
УДК 656.2.072

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ОРІЄНТУВАННЯ ПАСАЖИРІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ
ВОКЗАЛАХ УКРАЇНИ В УМОВАХ УПРОВАДЖЕННЯ ШВИДКІСНОГО РУХУ
ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ**

Д-р техн. наук А. В. Прохорченко, В. В. Паламарчук

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ПАССАЖИРОВ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛАХ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ
СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ**

Д-р техн. наук А. В. Прохорченко, В. В. Паламарчук

**IMPROVEMENT OF THE PASSENGER ORIENTATION SYSTEM AT RAILWAY
STATIONS IN UKRAINE IN CONDITIONS OF INTRODUCING THE SPEED
MOVEMENT OF PASSENGER TRAINS**

Dr.Sc. A. Prokhorchenko, V. V. Palamarchuk

Досліджено напрямок підвищення ефективності функціонування залізничних вокзалів України при впровадженні швидкісного руху на основі удосконалення системи орієнтування пасажирів. Проведено аналіз досвіду функціонування залізничних вокзалів світу, сформульовано основну стратегію впровадження системи орієнтування на залізничних вокзалах України. Запропоновано удосконалити систему орієнтування пасажирів за рахунок поділу площі платформ на сектори.

Ключові слова: залізниця, залізничний вокзал, пасажир, система орієнтування, моделювання.

Исследовано направление повышения эффективности функционирования железнодорожных вокзалов Украины при внедрении скоростного движения на основе совершенствования системы ориентирования пассажиров. Проведен анализ опыта функционирования железнодорожных вокзалов мира, сформулирована основная стратегия внедрения системы ориентирования на железнодорожных вокзалах Украины. Предложено усовершенствовать систему ориентирования пассажиров за счет разделения площади платформ на сектора.

Ключевые слова: железная дорога, железнодорожный вокзал, пассажир, система ориентирования, моделирование.

In this work the direction of increasing the efficiency of railway stations Ukraine in the implementation of high-speed passenger trains through improving their systems targeting passengers. Based on the analysis of best practices Railway stations of the world formulated the basic strategy of targeting the introduction of railway stations of Ukraine. A targeting construct a system based on separation of railway station areas in which passengers are faced with respective typical situations. Considered requirements for a system of marking at the railway station. For example, modeling the passenger during boarding the train proved the effectiveness of implementation of the orientation of passengers on a platform based on the separation space platforms linking sectors with special circuit diagrams formation trains speed trains. Comparative simulation results boarding the train show that using the proposed system targeting passengers on the platform can significantly increase passenger comfort and reduce landing in train by 29.2% of the existing indicators. It is proved that the introduction of orientation can significantly improve security, passenger comfort when using high-speed trains in Ukraine.

Keywords: railway transportation, railway station, passenger guidance system modeling.

Вступ. Упровадження швидкісного руху на залізничній мережі України спричинило зростання обсягів перевезень пасажирів у цьому секторі, що дало змогу залізничному транспорту залучити додаткових пасажирів з високим рівнем доходів. Утримання власних позицій на ринку пасажирських перевезень та залучення пасажирів з інших видів транспорту вимагає від залізниць України дієвих заходів для підвищення сервісу з обслуговування пасажирів. Одним із напрямків підвищення комфорту пасажирів при здійсненні подорожі залізничним транспортом є удосконалення системи орієнтування (англ., orientation system) пасажирів на залізничних вокзалах [1].

Відсутність можливості швидко і зручно знайти ефективний шлях руху або визначити свою наступну мету

призначення на залізничному вокзалі та за його межами для пасажира є визначальним щодо задоволеності рівнем послуг під час подорожі. Як свідчать дослідження [2], пасажир, перебуваючи в заплутаному обмеженому просторі, до якого можна віднести залізничний вокзал, знаходиться в складному емоційному стані, що поєднує тривогу та дезорієнтацію. Отже, відсутність на залізничному вокзалі дієвої системи орієнтування призводить до незручностей для пасажирів та вводить їх у стресовий стан, що може призвести навіть до їх небезпеки.

На цей час на залізничних вокзалах України ефективна система функціонально-часово-просторової організації пасажиропотоків відсутня. Довідково-інформаційне забезпечення пасажирів на залізничному вокзалі є розрізненим, не повною мірою дає

змогу зорієнтуватись, а в деяких зонах вокзалу взагалі відсутнє, що не відповідає сучасним вимогам якості надання транспортних послуг [3]. Також відсутня система управління пасажиропотоками на залізничному вокзалі, яка поєднує в собі функції із збору й обробки інформації, інформаційно-довідкового забезпечення, що включає систему знакування, та безпосередньо функції управління на основі інформування пасажирів щодо раціональних маршрутів та дій з прямого втручання за рахунок зміни технічних і технологічних параметрів вокзалів (закриття приміщень, вимкнення ескалаторів, розставлення тимчасових щитів для огороження місць небезпеки тощо).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження щодо побудови ефективних систем орієнтування здійснюється на перетині багатьох наук, а саме: будівництва, архітектури, історії, психології, графічного дизайну, інформаційного дизайну, теорії поведінки натовпу (англ., crowd dynamics) [4], колективного інтелекту (англ., Swarm Intelligence), моделювання потоків руху тощо. Багато праць [5, 6, 8] присвячено формулюванню напрямків основних стратегій побудови систем орієнтування. У перших роботах відзначалось, що ефективність побудованої системи орієнтування залежить від багатьох факторів, зокрема освітлення, кольору, щільності руху в потоці тощо [7]. Проводиться багато досліджень, що присвячені впливу на ефективність орієнтування тих чи інших видів інформації для пасажирів [9,11]. Досягнення в різних напрямках досліджень успішно застосовуються для формування систем орієнтування на залізничних вокзалах [12, 14, 15]. У [12] відмічається, що в умовах упровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів, де вводяться в обіг нові комфортабельні поїзди, залізничний вокзал із застарілою інфраструктурою та

неефективною системою орієнтування є слабкою ланкою у загальній оцінці пасажиром рівня комфорту під час поїздки.

Сучасним напрямком вирішення задач аналізу функціонально-просторової організації пасажиропотоків на залізничному вокзалі є застосування математичного моделювання руху потоків пасажирів [13,16,17-21]. Ґрунтуючись на результатах моделювання руху потоків пасажирів, виконується аналіз комфорту, тривалості та маршрутів пересування пасажирів у різних умовах і зонах залізничного вокзалу для удосконалення системи орієнтування [20].

Визначення мети та задачі дослідження. Ця робота має на меті дослідити напрямок підвищення ефективності функціонування залізничних вокзалів України в умовах упровадження швидкісного руху пасажирських поїздів на основі удосконалення їх системи орієнтування пасажирів. Це дасть змогу звести до мінімуму дезорієнтацію і розгубленість пасажирів, які перебувають на залізничних вокзалах і бажають здійснити подорож швидкісним поїздом без зайвої втрати часу. Для досягнення цієї мети у статті поставлена задача проаналізувати передовий досвід функціонування залізничних вокзалів світу. Сформулювати основну стратегію впровадження системи орієнтування на залізничних вокзалах України. На прикладі моделювання руху пасажиропотоків під час посадки у поїзд довести ефективність упровадження системи орієнтування пасажирів на платформі.

Основна частина дослідження. В основі побудови системи орієнтування лежить необхідність зорієнтувати пасажирів на кожному з етапів його шляху на залізничному вокзалі. Причому пасажиропотоки мають різну поведінку та потреби в інформації у різних місцях вокзалу. Для врахування цього фактора та для уніфікації потреб пасажирів система орієнтування будується за принципом

зонування залізничного вокзалу. Практика показує, що на першому етапі важливо розділити вокзал на три зони, у яких пасажирів стикаються з відповідними типовими ситуаціями:

- зовнішня зона – привокзальна площа та місця стикування з іншими видами транспорту;

- зона пасажирської будівлі (конкорса) – це зона між привокзальною площею і пероном, що включає всі поверхи вокзалу, внутрішні маршрути пересування потоків та зони очікування;

- перонна зона – охоплює всі платформи і переходи між ними, пішохідні мости і тунелі.

За таким принципом поділу кожна зона і її функції завжди ідентифіковані. Інформація, яка надається в кожній із зон, повинна бути послідовна з урахуванням зв'язку між зонами. Зони можуть проходити на декількох рівнях. У кожній зоні вокзалу повинна бути вирішена проблема орієнтування пасажирів, яку в англійській літературі називають «Wayfinding» – це термін, використовуваний для опису того, як пасажир вирішує свої просторові проблеми (знаходять свій шлях) у навколишньому середовищі (зонах залізничного вокзалу) [10]. Для успішного вирішення цієї проблеми на залізничному вокзалі повинна бути створена система орієнтування, яка за рахунок передачі повідомлень є системою комунікації з пасажиром. Це дає змогу ефективно управляти пасажиропотоками, так як пасажир у даній ситуації сам до цього схильний. Для досягнення поставленої мети стратегія побудови системи орієнтування на залізничному вокзалі повинна враховувати основні вимоги:

- необхідно задовольняти потреби всіх груп відвідувачів, незалежно від мови, статі або мобільності;

- визначати основні напрямки руху пасажиропотоків у межах залізничного вокзалу;

- інформувати пасажирів щодо прибуття і відправлення поїздів, розкладу руху поїздів, варіантів подорожі;

- визначати виходи на вокзалі та бути поєднаною з простором міста;

- підтримувати режим аварійної евакуації пасажирів та управляти пасажиропотоками в умовах паніки та різних інцидентів.

Залежно від способу передачі повідомлення виділяють такі інструменти навігації: форма, яка проявляється в об'ємно-просторовій структурі та графіці, звуки, тактильні відчуття [22]. Ключову роль у системі орієнтування відіграє знакування середовища залізничних вокзалів. Усі знаки можна поділити на три види:

- орієнтаційні знаки – це мапи, схеми, плани, розташовані у вузлових місцях. Вони дають пасажирові змогу зорієнтуватись у середовищі та спланувати маршрут;

- знаки напрямку руху – знаки, встановлені на відстані від об'єктів, здебільшого у місцях прийняття рішень. Повідомлення про те, куди потрібно йти, дають пасажирові можливість вибрати напрямок руху. Містять стрілки, назви об'єктів, піктограми;

- ідентифікаційні знаки – знаки, розміщені на об'єктах, які підтверджують, що пасажир прийшов у бажане місце. Повідомляють про те, чим саме є об'єкт. Вивіски з позначенням назви залу, номера платформи тощо.

В основі правил встановлення орієнтаційних знаків є принцип, який передбачає їх розташування під прямим кутом до осі станції (рис. 1, а). Це забезпечує правильне сприйняття напрямків руху до платформ та інших зон.

Знаки напрямку руху завжди повинні бути розташовані перпендикулярно до основного потоку пасажирів та звернені до напрямку, з якого вони призначені для читання. Знаки ідентифікації повинні бути видно з далеких відстаней і тому бажаним є їх розміщення як можна вище.

При розміщенні елементів знакування з написами необхідно дотримуватися обережності, щоб гарантувати, що вони не будуть заважати основному руху пасажиропотоку – особливо в таких зонах критичного завантаження, як платформи. Мінімізувати цей ризик можна за рахунок вибору різної висоти закріплення для

кожного типу знака. Слід також урахувати той факт, що знаки привертають увагу пасажирів, які природно будуть підходити досить близько до них, щоб прочитати інформацію, що є небажаним у місцях критичної завантаженості (платформа). Тому важливо упорядкувати інформацію і звести кількість знаків до мінімуму.

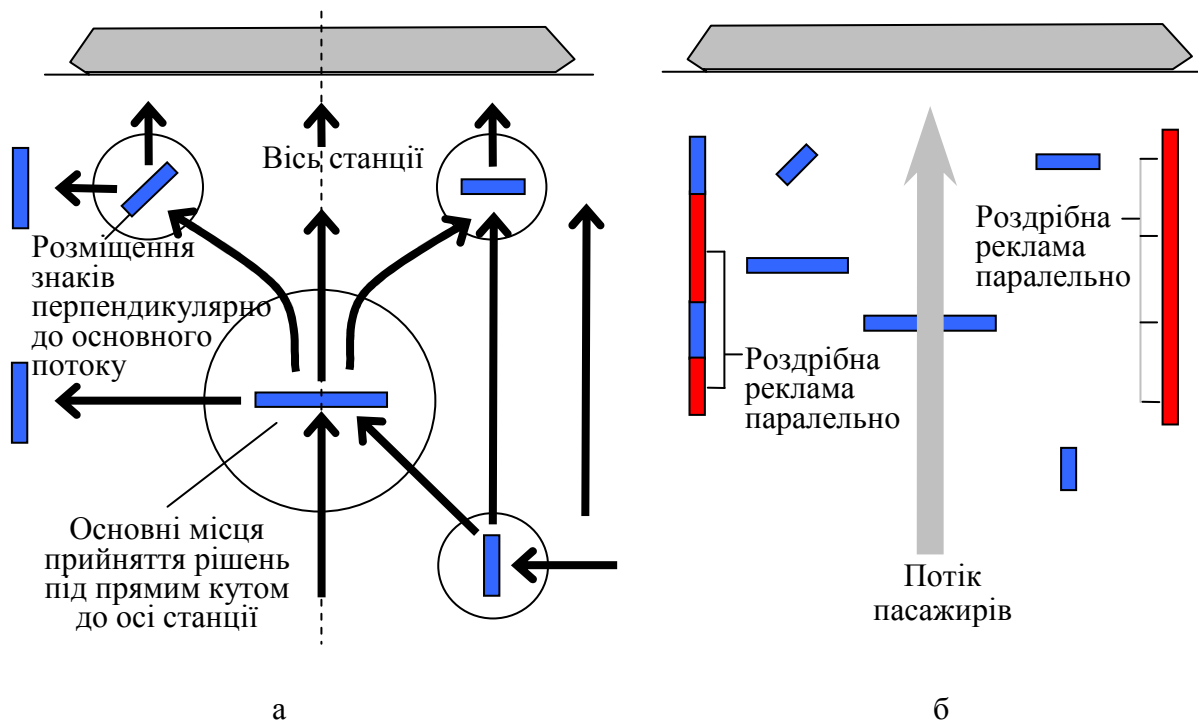


Рис. 1. Основні принципи розміщення знаків на залізничному вокзалі:
 а – знаки напрямку руху перпендикулярно до основного потоку;
 б – орієнтаційні знаки з візуальним пріоритетом

У межах стратегії побудови системи орієнтування на залізничних вокзалах усі носії зі змінною та постійною інформацією повинні відповідати розробленій концепції корпоративного дизайну залізничної компанії. Як показує практика [23], це досягається за рахунок розроблення і введення в дію спеціального стандарту (керівництва), у якому висвітлюються вимоги до специфікації нових та існуючих знаків на залізничних вокзалах компанії, яка управляє ними. У межах цього

керівництва висвітлюються питання принципів побудови системи орієнтування, правил розміщення знаків та всіх видів інформації на вокзалі, основні підходи до типографіки, колірного вирішення, дизайну, основних розмірів знаків та їх місця й висоти розміщення. Це дасть змогу уніфікувати систему знакування та узгодити дизайн для всіх залізничних вокзалів на мережі, що дасть можливість підвищити пізнаваність бранда компанії та самих знаків на вокзалі для пасажирів.

Для забезпечення ефективності системи орієнтування важливо, щоб знаки (пиктограми) та носії змінної інформації набували візуального пріоритету у просторі зон вокзалу. Для цього необхідним є визначення висоти розміщення і максимальної відстані сприйняття їх розміру шрифту для пасажирів з нормальним зором. Згідно з керівництвом

[23], знаки з написами (пиктограми) для зручної видимості та забезпечення безперешкодного пересування пасажиропотоків розміщуються на такій висоті (рис. 2):

- зовнішні написи вокзалу і транспортні під'їзди: база знака 4 м;
- написи у конкорсах: база знака 3,5 м;
- написи над платформами: база знака 2,5 м.

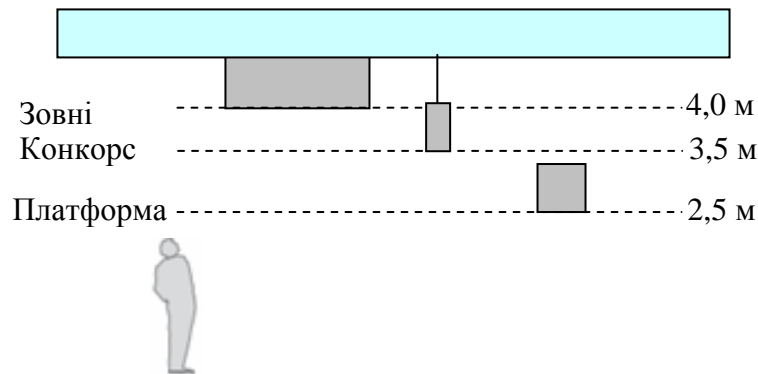


Рис. 2. Схема розміщення знаків за висотою на залізничному вокзалі для ефективного їх сприйняття

У залежності від висоти розміщення знака та його дальності сприйняття встановлюються розміри шрифтів написів з градацією шести відстаней зчитування від 3,5 до 27 м. [23].

Однією із найбільш завантажених зон залізничного вокзалу є пасажирські платформи, неорганізоване пересування на яких для пасажирів потенційно несе небезпеку. Аналіз поведінки пасажирів під час посадки у поїзд на платформах залізничних вокзалів України свідчить про відсутність дієвої системи орієнтування пасажирів. Наявність на вокзалах лише гучномовного повідомлення початку нумерації вагонів у складі поїзда призводить до небажаних хаотичних пересувань пасажирів через досить неточне визначення місця зупинки вагона з необхідним номером для посадки у поїзд. Прогресивною практикою вирішення проблеми організації руху потоків

пасажирів на платформах під час посадки на залізницях багатьох країн світу є поділ площі платформ на сектори – від двох до шести в залежності від країни. Найбільш поширений варіант – шість секторів: А, В, С, D, Е, F. Кожний поїзд дальнього сполучення зупиняється так, щоб визначені категорії вагонів потрапляли у розмічений сектор. Наприклад, вагони першого класу – в сектори А і В, вагони другого класу – в сектори С, D і Е. Порядок розташування вагонів у секторах для кожного поїзда вказаний на спеціальній діаграмі схем формування їх складів, що вивіщується в приміщеннях вокзалу та/або на платформах для ознайомлення пасажирів (рис. 3).

Спираючись на вищезазначений досвід, у статті запропоновано реалізувати цю практику на залізничних вокзалах України. На першому етапі впровадження проекту можливим є лише розбиття на сектори платформ позакласних залізничних

вокзалів з подальшим поширенням цієї системи орієнтування на інші вокзали мережі. Ураховуючи, що на мережі залізниць України експлуатуються швидкісні поїзди класу “Інтерсіті” та “Інтерсіті+” виробництва компаній Hyundai Rotem (серія HRCS2), Skoda та КВБЗ ЕКр1-“Тарпан”, довжина яких не перевищує 200 м прийнятним є встановлення одного сектора довжиною двох умовних вагонів

(50 м). Таким чином, для обслуговування швидкісного руху платформа може бути розбита на чотири сектори. Однак у випадку розширення цієї практики на обслуговування пасажирських поїздів прямого і місцевого сполучень звичайного руху, де максимальна кількість вагонів у складах може досягати 25 вагонів і більше, кількість секторів повинна досягати дванадцяти.

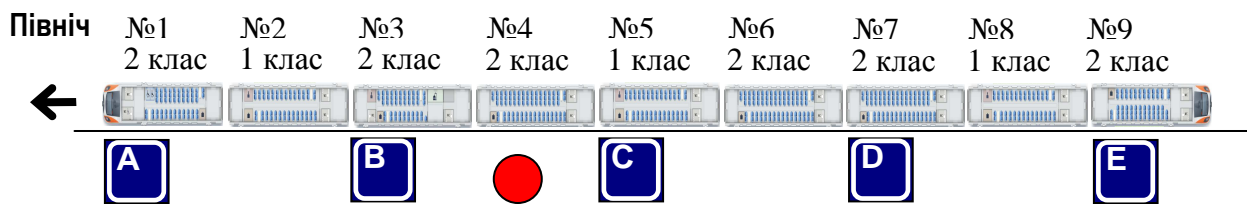


Рис. 3. Приклад діаграми схеми формування швидкісного пасажирського поїзда класу “Інтерсіті+” компанії Hyundai Rotem (серія HRCS2)

Інформаційне забезпечення такої системи орієнтування можна розділити на дві складові:

- створення в середовищі АСК ПП УЗ електронної схеми прив’язки состава кожної нитки графіка поїзда до географічного розташування назви сектора на платформі вокзалу під час руху поїзда;
- обладнання платформ знаками секторів згідно з латинською абеткою, що ідентифікують зони очікування пасажирів на платформі.

Перша складова дасть змогу оперативно та достовірно інформувати пасажирів на вокзалі через усі види носіїв зі змінною інформацією про спеціальні діаграми схем составів (можливим є навіть друкування сектора зупинки номера вагона у проїзному документі пасажирів). Однак на першому етапі впровадження системи орієнтування на платформах спеціальні діаграми схем составів можуть бути виконані у вигляді паперових карт, які повинні бути вивішені в зонах вокзалу, що

передують платформам, і на самих платформах для інформування пасажирів.

Друга складова дасть змогу безпосередньо зорієнтуватись пасажирів на платформі під час пошуку необхідної назви сектора, що відповідає зоні зупинки бажаного номера вагона. Відповідно до міжнародної практики розроблено можливий варіант дизайну знака ідентифікації назви сектора й номера колії на платформі та схема його розміщення (рис. 4).

Для підтвердження ефективності запропонованого напрямку удосконалення системи орієнтування пасажирів у статті на прикладі залізничного вокзалу Харків-Пасажирський виконано моделювання руху пасажиропотоків під час посадки у поїзд за двома сценаріями. Візуалізація побудованої сцени для моделювання посадки пасажирів у поїзд на другій колії другої платформи вокзалу Харків-Пасажирський наведена на рис. 5.

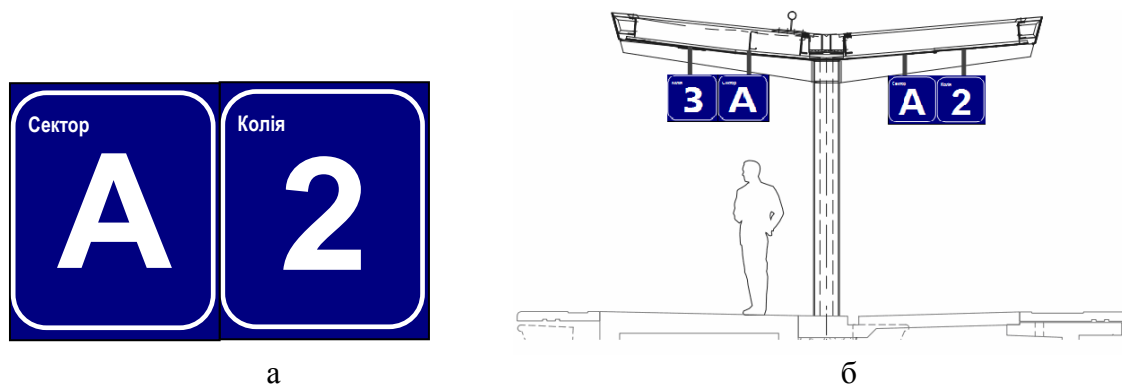


Рис. 4. Система знакування секторів на платформі: а – дизайн знака ідентифікації назви сектора та номера колії на платформі; б – схема розміщення знаків на платформі

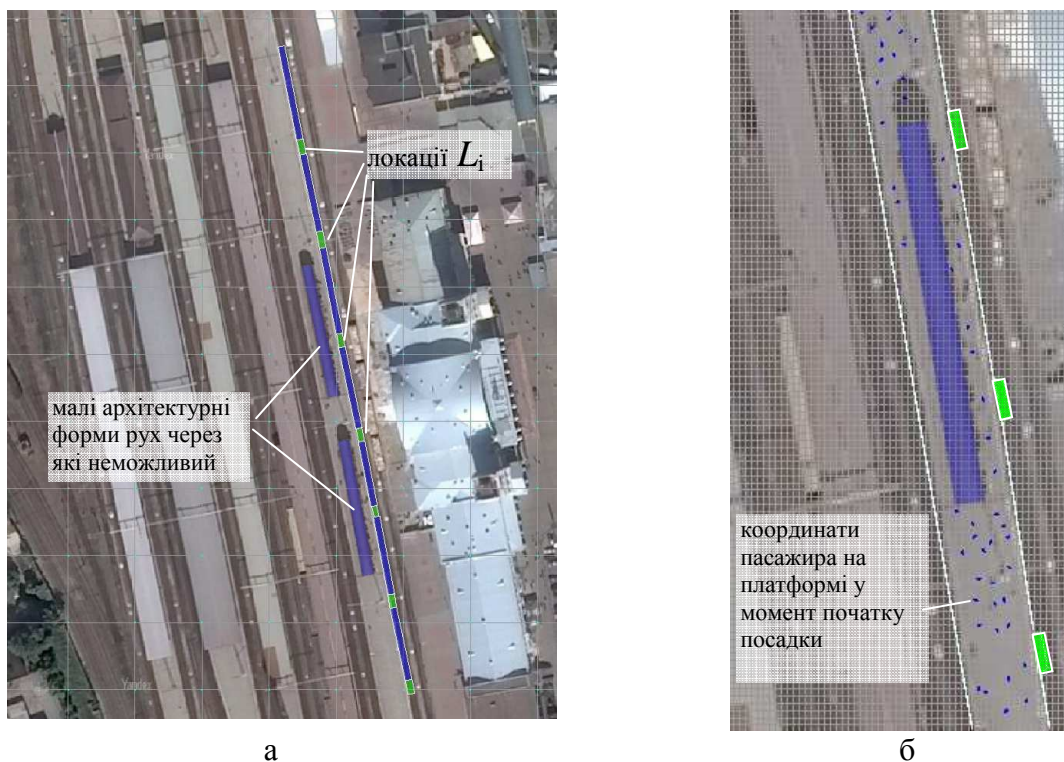


Рис. 5. Візуалізація побудованої сцени: а – загальний вигляд мапи вокзалу та сцени моделювання; б – частина платформи з нанесеною масштабною сіткою, координатами пасажирів, стінами та встановленими локаціями для посадки

Для моделювання було використано програмний продукт [25]. Вихідними даними для моделювання є площа проекції пасажирів – $0,28 \text{ м}^2/\text{люд}$; координати пасажирів, які розташовані випадково на платформі, є початком руху пасажирів; при моделюванні виконано припущення, що на

другій платформі немає людей, які можуть зустрічати; емоційний стан пасажирів у потоці – комфортний, група мобільності М2, яка відповідає такому діапазону швидкості V_0 : $10,93\text{-}30 \text{ м/хв}$ (для горизонтальних шляхів) [24]. Масштаб мапи і

сцени 1:50. Установлено сім локацій L_i , $i=1,7$ (кінцева мета маршруту пасажирів), які визначено на мапі сцени як прямокутники, що імітують вхідні двері пасажирських вагонів під час посадки.

Проведено два сценарії моделювання посадки у поїзд. За першим сценарієм моделюється існуюча ситуація на платформі під час посадки, коли пасажирів випадково розміщують на платформі, а їх локації за індивідуальним сценарієм можуть бути на значних відстанях. Другий

сценарій передбачає ситуацію, коли впроваджена запропонована система орієнтування на платформі залізничного вокзалу. Пасажирів заздалегідь проінформовано про схему состава, а на платформах розміщені знаки найменування секторів. За цим сценарієм пасажирів розміщують поряд зі своїми локаціями не далі зони накопичення платформи згідно зі своїм сектором. Відображення маршрутів пасажирів за двома сценаріями моделювання наведені на рис. 6, а, б.

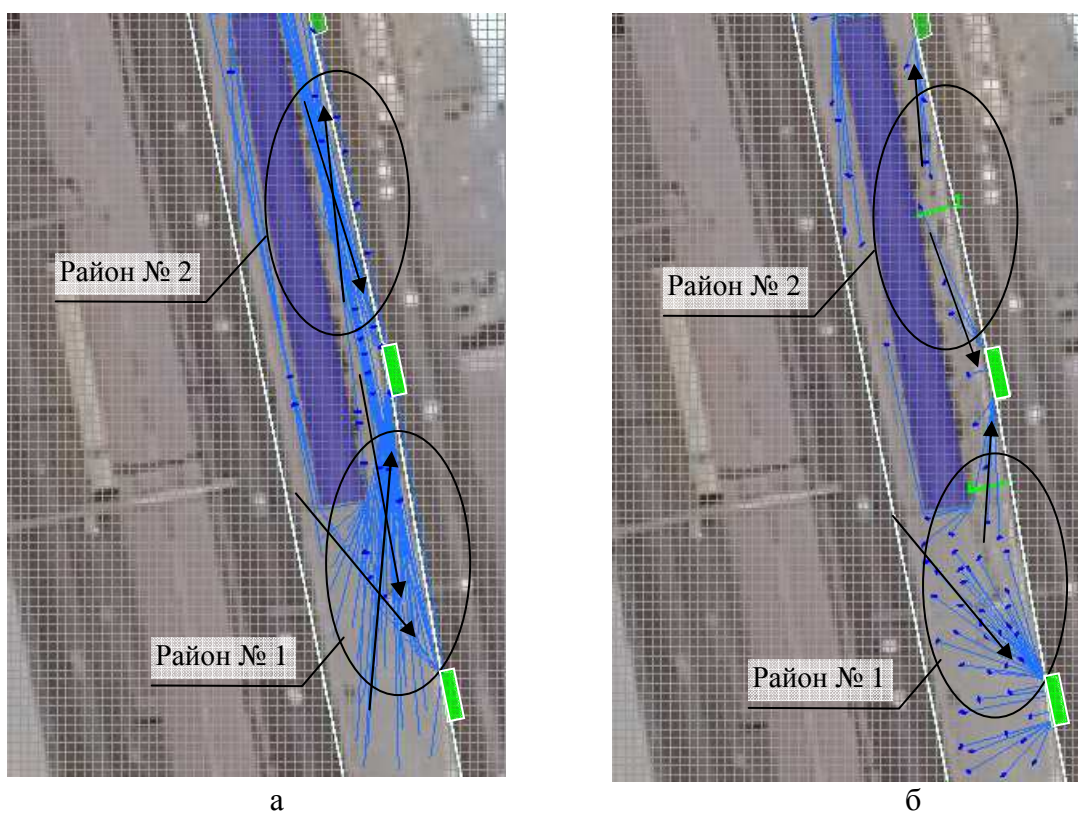


Рис. 6. Маршрути руху пасажирів за двома сценаріями моделювання:
 а – сценарій посадки у поїзд без системи орієнтування;
 б – сценарій посадки у поїзд із системою орієнтування на платформі

Результати моделювання показали, що час посадки за першим сценарієм складає 6,47 хв, тоді як за другим – 4,58 хв. Порівняльні результати свідчать, що за допомогою системи орієнтування можна скоротити час посадки на 29,2 % від існуючих показників. Однак головним є відсутність за другим сценарієм

перехресних маршрутів руху пасажирів під час посадки (райони № 1 та № 2 на рис. 6) та зменшена дальність пересування на платформі, що значно підвищує комфорт пасажирів.

Висновки. Проведений аналіз передового досвіду функціонування залізничних вокзалів світу дав змогу

сформулювати основну стратегію впровадження системи орієнтування на залізничних вокзалах України. Описано основні принципи побудови системи орієнтування на залізничному вокзалі. Приділено увагу побудові системи знакування на залізничному вокзалі. За практикою різних залізничних компаній світу необхідним є розроблення і введення в дію спеціального стандарту (керівництва) для залізничних вокзалів України, у якому висвітлюються вимоги до специфікації нових та існуючих знаків на залізничних вокзалах. Це дасть змогу уніфікувати систему знакування та узгодити дизайн для всіх залізничних вокзалів на мережі, що дасть можливість підвищити пізнаваність

бренда компанії та самих знаків на вокзалі для пасажирів.

На прикладі моделювання руху пасажиропотоків під час посадки у поїзд доведена ефективність упровадження системи орієнтування пасажирів на платформі на основі поділу площі платформ на сектори з ув'язкою зі спеціальними діаграмами схем формування составів швидкісних поїздів. Порівняльні результати моделювання посадки пасажирів у поїзд свідчать, що за допомогою запропонованої системи орієнтування пасажирів на платформі можна значно підвищити комфорт пасажирів та скоротити час посадки у поїзд на 29,2 % від існуючих показників.

Список використаних джерел

1. Gibson, D. The wayfinding handbook: information design for public places / David Gibson. – Princeton Architectural Press, 2009. – 152 p.
2. Osborn, D. Where to go? Way to go. Passenger Terminal World, September (2006), pp 80.
3. Типовий технологічний процес з надання послуг пасажиром та організації роботи залізничних вокзалів ЦП-0048 [Текст]: наказ Укрзалізниці № 187-Ц від 29 червня 2005 р. – офіц. текст.
4. Still, G.K. Crowd Dynamics. PhD Thesis, Mathematics Department, Warwick University, August 2000.
5. Weisman J., Wayfinding and architectural legibility: Design considerations in housing environments for the elderly, In Regnier V., Peynoos J., (Eds), Housing for the elderly: Satisfaction & preferences, New York: Garland, 1982. – P. 441-464.
6. R. Golledge, R. J. Stimson, (eds), Spatial behavior, geographical perspective, The Guilford Press, New York, London, 1997. – 511 p.
7. Braaksma, J.P. and Cook, W.J. Hum an Orientation in Transportation Terminals. ASCE Journal of Transportation Engineering. – 1980. – P. 189-203.
8. Lawton, C. A. Strategies for indoor wayfinding: the role of orientation, Journal of Environmental Psychology 16, 1996. – P. 137-145.
9. Hölscher C., Büchner S., Meilinger T., Strube G., Map Use and Wayfinding Strategies, in Multi-building Ensemble, In Barkowsky T., et al. (Eds.): Spatial Cognition V, LNAI 4387, 2007. – P. 356-380.
10. Golledge, R. Human wayfinding and cognitive maps, In G. Golledge (eds), Wayfinding behavior cognitive mapping and other spatial process, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1999. – P. 6.
11. Correia, A. R. Evaluating orientation level of service at passenger terminals at major Brazilian airports / Anderson Ribeiro Correia // Journal of the Brazilian air transportation research society, Volume 3, ISSUE 2. – 2007. – P. 34
12. Boumoud, A. La grande gare contemporaine et le labyrinthe du transport multimodal: vers une nouvelle approche de la lisibilité, l'exemple de la gare de la Part-Dieu à Lyon / Abdelhakim

Boumoud // THÈSE pour obtenir le grade de docteur de l'université de Grenoble (12 déc. 2012), Publications. – 2012. – 863 p.

13. Ahn SangHyung Real-time Information System for Spreading Rail Passengers across Train Carriages: Agent-based Simulation Stud / SangHyung Ahn, Jiwon Kim, Antonius Bektı, Liang-Chuan Cheng, Emma Clark, Michelle Robertson, Roland Salita // Australasian Transport Research Forum 2016 Proceedings, 6 –18 November 2016, Melbourne, Australia. – 13 p.

14. Wayfinding in the Rail Environment: technology and Behaviour Review / Elise Crawford, Ying Wu // CRC for Rail Innovation, Old Central Station, 290 Ann St, Brisbane QLD 4000, Project No.: R3.116, 2013. – 122 p. Режим доступу: <https://www.humanrights.gov.au/sites/default/files/ATTACHMENT%203%20CARRIAGE%20WAY%20FINDING%20REPORT%20UPDATED.pdf>

15. Modak, S. K. Transport terminal design and passenger orientation / S. K. Modak, V. N. Patkar // Transportation Planning and Technology. – 1984. – 9(2):115-123.

16. Sourd, F. Modelling of pedestrian flows during dwelling: development of a simulator to evaluate rolling stock and platform flow performance /F. Sourd, C. Talotte, Y. Constans-Brugeais, A. Pillon, S. Donikian // Challenge F: Even more trains even more on time. Paris, 9 May 2011. SNCF is organising the 9th World Congress on Railway Research, WCRR, from 22 to 26 Mai 2011 in Lille. – 10 p.

17. Ahn S.-H. Real-time Information System for Spreading Rail Passengers across Train Carriages: Agent-based Simulation Stud / SangHyung Ahn, Jiwon Kim, Antonius Bektı, Liang-Chuan Cheng, Emma Clark, Michelle Robertson, Roland Salita // Australasian Transport Research Forum 2016. Proceedings 16 –18 November 2016, Melbourne, Australia. – 13 p.

18. Бутько, Т. В. Застосування нейро-нечіткого моделювання в системах підтримки прийняття рішень для оперативного корегування поїздоутворення пасажирських составів [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, О.О. Журба // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2006. – № 3/2. – С. 6-9.

19. Журба, О. О. Організація пасажирських перевезень в умовах залізничних пересадочних комплексів [Текст]: дис... канд. техн. наук: 05.22.01 / О. О. Журба. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – 191 с.

20. Crowd simulation / Daniel Thalmann, Soraia Raupp Musse // London: Springer. – 2007. – 242 p.

21. Hänseler, F. Schedule-based estimation of pedestrian demand within a railway station / Flurin Hänseler, Nicholas Molyneaux, Michel Bierlaire, Amanda Stathopoulos // Proceedings of the Swiss Transportation Research Conference (STRC), 2014. – Vol. 5(1). – P. 14-16.

22. Гофманн-Велленгоф, Б. Навігація. Основи визначення місцеположення та скеровування [Текст] / Б. Гофманн-Велленгоф, К. Легат, М. Візер; пер. з англ. за ред. Я.С. Яцківа. – Львів: Львівський національний університет імені Івана Франка, 2006. – 453 с.

23. Design Guidelines & Specifications Managed Stations Wayfinding / Network Rail. London. Version 2. Issue date: August 2011. – 123 p.

24. ДБНВ.2.2-17:2006. Доступність будинків і споруд для мало мобільних груп населення: ДЕРЖАВНІ БУДІВЕЛЬНІ НОРМИ УКРАЇНИ. – К.: Мінбуд України, 2007.

25. Бутько, Т. В. Формування моделі організації пасажиропотоків при здійсненні пересадок на залізничному вокзалі з використанням колективного інтелекту [Текст] / Т.В. Бутько, А.В. Прохорченко, О.О. Журба // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №2. – С. 57-61.

Прохорченко Андрій Володимирович, д-р техн. наук, доцент кафедри управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057) 730-10-88.
E-mail: andrii.prokhorchenko@gmail.com.

Паламарчук Віталій Васильович, магістр групи МЗ-Tempus-16/1-1-ОПУТ, кафедра управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 730-10-88. E-mail: uermp@ukr.net.

Prokhorchenko Andrii, Doctor of technical science., Associate Professor, Department of Management of operational work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-88. E-mail: andrii.prokhorchenko@gmail.com.

Vitaly V. Palamarchuk, Master group MR-Tempus-16 / 1-1-OPUT, Department of operational work of the Ukrainian State University of Railway Transport. Tel. 730-10-88. E-mail: uermp@ukr.net.

Стаття прийнята 24.05.2017 р.