаційні, захисні та укріплювальні споруди земляного полотна, розташовані в смузі відводу, а також штучні споруди.

Зона тяжіння залізниці – територія, розташована навколо проектованої або існуючої залізниці, з усіма наявними в межах цієї території економічними пунктами, що повністю або частково обслуговуються цією залізницею.

Інженерні вишукування – роботи, що виконуються для комплексного вивчення природних умов району, ділянки, траси проектованого будівництва, місцевих будівельних матеріалів, джерел водопостачання і т. д.

Інфраструктура ВШМ – технологічна система, що складається із сукупності підсистем – залізничної колії, залізничного енергопостачання, залізничної автоматики і телемеханіки, залізничного електрозв'язку, станційних споруд і пристроїв виділених ліній високошвидкісного залізничного транспорту.

Комфортабельність їзди пасажирів – одна з умов сукупності зручностей для пасажирів, що захищає пасажирів від надмірних прискорень, неприємних відчуттів і погіршення самопочуття під час руху криволінійними ділянками колії.

Міжнародна спілка залізниць – UIC (International Union of Railways) – колегіальний орган, який визначає, крім інших, основні поняття високошвидкісного залізничного транспорту, його стан і перспективи.

Модель експлуатації – вид експлуатації ВШМ. Розрізняють 4 види експлуатації:

1. *Повністю спеціалізована модель*: характеризується повним відокремленням послуг ВШМ і традиційних залізниць. Кожна з них має власну інфраструктуру. Приклад: модель Shinkansen.

2. *Змішана високошвидкісна модель*: високошвидкісні поїзди експлуатуються або на спеціально побудованих нових лініях, або на модернізованих сегментах звичайних ліній. Останнє знижує витрати на будівництво, що є однією з головних переваг цієї моделі. Приклад: французька модель.

3. *Змішана традиційна модель*: деякі звичайні поїзди експлуатуються на ВШМ. Основними перевагами цієї моделі є збереження наявного рухомого складу й відповідно витрат на його обслуговування, а також гнучкість для забезпечення проміжного високошвидкісного руху на певних маршрутах. Приклад: іспанська модель.

4. *Повністю змішана модель*: забезпечує максимальну гнучкість, оскільки це той випадок, коли і високошвидкісні, і звичайні поїзди можуть працювати (із відповідною їм швидкістю) на кожному виді інфраструктури. Платою за цю універсальність є значне збільшення витрат на технічне обслуговування.

Підготовка лінії до високошвидкісного руху пасажирських поїздів – заходи, які впроваджуються на діючій лінії і включають в себе реконструкцію та ремонт окремих ділянок, споруд і пристроїв, у результаті реалізації яких рух пасажирських поїздів на цій лінії встановлюється зі швидкостями понад 200 км/год.

Роздільні пункти – межа між перегонами. На ВШМ мають бути передбачені:

- кінцеві пасажирські станції;
- технічні станції для комплексного технічного обслуговування швидкісного рухомого складу в кінцевих пунктах;
- опорні станції з базами ремонту й відстою рухомого складу, машин і механізмів для діагностики, поточного утримання та ремонту споруд і пристроїв ВШМ;
- пасажирські й проміжні станції з коліями для відстою колійних машин.

Система автоматизованого проектування (САПР) – автоматизована система, яка реалізує інформаційну технологію виконання функцій проектування і являє собою організаційно-технічну систему, призначену для автоматизації процесу проектування, що складається

з персоналу й комплексу технічних, програмних та інших засобів автоматизації його діяльності.

Система високошвидкісного залізничного транспорту – комплекс технічних компонентів (інфраструктура, рухомий склад, система управління тощо) і набір організаційних рішень щодо фінансування, безпеки, економічних, комерційних, організаційних, соціальних аспектів залізничного транспорту з урахуванням природних умов і людського фактора (доповідь UIC (14.08.2012)).

Технічні стандарти сумісності Європейських залізничних систем – TSI (Technical Standards of Interoperability). Сферою застосування TSI є європейська високошвидкісна залізнична мережа, робота якої регулюється Директивою 96/48 з поправками, внесеними Директивою 2004/50.

Відповідно до Директиви 96/48, транс'європейська високошвидкісна залізнична система поділяється на структурну (інфраструктура, енергозабезпечення, контроль управління, рухомий склад) та функціональну (обслуговування, охорона навколишнього середовища, експлуатація, споживач) підсистеми.

До високошвидкісного залізничного транспорту відносять системи, що забезпечують рух поїздів зі швидкістю 250 км/год і більше. Для характеристики інфраструктури залізничних ліній, призначених для підвищених швидкостей пасажирських поїздів, у нормах UIC використовується поділ за категоріями:

I категорія – спеціально побудовані, виділені лінії, обладнані для експлуатації зі швидкістю, як правило, більше 250 км/год. Цій категорії відповідає термін «високошвидкісна магістраль». Таких ліній в Україні поки немає.

II категорія – спеціально модернізовані лінії, обладнані для швидкості близько 200 км/год.

III категорія – спеціально підготовлені для підвищених швидкостей лінії, на яких швидкість експлуатації встановлюється у кожному конкретному випадку з огляду на топографічні, рельєфні або містобудівні обмеження.

ВСТУП

У всі часи швидкість пересування була тим інтегруючим показником, який характеризував розвиток пасажирського транспорту і в цілому рівень інженерно-технічного і економічного розвитку суспільства.

Перший рекорд швидкості, офіційно зафіксований на залізниці Великобританії, - 38,6 км/год. 8 жовтня 1829 р. (паровоз «Ракета» з одним пасажирським вагоном). І ось через 178 років швидкість збільшилася в 15 разів. 3 квітня 2007 французький поїзд TGV Duplex V150 встановив новий світовий рекорд швидкості, розігнавшись до позначки в 574,8 км/год. на 72-кілометровій ділянці залізниці між Парижем і Страсбургом.

На даному етапі можна стверджувати, що проблема підвищення швидкостей на залізницях досягла тієї стадії в своєму розвитку, що перетворилася в постійно діючий фактор. Пройдено шлях від встановлення рекордних рівнів швидкості та кропіткої роботи з адаптації залізниці до руху з високими швидкостями до організації постійного обігу високошвидкісних поїздів.

Сьогодні в світі введені в експлуатацію швидкісні магістралі (ВШМ), на яких поїзди розвивають швидкість до 350 км/год. Найбільшу довжину ВШМ в Європі мають Іспанія, Франція, Німеччина, Італія. Найбільш швидко розвиваються високошвидкісні перевезення в Іспанії та Китаї. Загальна довжина ВШМ на 01.01.2015 р. становить близько 32 тис. км, а полігон, де обертаються високошвидкісні поїзди в Європі з урахуванням реконструйованих залізниць, становить понад 16 тис. км.

При низькій частці ВШМ в загальній протяжності магістральних залізниць (Іспанія - 16,0%, Китай - 11,5%, Японія - 10,1%, Франція - 6,9%) обсяг виконуваної ними пасажирської роботи у багато разів перевищує загальний обсяг пасажирських перевезень, що говорить про високу конкурентоспроможність і затребуваність цього виду транспорту. У передових в технічному відношенні країнах вже не ставиться питання про

необхідність будівництво ВШМ, там ведеться пошук оптимальних схем фінансування для реалізації таких проектів.

У липні 2012 року в США у Філадельфії проходив VIII Всесвітній конгрес з високошвидкісного залізничного транспорту UIC HIGH SPEED 2012. З доповідей і виступів на конгресі представників різних країн можна зробити висновок, що, незважаючи на економічну кризу, істотного скорочення планів розвитку високошвидкісного залізничного транспорту не очікується.

В Україні підготовка до організації високошвидкісного руху ведеться з 2002 року. Виходячи із завдань створення високошвидкісної мережі залізниць, географічного положення України, адміністративного поділу регіонів, розташування міст і економічної ситуації, запропонована мережа високошвидкісних магістралей загальною довжиною понад 3 тис. км. Для подальшого підвищення конкурентоспроможності залізничних пасажирських перевезень в Україні необхідно побудувати ВШМ для швидкості руху поїздів 300-350 км/год та включити українську високошвидкісну мережу у євразійський транспортний простір.

Розвиток високошвидкісних магістралей окремих європейських країн, а потім створення загальноєвропейської високошвидкісної залізничної мережі, поставили питання про сумісність технічних пристроїв окремих національних ВШМ між собою (рухомого складу і стаціонарних пристроїв). З виникненням ідеї міждержавних високошвидкісних магістралей довелося повернутися до питань технічної сумісності (гармонізації технічних засобів). Йдеться про ширину колії, системах електропостачання, габаритах рухомого складу і наближення будівель, пристроях управління і забезпечення безпеки руху та інших компонентах інфраструктури.

В Україні ці питання в стадії досліджень, оскільки потребують удосконалення закордонні методики розрахунку перспективної мобільності населення України з урахуванням транзиту, організаційні й технічні передумови впровадження високошвидкісного руху (вибір

ширини колії, основних концептуальних підходів до інфраструктури і організації високошвидкісного руху тощо).

Актуальним завданням сьогодення є розробка теоретико-методологічних підходів і практичних рекомендацій щодо визначення технічних можливостей створення високошвидкісних магістралей в Україні. А для цього, перш за все, потрібно розробити технічні вимоги і норми проектування траси високошвидкісної магістралі, обґрунтувати максимально допустиму швидкість, раціональні конструкції колійної інфраструктури та дослідити динамічні процеси взаємодії залізничної колії з високошвидкісним рухомим складом. Саме цій проблемі і присвячена монографія.

Монографія написана відповідно до положень таких програмних документів: Державної цільової програми реформування залізничного транспорту України на 2010-2019 роки, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 року № 1390; Транспортної стратегії України на період до 2020 року, затвердженої Кабінетом Міністрів України розпорядженням від 20 жовтня 2010 року № 2174; Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про залізничний транспорт» від 23 лютого 2012 року № 4443-IV.

Основні результати дослідження були використані в бюджетній фундаментальній науково-дослідній роботі «Розробка наукових основ і техніко-економічне обґрунтування етапів впровадження швидкісного й високошвидкісного руху поїздів в Україні» (номер державної реєстрації НДР0114U002549).

Метою даної роботи є аналіз різних моделей організації високошвидкісного руху в найбільш розвинених країнах і на цій основі оцінка можливостей України в підготовці до проектування і будівництва високошвидкісних магістралей. Дослідження базується на аналізі наукових розробок з проблеми проектування високошвидкісних магістралей, узагальнення початкового досвіду за піввіковий період проектних інститутів

і навчальних закладів з визначення першочергових напрямків трас і розробці так званих „пілотних” проектів високошвидкісних магістралей в Україні.

Використовуючи досвід європейських країн, запропоновано концептуальну модель розвитку високошвидкісного руху поїздів в Україні, сформулювали сучасні підходи до формування мережі ВШМ з урахуванням населеності міст, що входять в зону тяжіння, прийнятої моделі розвитку високошвидкісного руху, особливостей роботи залізничного транспорту України, геополітичних, топографічних та ін. умов.

Впровадження високошвидкісного залізничного сполучення має на меті вихід транспортної системи України на світовий рівень за технічними параметрами та якістю послуг.

Високі швидкості руху та потужний тяговий рухомий склад неминуче призведуть до значного росту динамічних зусиль, температурних і електромагнітних впливів на інфраструктуру залізничної колії. Такі екстремальні умови експлуатації неодмінно мають бути враховані при проектуванні ВШМ. Побудова математичних моделей для проведення таких досліджень є актуальними й важливими фундаментальними проблемами розвитку науково-технічного потенціалу для забезпечення конкурентоспроможності українських залізниць, раціонального природокористування, сталого розвитку суспільства і держави, зниження техногенного навантаження високошвидкісного транспорту на навколишнє середовище.

При русі швидкісних поїздів, як відомо, динамічний вплив на колію збільшується. Тому до конструкції колії пред'являються дуже жорсткі вимоги. Це стосується і геометричних характеристик (радіус кривих, крутизна стрілочних переводів і т. д.) і допусків утримання колії.

Одним з актуальних напрямків дослідження є вивчення дії рухомих навантажень на пружні середовища. Збільшення швидкостей руху поїздів вимагає не тільки відповідних технічних заходів, а й методологічно-розрахункових засобів. Багато моделей та методик, що використовуються для

вирішення задач напружено-деформованого стану залізничної колії, базуються на допущеннях і гіпотезах адекватних тільки для певних рівнів швидкості руху.

Існуючі моделі напружено-деформованого стану залізничної колії, як правило, засновані на принципах статичної теорії пружності. При цьому вважається, що розглянута система тіл перебуває в стані рівноваги, а пружні деформації під дією прикладених сил миттєво досягають відповідних значень. Такий підхід неприйнятний для вирішення задач, у яких час між моментом прикладання навантаження й установленням дійсної рівноваги порівнянний з часом дії або зміни навантаження. Для рішення поставлених завдань була розроблена принципово нова модель залізничної колії, заснована на хвильовій теорії розповсюдження напружень у системі пружних тіл. Це дало змогу математично описати динамічний прогин колії з урахуванням залучення простору підрейкової основи, обмеженого часом сприйняття навантаження, що надає інструмент для аналізу явищ взаємодії колії і рухомого складу, які виникають при високих швидкостях руху.

Верхня будова залізничної колії і різні споруди на ньому і біля нього є комплексною системою елементів, що працюють спільно. Зміна стану одного елемента системи тягне за собою зміну стану і умов роботи всієї верхньої будови колії й земляного полотна. Деякі результати досліджень взаємного впливу елементів при динамічному навантаженні, а також дії рухомих і вібруючих впливів з використанням тривимірної просторової моделі наведені в даній роботі.

Методи дослідження – Використана сучасна технологія проектування траси ВШМ на основі матеріалів супутникової зйомки з застосуванням САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D, методи математичного моделювання для визначення першочергових ділянок ВШМ, теорія розрахунків динамічної взаємодії рейкової колії з рухомих складом, сучасні підходи оцінки надійності роботи залізничної колії.

В результаті проведених досліджень отримано наступне:

- ґрунтуючись на результатах наукових зарубіжних і вітчизняних розробок намічені шляхи вирішення проблемних питань, що стосуються проектування траси ВСМ і створення високошвидкісної мережі в Україні з урахуванням геополітичних, топографічних і ін. умов;

- обґрунтовані структурні моделі ВШМ і рівень максимально допустимої швидкості в залежності від характеру поїздопотoku і топографічних умов;

- встановлені норми проектування траси високошвидкісної магістралі (крутизна найбільшого ухилу і норми сполучення елементів поздовжнього профілю; значення мінімального радіуса кривих, вимоги до форми й довжини перехідних кривих і довжини прямих вставок між суміжними кривими);

- розроблені раціональні конструкції колійної інфраструктури для умов високошвидкісного руху з урахуванням особливостей українських залізниць;

- розроблені математичні моделі силової динамічної взаємодії залізничної колії з різними типами рухомого складу, що дозволило розробити інженерні методики розрахунків на міцність, стійкість, довговічність елементів залізничної колії й рухомого складу.

- розроблені методики для теоретичного обґрунтування оптимальних і допустимих швидкостей руху поїздів з одночасним забезпеченням критеріїв міцності, стійкості, довговічності й надійності елементів залізничної колії та рухомого складу для забезпечення високошвидкісного руху.

За результатами досліджень внесено зміни та доповнення у навчальні програми дисциплін технічного спрямування, в тому числі при підготовці в ДНУЗТ в рамках проекту «TEMPUS» магістрів з інфраструктури і експлуатації високошвидкісного залізничного транспорту при викладанням нових лекційних курсів з таких дисциплін: «Основи створення високошвидкісних магістралей», «Вишукування, проектування і будівництво високошвидкісних магістралей», «Управління проектами створення високошвидкісних магістралей».

РОЗДІЛ 1

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ТА ПЕРЕДУМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЕЙ В УКРАЇНІ

1.1. Етапи створення проектів високошвидкісних залізниць, хронологія будівництва

1.1.1. Перший етап розвитку високошвидкісного залізничного транспорту – 60-90-ті роки XX століття

До початку 60-х років XX століття високошвидкісний рух (швидкість 160-200 км/год) здійснювався на тих же коліях, де оберталися звичайні пасажирські і вантажні поїзди. У 1964 р. в Японії була введена в експлуатацію перша в світі магістраль Токіо-Осака (515 км), призначена для регулярної комерційної експлуатації спеціального рухомого складу з максимальною швидкістю понад 200 км/год – Сінкансен [1]. Утвердилося поняття «високошвидкісні залізничні магістралі» (з'явилася аббревіатура ВШМ), під яким розуміли залізниці для руху зі швидкостями понад 200 км/год.

У Європі перша ВШМ була введена в експлуатацію через 17 років, причому досягнення Японії було перевершено. 27 вересня 1981 р. між Парижем і Ліоном було відкрито високошвидкісне пасажирське сполучення, яке отримало аббревіатуру - TGV (фр. - Train à Grande Vitesse - високошвидкісні поїзди) [2]. У 1985 році, тобто через рік після початку роботи мережі TGV, Комісія з транспорту Європейських співтовариств (ЄС) висунула ряд важливих пропозицій щодо організації високошвидкісного сполучення в Європі. Спочатку пропозиції про об'єднання ВШМ в єдину мережу стосувалися лише магістралей, що створюються за планами SNCF, проте незабаром були створені і міжнародні проекти. Для перевірки можливості реалізації даної ідеї, було сформовано робочу групу з фахівців з Міжнародного союзу залізниць і Товариства Європейських залізниць, яка в 1989 році розробила «Пропозиції по Європейській високошвидкісній залізничній мережі», на підставі яких Рада міністрів ЄС схвалила

розроблений робочою групою звіт «Європейська мережа високошвидкісних поїздів» та доданий до нього генеральний план розвитку високошвидкісних залізниць в Європі до 2010 року».

У 1989 році 15 європейських країн підписали Угоду про створення єдиної Європейської високошвидкісної мережі залізниць, яка передбачає збільшення протяжності таких доріг до 29 тис. км.

Принципово новим стало будівництво спеціалізованих ліній виключно для пасажирських високошвидкісних поїздів. Спеціалізовані ВШМ були споруджені у Франції, Іспанії, Італії та Німеччині.

1.1.2. Другий етап – 90-ті роки XX століття – перше десятиліття XXI століття

Масові пасажирські перевезення по ВШМ показали їх виключно високу надійність, безпеку, економічну ефективність, екологічну чистоту і привабливість для пасажирів. В діапазоні відстаней до 700-800 км поїзда, що рухаються по ВШМ зі швидкостями 250-300 км/год, забезпечують пасажиру найменший час у дорозі між центрами міст в порівнянні з автомобільним транспортом і авіацією.

Проекти створення ВШМ привернули увагу урядів багатьох країн, Європейського співтовариства в цілому. У ситуації наростаючих екологічних проблем все більш привабливими стали ВШМ, що забезпечують значно менший вплив на навколишнє середовище, займають меншу територію в порівнянні з автомобільним транспортом і авіацією [3].

1.1.3. Третій, сучасний етап розвитку високошвидкісного залізничного транспорту

В офіційній доповіді МСЗ на Конгресі в Пекіні в грудні 2010 року, констатувалось, що високошвидкісне рух – це швидкість 250 км/год і вище [4]. Сьогодні в світі введені в експлуатацію швидкісні магістралі, на яких поїзди розвивають швидкість до 350 км/год. Найбільшу довжину ВШМ в Європі мають Іспанія, Франція, Німеччина, Італія. Найбільш швидко розвиваються високошвидкісні перевезення в Іспанії та Китаї. Загальна

довжина ВШМ на 01.01.2015 р. становить близько 32 тис. км (рис. 1.1), а полігон, де обертаються високошвидкісні поїзди в Європі з урахуванням реконструйованих залізниць, становить понад 16 тис. км.

В Іспанії, Італії і Німеччині, а також в П. Кореї, Великобританії, США, Китаї та ін. країнах активно проводились відповідні наукові дослідження, йшов пошук, відбір, перевірка практикою основних інженерно-технічних рішень, необхідних для спорудження ВШМ і виробництва високошвидкісного рухомого складу.

Стабільно реалізовані швидкості 250...300 км/год спонукали залізничні компанії і державні транспортні організації звернути увагу на здатність залізниць в обґрунтованих межах конкурувати з авіаційним і автомобільним транспортом [5].

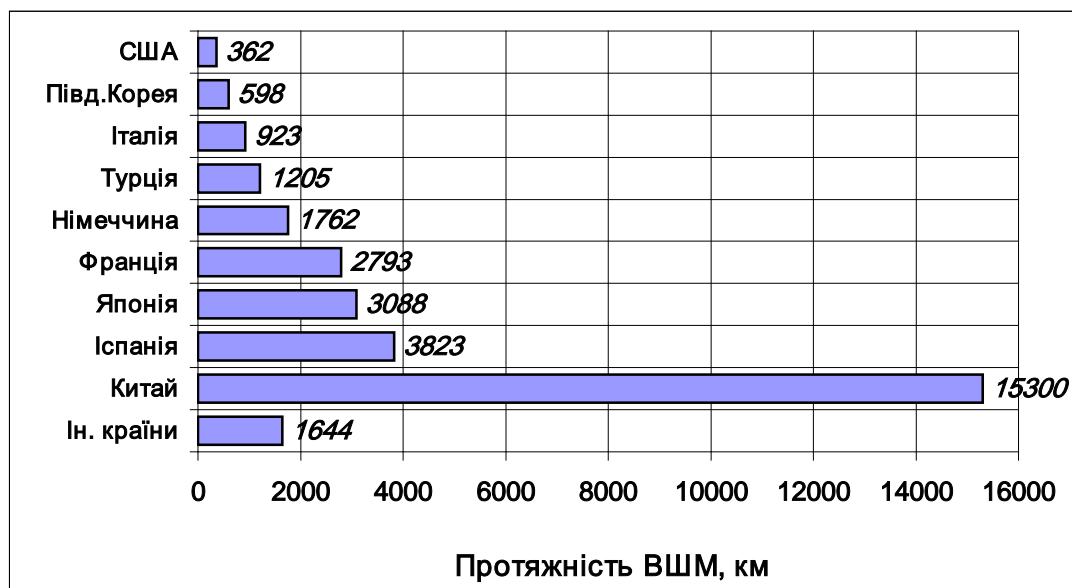


Рис. 1.1. Протяжність високошвидкісних магістралей у світі
(в Китаї 5000 км в стадії будівництва)

При низькій частці ВШМ в загальній протяжності магістральних залізниць (Іспанія - 25,0%, Китай - 17,8%, Японія - 11,7%, Франція – 9,4%) обсяг виконуваної ними пасажирської роботи у багато разів перевищує загальний обсяг пасажирських перевезень, що говорить про високу конкурентоспроможність і затребуваність цього виду транспорту (рис. 1.2).

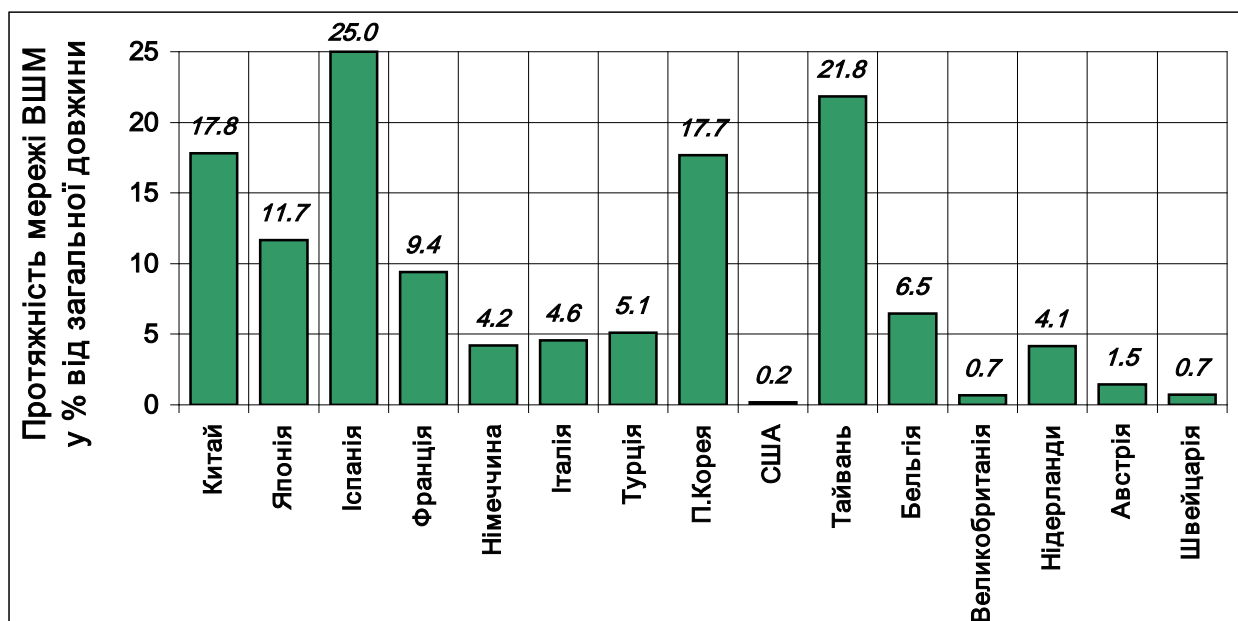


Рис. 1.2. Питома вага високошвидкісних магістралей
(у даному огляді Тайвань і континентальний Китай розглядаються окремо)

У передових в технічному відношенні країнах вже не ставиться питання про необхідність будівництво ВШМ, там ведеться пошук оптимальних схем фінансування для реалізації таких проектів.

У липні 2012 року в США у Філадельфії проходив VIII Всесвітній конгрес з високошвидкісного залізничного транспорту UIC HIGH SPEED 2012 [6]. У дні роботи конгресу демонструвалися успішні проекти в області високошвидкісного залізничного сполучення. З представлених на VIII конгресі матеріалів випливало, що прискорення будівництва високошвидкісних залізничних магістралей в світі відбулося після 2004 року, коли почали здійснюватися програми будівництва ВШМ в КНР і Туреччині, розширення будівництва ВШМ в Іспанії та інших країнах (рис. 1.3). З доповідей і виступів на конгресі представників різних країн можна зробити висновок, що, незважаючи на економічну кризу, істотного скорочення планів розвитку високошвидкісного залізничного транспорту не очікується.

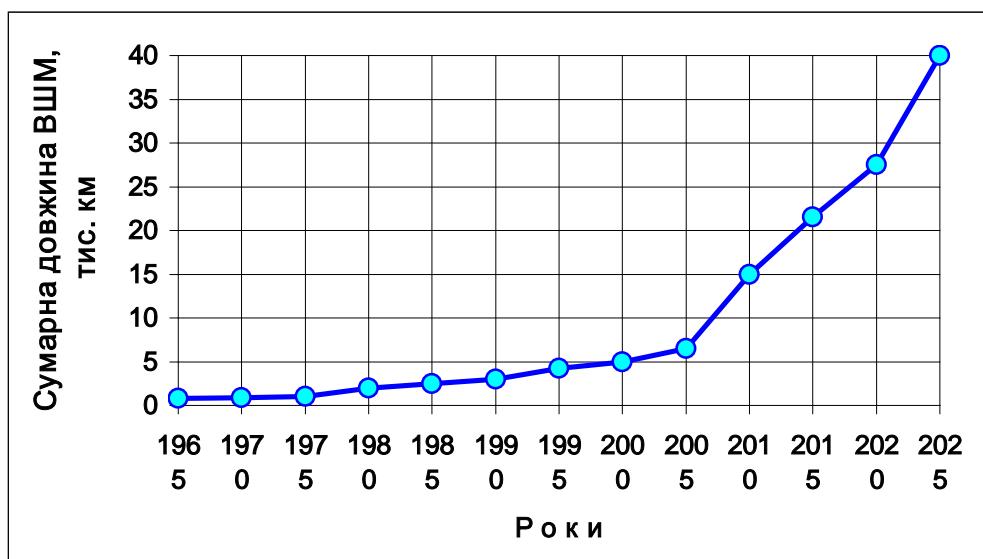


Рис. 1.3. Динаміка зростання мережі ВШМ у світі
(існуючий стан і перспектива)

До теперішнього часу сформувалися три центри високошвидкісного сполучення – Японія, Китай і Європа, що зумовлено великим значенням для цих регіонів залізничного транспорту, густотою населеності території і високим розвитком науки і техніки, зокрема – залізничних технологій [7].

1.2 Досвід проектування й експлуатації ВШМ в передових країнах Європи і Азії

1.2.1. Японія. Тільки через 50 років після закінчення Другої світової війни на залізничному транспорті почалася нова ера і увага фахівців сконцентрувалась більше на інфраструктурі, ніж на рухомому складі. В першу чергу ситуація радикально змінилася в Японії. Національна мережа залізниць вузьких колій була перевантажена швидко зростаючими пасажирськими перевезеннями і абсолютно не задовольняла країну з більш 100 млн. жителів і щільністю населення, що в 3 рази перевищує європейську. У цій країні в середині 1950-х різко загострилася транспортна ситуація уздовж східного узбережжя острова Хонсю, що було пов'язано з високою інтенсивністю пасажирських перевезень між найбільшими містами країни, особливо між Токіо і Осака. Тому був розроблений план будівництва нових

ліній нормальної колії загальною протяжністю понад 2000 км з планом і профілем, що дозволяють забезпечити рух зі швидкістю понад 200 км/год. Використовуючи в основному іноземний досвід (особливо американський), Адміністрація японських залізниць досить швидко (1956-1958 рр.) створила проект високошвидкісної залізниці між цими двома містами. Будівництво дороги почалося 20 квітня 1959, а 1 жовтня 1964 року перша в світі ВШМ була запущена в експлуатацію [1]. Їй присвоїли назву «Токайдо», протяжність траси становила 515,4 км, а максимальна допустима швидкість поїздів 210 км/год. Через 7 років витрати на будівництво повністю окупилися. Високошвидкісний транспорт швидко завоював популярність у населення, про що свідчить будівництво нових ділянок ВШМ і приріст обсягу виконаних на лініях пасажирських перевезень (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Перші високошвидкісні магістралі в Японії

Таблиця 1.1

Життєвий цикл проекту Токіо-Осака (515 км)

Умови створення ВШМ	Термін розробки проекту, рік	Термін будівництва, рік	Темп будівництва, км/рік	Окупність, рік
Висока затребуваність	2	1,5	343	7

1.2.2. Франція. Ідеологом високошвидкісних залізничних систем в Європі є Франція. Товариство залізниць Франції (SNCF) в 1966 р. приступило до створення концепції високошвидкісного руху. На основі отриманих результатів у 1976 році був розроблений проект першої французької ВШМ «Південь–Схід» Париж–Ліон (410 км), який ґрунтувався на таких трьох основних принципах: нова лінія призначена тільки для пасажирського руху; сумісність з існуючою мережею; експлуатація базується на великій частоті поїздів й зменшенні кількості пересадок. Проектування системи TGV велося таким чином, щоб поїзди могли курсувати по новій лінії зі швидкістю 270 км/год і переходити на звичайну залізничну мережу. У вересні 1981 року був відкритий рух високошвидкісного поїзда TGV. В даний час поїзди TGV південно-східного напрямку обслуговують понад 50 населених пунктів, в яких проживає 56% населення країни. Різко зросла маршрутна швидкість руху. У сполученні Париж – Ліон вона становила 213 км/год, а час у дорозі між цими містами скоротився до 2-х годин.

Базуючись на перших успіхах, уряд прийняв рішення про будівництво нової високошвидкісної лінії TGV-Атлантик. Для атлантичної лінії створено нове покоління високошвидкісних поїздів TGV - Атлантик, максимальна швидкість яких при експлуатації на новозбудованих ділянках становить 300, а на звичайних залізничних лініях - 220 км/год [8].

В кінці 1987 року було прийнято рішення про будівництво Північної магістралі TGV, яка представляє собою французьку частину північно-європейського проекту. Ці лінії були введені в експлуатацію в 1993 році до відкриття тунелю під Ла-Маншем. Вирішено також продовжити магістраль

TGV - Південь-Схід до Балансу в якості першої черги майбутньої середземноморської ВШМ TGV, яка дозволить дістатися з Парижа до Марселя за 3 год (рис. 1.5). Крім того, східна лінія TGV буде продовжена на Бельгію і далі в Німеччину і Нідерланди, а також на Страсбург, Женеву і Турин.



Рис. 1.5. Створення перших ВШМ у Франції

1.2.3. Німеччина. Перші проекти створення високошвидкісної залізничної мережі в Німеччині запропоновані німецьким вченим Августом Шерлі на початку XX століття. Перші ВШМ Мангейм–Штутгарт (99 км) і Ганновер–Варцбург (326 км) були введені в експлуатацію в 1991 р. У 1998 р. розпочато рух на лінії Ганновер–Берлін (265 км), на якій функціонує високошвидкісна ділянка (170 км).

У серпні 2002 р. відкрита високошвидкісна лінія Кельн–Франкфурт-на-Майні. Довжина траси була зменшена з 222 до 177 км, а час руху

з 2 год 15 хв до 1 год 15 хв. Пізніше були збудовані лінії Нюрнберг–Мюнхен, Карлсрує–Оффенбург, Кельн–Ахен (рис. 1.6).

Німецькі високошвидкісні лінії в нічний час використовуються для вантажного руху. Винятком є лінія Кельн–Франкфурт-на-Майні, що через круті уклони (до 40‰) використовується лише для високошвидкісного пасажирського руху.

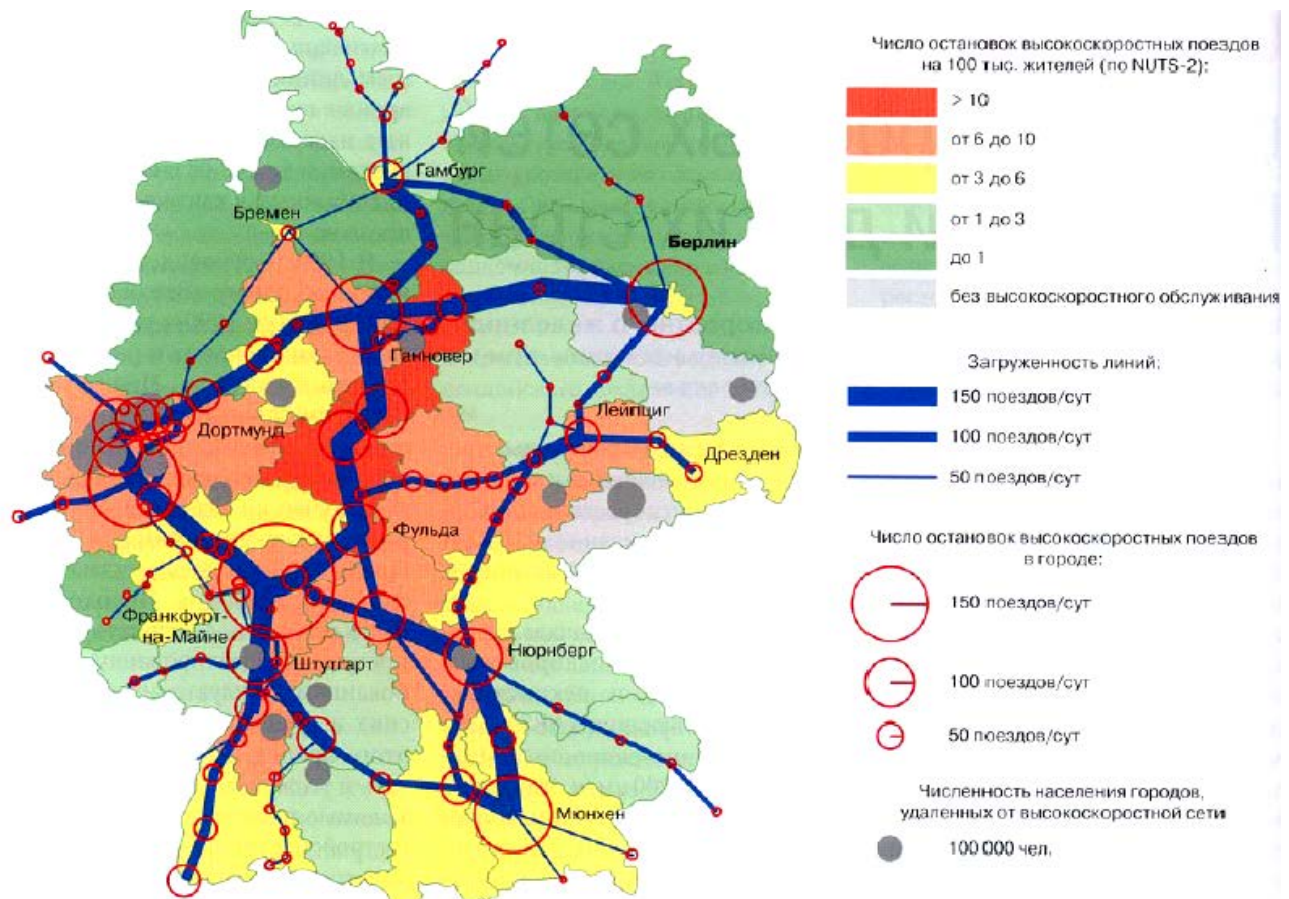


Рис. 1.6. Завантаженість напрямків і кількість зупинок високошвидкісних поїздів

Географія Німеччини така, що великі агломерації часто знаходяться на невеликій відстані. Зони заселення сильно відрізняються від французьких, і високошвидкісні поїзди в Німеччині зупиняються набагато частіше. За протяжністю залізничної мережі (42 тис. км) Німеччина посідає перше місце в Західній Європі (6 місце в світі). По густоті мережі залізниць Німеччина посідає перше місце в світі (117 км на 1000 км²).

1.2.4. Італія. У 1962 р. був прийнятий план розвитку залізничного транспорту, у якому, зокрема, передбачалося спорудження між Римом і Флоренцією лінії «Нова Диреттисима», розрахованої на максимальну швидкість руху 250 км/год.

Перша ділянка довжиною 122 км була здана в експлуатацію в 1976 році. Будівництво решти шляху довжиною 115 км до міста Флоренції тривало близько 16 років і повністю магістраль була введена в експлуатацію лише в 1992 р. Лінія розрахована на швидкість 250 км/год і призначена для руху пасажирських і вантажних поїздів.

У січні 1987 році уряд Італії затвердив будівництво швидкісної магістралі від Рима до Неаполя протяжністю 277 кілометрів, а також проектні роботи для продовження лінії «Диреттисима» на півночі до Мілана і в напрямку Турина і Венеції.

Відповідно до плану «Альта Велочита» були споруджені високошвидкісні магістралі Венеція–Мілан–Турін і Мілан–Болонья–Рим–Неаполь. На нових ВШМ передбачено рух поїздів зі швидкістю до 300 км/год. Основні ВШМ за цим планом: Рим–Неаполь (220 км); Флоренція–Болонья–Мілан (273 км); Мілан–Венеція (262 км).

У грудні 2009 р. відбувся помітний прорив у розвитку національної високошвидкісної залізничної мережі Італії – завершено будівництво коридору від Турина і Мілана до Риму і Неаполя. Коридор дозволив значно скоротити тривалість поїздок і поширити нові транспортні послуги на більшу частину території країни.

Після здачі в експлуатацію час руху між Міланом і Римом складає 2 год. 50 хв., а між Римом і Неаполем – всього 1 год. 05 хв.

Довжина мережі ВШМ в Італії складає близько тисячі кілометрів (рис. 1.7). У перспективі італійська високошвидкісна мережа Альта Велочита матиме протяжність 2200 км.



Рис. 1.7. Схема існуючих і перспективних ВШМ в Італії

1.2.5. Іспанія. Урядом Іспанії затверджений план розвитку залізничного транспорту до кінця століття, яким передбачається спорудження нових ліній для руху пасажирських поїздів зі швидкістю 250 км/год. План створення високошвидкісних ліній в Іспанії був висунутий на початку 1970-х років, однак на початку 1980-х років послідовність реалізації цього плану змінилася, і першим для ВШМ був прийнятий напрямок Мадрид–Севілья (471 км), і за три роки (1989–1992 рр.) був розроблений проект будівництва високошвидкісної магістралі.

Перша високошвидкісна лінія в Іспанії AVE, («Іспанська високошвидкісна») була пущена в експлуатацію в квітні 1992 (рис. 1.8). Час поїздки від Мадрида до Севільї було скорочено з 6 год. до 2 год. 15 хв.

Особливість іспанської мережі – це наявність двох стандартів ширини колії - 1 668 мм на звичайних лініях і 1435 мм нові лінії ВШМ. На рис. 1.8 показані міжміські і високошвидкісні (червоним) маршрути.



Рис. 1.8. Високошвидкісні залізниці в Іспанії

Високошвидкісні лінії в Іспанії призначені тільки для високошвидкісних поїздів, однак у разі використання поїздів Talgo з розсувними колісними парами з'являється можливість руху по цих лініях і звичайних пасажирських поїздів.

1.2.6. Великобританія. У Великобританії найбільш активно ведеться розробка проекту швидкісної лінії, що сполучає столицю Великобританії з континентом через тунель під Ла-Маншем (рис. 1.5). Спорудження тунелю, що є найважливішою ланкою високошвидкісний європейської мережі, почалося в 1987 році. Відкриття тунелю під Ла-Маншем 6 травня 1994 р. дозволило встановити пряме залізничне сполучення Великобританії з континентальною Європою. Загальна довжина тунелю 49 км. Половину обсягу руху по тунелю складають рейси пасажирських поїздів французьких і британських залізниць. З французької сторони це поїзди TGV, які рухаються зі швидкістю до 300 км/год. Однак при проходженні тунелю максимальна швидкість обмежена до 160 км/год. Другу половину потоку складають спеціальні вантажні поїзди, в яких перевозяться легкові і вантажні автомобілі. Передбачається, що в годину пік розміри руху будуть доведені до 10 пар пасажирських поїздів на годину і 6 пар вантажних. Час проходження від Лондона до Парижа скоротився до 3 год.

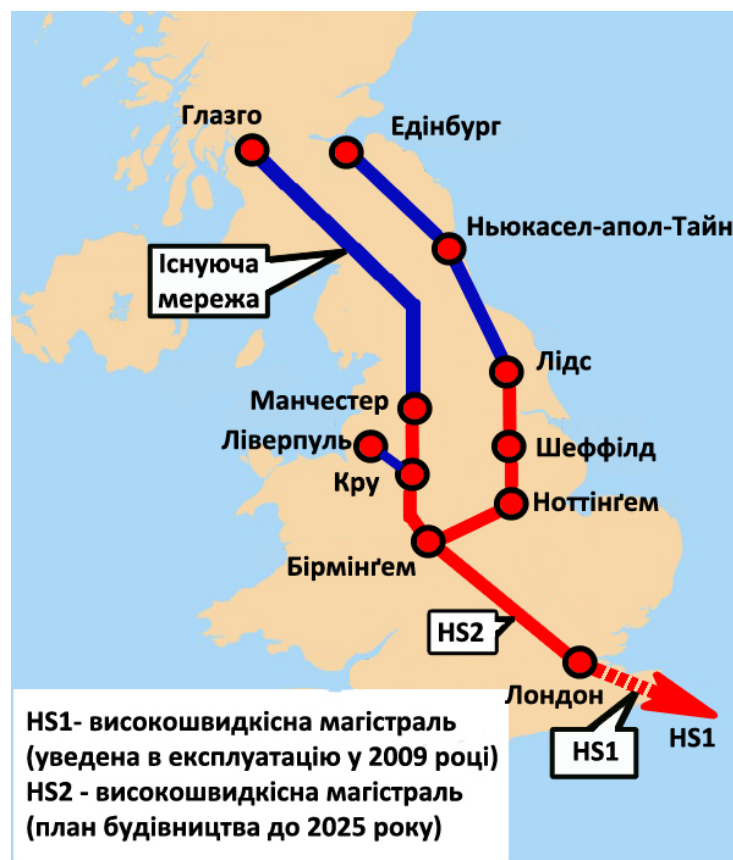


Рис. 1.9. Високошвидкісні залізниці Великобританії

З 28 жовтня 2003 р. швидкісні поїзди «Eurostar», що зв'язують Лондон з Парижем і Брюсселем, почали рухатися ще швидше, тому що на британській частині траси введена нова ділянка довжиною 46 миль між Фолкстоном і Грейвсендом, по якій поїзди «Eurostar» можуть рухатись із швидкістю до 300 км/год. Побудована друга ВШМ довжиною 39 км до лондонського вокзалу Сейнт Панкрас набагато складніша в будівельному відношенні, оскільки велика частина залізниці прокладалась в тунелях, по мостах і шляхопроводах.

Початок регулярного руху швидкісних поїздів внутрішніх повідомлень в Великобританії належить 29 червня 2009 р. пуском на першій в країні високошвидкісної магістралі HS 1 (рис. 9) трьох пар поїздів на добу по маршруту Лондон-Сент-Панкрас-Ашфорд і поїздів з інтервалом 30 хв. в години пік за маршрутом Лондон-Сент-Панкрас-Еббсфліт.

На залізницях Великобританії віддається перевага підвищенню частоти руху поїздів, а не швидкості, що, безумовно, може бути ефективним з точки зору зменшення часу поїздки і впливу на вибір пасажирями виду транспорту.

1.2.7. Китай. Швидке економічне зростання Китаю протягом останніх двох десятиліть особливо яскраво проявилось у зростанні мережі залізниць (рис. 1.9), темпи якого стали найвищими в світі і нагадують темпи епохи залізничного будівництва в Європі і США другої половини XIX ст. Якщо ці темпи в найближче десятиліття збережуться, мережа залізниць Китаю стане за своїми розмірами другою в світі після США [9].

В даний час всі магістральні та регіональні залізниці Китаю мають стандартну європейську колію 1435 мм. У 1995 р. міністерство залізничного транспорту (MOR) і Академія залізничних наук (CARS) Китаю створили робочу групу з розвитку швидкісного руху на залізницях країни. На основі результатів теоретичних досліджень і випробувань в умовах, наближених до експлуатаційних, проектно-конструкторські бюро і підприємства промисловості в кооперації з CARS і відповідними службами CR розробили кілька нових серій локомотивів, вагонів і моторвагонних

поїздів. За відносно короткий термін (близько 10 років) новий рухомий склад, розрахований на рух з високою швидкістю, пройшов стадії проектування, випробувань, дослідного впровадження та введення в регулярну експлуатацію. В грудні 2011 року виробник високошвидкісних поїздів CSR Corp Ltd. представив шестивагонних поїзд CTT500, здатний розвивати швидкість до 500 км/год і почав його випробування.

Ще в середині 90-х років був складений проект мережі високошвидкісних залізниць, який включав лінії Пекін-Шеньян-Харбін, Пекін-Шанхай, Пекін-Чженчжоу-Ухань-Чанша-Гуанчжоу, Хайчжоу-Чженчжоу-Сіань-Ланьчжоу. Пріоритетним напрямком цього проекту вважалася високошвидкісна лінія Пекін-Шанхай («Цзіньху») довжиною 1330 км. Її траса йде паралельно існуючій магістралі Пекін-Тяньцзінь-Цзинань-Сючжоу-Бенбу-Нанкін-Шанхай з невеликими відхиленнями (рис. 1.10). За попереднім проектом швидкісні вантажні і пасажирські поїзди повинні долати цю відстань за 6 год. 30 хв., рухаючись зі швидкістю 250 км/год. На всій лінії намічалось спорудження 24 станцій. Проект був складений у 1993 р, але через відсутність фінансових коштів його реалізація була відкладена. У 1998 р. було вирішено побудувати спочатку експериментальну ділянку Пекін-Тяньцзінь. На цій ділянці з 2007 року високошвидкісні поїзди розвивають швидкість до 350 км/год.

Паралельно з введенням високошвидкісного руху на китайських залізницях проведено реконструкцію головних магістралей зі збільшенням швидкостей руху пасажирських і вантажних поїздів. Так, після повної реконструкції колій на лінії Гуанчжоу-Шеньчжень з січня 2001 р. стали курсувати поїзди зі швидкістю до 200 км/год.

Спорудження першої швидкісної залізниці виключно для руху пасажирських поїздів Циньхуандао-Шеньян почалося в серпні 1999 р. Лінія проходить паралельно існуючій залізниці, яка перевантажена вантажними та пасажирськими поїздами та є головною магістраллю, що зв'язує північ і північний схід Китаю. Спеціально побудовані пасажирські поїзди з 2003 р.

стали курсувати зі швидкістю 200 км/год. Ця дорога стала випробувальним полігоном для високошвидкісної лінії Пекін-Шанхай.

Заслуговує уваги швидкість реалізації проектів. Так, високошвидкісна лінія між цими найбільшими китайськими містами Пекін-Шанхай (1318 км) була побудована всього за два роки.



Рис. 1.10. Схема високошвидкісних залізниць Китаю

1.3 Перспективи розвитку мережі високошвидкісних магістралей у світі

Азія зосередила в собі потенціал реалізації величезних перспектив, що стосуються як будівництва високошвидкісних ліній, так і розширення мережі ліній традиційного типу. На цьому континенті вкрай сприятливі умови для істотного розвитку залізничного транспорту. Японія приступила до подовження своєї високошвидкісної мережі Сінкансен ще на 500 км. Аналогічні наміри є в Республіці Корея і на о. Тайвань. Крім того, в Китаї та

Індії очікується прийняття рішень про початок будівництва високошвидкісних ліній протяжністю в тисячі кілометрів, що охоплюють території загальною площею, яка дорівнює площі Європи.

У 2015 році загальна довжина ВШМ в світі склала близько 32 тис. км. В даний час найбільшу протяжність мають високошвидкісні магістралі КНР (близько 15 тис. км), Японії (3088 км), Іспанії (3823 км), Франції (2793 км), Німеччини (1762 км), Італії (923 км), рис. 1.1. При цьому найбільший пасажирообіг у 2010 р. припав на ВШМ Японії (76 млрд. пасажиро-км), Франції (51,9 млрд. пасажиро-км). Німеччини (23,9 млрд. пасажиро-км).


1.3.1. Плани розвитку мережі ВШМ Японії. Пропускної спроможності ліній «Токайдо-Сінкансен» Токіо-Нагоя-Осака, що успішно функціонує в найбільш густонаселеному і найбільш економічно розвиненому регіоні країни на острові Хонсю, вже явно не вистачає. Тут знову, як і в кінці 1950-х років, загострюється транспортна ситуація.

Перша японська ВШМ Токіо - Осака після кількох проведених модернізацій і введення в експлуатацію одного з найдосконаліших на сьогодні високошвидкісних поїздів серії N700 практично вийшла на межу технічної можливості: за добу на ній обертається до 193 пар поїздів, в години пік в кожному напрямку проходить до 15 поїздів на годину, в рік перевозиться до 141 млн. пасажирів. На цьому напрямку прогнозується стійке зростання пасажиропотоку, з яким, на думку експертів, через 15-20 років не впорається існуюча транспортна система, що включає в себе ВШМ, залізницю вузької колії, авіаційний і автомобільний транспорт.

1.3.2. Плани розвитку мережі ВШМ Китаю. В Китаї існує план розвитку мережі під назвою «4х4» - будівництво чотирьох магістралей Схід-Захід і чотирьох магістралей Північ-Південь до 2020 року. Нижче (табл. 1.2-1.8), наведено короткий аналіз, магістралей, які збудовані й експлуатуються, а також і ті, які планується збудувати.


Таблиця 1.2

Параметри високошвидкісної магістралі Харбін —Пекін

 <p>Харбін</p> <p>Чанчунь</p> <p>Далянь</p> <p>Інкоу</p> <p>Шеньян</p> <p>Паницзинь</p> <p>Чаоян</p> <p>Цинхуандао</p> <p>Ченде</p> <p>Тянцзин</p> <p>Пекін</p>	<p>До цієї лінії відноситься як сама траса Харбін-Шеньян-Пекін, так і відгалуження до міста Шеньян - Далянь і сполучна ділянка Паньцзинь - Інкоу, що відходить від станції цього відгалуження Хайчен - Західний (перед Інкоу) до міста Паньцзинь, де з'єднується з Ціншеньською залізницею. Довжина лінії 1700 км. Якщо на інших ділянках рух поїздів відкритий, то будівництво швидкісної залізниця Пекін - Шеньян (676 км) відновилося в березні 2014 і буде продовжено щонайменше п'ять років.</p>
--	---


Таблиця 1.3

Параметри високошвидкісної магістралі Пекін-Гонконг

 <p>0 Пекін</p> <p>281 Шицзячжуан</p> <p>Чженчжоу - Східний</p> <p>1150 Ухань</p> <p>1572 Чанша - Південна</p> <p>2218 Гуанджоу - Південна</p> <p>2320 Шеньчжен - Північна</p> <p>2334 Футян (план)</p> <p>Границя (Гонконг)</p> <p>2360 Західний Цзюлун (план)</p>	<p>Ця траса довжиною близько 2360 км розрахована на рух зі швидкістю 350 км/год. Введена в експлуатацію ділянка Пекін Шеньчжень. Інша частина буде введена після будівництва тунелю в Гонконг в 2017 році.</p>
--	--


Таблиця 1.4

Параметри прибережної високошвидкісної магістралі Шанхай - Ханчжоу - Сучжоу - Шеньчжень

 <p> 0 Шанхай 233 Ханчжоу 395 Нінбо Тайжоу 670 Веньчжоу 968 Фучжоу 1243 Сяминь Чжанчжоу 1745 Шеньчжень Гуанчжоу - Гонконг </p>	<p>Початкова частина магістралі (до станції Нінбо) розрахована на високошвидкісні поїзди до 350 км/год. Після Нінбо запланована швидкість руху становить 250 км/год. До 2020 планується побудувати додатковий залізничний міст через затоку Ханчжоувань, який дозволить прокласти залізницю прямо від Шанхая до Нінбо минаючи Ханчжоу</p>
--	---


Таблиця 1.5

Параметри високошвидкісної магістралі Циндао — Тайюань

 <p> 0 Ціндао 362.5 Цзінань 681 Шіцзячжуан 870 Тайюань </p>	<p>Залізниця Циндао - Тайюань складається з трьох ділянок, з яких середня ще не побудована. Дорога довжиною 870 км. Будівництво ділянки Цинань - Шицзячжуан (319 км). розпочато в 2009 році. Здача в експлуатацію – 2016 р.</p>
--	---


Таблиця 1.6

Параметри високошвидкісної магістралі Сюйчжоу - Ланьчжоу - Урумчі

 <p> Магістраль Пекін - Шанхай 0 Сюйчжоу Планується у 2017 році Магістраль Шицзячжу - Ухань 352 Чженчжоу Лоян 818 Сіань 956 Баоцзі Планується у 2017 році 1357 Ланьжоу Сінін Урумчі </p>	<p>Високошвидкісна пасажирська лінія Сюйчжоу - Ланьчжоу і магістраль, що її продовжує, Ланьчжоу - Урумчі розраховані на рух зі швидкістю 350 км/год.</p> <p>Здача в експлуатацію ділянок Чженчжоу - Сюйчжоу (362 км) і Баоцзі - Ланьчжоу (401 км) планується в 2017 році</p>
--	--


Таблиця 1.7

Параметри високошвидкісної магістралі Шанхай - Ухань – Ченду

 <p>0 Шанхай</p> <p>284 Нанкін (▶ далі до Пекіну)</p> <p>444 Хеней</p> <p>814 Ханькоу (Ухань)</p> <p>1106 Ічан</p> <p>1394 Лічунаь</p> <p>1483 Ваньчжоу</p> <p>1638 Чунцін - Північний</p> <p>1770 Суйнін</p> <p>1918 Ченду</p>	<p>Траса Шанхай - Ухань – Ченду довжиною близько 2000 км через всю країну будується окремими ділянками, які були пущені в експлуатацію в 2012-2015 рр. На останній ділянці дороги від Ічан до Чунцин і від Чунцин до Ченду передбачається дві паралельні траси, найшвидша з яких буде введена найближчим часом.</p> <p>Пуск міжміської залізниці Чунцин - Ваньчжоу (236 км) заплановано на 2016 рік.</p>
--	--

Таблиця 1.8

Параметри високошвидкісної магістралі Шанхай - Куньмін

 <p>0 Шанхай</p> <p>202 Ханчжоу</p> <p>Наньчан</p> <p>1123 Чанша</p> <p>Гуйян</p> <p>2066 Куньмін</p>	<p>Магістраль Шанхай - Куньмін розрахована на рух зі швидкістю 350 км/год. Довжина магістралі - 2066 км. Поки побудована тільки перша секція до Ханчжоу. Магістраль дублює існуючу залізницю.</p> <p>Швидкісна залізниця Шанхай - Ханчжоу (202 км) пущена в експлуатацію. Проведені дослідні поїздки зі швидкістю руху до 422 км/год.</p> <p>Здача в експлуатацію залізниці Чанша - Куньмін (1167 км) планувалась у 2014 році, однак затримується щонайменше до 2016 року.</p>
--	--

Програма будівництва високошвидкісного залізничного транспорту в Китаї є вкрай капіталовитратною. Тому вона в основному фінансується за рахунок державних банків Китаю і державних фінансових інститутів, які позичають гроші Міністерству залізничного транспорту Китаю і регіональним властям [8]. Китай повністю опанував ключовими технологіями зі швидкісного залізничного транспорту і має свої власні технології в цій галузі. Так, наприклад, 16 липня 2016 року пройшов експеримент на магістралі Чженчжоу - Сюйчжоу за участю двох поїздів серії CRH, які рухаючись назустріч один одному по паралельних залізничних коліях розійшлися на швидкості 420 км/год.

1.3.3. Перспективи розвитку мережі ВШМ європейських країн. У Франції в кінці липня 2016 року приступили до тестування нової швидкісної залізниці Sud Europ Atlantique, яка дозволить швидше подорожувати з Парижа в Бордо, Тулузи і назад. Будівництво нової магістралі зайняло чотири роки.

Випробування поки що проходять на центральній 302-кілометровій секції магістралі, що зв'язує міста Тур і Бордо. Тести на північній і південній ділянках нової залізниці почнуться у вересні. ВШМ має відкритися 2 липня 2017 року. Подорож на маршруті Париж-Бордо скоротиться з нинішніх 3 годин 14 хвилин до 2 годин 4 хвилин, а на відрізку Париж-Тулуза - з 5 години 25 хвилин до 4 годин 9 хвилин.

За прогнозами, річний пасажиропотік між Парижем і Бордо досягне 2,3 млн. осіб до 2019 року.

Французький Генеральний план високошвидкісних залізниць передбачає будівництво в цілому 4700 км високошвидкісних ліній. В якості пріоритетного проекту розглядається будівництво ВШМ Париж - Бордо і декількох невеликих за протяжністю магістралей північно-західного напрямку, в тому числі і нової лінії до східного portalу тунелю під Ла-Маншем, дублюючи існуючу Північну ВШМ (в обхід Лілля).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мухамедьянова М. И. Скоростные железные дороги Японии (Синкансен) / М. И. Мухамедьянова, В. Г. Альбрехт. – Москва : Транспорт, 1984. – 197 с.
2. Аветикян А. А. Высокоскоростное движение: достижения, проблемы, перспективы / А. А. Аветикян // Ж.-д. трансп. – 1989. – № 9. – С. 74–79.
3. Железные дороги мира в XXI веке / под общ. ред. Г. Н. Кирпы. – Днепропетровск : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2004. – 224 с.
4. Офіційний сайт Міжнародного транспортного форуму [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.internationaltransportforum.org>. Дата звернення 23.08.2016.
5. Высокоскоростной наземный транспорт мира : учебник / Е. П. Блохин, А. Н. Пшинько. – Днепропетровск : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2009. – 240 с.
6. Официальный сайт 8-го Международного конгресса по высокоскоростному железнодорожному транспорту, Филадельфия, 2012 г. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uic-highspeed2012.com>. Дата звернення 1.04.2016.
7. Высокоскоростной железнодорожный транспорт. Общий курс : учеб. пособие. В 2 т. / под ред. И. П. Киселёва. – Москва : ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. – Т. 1 – 312 с., т. 2 – 372 с.
8. Электропоезд TGV 2N2 (EuroDuplex) // Железные дороги мира. – 2012. – № 6. – С. 29–38.
9. В Китае построен первый подводный ж/д туннель для скоростного движения поездов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://economics.unian.net/transport/470094-v-kitae-postroen-pervyyiy-podvodnyiyy-j-d-tunnel-dlya-skorostnogo-dvijeniya-poezdov.html>. Дата звернення 23.11.2016. – Назва з екрана.
10. Китай, железная дорога. Скоростные и высокогорные железные дороги Китая [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fb.ru/article/182189/kitay-jeleznaya-doroga-skorostnyie-i-vyisokogornyye-jeleznyie-dorogi-kitaya>. Дата звернення 13.11.2017. – Назва з екрана.

11. Официальный сайт международного союза железных дорог (UIC), раздел «Высокая скорость» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uic.org/spip.php?mot8>. Дата звернення 12.12.2016.
12. Официальный сайт ОАО «РЖД», раздел «Проекты ВСМ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rzd.ru/static/public/ru?STRUCTURE_ID=5098. Дата звернення 25.07.2016.
13. Официальный сайт ОАО «Скоростные магистрали» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hsrail.ru/> Дата звернення 14.10.2016.
14. Украина, Молдова и Румыния хотят построить общую ж/д магистраль / ЛІГАБізнесІнформ Информационное агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.liga.net. 03.02.2015. Дата звернення 16.11.2016. – Назва з екрана.
15. Высокоскоростная магистраль Москва–Казань. Высокоскоростная железнодорожная магистраль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/196419/vyisokoskorostnaya-magistral-moskva-kazan-vyisokoskorostnaya-jeleznodorojnaya-magistral>. Дата звернення 20.09.2016. – Назва з екрана.
16. Ершков О. П. Вопросы подготовки железнодорожного пути к высоким скоростям движения / О. П. Ершков. – Москва : Трансжелдориздат, 1959. – 126 с.
17. Железнодорожный путь и подвижной состав для высоких скоростей движения / под ред. М. А. Чернышова. – Москва : Транспорт, 1964. – 272 с.
18. Иоаннисян А. И. Улучшение трассы существующих железных дорог / А. И. Иоаннисян. – Москва : Транспорт, 1972. – 176 с.
19. Высокоскоростное пассажирское движение (на железных дорогах) / под ред. Н. В. Колодяжного. – Москва : Транспорт, 1976. – 416 с.
20. Отчет по НДР «Варианты освоения возрастающих пассажиропотоков за счет сооружения специализированной высокоскоростной магистрали Центр–Юг с учетом усиления существующих подходов к городам Днепрпетровск, Запорожье и Донецк». Номер госрегистрации 01890030692. – Днепрпетровск : ДИИТ, 1989. – 73 с.
21. Высокоскоростной железнодорожный транспорт Украины. Инженерная записка / И. М. Савилов, А. И. Сербин, Ю. Л. Земляной. – Днепрпетровск : Днепротранс, 1992. – 46 с.
22. Основные технические и технологические условия для проектирования и строительства высокоскоростной магистрали Киев–Харьков / Е. В. Черната, А. В. Лисенко. – Киев : Киевгипротранс, 2002. – 62 с.
23. Разработка рекомендаций по созданию скоростного железнодорожного транспорта Украины в рамках развития международных транспортных коридоров / рук. проекта чл.–кор. НАН Украины, д.т.н., проф. Ушкалов В. Ф. – Днепрпетровск : Ин-т техн. механики НАН Украины, 2004. – 302 с.
24. Босов А. А. Формирование вариантов рациональной сети линий высокоскоростного движения поездов в Украин : монография / А. А. Босов,

- Г. Н. Кирпа. – Днепропетровск : Изд-во Днепропетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2004. – 144 с.
25. Бараш Ю. С. Економічна ефективність високошвидкісних пасажирських залізничних перевезень в Україні : монографія / Ю. С. Бараш, А. В. Момот. – Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. – 137 с.
26. Кірпа Г. М. Дослідження передумов впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні / Г. М. Кірпа // Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів : щорічний науково-виробничий журн. – Львів, 2003. – № 10. – С. 88–100.
27. Кирпа Г. Н. Перспективы внедрения сети высокоскоростных железных дорог в Украине / Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта : сб. науч. тр. В 3 т. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2003. – Т. 1. – С. 511–518.
28. Гавриленков А. В. Теоретические основы проектирования скоростных и высокоскоростных железнодорожных магистралей : монография / А. В. Гавриленков; под науч. ред. С. М. Гончарука. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2004. – 213 с.
29. Юхина В. Ю. Проектирование трассы высокоскоростных магистралей в условиях сложного рельефа : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.06 / В. Ю. Юхина. – Москва, 2007. – 180 с.
30. Шульман Д. О. Обоснование этапности формирования перспективной сети высокоскоростных железнодорожных магистралей : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.06 / Д. О. Шульман. – Санкт-Петербург, 2015. – 147 с.
31. Момот А. В. Ефективність впровадження в Україні швидкісних та високошвидкісних поїздів : дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04 / А. В. Момот. – Дніпропетровськ, 2014. – 193 с.
32. Розробка концепції впровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2005–2015 роках / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2004. – 127 с.
33. Курган Н. Б. Предпосылки создания высокоскоростных магистралей в Украине / Н. Б. Курган // Укр. залізниці. – 2015. – № 5–6 (23–24). – С. 16–21.
34. Курган М. Б. Сучасні кадри для високих швидкостей / М. Б. Курган // Укр. залізниці. – 2014. – № 6 (12). – С. 18–19.
35. Шарапов С. Направление развития – высокоскоростные магистрали [Електронний ресурс] / С. Шарапов. – Режим доступу: protown.ru/information/articles/3341/html. Дата звернення 24.09.2016.
36. О результатах разработок предложений по созданию скоростных и высокоскоростных железнодорожных линий в странах-членах ОСЖД // Бюл. ОСЖД. – Варшава, 2000. – № 3. – С. 9–13.

37. Предварительное технико-экономическое обоснование проекта высокоскоростной железнодорожной сети в Украине. Окончательный отчет. – Киев : «SYSTRA», 2002. – 311 с.
38. Курган М. Б. Пілотні проекти високошвидкісних магістралей в Україні / М. Б. Курган // Укр. залізниці. – 2015. – № 11–12 (29–30). – С. 36–39.
39. Курган М. Б. У витоків швидкісного й високошвидкісного руху поїздів в Україні / М. Б. Курган // Укр. залізниці. – 2016. – № 2 (32). – С. 34–36.
40. Основные положения по организации высокоскоростного движения пассажирских поездов в сообщении Гостраница–Ковель–Киев / В. А. Моначенко, Е. В. Черната, А. И. Цегельник; Киевгипротранс. – Киев, 2008. – 50 с.
41. Впровадження високошвидкісного руху зі швидкістю до 350 км/год на напрямку Київ–Москва в межах Південно–Західної залізниці. Передпроектні проробки / Ю. Ф. Семашко; Київдіпротранс. – Київ, 2011. – 52 с.
42. Vickerman, R. High-speed rail in Europe: experience and issues for future development / R. Vickerman // The Annals of Regional Science. – 1997. – 31. – P. 21–38.
43. Givoni M. Development and impact of the Modern High-Speed Train : A Review / M. Givoni // Transport Review. – 2006. – Vol. 26, No. 5. – P. 593–611.
44. Phang, S.-Y. Strategic development of airport and rail infrastructure: the case of Singapore / S.-Y. Phang // Transport Policy. – 2003. – № 10. – P. 27–33.
45. Ginés de Rus Economic Analysis of High Speed Rail in Europe/ Ginés de Rus, Ignacio Barrón, Javier Campos, Philippe Gagnepain, Chris Nash, Andreu Ulied, Roger Vickerman // Fundación BBVA. – 2009. – Plaza de San Nicolás, 4. 48005 Bilbao. – 140 p.
46. Директива № 96/48/ЄС від 23 липня 1996 р. Ради щодо сумісності транс'європейської високошвидкісної залізничної системи (ОВ L 235, 17.9.1996, з останніми змінами внесеними Директивою № 2007/32/ЄС (ОВ L 141, 2.6.2007), та зокрема (ОВ L 245, 12.9.2002) / Офіційний вісник Європейського Союзу // Official № L 77/105. – 2008.
47. ОСЖД. Топология и эксплуатационно-технические параметры сети скоростных и высокоскоростных железнодорожных линий стран Восточной Европы в сообщении Европа–Азия. Обобщенный материал по предложениям членов ОСЖД. – Москва, 1997. – 54 с.
48. ОСЖД Р 786/2.1–е изд. «Технические нормативы по реконструкции и содержанию пути в сообщении Европа–Азия» / утв. совещ. V Комиссии ОСЖД. – Варшава, 1999. – 34 с.
49. ОСЖД Р–610/7 «Общие технические требования к системам тягового электрооборудования постоянного и переменного тока скоростных и высокоскоростных линий» / утв. совещ. V Комиссии ОСЖД. – Вильнюс, 2001. – 14 с.

50. Отчет Международного союза железных дорог (UIC) «Оптимальная скорость для ВСМ». Париж, октябрь 2012 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uic-highspeed.com/> Дата звернення 14.10.2016. – 150 с.
51. Високошвидкісні лінії в світовій мережі // МСЗ відділу High Speed [Електронний ресурс]. – 2014. – 01 вересня. – Режим доступа: <http://www.uic.org/>. Дата звернення 14.10.2016.
52. Высокоскоростные сообщения: частота важнее скорости // Железные дороги мира. – 2010. – № 3. – С. 9–22.
53. Железные дороги мира. Юбилей линии Tokaido [Электронный ресурс]. – 2014. – 31 октября. – Режим доступа: <http://www.zdmira.com/news/ubilejliniitokaido>. Дата звернення 14.10.2016.
54. Официальный сайт TGV [Электронный ресурс]. – 2014. – 25 сентября. – Режим доступа: tgv.voyages-sncf.com/. Дата звернення 17.11.2016.
55. Официальный сайт Deutsche Bahn [Электронный ресурс]. – 2014. – 23 августа. – Режим доступа: www.bahn.de/. Дата звернення 14.10.2016.
56. Дзензерский В. А. Направления развития высокоскоростного наземного транспорта / В. А. Дзензерский, В. Е. Крютченко // Транспорт: наука, техника, управление. – 1991. – № 2. – С. 27–31.
57. Стоимость инфраструктуры железных дорог // Железные дороги мира. – 2008. – № 1. – С. 9–18.
58. Кулаев Ю. Ф. Економіка залізничного транспорту : навчальний посібник / Ю. Ф. Кулаев. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2006. – 232 с.
59. Анализ затрат и выгод проектов в области транспортной инфраструктуры. Европейская экономическая комиссия. Объединенные нации. Нью-Йорк и Женева. – 2003. – 100 с.
60. Торопов Б. І. Проектний аналіз : методичні вказівки до написання курсового проекту/ Б. І. Топоров. – Київ : Вид-во ДЕТУТ, 2015. – 61 с.
61. Курган Н. Б. Выбор показателей экономической эффективности для оценки инвестиционного проекта / Н. Б. Курган, С. Ю. Байдак, Н. П. Хмелевская // Труды XIV Международной научно-практической конференции «Проблемы экономики транспорта». – Днепр : ДНУЖТ, 2016. – С. 151.
62. Проект NGT – новый потенциал высокоскоростного движения в Европе // Железные дороги мира. – 2013. – № 3. – С. 14–23.
63. Миненко Д. О. Критерии определения направлений, перспективных для организации высокоскоростного железнодорожного движения / Д. О. Миненко // Проектирование развития региональной сети железных дорог : сб. науч. тр. / под ред. В. С. Шварцфельда. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. – Вып. 2. – С. 63–70.
64. Правдин Н. В. Прогнозирование пассажиропотоков (методика, расчеты, примеры) / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей. – Москва : Транспорт, 1980. – 224 с.
65. Аналітична записка до Концепції Державної цільової програми розвитку пасажирських перевезень на залізничному транспорті України до 2020 року. – Київ : Київдіпротранс, 2010. – 39 с.

66. Довідник основних показників роботи залізниць України (2005–2015 роки) / ПАТ «Українська залізниця». – Київ, 2016. – 58 с.
67. Макаренко М. В. Аналіз динаміки і структури перевезень пасажирів залізничним транспортом / М. В. Макаренко, І. М. Гойхман // 36. наук. пр. Серія: Економіка і управління. – Київ : Вид-во ДЕТУТ, 2010. – Вип. 16. – С. 165–184.
68. Проект TACIS TNREG 9301 – Исследования железнодорожного транспорта стран Беларусь, Молдова, Россия и Украина. Издание Европейской Комиссии. – Брюссель, 1996.
69. О результатах разработок предложений по созданию скоростных и высокоскоростных железнодорожных линий в странах-членах ОСЖД // Бюл. ОСЖД. – Варшава, 2000. – № 3. – С. 9–13.
70. Специальные технические условия (СТУ) для проектирования, строительства и эксплуатации новой высокоскоростной пассажирской железнодорожной магистрали «Москва–Санкт-Петербург». Согласованы решением Министерства регионального развития РФ от 28.07.2009 г. № 23683 – ИП/08. – 52 с.
71. Смелянский И. В. Совершенствование нормативов непогашенного ускорения и его приращения для современного подвижного состава при скоростном движении : автореф. дис. ... канд. техн. наук по спец. 05.22.06 – железнодорожный путь, изыскания и проектирование железных дорог / И. В. Смелянский. – Москва : МИИТ, 2008. – 208 с.
72. Специальные технические условия для проектирования, строительства и эксплуатации высокоскоростной железнодорожной магистрали «Москва–Казань–Екатеринбург». – Москва : МИИТ, 2013. – 79 с.
73. Киселев И. П. Состояние и перспективы развития высокоскоростных железнодорожных сообщений. К итогам IV Международного конгресса по высокоскоростному железнодорожному движению / И. П. Киселев // Ж.-д. трансп. – 2003. – № 6. – С. 72–77.
74. Technical Memorandum: Alignment Design Standards for High-Speed Train Operation TM 2.1.2. California High-Speed Train Project/Parsons Brinckerhoff // California High-Speed Rail Authority. – Sacramento, 2009.
75. Technical specification of interoperability (TSI). COMMISSION DECISION of 20 December 2007 concerning a technical specification for interoperability relating to the 'infrastructure' sub-system of the trans-European high-speed rail system. – 2007.
76. Технический регламент Таможенного союза ЕврАзЭС «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (ТР ТС 002/2011) / Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710.
77. Правила визначення підвищення зовнішньої рейки і встановлення допустимих швидкостей в кривих ділянках колії: ЦП-0236 : Затв. наказом Укрзалізниці від 14.12.2010 №778-Ц / М. Б. Курган, А. М. Орловський, О. М. Патласов, В. В. Циганенко, Д. М. Курган. – Київ, 2010. – 52 с.

78. Кирпа Г. Н. Перспективы внедрения сети высокоскоростных железных дорог в Украине / Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта : сб. науч. тр. В 3 т. – Екатеринбург : Изд-во УрГУПС, 2003. – Т. 1. – С. 511–518.
79. Кирпа Г. Н. Выбор минимального радиуса кривых при проектировании высокоскоростных железных дорог / Г. Н. Кирпа // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2003. – Вип. 3. – С. 78–81.
80. Курган Н. Б. Определение объемов работ для снятия ограничений скорости, связанных с планом линии / Н. Б. Курган, Н. П. Хмелевская, С. Ю. Байдак // Сб. науч. тр. Дальневосточного гос. Ун-та путей сообщения / под. ред. В.С. Шварцфельда. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2014. – Вып. 2. – С. 52–62.
81. Курган М. Б. Основні вимоги до вибору радіусів кривих при проектуванні високошвидкісних магістралей / М. Б. Курган, Р. Б. Новік // Тези 74-ї Міжнародної науково-практ. конф. «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту». – Дніпропетровськ : ДПТ, 2013. – С. 270–271.
82. Курган Н. Б. Основные требования к выбору радиуса кривой при проектировании высокоскоростной магистрали / Н. Б. Курган, С. Ю. Байдак, Н. П. Хмелевская // Межвуз. сб. науч. тр. «Проектирование развития региональной сети железных дорог». – Хабаровск : Изд-во ДВУПС, 2015. – Вып. 3. – С. 195–207.
83. Ельфимов Г. В. Теория переходных кривых / Г. В. Ельфимов. – Москва : Трансжелдориздат, 1948. – 31 с.
84. Шахунянц Г. М. Железнодорожный путь / Г. М. Шахунянц. – Москва : Транспорт, 1987. – 479 с.
85. Минорский В. П. О функции, определяющей изменение кривизны вдоль переходной кривой / В. П. Минорский // Тр. МИИТа, – Москва : Трансжелдориздат, 1948. – Вып. 71. – С. 217–233.
86. Бирман Ф. Теоретическое и экспериментальное решение проблем пути для высоких скоростей движения поездов / Ф. Бирман // Ежемесячный бюл. Международной ассоциации железнодорожных конгрессов. – 1969. – № 1. – С. 23–52.
87. Дюнин А. К. Аналитический метод проектирования переустройства железнодорожного пути в плане / А. К. Дюнин, А. И. Проценко. – Новосибирск : НИИЖТ, 1967. – 225 с.
88. Лазарян В. А. О форме переходной кривой (Теоретические основы выбора рациональной формы переходной кривой) / В. А. Лазарян // Динамика транспортных средств. – Киев : Наук. думка, 1985. – С. 10–24.
89. Коренев Л. И. Влияние форм переходных кривых железных дорог на комфортабельность езды при повышении скоростей движения поездов : дис. ... канд. техн. наук / Л. И. Коренев; ЛИИЖТ. – Ленинград, 1986. – 283 с.

90. Лагута В. В. Удосконалення проектування кривих залізничної колії в плані : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.22.06 – залізнична колія / В. В. Лагута. – Дніпропетровськ, 2002. – 18 с.
91. О нормировании параметров переходных кривых / Г. В. Величко, П. И. Попелов, Е. М. Лобанов, В. В. Филиппов // Дороги России XXI века. – 2002. – № 6. – С. 80–86.
92. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Залізничні колії 1 520 мм. Норми проектування. ДБН В.2.3–019–2008. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, 2008. – 142 с.
93. Величко Г. В. Сравнительные свойства переходных кривых [Електронний ресурс] / Г. В. Величко, В. В. Филиппов. – Режим доступу: <http://www.credo-dialogue.com/getattachment/28ba3ec2-3d4d-4087-b8d8-a24a7de6296a/Comparative---att>. Дата звернення 14.09.2016.
94. Курган М. Б. Основні вимоги до вибору форми і довжини перехідних кривих при проектуванні високошвидкісних магістралей / М. Б. Курган, Д. М. Курган // Тези 74-ї Міжнародної науково-практ. конф. «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту». – Дніпропетровськ : ДПТ, 2013. – С. 253–254.
95. Математическое моделирование колебаний рельсовых транспортных средств / под ред. В. Ф. Ушкалова. – Київ : Наук. думка, 1989. – 240 с.
96. Данович В. Д. Пространственные колебания вагона на инерционном основании : дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.01 / ДИИТ. – Днепропетровск, 1982. – 465 с.
97. Данович В. Д. Математическая модель взаимодействия пути и пассажирского вагона при движении по участкам произвольной кривизны / В. Д. Данович, А. Г. Рейдемейстер, Н. В. Халипова // Транспорт : сб. науч. тр. ДИИТа. – Днепропетровск, 2001. – Вып. 8. – С. 124–138.
98. Курган М. Б. Застосування математичної моделі просторових коливань пасажирського вагона для вирішення задач реконструкції плану залізничної колії / М. Б. Курган // Проектування, виробництво та експлуатація автотransпортних засобів і поїздів : щорічний науково-виробничий журн. – Львів, 2004. – № 11. – С. 128–135.
99. Піх Б. П. Визначення мінімальної довжини прямих вставок між суміжними кривими для підвищення швидкості руху поїздів / Б. П. Піх, І. П. Корженевич, М. Б. Курган // Проектування, виробництво та експлуатація автотransпортних засобів і поїздів : пр. Зах. наук. центру. – Львів : Логос, 2003. – № 10. – С. 191–196.
100. Master ferroviare LGV pour l'Ukraine et la Russie. Module INFRA-STRUCTURE «Les études et la conception des LGV». Le tracé de la LGV / Albert Le Dizès // SNCF. Paris. – 2014. – 26 p.
101. Сопряжения кривых и особенности движения подвижного состава по ним / под ред. О. П. Ершкова // Тр. ЦНИИ МПС. – Москва : Транспорт, 1973. – Вып. 500. – 96 с.

102. Волошко Ю. Д. Оптимизация динамических эффектов в пределах переходных кривых / Ю. Д. Волошко, В. Г. Юнкевич // Исследования взаимодействия пути и подвижного состава. – Днепропетровск, 1980. – С. 101–117.
103. Ершков О. П. О допустимых значениях непогашенных ускорений и их приращений во времени на участках высокоскоростного движения / О. П. Ершков, А. А. Львов, В. Я. Карцев // Железные дороги мира. – 1977. – № 7. – С. 3–10.
104. Шаройко В. С. К вопросу о комфортабельности езды пассажиров в скорых поездах. Исследование работы стрелочных переводов под подвижной нагрузкой / В. С. Шаройко, А. Е. Курашвили, А. С. Киселев. – Ленинград, 1968. – С. 74–81.
105. Шаройко В. С. О допускаемых значениях горизонтальных ускорений при кратковременном их воздействии / В. С. Шаройко, А. С. Киселев // Тр. ЛИИЖТа. – 1971. – Вып. 323. – С. 28–39.
106. Трофимов А. Н. Неровность в жесткой крестовине и комфортабельность езды / А. Н. Трофимов // Исследование взаимодействия пути и подвижного состава – Днепропетровск, 1980. – С. 80–88.
107. Курган М. Б. Критерії визначення допустимої швидкості руху в кривих / М. Б. Курган // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2003. – Вип. 2. – С. 127–132.
108. Вершинский С. В. Динамика вагона / С. В. Вершинский, В. Н. Данилов, И. И. Челпоков. – Москва : Транспорт, 1972. – 304 с.
109. Leaflet 513. Guidelines for evaluating passenger comfort in relation to vibration in railway vehicles / Traction and Rilling Stock Committee. – Paris, 1994.
110. Протодяконов М. М. Теория профиля железных дорог / М. М. Протодяконов. – Москва : Трансжелдориздат, 1946. – 142 с.
111. Жуковский М. Е. Сила тяги, время в пути и разрывающие усилия в тяговом приборе и сцепке при ломаном (резко переменном) профиле / М. Е. Жуковский // Бюл. Научно-экспериментального ин-та путей сообщения. – Москва, 1919. – № 9.
112. Жуковский М. Е. Работа русского сквозного и американского несквозного прибора при трогании с места и в начале его движения / М. Е. Жуковский // Бюл. Научно-экспериментального ин-та путей сообщения. – Москва, 1919. – № 13.
113. Протодяконов М. М. Проектирование продольного профиля железных дорог при электрической, тепловозной и паровой тяге с автосцепкой / М. М. Протодяконов. – Москва : Трансжелдориздат, 1957. – 287 с.
114. Денисов В. А. Обоснование норм проектирования продольного профиля железных дорог : автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. А. Денисов. – Москва, 1961. – 15 с.
115. Блохин Е. П. Динамика поезда / Е. П. Блохин, Л. А. Манашкин. – Москва : Транспорт, 1982. – 222 с.

116. Некоторые результаты опытов с длинносоставными пассажирскими поездами / Е. П. Блохин, В. Н. Захаров, С. Г. Крюков, Е. Л. Стамблер // Динамика, нагруженность и надежность подвижного состава : межвузовский сб. науч. тр. / ДИИТ. – Днепропетровск, 1985. – С. 3–12.
117. Сопряжение элементов продольного профиля скоростных железных дорог / Е. П. Блохин, И. И. Кантор, Е. Л. Стамблер и др. // Транспортное строительство – 1987. – № 10. – С. 8–11.
118. Расчеты и испытания тяжеловесных поездов / Е. П. Блохин, Л. А. Манашкин, Е. Л. Стамблер и др. / под ред. Е. П. Блохина. – Москва : Транспорт, 1986. – 263 с.
119. Проектирование сопряжений элементов продольного профиля специализированных высокоскоростных магистралей / Е. П. Блохин, И. И. Кантор, Е. Л. Стамблер, Л. В. Урсуляк // Эксплуатационные и технические параметры специализированных высокоскоростных пассажирских магистралей : сб. науч. тр. ВНИИЖТ. – Москва : Транспорт, 1989. – С. 81–87.
120. К обоснованию норм сопряжения элементов продольного профиля высокоскоростной специализированной магистрали / Е. П. Блохин, Л. В. Урсуляк, И. И. Кантор и др. // Трансп. строительство. – 1991. – № 7. – С. 12–15.
121. Журавель В. Аналіз досвіду використання високошвидкісних залізничних сполучень / В. Журавель, І. Журавель // Укр. залізниці. – 2016. – № 1 (31). – С. 34–38.
122. Иоаннисян А. И. Некоторые вопросы проектирования продольного профиля / А. И. Иоаннисян // Тр. МИИТа. – Москва : Транспорт, 1948. – Вып. 71. – С. 89–116.
123. Земляной Ю. Л. Выбор направления и обоснование норм проектирования продольного профиля высокоскоростной пассажирской магистрали / Ю. Л. Земляной, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган // 36. науч. пр. ХПТУ. – 1994. – С. 50–55.
124. Исмагулова С. Продольный профиль железных дорог для скоростного и высокоскоростного движения поездов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / С. Исмагулова; МИИТ. – Москва, 1990. – 24 с.
125. Корженевич И. П. Обоснование величины руководящего уклона железнодорожной линии на предпроектной стадии / И. П. Корженевич, Н. Б. Курган, А. В. Гоц // Межвузовский сб. науч. тр. ДИИТа. – Днепропетровск, 1989. – С. 16–24.
126. Корниенко В. В. Высокоскоростной электрический транспорт. Мировой опыт / В. В. Корниенко, В. И. Омеляненко. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2007. – 159 с.
127. Тяговые расчеты : справочник / под ред. П. Т. Гребенюка. – Москва : Транспорт, 1987. – 272 с.
128. Гуткин Л. В. Тяговые параметры и характеристики высокоскоростных электропоездов / Л. В. Гуткин, Д. М. Самарец // Вест. ВНИИЖТ. – 1992. – № 4. – С. 18–22.

129. Корженевич И. П. Выполнение тяговых расчетов для железнодорожного транспорта. Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2011615961 от 29. 07.2011.
130. Методические указания по проектированию на ЭВМ оптимального продольного профиля новой железной дороги / Всесоюз. Научно-исслед. Ин-т трансп. строительства. – Москва, 1976. – 60 с.
131. Методические указания по сравнению вариантов проектных решений железнодорожных линий, станций и узлов. – Москва : Оргтрансстрой, 1988. – 468 с.
132. TECHNICAL MEMORANDUM Alignment Design Standards for High-Speed Train Operation TM 2.1.2
133. Master ferroviaire LGV pour l'Ukraine et la Russie. Module INFRA-STRUCTURE «Les études et la conception des LGV». Le profil en long de la LGV / Laurent Marsal // SNCF. Edition initiale.Paris. – 2014. – 15 p.
134. Экономические изыскания и основы проектирования железных дорог / под ред. Б. А. Волкова. – Москва : Маршрут, 2005. – 408 с.
135. Корженевич И. П. Обоснование максимального значения руководящего уклона при проектировании высокоскоростных магистралей / И. П. Корженевич, Л. В. Урсуляк, Н. Б. Курган // Проблемы взаимодействия пути и подвижного состава. Международная научно-практ. конф., Днепропетровск, 1998. – С. 47–49.
136. Тиль А. Методы укладки и выправки пути на прямых и кривых участках пути и обеспечение безопасности движения поездов с высокими скоростями (120 км/ч и более) / А. Тиль // Ежемесячный Бюл. Международной ассоциации ж.-д. конгр. – 1962. – № 5. – С. 14–74.
137. Проектирование продольного профиля на участках скоростного движения / Г. Н. Кирпа, И. П. Корженевич, Н. Б. Курган, Д. Н. Курган // Metody obliczeniowe i badawcze w rozwoju pojazdow samochodowych i maszyn roboczych samojedznych. Materiały 10 konf. miedzynarodowej. – Rzeszow : Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Lukaszewicza, 1999. – S. 73–78.
138. Ершков О. П. Устройство сопряжений кривых на зарубежных железных дорогах / О. П. Ершков, В. Я. Карцев. – Москва : Транспорт, 1974. – 30 с.
139. Изыскания и проектирование железных дорог / под ред. И. В. Турбина. – Москва : Транспорт, 1989. – 479 с.
140. Курган Н. Б. Проектирование реконструкции продольного профиля на участках скоростного движения / Н. Б. Курган, Н. Г. Ренгач // Ресурсосберегающие технологии в транспортном и гидротехническом строительстве : межвузовский сб. науч. тр. – Днепропетровськ, 1996. – Вып. 2. – С. 76–79.
141. Аккерман Г. Л. Проектирование оптимального профиля по критерию минимального расхода топлива или энергии на тягу поездов / Г. Л. Аккерман // Вопросы проектирования, строительства и содержания железнодорожного пути и сооружений в условиях Урала и Сибири : межвузовский сб. науч. тр. – Свердловск : УЭМИИТ, 1979. – Вып. 60. – С. 68–81.

142. Кожинская Л. И. Выбор параметров высокоскоростной магистрали по условию комфортности пассажиров / Л. И. Кожинская // Вопросы проектирования высокоскоростных и грузонапряженных железных дорог : сб. науч. тр. Всесоюзн. НИИ трансп. строительства / под ред. И. Д. Ткачевского. – Москва, 1991. – С. 14–22.
143. Курган Н. Б. Проблемы внедрения скоростного движения пассажирских поездов на железных дорогах Украины / Н. Б. Курган // Ресурсосберегающие технологии в транспортном и гидротехническом строительстве : межвузовский сб. науч. тр. – Днепропетровск : Арт-Пресс, 1997. – Вып. 3. – С. 126–129.
144. Блохин Е. П. О новых нормах сопряжения элементов продольного профиля железных дорог / Е. П. Блохин, И. И. Кантор, Л. А. Сакович // Транспортное строительство. – 1977. – № 9. – С. 40–42.
145. Замуховский А. В. Перспективы полигона безбалластного пути / А. В. Замуховский // Мир транспорта. – 2013. – № 3. – С. 168–172.
146. Каменский В. Б. Направления совершенствования системы ведения путевого хозяйства / В. Б. Каменский. – Москва : НИИТКД, 2009. – 392 с.
147. Колос А. Ф. Современные конструкции верхнего строения пути для строительства скоростных и высокоскоростных железнодорожных линий / А. Ф. Колос, И. С. Козлов // Бюл. результатов научных исследований. – 2013. – № 1–2 (6–7). – С. 6–12.
148. Безбалластный путь на высокоскоростных магистралях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ssf-ing.de/fileadmin/web_data/downloads/projectlist_rus/SSF_Folder_ballastless-track_rus.pdf. Дата звернення 12.12.2016.
149. Колос А. Ф. Особенности напряженного состояния грунтов подплитного основания при безбалластной конструкции верхнего строения пути / А. Ф. Колос, А. А. Сидоренко, С. В. Соловьев // Инженерный вестн. Дона. – 2014. – Т. 29, № 2. – С. 108.
150. Виброзащитные конструкции пути для транспортных тоннелей и метрополитенов / Н. И. Карпущенко, А. В. Яковлев, Д. В. Величко, В. А. Гурский. – Новосибирск : Наука, 2011. – 200 с.
151. Даніленко Е. І. Залізнична колія. Улаштування, проектування і розрахунки, взаємодія з рухомим складом : підруч. для вищ. навч. закл. : у 2 т. / Е. І. Даніленко. – Київ : Інпрес, 2010. – Т. 2. – 456 с.
152. Даренський О. М. Аналіз розвитку теорій розрахунків залізничних колій / О. М. Даренський, Е. А. Беліков // Зб. наук. пр. Укр. держ. ун-ту залізн. трансп. – 2016. – № 154. – С. 149–155.
153. Правила производства расчетов верхнего строения железнодорожного пути на прочность. – Москва : Трансжелдориздат, 1954. – 70 с.
154. Вериго М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава / М. Ф. Вериго, А. Я. Коган. – Москва : Транспорт, 1986. – 559 с.
155. Чернышов М. А. Практические методы расчета пути / М. А. Чернышов. – Москва : Транспорт, 1967. – 236 с.

156. Даніленко Е. І. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. ЦП-0117 / Е. І. Даніленко, В. В. Рибкін. – Київ : Транспорт України, 2004. – 64 с.
157. Курган Д. М. Визначення динамічного навантаження від колеса на рейку для швидкісних поїздів / Д. М. Курган // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2015. – № 3 (57). – С. 118–128.
158. Kurhan D. Determination of Load for Quasi-static Calculations of Railway Track Stress-strain State // Acta Technica Jaurinensis. – 2016. – Т. 9, №. 1. – Р. 83–96.
159. Коган А. Я. Динамика пути и его взаимодействие с подвижным составом / А. Я. Коган. – Москва : Транспорт, 1997. – 326 с.
160. Бесстыковой путь и длинные рельсы / В. Г. Альбрехт, В. Н. Лященко, С. П. Першин, В. Я. Шульга. – Москва : Транспорт, 1963. – 214 с.
161. Курган Д. М. Адаптація енергетичного методу оцінки безпеки утримання безстикової колії за показником стискаючої сили для інженерних розрахунків / Д. М. Курган, Н. М. Лапшева // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті. – 2013. – №. 6. – С. 41–46.
162. Бондаренко І. О. Визначення методики розрахунку модуля пружності підрейкової основи за результатами експериментальних вимірювань показників взаємодії колії і рухомого складу / І. О. Бондаренко, Д. М. Курган, В. Є. Савлук. // 36. наук. праць. – Донецьк : ДонІЗТ, 2012. – Вип. № 31. – С. 225–230.
163. Lichtberger V: Thack compendium. Eurailpress Tetzlaff-Hestra GmbH & Co. KG. – Hamburg, 2005. – 634 p.
164. Взаимодействие пути и подвижного состава / Е. М. Бромберг, М. Ф. Вериги, В. Н. Данилов, М. А. Фришман. – Москва : Трансжелдориздат, 1956. – 280 с.
165. Вериги М. Ф. Основные положения методики расчета сил, действующих на железобетонные шпалы / М. Ф. Вериги // Тр. ЦНИИ. – Москва : Трансжелдориздат, 1963. – Вып. 257. – С. 5–39.
166. Курган Д. Модель напружено-деформированного состояния железнодорожного пути на основе волновой теории распространения напряжений / Д. Курган, И. Бондаренко // Problemy Kolejnictwa. – 2013. – Vol. 159. – Р. 99–111.
167. Бондаренко І. О. Вирішення задач надійності системи на основі моделювання напружено-деформаційного стану залізничної колії засобами теорії розповсюдження пружних хвиль / І. О. Бондаренко, Д. М. Курган // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2013. – Вип. 1(43). – С. 139–148.
168. Railway construction / Sz. Fisher, B. Eller, Z. Kada, A. Németh; Universitas-Győr Nonprofit Kft. – Győr, 2015. – 334 p.

169. Положення про проведення планово-запобіжних ремонтно-колійних робіт на залізницях України. ЦП-0287 / А. Бабенко, Г. Линник, К. Мойсеєнко, О. Патласов, В. Яковлев. – Київ, 2015. – 45 с.
170. Курган Д. М. Визначення раціонального розподілу поїздопотоків на мережі залізниць / Д. М. Курган, М. А. Заяц // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2010. – № 34. – С. 88–93.
171. Булат-Корнейчук Е. А. Научные открытия в механике разрушения / Е. А. Булат-Корнейчук, В. И. Дырда. – Днепропетровск, 2006. – 245 с.
172. Научные основы моделирования взаимодействия пути и подвижного состава в современных условиях эксплуатации / М. М. Железнов, В. О. Певзнер, В. П. Соловьев, С. С. Надежин // Бюл. ОУС ОАО «РЖД». – Москва, 2014. – № 4. – С. 21–29.
173. Fischer S. Superstructure Stabilization of Ballast Bedded Railway Tracks with Geogrids / S. Fischer, F. Horvát // Hungarian J. of Industry and Chemistry. – 2011. – Vol. 39, №. 1. – P. 101–106.
174. Horvát F. Evaluation of railway track geometry stabilisation effect of geogrid layers under ballast on the basis of laboratory multi-level shear box tests / F. Horvát, S. Fischer, Z. Major // Acta Technica Jaurinensis. – 2013. – Vol. 6, №. 2. – P. 21–44.
175. Kurhan D. Modeling Of Development Vertical Deformation Of Railway Track / D. Kurhan // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2016. – № 1(61). – С. 100–108.
176. Курган М. Б. Дослідження нерівностей колії в межах залізничних переїздів / М. Б. Курган, Д. М. Курган, О. Ф. Лужицький // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2015. – № 5 (59). – С. 84–96.
177. Технічні вказівки щодо оцінки стану рейкової колії за показниками колієвимірювальних вагонів та забезпечення безпеки руху поїздів при відступах від норм утримання рейкової колії. ЦП-0267 / О. М. Патласов, В. В. Рибкін, Ю. В. Палейчук, С. О. Соломаха, П. В. Панченко. – Київ, 2012. – 25 с.
178. Кольский Г. Волны напряжения в твердых телах / Г. Кольский. – Москва : Иностран. лит-ра, 1955. – 192 с.
179. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. VII. Теория упругости / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – Москва : Наука, 1987. – 248 с.
180. Kurhan D. M. Features of perception of loading elements of the railway track at high speeds of the movement / D. M. Kurhan // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2015. – № 2(56). – P. 136–145.
181. Курган Д. Моделирование взаимодействия пути и подвижного состава с учетом времени прогиба подрельсового основания / Д. Курган // Проектирование развития региональной сети железных дорог : сб. науч. тр. /

- Дальневосточный гос. ун-т путей сообщения; под ред. В. С. Шварцфельда. – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2015. – Вып. 3. – С. 167–175.
182. Connolly D. Numerical modelling of ground borne vibrations from high speed rail lines on embankments / D. Connolly, A. Giannopoulos, M. Forde // *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*. – 2013. – Vol. 46. – P. 13–19.
 183. Using three-dimensional finite element analysis in time domain to model railway-induced ground vibrations / G. Kouroussis, L. Van Parys, C. Conti, O. Verlinden // *Advances in Engineering Software*. – 2014. – Vol. 70. – P. 63–76.
 184. Woldringh R. F. Embankment design for high-speed trains on soft soils / R. F. Woldringh, B. M. New // *Proc. of the 12th Europ. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (7.06–10.06.1999)*. – Amsterdam, The Netherlands, 1999. – Vol. 3. – P. 1703–1712.
 185. Rail movement and ground waves caused by high-speed trains approaching track-soil critical velocities / V. V. Krylov, A. R. Dawson, M. E. Heelis, A. C. Collop // *Proc. of The Institution of Mechanical Engineers Part F-journal of Rail and Rapid Transit – PROC INST MECH ENG F-J RAIL R*. – 2000. – Vol. 214, № 2. – P. 107–116.
 186. Koch, E. A mélykeverés technológia vasútépítési alkalmazásának lehetőségei / E. Koch, R. Szepesházi // *SÍNEK VILÁGA*. – 2013. – № 2. – P. 9–14.
 187. Брандль Х. Взаимодействие оснований и сооружений высокоскоростных железных дорог / Х. Брандль, А. Паульмичл // *Мат. международной XIII Дунайско-Европейской конф. по геотехнике*, г. Любляна, Словения, 29–31 мая 2006 г. // *Развитие городов и геотехническое строительство*. – 2007. – № 11. – С. 157–164.
 188. Гиляров В. Л. Кинетическая концепция прочности и самоорганизованная критичность в процессе разрушения материалов / В. Л. Гиляров // *Физика твердого тела*. – 2005. – Т. 47, вып. 5. – С. 808–811.
 189. Коновалов А. А. Энтропия, деформация, теплоемкость и жизненный цикл [Электронный ресурс] / А. А. Коновалов. – Режим доступа: <http://trinitas.ru/rus/doc/0016/001c/1840-kon.pdf>. Дата звернения 30.10.2016.
 190. Куриленко Г. А. Прогнозирование циклического ресурса деталей с макротрещинами термографическим методом / Г. А. Куриленко // *Изв. Томского техн. ун-та*. – 2012. – Т. 321, № 2. – С. 36–39.
 191. Расчет долговечности упруго-наследственных сред при длительном циклическом нагружении / В. И. Дырда, С. П. Сокол, Е. В. Калганков, В. А. Колбасин, А. В. Толстёнок // *Геотехнічна механіка*. – 2013. – № 108. – С. 111–122.
 192. Регель В. Р. Кинетическая природа прочности твердых тел. / В. Р. Регель, А. И. Слуцкер, Э. Е. Томашевский // *Успехи физических наук*. – 1972. – Т. 106, вып. 2. – С. 193–228.
 193. Jiang H. C. Identifying topological order by entanglement entropy / H. C. Jiang, Z. Wang, L. Balents // *Nature Physics*. – 2012. – Val. 8. – P. 902–905.

194. Maximum entropy fracture model and its use for predicting cyclic hysteresis in Sn3. 8Ag0. 7Cu and Sn3. 0Ag0. 5 solder alloys / J. P. Tucker, D. K. Chan, G. Subbarayan, C. A. Handwerker // Microelectronics Reliability. – 2014. – Val. 54 (11). – P. 2513–2522.
195. Thermodynamical property of entanglement entropy for excited states. / J. Bhattacharya, M. Nozaki, T. Takayanagi, T. Ugajin // Physical review letters. – 2013. – Val. 110 (9). – P. 091602.
196. Курган Д. М. Вплив стану залізничної ділянки і структури поїздопотоків на життєвий цикл колії. / Д. М. Курган, І. О. Бондаренко // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2007. – № 19. – С. 67–77.
197. Курган Д. М. Моделювання накопичення деформацій залізничної колії на основі ентропії системи / Д. М. Курган // Наука та прогрес транспорту. Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2015. – № 4 (58). – С. 99–109.

Наукове видання

Курган Микола Борисович,
Курган Дмитро Миколайович

Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні

Монографія

Редактор *О. О. Котова*
Комп'ютерна верстка *О. М. Гончаренко*

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 15,81. Обл.-вид. арк. 15,87.
Тираж 300 пр.

Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.2003 р.

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна,
вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, 49010

