

К. В. Доля, О. Є. Доля

**Аналіз сучасних наукових підходів
до питання організації
транспортних процесів в системах
пасажирських перевезень**

Монографія

Boston: Published by Primedia eLaunch

2025

Автори

Доля Костянтин Вікторович, доцент, доктор технічних наук, професор кафедри автомобільної та транспортної інфраструктури, Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут»;

Доля Олена Євгенівна, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інформаційних управляючих систем, Харківського національного університету радіоелектроніки.

Рецензенти:

Понкратов Д. П., доцент, д.т.н, доцент кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова

Щибаєв О.Г., професор, д.т.н., зав. каф «Експлуатація флоту і технологія морських перевезень» Одеського національного університету

Рекомендовано до друку Вченою радою Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (протокол № 9 від 10.09.2024 р.)

Доля К. В., Доля О. Є. Аналіз сучасних наукових підходів до питання організації транспортних процесів в системах пасажирських перевезень: монографія / К. В. Доля, О. Є. Доля; Boston: Published by Primedia eLaunch. 2025. – 176 с.

ISBN – 979-8-89692-748-8

DOI – 10.46299/979-8-89692-748-8

В роботі висвітлено результати проведення наукового дослідження стану питання сучасних наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень. Визначено сучасні задачі й проблеми при функціонуванні систем пасажирських перевезень.

Дослідниками визначено, що основними задачами систем пасажирських перевезень є задоволення потреб пасажирів й соціуму взагалі. Акцентується увага не лише на питаннях безпеки перевезень, де під безпекою перевезень розглянуто питання збереження життя, здоров'я, вантажів, екології й соціального тиску фінансового навантаження на пасажирів та платників податків. Комплексно такі питання розглянуто на недостатньому рівні й розвиток наукової думки до системного урахування впливів функціонування систем пасажирських перевезень є актуальним питанням.

ISBN 979-8-89692-748-8

© Доля К. В., Доля О. Є.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 АНАЛІЗ СТАНУ СУЧАСНОЇ НАУКИ ЩОДО ПИТАННЯ ОСНОВ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ.....	6
1.1 Сучасні наукові дослідження пасажирських перевезень авіаційним транспортом.....	6
1.2 Актуальні наукові дослідження пасажирських перевезень авіаційним транспортом.....	12
1.3 Стан наукової думки до питань організації перевезень пасажирів залізничним транспортом.....	14
1.4 Висновки по розділу.....	26
2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАУКОВИХ ОСНОВ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	27
2.1 Методи рішення задач з організації пасажирських перевезень авіаційним транспортом.....	27
2.2 Методи рішення задач з організації пасажирських перевезень автомобільним транспортом.....	77
2.3 Методи вирішення задач на залізничному транспорті.....	97
2.4 Методи вирішення задач з формалізації параметрів експлуатації засобів транспорту на пасажирських транспортних маршрутах.....	101
2.5 Висновки по розділу.....	102
ВИСНОВКИ.....	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	105

ВСТУП

В роботі висвітлено результати проведення наукового дослідження стану питання сучасних наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень. Визначено сучасні задачі й проблеми при функціонуванні систем пасажирських перевезень. Дослідниками визначено, що основними задачами систем пасажирських перевезень є задоволення потреб пасажирів й соціуму взагалі. Акцентується увага не лише на питаннях безпеки перевезень, де під безпекою перевезень розглянуто питання збереження життя, здоров'я, вантажів, екології й соціального тиску фінансового навантаження на пасажирів та платників податків. Комплексно такі питання розглянуто на недостатньому рівні й розвиток наукової думки до системного урахування впливів функціонування систем пасажирських перевезень є актуальним питанням.

Аналіз сучасної наукової літератури до питання основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту демонструє актуальність такого питання у сучасній науці й практиці. Організація транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту є складним завданням й потребує комплексного підходу. Встановлено взаємовплив на параметри функціонування систем пасажирських перевезень різними видами транспорту із оточуючим середовищем. Подальший розвиток наукових підходів щодо особливостей урахування взаємного впливу кількісних характеристик систем пасажирських перевезень різними видами транспорту є актуальним і може позитивно вплинути на розвиток сучасної науки і практики.

Дослідження транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту доцільно проводити із урахуванням людського чинника у питаннях вибору маршруту їздки, типу транспортного засобу, виду транспорту, комфортностей їздки та попереднього обслуговування.

Відповідно до проведеного аналізу такі дослідження актуально проводити засобами математичного моделювання із використанням гравітаційних підходів. Проведений аналіз методів визначення наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень сучасниками реалізується із використанням підходів комп'ютерного та математичного моделювання. Питання організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень спирається на основні вхідні параметри до таких систем. До таких факторів можна віднести: соціальний стан розвитку суспільства, кількість пасажирів, вплив альтернативних маршрутів різних видів транспорту, соціальні вимоги до таких перевезень, державні стратегії розвитку й підтримки та інші. Аналіз методів визначення параметрів транспортних процесів і систем пасажирських перевезень демонструє комплексність взаємозв'язків між підсистемами даних систем, їхній взаємовплив та залежність між параметрами функціонування таких підсистем. Визначено методи розрахунків параметрів розподілу пасажирських транспортних кореспонденцій між маршрутами в мережі певного виду транспорту та між самими мережами при наявності конкуруючих між собою наборі мереж різних видів транспорту в систем пасажирських перевезень. Результатами проведеного аналізу сучасних методів визначення наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень доведено, що пасажирів обирають найефективніші способи реалізації потреб у переміщенні в пасажирських мережах.

1 АНАЛІЗ СТАНУ СУЧАСНОЇ НАУКИ ЩОДО ПИТАННЯ ОСНОВ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ РІЗНИМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТУ

1.1 Сучасні наукові дослідження пасажирських перевезень авіаційним транспортом

Сучасний стан наукової думки в питаннях дослідження параметрів пасажирських перевезень, встановлення взаємних зв'язків між такими параметрами доводять необхідність визначення майбутніх кількісних показників обсягів перевезень пасажирів. Розв'язання задач із визначення характеристик пасажиропотоку є актуальним завданням сучасної науки й полягло в мету значної кількості досліджень. Результати роботи доводять, що такі питання є актуальними для всіх видів транспорту при розгляді різних перевезень, від міських до міжконтинентальних.

В роботі Bao, Y., Yi, D., Xiong, T., Hu, Z., & Zheng, S. (2011) [1] проведено порівняльне дослідження гібридної лінійної та нелінійної моделі моделювання для прогнозування авіаційних перевезень. В роботі авторами було здійснено вибір моделі для проведення відповідних розрахунків параметрів пасажиропотоків. Запропоновано обрати модель із найменшими параметрами дисперсії можливих варіантів розрахунку. Результати демонструють, що значного покращення можна досягти за допомогою гібридної лінійної та нелінійної структури, зокрема, гібридної структури із урахування багатofакторності відповідного розрахункового параметру. Авторами Rodríguez-Doncel, V., Santos, C., & Casanovas, P. (2014) [2] в роботі визначається важливість регулярності сполучень, недопущення невиконання рейсів й наслідки таких невиконань для пасажирів.

Математичне моделювання пасажиропотоків висвітлено в роботі авторів Marie-Sainte, S. L., Saba, T., & Alotaibi, S. (2019) [3]. Автори обрали підхід із математичного моделювання із одночасним використанням методів

прогнозування лінійної регресії із використанням в цій моделі нейронних мереж. Автори зазначають, що питання розрахунків параметрів пасажиропотоку є базовим завданням для планування діяльності не лише авіаперевізника, а й в діяльності аеропорту. Зазначено, що урахування можливих відхилень від розрахункових параметрів пасажиропотоків при розробленні стратегії функціонування авіаційно галузі перевезень є обов'язковою частиною для ефективного управління процесом в умовах можливих ризиків. До аналогічних результатів у дослідженні прийшли й автори Dang, Y. Li, W. -. (2010) [4], якими в дослідженні було використано мережний підхід при вирішенні задач дослідження. На думку авторів мережне моделювання й аналіз характеристик мереж є фактором впливу на напрями пересувань пасажирів авіаційною мережею, а також на кількісні характеристики таких пересувань.

Авторами роботи Jing He, J., Xu, L., Ning Guo, X., & Hu, Y. (2021) [5] розглянуто фактори якості сервісного обслуговування, як такі фактори що впливають на кількість відправлень пасажирів з аеропорту. Авторами отримано висновки, що якість обслуговування пасажирів є фактором прийняття рішення при виборі способу переміщення пасажирів. Такий вибір, на думку авторів, пасажирів робили не лише між аеропортами, а й між видами транспорту. Визначено, що частка пасажирів приймає рішення при плануванні поїздки опираючись певною мірою на комфортність їздки, а інші параметри вважає другорядними. Згадане дослідження проведено в Китаї та має на меті визначити вплив підвищення комфортності обслуговування в аеропортах на кількість пасажирів, які скористаються послугами таких портів. Багатофакторність моделей із визначення кількості пасажирів авіаційних перевезень розглянуто в роботі авторів Liang, X., Guo, Z., Zhang, Q., Yang, M., & Wang, S. (2020) [6]. Результатом роботи обрано ентропійний підхід до моделювання настання прийняття рішень пасажирів при виборі способу їздки. Авторами Huang, F., Peng, J., You, M. (2016) [7] в роботі отримано висновки, що мережа авіакомпаній має обмеження для пасажирів, які подорожують, що призводить

до того, що розподіл довжини групової подорожі більш узгоджується з розтягнутим експоненційним розподілом. Час інтервалу поїздки пасажирів задовольняє усічений розподіл по степеневому закону, а не розподілу по степеневому закону. Тим часом, свята мають великий вплив на пасажирів, які подорожують. Зокрема, під час свята весни, літніх канікул та національного свята кількість пасажирів набагато більше, ніж в будь-який інший час. В роботі Ida, Y. (1993) [8] розкрито питання авіаційної мобільності пасажирів залежно від відстані між аеропортом та місцем життєдіяльності пасажирів. Reyna, O. S., De La Mota, I. F. (2018) в роботі [9] звернули увагу, що важливо враховувати кількість інформації, яка створюється може бути нелегкою для аналізу безпосередньо пасажирами. Визначено, що складно подана інформація про характеристики (умови) перельоту може призвести до прийняття рішення про скасування намірів пасажирів в отриманні таких послуг.

У певний час науковці отримали можливість встановлення впливу епідемій на стан авіаційних пасажирських перевезень. Afaq A., Gaur L., Singh G., Dhir A. (2021) в роботі [10] висловили, що COVID-19 епідемія завадила подорожам і змінила очікування авіапасажирів, що сильно вплинуло на авіакомпанії, вплинувши на діяльність, пов'язану з туризмом. Автори Zuo, P., Li, H., Liu, W., & Liu, D. (2010) в роботі [11] розглянули питання охорони здоров'я пасажирів під час надання послуг перевізниками, а саме важливість якісного кондиціонування повітря.

Багатофакторність вимог до якості авіаційних перельотів описано в роботі Niu, W. (2019) [12]. Автором висловлено, що інтелектуальні авіаційні транспортні системи із використанням штучного інтелекту є найближчою перспективою у розвитку галузі. Таке комплексне рішення автором запропоноване для вирішення не лише технічних завдань пов'язаних із безпосереднім процесом експлуатації авіаційного транспорту, а й для прийняття рішень у питаннях регулювання таких з урахуванням вимог пасажирів. Комплексність і взаємопов'язаність параметрів в системах

авіаційного пасажирського транспорту розкрито в роботі авторів Dang Y., Song S. (2013) [13].

Sharma H. K., Kumari K., Kar S. (2019) в роботі [14] зробили короткострокове прогнозування авіапасажирів на основі гібридного грубого набору та моделі подвійного експоненціального згладжування. Для цього використано грубу теорію множин у моделюванні прогнозування часових рядів. У цій роботі ми використовували для прогнозування модель подвійного експоненціального згладжування. Класична модель була вдосконалена за допомогою техніки грубого набору. Удосконалений метод подвійного експоненціального згладжування використано для даних часових рядів без будь-яких статистичних припущень. Запропонований метод застосовано до туристичного попиту з набору даних пасажирів авіаперевезень встановлено, що точність прогнозування запропонованої моделі є кращою, ніж у класичної моделі. Valutyte, R. (2020) в роботі [15] зазначає про необхідність урахування набутого досвіду при настанні стану погіршення умов перевезень із дотриманням прав пасажирів та авіаперевізників. Авторами Bravo, A., Vieira, D. R., & Ferrer, G. (2021) в роботі [16] визначено, що при виборі пасажиром способу пересування має значення вплив фактору довіри моделі засобу транспорту. Для автора дивно, що у нашу сучасну та насичену інформацією епоху багато людей все ще бояться літати, а для тих, хто боїться літати, вибір авіаквитка та відповідного літака, як очікується, буде важливим питанням. У цій статті автором запропоновано й використана методологія для моделювання досвіду покупки авіаквитків без міток, щоб з'ясувати, чи не можуть люди, які бояться літати, несвідомо змінити свій вибір залежно від параметрів квитка. Результати свідчать й про наявність несвідомих факторів впливу на прийняття рішень не лише від самого квитка, а й від марки літака.

Автори Raheja D., Zhong, Z. W. (2018) визначали залежність кількості пересувань пасажирів на авіаційному транспорті від економічних характеристик розвитку суспільства та інфраструктури міста [17]. Розкрито зв'язок причинності між валовими внутрішніми продуктами та повітрям

пасажиропотоком. Висловлено, що економічна діяльність країни дозволила багатонаціональному бізнесу та людям подорожувати. Розкритий причинно-наслідковий зв'язок між авіапасажи́рським перевезенням та внутрішнім валовим продуктом використовуючи методологія коінтеграції Йогансена-Юзеліуса та тест причинно-наслідкової зв'язку Грейнджера для аналізу цього зв'язку. Емпіричні результати показують не довгостроковий інтеграційний зв'язок Також надано обґрунтовані докази на підтримку гіпотези зростання міст під впливом авіації. Значення повітряних пасажирських перевезень підтверджує важливість розвитку аеропорту та необхідність підтримки місцевої інфраструктури аеропорту. Отже, щоб міста підтримували регіональний розвиток, фінансування має спрямовуватися безпосередньо на аеропорт. При цьому автором Fassiaux, S. (2021) [18] описано ризики падіння обсягів обслуговування пасажирів при певних умовах.

Lukyanov S., Thyssen E., Kislyak N. (2007) [19] описали наявність значних структурних, технологічних і поведінкових галузевих бар'єрів, що ставить під сумнів аналіз галузі з точки зору теорії конкурентних (квазіконкурентних) ринків. На основі емпіричної оцінки висоти вхідних бар'єрів, можна зробити висновок, що найбільш значущими з точки зору обмеження конкуренції в галузі експерти вважають адміністративні бар'єри. У ряді регіонів існує єдина структура власності або приналежність «аеропорт-авіакомпанія», що призводить до високої концентрації та наявності штучних монополій. У статті показано, що між вертикально інтегрованими структурами такого роду та соціальним добробутом існує суперечливий зв'язок. Автори також досліджують шляхи подолання вхідних бар'єрів. Saifei, N., & Renxu, G. (2021) в роботі [20] надано рекомендації в прийнятті рішень про оновлення інфраструктури галузі. Порівняно зі змінами глобальної економічної ситуації, ступінь взаємодії авіаційної галузі з регіональним економічним розвитком, тим не менш, зберігав сильніший вплив на уповільнення внутрішнього економічного зростання. Авторами запропоновано пропонуємо наступні рекомендації: при будівництві нових аеропортів у регіоні враховувати не лише

природні фактори повітряного транспорту та економічні характеристики міста, де він розташований, а й позиціонувати з урахуванням контексту всього регіону; вибір має не просто переслідувати оцінку економічного прибутку, а й всебічно оцінювати загальний суспільний добробут; підвищення загальної ефективності авіаційної транспортної системи, сприяння скоординованому розвитку та кращого використання регіональних переваг у регіоні слід створити скоординовану та впорядковану систему авіакомпаній, яка характеризується диференційованим та спеціальним обслуговуванням.

Zhang J., Sun Y., Zhang X., Wang S. (2020) в роботі [21] визначали необхідність урахування, що сучасні моделі визначення пасажиропотоків мають й спираються на корегувальні коефіцієнти, які слід окремо досліджувати. Авторами запропоновано на основі непараметричної оцінки, оптимальні змінні в часі вагові коефіцієнти для різних моделей-кандидатів із змінними у часі параметрами в моделях-кандидатах отримувати шляхом мінімізації локального критерію Джек-найфа в кожній точці часу. Leixian G., Xiaoli W., Xiaofang G., Xuejun Z., Changcheng K. (2021) та Cai J., Zhang N. (2020) [22, 23] введено модель для аналізу динамічної кореляції між обсягом пасажиропотоку цивільної авіації та його впливовими факторами. Результати емпіричних досліджень з використанням статистичних даних показують, що внутрішній валовий продукт і середньорічна температура безпосередньо впливають на розвиток пасажиропотоку цивільної авіації, і ступінь кореляції між ними різниться Крім того, співвідношення між обсягами пасажиропотоку цивільної авіації та кількістю приїжджих туристів та рівнем споживання мешканців також з часом стає все ближче.

В роботі [24] авторів Liang X., Qiao H., Wang S., Zhang X. (2017) розглядали ефективність прогнозування моделі, ними запропоновано інтегрована модель, заснована на аналізі сингулярного спектру для річного авіаперевезення. У процесі моделювання початковий часовий ряд був спочатку розбитий на кілька різних компонентів, а основні компоненти були вилучені. Результати показали, що запропонована модель може досягти кращої

ефективності прогнозування, ніж інші. Neretin A. S. (2017) в роботі [25] запропонував при подібних моделюваннях враховувати транспортну доступність таких послуг.

1.2 Актуальні наукові дослідження пасажирських перевезень авіаційним транспортом

Сучасні наукові дослідження завдань перевезень пасажирів значною мірою торкаються й автомобільного транспорту. У приведеному аналізі останніх наукових досліджень висвітлюється актуальність такого питання й його багатогранність. В своїй роботі Huang J., Mao B., Wu G. (2021) [26] розкривали питання якості обслуговування пасажирів до початку їздки. Оговорений стан питання впливу комфортності надання сервісних послуг пасажиром та вплив якості такого сервісу на кількість пасажирів. Визначено, що розроблений сервіс трансферу пасажирів до автостанції може забезпечити безперебійну подорож до послуг громадського транспорту, це зумовлене ефективністю різних режимів подорожі (наприклад, таксі, спільний велосипед, автобус) у службі трансферу. Авторами Запропоновано основу теорії еволюційних ігор для вирішення проблеми динамічної взаємодії пасажирів під час обслуговування. Розглядаються сценарії нескінченної та кінцевої сукупності відповідно. Результати моделювання, проведеного авторами, вказують на те, що піші прогулянки є першим вибором для пасажирів за комфортної погоди, а таксі – першим вибором у несприятливу погоду. Після впровадження ефективних стратегій ефективність подорожей пасажирів одночасно зростає. Таким чином, ефективні стратегії, які включають загальний електричний велосипед, індивідуальну поведінку на автобусі та таксі, заохочуються при плануванні обслуговування на етапі трансферу.

Питаннями вивчення впливу привабливості автомобільного транспорту для пасажирів, із досягненням мети збільшення кількості пасажирів займались й інші вчені. Так, в роботі авторів Kang H., Li M., Zhou P., Zhao Z. (2012) [27]

розглянуте питання розрахунку обсягів пасажирських перевезень із зазначенням першочерговості визначення таких параметрів для планування діяльності всього виробничого процесу таких перевезень. Авторами запропоновано здійснювати прогноз об'єму пасажиропотоку за допомогою векторної регресії v -підтримки, оптимізованої за допомогою адаптивного генетичного алгоритму хаосу. При цьому авторами визначено можливість застосування запропонованої моделі з невеликим об'ємом пасажиропотоку, з огляду на кількість пасажирів, невеликий об'єм пасажиропотоку. Регресія вектору опори введена для прогнозування обсягів пасажиропотоку. Для пошуку оптимальної точності прогнозу та продуктивності узагальнення для оптимізації параметра використовується хаос-адаптивний генетичний алгоритм, який базується на відображенні хаосу та адаптивному механізмі. В роботі [28] авторів Chen Y., Xu J. (2020) викладено результати дослідження можливості залучення до роботи водіїв з питань їхніх власних характеристик характеру та поведінки. Встановлено, що водії мають певні психологічні профілі властивості яких впливають на стиль керування, що у свою чергу має задовольняти умовам визначеним при перевезенні пасажирів. Вивчення особливостей поведінки водіїв міських водіїв у гірських містах за допомогою методу отримання GPS та порівняльного аналізу значення швидкості руху шести легкових автомобілів. Результати показують, що: звички різних водіїв у процесі водіння не однакові, експеримент із трьох моделей типу «Залишитися постійно», «Прискорення переваги», «Швидко та повільно»; завдяки своїм властивостям, в процесі водіння, діапазон швидкостей легкового автомобіля не великий. Тобто, керуючи легковим автомобілем, різні водії будуть контролювати швидкість руху в більш стабільному діапазоні; різні водії по-різному ставляться до так званих знаків обмеження швидкості при переході однієї дороги, експеримент із двох типів: «Повне стеження» та «Відповідне для підписання»; велика кількість тунелів і мостів на пасажирських маршрутах робить водіїв більш пильними, ніж інші рівнинні райони.

Авторами роботи [29] Pazoysky, Y., Kalikina, T., Saveliev, M., & Kurtikova, E. (2020) розглянуто вплив характеристик маршрутної мережі на привабливість виду транспорту. Запропоновано методику розрахунку маршрутної мережі далекого сполучення в умовах коливання пасажиропотоків. Робота охоплює такі питання, як якісне визначення маршрутної мережі далекого сполучення, задачі розрахунку маршрутної мережі пасажирських. Можна стверджувати, що зазвичай подібні задачі вирішується як статичні, тобто при розрахунку не враховуються коливання пасажиропотоку за певний проміжок часу. Це призводить або до збільшення пробігу вільних місць, або до їх дефіциту, оскільки пасажиропотік розподіляється нерівномірно по днях тижня. Якщо задачу розрахунку маршрутної мережі пасажирських поїздів сформулювати як динамічну, тобто змоделювати її з урахуванням коливань пасажиропотоку в часі та врахувати нерівномірність пасажиропотоку в прямому та зворотному напрямках, це призведе до підвищення ефективності використання рухомого складу.

1.3 Стан наукової думки до питань організації перевезень пасажирів залізничним транспортом

Залізничний транспорт може й відіграє значну роль в перевезеннях пасажирів при різних типах сполучення, що є основою для актуальності питання дослідження таких перевезень. Роботи [30, 31] Li Q., Ji C., Jia L., Qin Y. (2013) та Zhang C., Shi T., Lv X., Bai W., Liang B., Hu H. (2018) висвітлюють такі питання, як моделювання розподілу пасажирів опираючись на час очікування залізничних пасажирів на основі відстані руху поїзда. Час очікування пасажирів на вокзалі показує позитивну кореляцію між середнім часом очікування та відстанню руху поїзда. Результати, що відображають відмінність відстаней руху поїздів, можуть стати теоретичною основою для оптимізації параметрів прибуття пасажирів залізницею. Також, описано

питання загальної структури для інтелектуальної залізничної пасажирської станції інтелектуальної залізничної пасажирської станції.

Авторами робіт [32, 33] Yuqiang H., Baohua M., Rong H. (2006) та Bao Y. (2010) описано методики розрахунку максимальної кількості пасажирів залізничної пасажирської станції. Визначено, що залізнична мережа незупинно збільшується, а тому буде побудовано багато нових залізничних пасажирських станцій й дуже необхідно вивчати теорії побудови залізничних пасажирських станцій, якими обумовлено, що максимальна кількість пасажирів є ключовим параметром для проектування пропускної здатності залізничної пасажирської станції. У статті досліджуються існуючі методи розрахунку, які включають метод зібраних коефіцієнтів, метод графів і номерів поїздів одностороннього методу, імовірнісний метод, метод найгіршої ситуації та метод моделювання, крім того, дає запропоноване значення їхніх параметрів. Модель координації між швидкісними залізничними лініями та звичайними залізничними лініями в коридорі залізничного пасажирського транспорту. Висловлено, що раціональна схема транспортного співробітництва може покращити використання залізничних потужностей, швидкість руху поїздів, якість обслуговування та організації залізничних перевезень. Попереднє дослідження в основному зосереджувалося на аспекті управління залізничною або пасажирською організацією, які ігнорували їх взаємодію. На основі планування залізничного транспортного коридору та структури та розподілу пасажиропотоків розглянуто проблему раціонального співробітництва коридору залізничного пасажирського перевезення з метою визначення різновидів, кількості та маршрутів руху поїздів на швидкісній залізниці. лінії та існуючі звичайні залізничні лінії в коридорі залізничного транспорту. Запропоновано дворівневу модель програмування підрозділу. Верхня модель призначена для мінімізації загальних витрат на перевезення, а нижня — рівноважна модель, що визначається пасажирами.

Дослідження питання моделі оцінки ризику безпеки для інформаційних технологій залізничної системи та її застосування в системі залізничних

пасажирських квитків в роботі [34] Li H., Liu Y., He D. (2007). На основі методу оцінки ризику безпеки: цей документ, заснований на оцінці ризику безпеки, продемонстрований у невизначеному методі отримати мету кількісної оцінки ризику безпеки. Ризик безпеки оцінюється шляхом створення нечіткої матриці для ризику безпеки та адресного набору факторів ризику, наборів індикаторів ризику безпеки та вагового коефіцієнта факторів ризику безпеки та застосовується до системи залізничних пасажирських квитків. Цілі безпеки, передбачені системою залізничних пасажирських квитків, включають безпеку системи, доступність, автентичність ідентифікації та надійність транзакцій з метою захисту фізичних активів та інформаційних активів від загроз, які надходять від самої системи, персоналу, екологічних та природних катаклізмів. Авторами роботи [35] Stoilova S., Nikolova R. (2018) розроблено методологію вибору транспортного плану міжміських поїздів у мережі залізниць за допомогою методу аналітичного процесу ієрархії. В роботах [36, 37] Wang J., Zhang J., Wang W., Lü, X. (2011) та Li, J., Zhang C., Teng J. (2019) було запропоновано підходи до розрахунку кількості пасажирів поліпшенням нейронної мережі та її застосуванням в прогнозуванні кількості пасажирів на залізниці під час весняного фестивалю. Покращена модель нейронної мережі була створена шляхом побудови моделі та показу алгоритмів, яку порівнювали з традиційною нейронною мережею шляхом застосування при прогнозуванні пасажиропотоку на залізниці під час весняного фестивалю. Проаналізовано вплив факторів та тенденції зростання обсягу відправлень міськими залізничними пасажирями, виявлено різні ефекти та кореляції соціально-економічних змінних і факторів пропозиції залізничного транспорту для різних міст.

Аналіз поведінки пасажирів на залізничному транспорті проведено на таких параметрах, як: стан транспортних засобів, якість послуг, що надаються споживачам, конкурентоспроможність цін і пільг між пасажиропотоком, стан інфраструктури транспортного засобу та зупинок в роботі [39]. Застосування нечіткої теорії до алгоритму оптимізації ваги індексу безпеки залізничного

пасажирського транспорту в роботі [40] вирішує проблему визначення ваги індексу при оцінці безпеки, ця стаття по-перше поєднує нечітку теорію з процесом аналітичної ієрархії, щоб отримати інтервал зміни ваги кожного індексу. Потім, результати моделювання Монте-Карло використовуються для генерування результатів оцінки для різних вагових індексів, а дисперсія результатів оцінки отримуються кількісним методом. В роботі [41] застосовано вдосконаленої нейронної мережі для прогнозування кількості пасажирів на залізничному транспорті. Створено часову послідовну нейромережову модель прогнозування обсягів залізничних пасажирських перевезень. Розроблено параметри мережі. Проведено імітаційний експеримент мережевого навчання та навчання. Порівнюються та аналізуються результати прогнозування покращеної та нормальної нейронної мережі.

В роботах авторів [42-45] розкрито метод коригування використання колій прибуття та відправлення на залізничних пасажирських станціях на основі часово-просторових ресурсів. Моделюється задача коригування схеми використання шляхів прибуття та відправлення на основі дискретизації часово-просторових ресурсів треків прибуття та відправлення з точки зору мікроскопічного опису. Описано модель вибору режиму руху пасажирів за межами залізничного транспортного вузла. Проаналізовано механізм вибору виїзного режиму пасажирів, що прибувають, і визначаються. Надана оцінка системи збору проїзду великомасштабної залізничної пасажирської станції на основі мікроскопічного моделювання поведінки пасажирів. Досліджено методологію мікроскопічного моделювання поведінки пасажирів та створено імітаційну модель системи збору проїзду на великомасштабній залізничній пасажирській станції.

В роботах авторів [46-50] було розглянуто інші питання актуальні для пасажирських залізничних перевезень. Висвітлено стан питання з вибору параметрів для прийняття рішень посадки для пасажирів швидкісної залізниці на основі теорії дезагрегації, класифіковано залізничних пасажирів на основі кластерного аналізу, проведена оптимізація комбінації для розподілу місць у

залізничному пасажирському вагоні на основі покращеного генетичного алгоритму, модель контролю та прийняття рішень для попереднього продажу залізничних пасажирських квитків.

Авторами робіт [51-55] визначено пріоритетними для вивчення й розкрито наступні задачі в роботі залізничного транспорту, а саме: з використанням сучасної теорії планування було побудовано керовану модель планування коригування в реальному часі та поєднану модель використання колії; моделювання, планування і побудова алгоритму використання колії на залізничних пасажирських станціях; досліджено динамічні характеристики системи залізничного пасажирського вагона на основі керування демпфуванням увімкнено/вимкнено, становлено ступінь свободи пасажирського вагону; досліджено вплив коефіцієнтів амортизації та часової затримки системи напівактивної підвіски на динамічні характеристики легкового автомобіля; досліджено якості обслуговування пасажирів у пасажирському поїзді; змодельовано та перевірено конституцію та розміри якості обслуговування пасажирів та їх взаємозв'язок із вартістю споживання пасажирів, задоволеністю пасажирів та поверненням пасажирів та позитивними намірами розповсюджуватись із вуст у вуста; оцінено екологічності залізничних пасажирських станцій на основі всього життєвого циклу, включаючи планування, етапи будівництва та експлуатації. Використовуючи теорію екстеніки, було створено модель елементів для оцінки зеленого рівня пасажирських станцій та розраховано ваги індексів за методом.

Організаційні питання процесу пасажирських перевезень в роботах [56-60] були вивчені й за цим рекомендовано їхнє урахування. Здебільш, авторами було досліджено методи оцінки та моделі передачі руху на міській залізничній пасажирській станції. На основі мислення «відкритого до об'єкта» та за допомогою програмного забезпечення моделювання розкиду Було досліджено методи візуального моделювання оцінених методів передачі транспорту на міській пасажирській станції. Оцінено якості обслуговування залізничних пасажирів з використанням комплексної моделі нечіткої оцінки та нейронної

мережі Запропоновано два підходи до оцінки на основі комплексної моделі нечіткого оцінювання та нейронної мережі. Визначено фактори, що викликають низький попит на приміський пасажирський потяг. Встановлено модель упорядкованої логіт-регресії. Згідно з результатами, причинами зниження пасажиропотоку є розташування поїзда на маршруті, легкий доступ до альтернативних видів транспорту, система ціноутворення та обмежена пропозиція лише двох поїздок.

Визначенням факторів привабливості залізничних перевезень й рекомендаціями до оптимізації таких перевезень займались автори [61-65]. Проведеними ними дослідженнями визначено, що прогноз та аналіз пасажиропотоку на залізниці на основі моделі множинної регресії є можливим підходом для розрахунку пасажиропотоку при певних умовах. Розглянуто й гібридну модель гетерогенності для вибору режиму доступу пасажирів, які відправляються залізницею, при цьому зосереджено увагу на виборі режиму доступу пасажирів залізничного відправлення з огляду на феномен переваги атрибутів та неоднорідності атрибутивного процесу в багатоатрибутих рішеннях. Проаналізовано переваги та неоднорідності процесу атрибутів у функції корисності та сформульована гібридна модель неоднорідності Logit.

Ціноутворення й вплив фінансового навантаження на пасажирів й перевізника розкрито в роботі [66] на основі теорії максимальної увігнутої оболонки для залізничних пасажирських перевезень. Надано дискретну багатовимірну модель рішення, яка застосовується для швидкісних залізничних пасажирських перевезень. Авторами [67-70] проаналізовано характеристики процесу бронювання квиткової каси та проаналізовано характеристику імітаційної моделі квиткової каси. На основі теорії масового обслуговування була розроблена система масового обслуговування з блокуванням і відступом. На основі запропонованого потоку моделювання розроблена ефективна мікроскопічна імітаційна модель залізничної станції шляхом планування шляху, вибору вузла та сприйняття рішення. Побудовано модель штатного плану бригади. Модель заснована на обмеженнях маршрутів поїздів і робочого

часу екіпажу. Завдання оптимізації моделі полягає в тому, щоб зменшити витрати на команду та екіпаж.

Авторами [71-75] розглядалися питання моделювання вибору маршруту пересадки на залізничній пасажирській спеціальній лінії. Моделювання затримок прибуття пасажирських поїздів за допомогою узагальнених лінійних моделей та його перспективи для планування на головних станціях. Представлено деякі перспективні перспективи управління головною станцією. Запропоновано модель розташування точки моніторингу відеоспостереження в вузлах залізничного пасажирського транспорту. Побудовано дворівневу модель програмування в поєднанні з методом обмежень.

В роботах [76-80] було висвітлено метод прогнозування осідання підземного шару виділеної залізничної пасажирської лінії та побудова виділеної лінії. Запропоновано триточковий метод, заснований на моделі гіперболи для прогнозування осідання земляного полотна. Конкретний метод полягає в тому, що три відповідні точки вимірної кривої розрахунку, взятої як вибірка прогнозу, підставляють у модель гіперболи для прогнозування осідання. Чисельний аналіз нелінійної стійкості для залізничних пасажирських вагонів та розглянуто пасажиропотоки на коротких маршрутах. Відповідно до теорії вибору поведінки, приймаючи вибір пасажиром поїзда як залежну змінну, індивідуальні особливості пасажирів, характеристики подорожі та рівень обслуговування поїздів як незалежні змінні, змішана модель Logit була побудована на основі мультиноміальної моделі Logit, щоб відповідати даним обстеження пасажиропотоку. Результати показують, що якість відповідності змішаної моделі Logit вища, ніж багатоміальна модель Logit. Час відправлення є ключовим фактором, який впливає на поведінку пасажирів при виборі. 77% пасажирів вважають за краще вибирати потяги, які відправляються з 6:00 до 7:00, і лише 10% вважають за краще вибирати потяги, які відправляються з 20:00 до 21:00. Час у дорозі та ціна квитка негативно корелює з поведінкою пасажирів при виборі поїзда. Жінки старше 50 років, студенти, малозабезпечені, самооплачувані пасажирів більш чутливі до ціни на квитки.

Підхід до призначення пасажирських потоків до мережі залізничних пасажирських перевезень на основі комбінованої оптимізації, що стосується розподілу пасажиропотоку мереж залізничних пасажирських перевезень, то мережа залізничних пасажирських перевезень на основі плану пасажирських поїздів розвивається багатьма маршрутами. Загальний опір пасажирських маршрутів вимірюється узагальненою вартістю проїзду. Запропоновано врахування пропускної спроможності на різних ділянках залізничної колії та сумарного опору маршрутів проїзду пасажирів, ентропії насичення пасажиропотоку на різних ділянках залізничної колії та сумарної ентропії імпедансу маршрутів проїзду пасажирів. Також була запропонована оптимізаційна модель призначення пасажиропотоку.

Актуальними питаннями є й прогнозування параметрів взаємодії видів транспорту. Авторами В роботах [81] було висвітлено метод прогнозування масштабу автобусної зупинки перед залізничною пасажирською станцією. Проаналізовано основні фактори, що впливають на масштаби зупинки перед залізничним пасажирським вокзалом. На основі прибуття та відправлення пасажиропотоку залізничного пасажирського вокзалу, пасажиропотоку збору та відправлення, коефіцієнта передачі в залізничній системі та міського пішохідного потоку пасажирського вокзалу в годину пік, загального пасажиропотоку залізничного пасажирського вокзалу була визначена. Факторами розвитку залізничного транспорту й їхнім вивченням займались автори роботи [82]. Пропоновані авторами зміни передусім стосуються зміни існуючої системи забезпечення відкритості залізничної колії та вокзалів з метою підвищення технічної потужності залізничної колії та безпеки залізничного руху, заміни парку транспортних засобів та додаткових заходів щодо покращення залізничного руху. Авторами [83-90] прогнозували попит на залізничні пасажирські послуги на основі інтеграції хаотичної фазової реструктуризації простору та принципу подібності. На основі теорії реструктуризації фазового простору реструктуризовано фазовий простір даних часових рядів попиту на залізничні пасажирські послуги, розраховано їх дробову розмірність кореляції та

максимальний показник Ляпунова та виведений висновок про хаотичність даних часових рядів попиту на залізничні пасажирів. Описано процес роботи залізничних пасажирських станцій. Запропонована гібридна модель прогнозування пасажиропотоку. Дослідження інфраструктури транспорту при організації його взаємодії між автомобільним та залізничним розкрито у підході до визначення параметрів автомобільних стоянок біля залізничних станцій. Ефективність й повторне використання вільних місць, звільнених від повернення квитків, є передумовою для попереднього планування та розумного управління цими місцями, щоб задовольнити потреби у подорожі більшої кількості пасажирів.

Автори [91-99] здійснили дослідження методів розрахунку максимального збирання пасажирів залізничної пасажирської станції та запропоновано нову імітаційну модель. На основі моделі була створена імітаційна система. Результати дослідження показують, що система моделювання моделює реальний стан. Його застосування може підвищити ефективність, уникнути багато роботи з розслідування та заощадити виплату. Також було проведено аналіз процесу збирання пасажирів на залізничних пасажирських станціях й розрахункових моделей площі та кількості залів очікування на супермасштабних залізничних пасажирських станціях. Проектування показників супермасштабних залізничних пасажирських станцій надзвичайно важливе через високу вартість будівництва таких станцій. На думку авторів площа та кількість залів очікування є двома важливими показниками в дизайні. Їхні розрахункові моделі встановлюються на основі результатів існуючих досліджень для довідки. Дослідження щодо визначення моделі прогнозу максимального збирання пасажирів на залізничних пасажирських станціях під час проектування, запропонована прогнозна модель, пояснюється, як визначити значення параметрів моделі, пояснюється застосування моделі на прикладах обчислень та порівнюються результати прогнозу.

Питання коливань пасажиропотоків їхнє урахування та вивчення були представлені, у тому числі, авторами [100-108]. На їхню думку використовуючи ефект рухливих відпусток і думку про процедуру Генгола, попередні знання про те, що рухомі канікули мають рівномірно змінний вплив на обсяги залізничних пасажирських перевезень. Також описано й модель оцінки якості обслуговування для швидкісної залізничної пасажирської станції на основі грубого набору. Причому вона базується на аналізі характеристик обслуговування та факторів впливу на пасажирську станцію швидкісної залізниці. За допомогою методу нечіткої оцінки та грубої теорії множин у цій роботі також пропонується модель оцінки якості обслуговування для пасажирської станції швидкісної залізниці. Послуги на залізничному пасажирському транспорті та їх оцінка за динамічними моделями були реалізовані в Університеті Жиліна в Словацькій Республіці, що дає значні результати для практики. Цей внесок визначає потреби клієнтів, що змінюються з часом в умовах бурхливого розвитку транспортного ринку. При цьому мається необхідність урахування й характеристики поселення поблизу залізничних станцій та короткострокове прогнозування для пасажиропотоку міжміської залізниці з урахуванням атрибутів дати та погодних факторів, а не лише сезонних явищ.

Авторами робіт [109-118] було визначено актуальність таких питань, як: моделювання ударостійкості при лобовому зіткненні залізничного пасажирського транспортного засобу; статистичний аналіз енергії та контроль шуму салону залізничного пасажирського вагона; проблеми стану та стратегії копіювання в квитковій зоні самообслуговування на залізничній пасажирській станції; аналіз міцності резервуара для води в залізничному пасажирському транспортному засобі на основі двосторонньої взаємодії рідина-тверде тіло; дослідження моделі індексу задоволеності пасажирів залізничним транспортом; дослідження щодо гнучкого зниження вібрації кузова автомобіля для залізничного пасажирського вагона; дослідження щодо методу прийняття рішень щодо перевезення пасажирів у залізничному вузлі; дослідження щодо

режиму інтеграції для маневрових локомотивів і вагонів звичайних пасажирських поїздів від та до депо.

Наукові інтереси авторів робіт [119-139] можна описати такими: прогнозування обсягів залізничних пасажирських перевезень; дослідження щодо обов'язкової деформації гнучкої системи захисту для виділеної залізничної пасажирської лінії; архітектура системи роботи та диспетчеризації виділеної залізничної пасажирської лінії; оцінка якості обслуговування залізничних пасажирських перевізників на маршруті; роль ландшафтних переваг у рішеннях про подорожі залізничних пасажирів; методологія перевірки квитків часу відправлення поїздів на залізничному пасажирському вокзалі; коригування призначення колії на складних залізничних пасажирських станціях; ефективність розташування транспорту та інтеграційний ефект великомасштабної залізничної пасажирської станції на транспортні ресурси; значення часу в дорозі для пасажирів, які відправляються залізницею, на основі моделей варіаційної структури; аналіз вібрації систем залізничних пасажирських вагонів з урахуванням ефекту гнучкого кузова; прогнозування швидкісного залізничного пасажирського потоку та обсягу перевезень у середньостроковому та довгостроковому плані високошвидкісної залізничної мережі; прогнозу залізничних пасажирських перевезень на основі сезонної декомпозиції та моделі; прогнозування пасажиропотоку міжміської залізниці; проектування системи безпеки та комфорту залізничних пасажирів; прогнозування обсягів пасажиропотоку для новозбудованої швидкісної залізниці в транспортному коридорі.

Роботами [140-173] обрано актуальні завдання пасажирських перевезень й викладено бачення стану питань та запропоновано певні рішення за такими напрямками досліджень: вентиляція в салоні; використання статистичного алгоритму для визначення пасажиропотоку; оцінка поведінки водія в громадському транспорті; вплив вентиляційних установок на швидкість повітряного потоку та температурні поля в салоні; вплив зворотного зв'язку в реальному часі на поведінку водія; інтегрована оцінка пасажирського

транспорту; оцінка середнього часу очікування пасажирів; прогнозування пасажиропотоку з використанням просторово-часової гібридної моделі глибокого навчання; збір інформації про пасажиропотік у громадському транспорті в режимі реального часу на основі системи тарифікації карток; зменшення забруднення повітря всередині приміщень у салоні автобуса; складання раціонального розкладу регіональних автобусів на основі різниці пасажиропотоку; дослідження інтелектуального алгоритму розрізнення об'єму пасажирів автобуса на основі форми стопи; дослідження пропускнуої здатності транспортного засобу; короткостроковий прогноз пасажиропотоку автобуса на основі багатofункційного дерева рішень; короткострокове прогнозування пасажиропотоку на маршрутах на основі комбінаційних моделей кластеризації; короткочасне прогнозування пасажиропотоку автобусів шляхом визначення особливостей неповних даних; вирішення задачі моделювання маршрутів міської пасажирської транспортної системи з урахуванням якості обслуговування пасажирів та технологічного впливу на навколишнє середовище; управління транспортним рухом, орієнтоване на пасажирів; закономірності міських пасажирських перевезень на основі існуючих міжрайонних зв'язків; дослідження моделі прогнозування пасажирських перевезень; моделювання відновлення надійності мережі пасажирських перевезень в міській агломерації; прогнозування обсягу пасажиропотоку за допомогою нейронної мережі; економіко-математична модель прогнозування пасажирських перевезень на довгостроковій основі; шляхи вирішення проблем пасажирських перевезень у міських транспортних системах; модель часового ряду прогнозування пасажиропотоку; оцінка якості транспортного обслуговування пасажирів; моделі множинного лінійного програмування та прогнозування часових рядів та аналіз кількості пасажирських перевезень; прогноз пасажиропотоку на основі векторів підтримки точкового продукту; дослідження оптимізації екологічної системи міських пасажирських перевезень на основі поїздки; дослідження періодичності складання розкладів автопоїздів

на спеціальних лініях для пасажирських перевезень; моделі коефіцієнтів розподілу пасажиропотоку регіонального транспортного коридору.

1.4 Висновки по розділу

1. Аналіз сучасної наукової літератури до питання основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту демонструє актуальність такого питання у сучасній науці й практиці.

2. Організація транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту є складним завданням й потребує комплексного підходу.

3. Встановлено взаємовплив на параметри функціонування систем пасажирських перевезень різними видами транспорту із оточуючим середовищем.

4. Подальший розвиток наукових підходів щодо особливостей урахування взаємного впливу кількісних характеристик систем пасажирських перевезень різними видами транспорту є актуальним і може позитивно вплинути на розвиток сучасної науки і практики.

5. Дослідження транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту доцільно проводити із урахуванням людського чинника у питаннях вибору маршруту їздки, типу транспортного засобу, виду транспорту, комфортностей їздки та попереднього обслуговування. Відповідно до проведеного аналізу такі дослідження актуально проводити засобами математичного моделювання із використанням гравітаційних підходів.

2 МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ НАУКОВИХ ОСНОВ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Методи рішення задач з організації пасажирських перевезень авіаційним транспортом

Зростаючий попит на послуги аеропортів цивільної авіації створив у світі актуальним питання визначення параметрів даного попиту. Накопичені бази даних параметрів експлуатації портів та пасажирських перевезень, демонструють значні відмінності між окремими аеропортами в одній й той самий час. Цим обумовлено потребу визначення параметрів експлуатації аеропортів та засобів транспорту авіаційної галузі у часі. Визначення таких параметрів на певний проектний час забезпечить процеси планування діяльності окремого порту у певному часовому інтервалі. Це є необхідним для створення стратегії роботи аеропортів із задовільним рівнем якості обслуговування пасажирів та організації експлуатаційних заходів засобів транспорту. Подібні питання й підходи до їхнього вирішення вже було висвітлено в роботах сучасників [174-177]. Авторами роботи [177] запропоновано підхід до визначення пропускнуї здатності аеропорту та коливань пасажиропотоку за допомогою введеного ними індексу авіапасажирів.

Індекс авіапасажирів (API): Встановлення значення X_t як пасажиропотік аеропорту за одиницю періоду, API для цього періоду визначається як X_t^* :

$$X_t^* = \frac{X_t - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (2.1)$$

де X_{\min} та X_{\max} – мінімальна та максимальна кількість авіапасажирів за одиницю часу відповідно, тоді як X_t^* коливається від 0 до 1.

Рівень індексу авіапасажирів (LAPI): Набір $\{p_1, p_2, p_3 \dots p_t\}$ це набір послідовності API з кількох одиниць часу. Після кластеризації створений кластер $\{N_t\}$ це сукупність об'єктів даних. Коли період API становить 1 місяць, і місячний API аеропорту складає X_t^* , рівень індексу авіапасажирів (LAPI) виводиться як:

$$N_{X_t^*} = \left\{ \begin{array}{l} 1, p_t \in (0, i) \\ 2, p_t \in (i, j) \\ 3, p_t \in (j, k) \\ \dots \\ N, p_t \in (\theta, 1) \end{array} \right\} \quad (2.2)$$

де p_1, p_2, p_t є одиницями часу, тоді як i, j, k, θ є граничними значеннями кластера.

Інформаційну ентропію можна використовувати для вимірювання ступеня невизначеності системи (або ступеня впорядкованості). Виводиться за такою формулою:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^n P(x_i) \log_2 P(x_i) \quad (2.3)$$

де $P(x_i)$ – ймовірність вибірки x_i , і n – кількість зразків.

Можна помітити, що чим менше ймовірність виникнення події, тим вищі значення інформаційної невизначеності та ентропії. Авторами запропоновано прийняти спільний розподіл ймовірностей випадкового вектору (X, Y) буде p_{ij} , потім двовимірна спільна ентропія вектора (X, Y) є:

$$H(X, Y) = -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \log p_{ij} \quad (2.4)$$

Вважаючи, що спільні розподіли ймовірностей X і Y є p_{ij} та p_{gj} , відповідно, умовну ентропію можна визначити як:

$$\begin{aligned}
 H(X|Y) &= -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \log \frac{p_{ij}}{p_{gj}} \\
 H(X|Y) &= -\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij} \log \frac{p_{ij}}{p_{ig}}
 \end{aligned}
 \tag{2.5}$$

Таким чином, можна виразити значення ентропії, для якого змінна X (або Y) зменшується через появу змінної Y (або X).

$$\begin{aligned}
 I(X;Y) &= H(X) - H(X|Y) \\
 &= H(Y) - H(Y|X) \\
 &= H(X) + H(Y) - H(X,Y)
 \end{aligned}
 \tag{2.6}$$

Комбінуючи формули (3)–(6), повний вираз можна звести до такого вигляду:

$$I(X;Y) = \sum_{i,j} p_{ij} \log_2 \frac{p_{ij}}{p_{ig} p_{gj}}
 \tag{2.7}$$

Регресія опорного вектора є широко використовуваним методом прогнозування. Загальну модель лінійної регресії можна виразити так:

$$f(x) = w^T x + b
 \tag{2.8}$$

де w – вектор нормалі вхідного вектора API, і b – значення відхилення.

Значення дорівнює нулю лише тоді, коли $f(x)$ є точно таким же, як справжнє значення. Таким чином, концепцію можна виразити так:

$$\min \frac{1}{2} w^2 + C \sum_{i=1}^m l_{\varepsilon}(f(x_i) - y_i), C > 0 \quad (2.9)$$

де C є константою регуляризації для виконання компромісного розрахунку на передній та задній панелі.

$$l_{\varepsilon}(z) = \begin{cases} 0 & \text{if } |z| \leq \varepsilon \\ |z| - \varepsilon & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.10)$$

У фактичних даних API певне значення може перевищувати звичайну тенденцію через зовнішні причини. Тому в разі серйозних відхилень від фактичне значення, слабкі змінні ξ_i та ξ_i^* вводяться як інтервали «пом'якшення», що зводить формулювання до наступного вигляду:

$$\begin{aligned} \min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^m (\xi_i - \xi_i^*) \\ \text{s.t.} \begin{cases} f(x_i) - y_i \leq \varepsilon + \xi_i \\ y - f(x_i) \leq \varepsilon + \xi_i^* \end{cases} \quad i = 1, 2, \dots, m; \xi_i, \xi_i^* \geq 0 \end{aligned} \quad (2.11)$$

Використовуючи подвійний принцип і вводячи лагранжів мульти-наконечники α_i та α_i^* , подвійну проблему SVR можна сформулювати як:

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \alpha^*} \sum_{i=1}^m y_i (\alpha_i^* - \alpha_i) - \frac{1}{2} \\ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m y_i (\alpha_i^* - \alpha_i) (\alpha_j^* + \alpha_j) x_i^T x_j \\ \text{s.t.} \sum_{i=1}^m (\alpha_i^* - \alpha_i) = 0, 0 \leq \alpha_i^*, \alpha_i \leq C \end{aligned} \quad (2.12)$$

Коли передбачене значення API потрапляє в ε -м'який зона, α_i та α_i^* , може бути ненульовим значенням. Нарешті, функція прогнозування регресії SVR може бути виражена як:

$$f(x) = \sum_{i=1}^m (\alpha_i^* - \alpha_i) x_i^T x + b \quad (2.13)$$

$$b = y_i + \epsilon - \sum_{j=1}^m (\alpha_j - \alpha_j^*) x_j^T x_i \quad (2.14)$$

Для даних часового ряду API з нелінійною тенденцією SVR може відобразити вибірку у просторі високої розмірності через функцію нелінійного відображення $\varphi(x)$, а потім замінити внутрішній векторний добуток простору високої розмірності $\varphi(x_i) \cdot \varphi(x_j)$ з функцією ядра $K(x_i, x_j)$. Найбільш часто використовуваною функцією ядра є функція ядра з радіальною базою Гауса (RBF), яку можна виразити таким чином:

$$K(x_i, x_j) = \exp\left(-\frac{\|x_i - x_j\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.15)$$

де γ є параметром функції ядра гаусового радіального базису ($\gamma = \frac{1}{2\sigma^2}$) та $\sigma > 0$ – пропускна здатність ядра Гауса.

Зрештою, функція регресії набуває такого вигляду:

$$f(x) = \sum_{i=1}^m (\alpha_i^* - \alpha_i) K(x, x_i) + b \quad (2.16)$$

Щоб проаналізувати результати прогнозування різних моделей, у цьому дослідженні використовували середню абсолютну відсоткову помилку (MAPE) і середньоквадратичну помилку (RMSE), які можна отримати за допомогою таких рівнянь:

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|y_i - y_i^*|}{y_i}}{n} \times 100\% \quad (2.17)$$

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2} \quad (2.18)$$

де y_i і y_i^* – це фактичні та прогнозовані значення.

Запропонований авторами метод обчислення прогнозованих значень, в свою чергу, опирається на досягнення попередніх досліджень та може бути використаний при рішенні задач з організації перевезень пасажирів в частині станційного обслуговування та планування станційної діяльності. До переваг запропонованого методу можна віднести можливість планування навантажень на станційні зали очікування, місця стоянки засобів транспорту та їхній рух територією авіаційного порту. Недоліками запропонованого методу є короткострокове планування, неврахування коливань пасажиропотоку та відсутність в моделі інших видів транспорту. Відомо, що авіаційний транспорт, у певній мірі, може міняти розклади руху в режимі реального часу, що здебільш пов'язано із переносом рейсів до настання льотних погодних умов. Однак, такі ризики авторами не розглянуто й не введено до запропонованої моделі.

В умовах зміни розкладів руху пасажир має можливість у користуванні не лише іншими авіаційними рейсами (альтернативними маршрутами), а й має можливість обрати інші види транспорту. Такі дії пасажирів обумовлені підсвідомим вибором між варіантом очікування настання сприятливих умов для здійснення авіарейсів та реалізацією потреби в переміщенні іншим видом транспорту із більшим часом їздки. При таких процесах вибору пасажир підсвідомо обирає, як для нього комфортніше й ефективніше здійснити їзду. З аналізу даного питання можна стверджувати, що у такому випадку питання комфорту та ефективності часто є похідною від часу, а

вибір пасажирів є підсвідомим у випадках наявності можливості у такому виборі.

Авторами робіт [178-179] розглянуто імовірність вибору пасажиром маршруту в межах одного виду транспорту. Моделюванням передбачено, що перевізні можливості маршрутів туди й назад майже однакові, про що свідчить про збалансованість руху авіапасажирів.

У запропоновані авторами моделі введено обмеження, що вірогідність пересування одним маршрутом з міста A в місто B є однаковою ($P_{A-B} = P_{B-A}$). Маршрут AB приваблює пасажирів з міста A і міста B , у тому числі маршрут AB конкурує з тими маршрутами, які включають міста A і місто B . Вірогідність вибору маршруту (P_{A-B}) запропоновано розраховувати за залежністю 2.19:

$$P_{A-B} = P_{B-A} = \frac{C_{A,B}}{\sum_{i \in N_A, i \neq B} C_{i,A} + \sum_{j \in N_B, j \neq A} C_{j,B}} \quad (2.19)$$

де $C_{A,B}$ - позначення конкурентоспроможності.

Чим розвиненіша економіка двох міст, тим більшою є їхня привабливість до пасажирських кореспонденцій між ними. Авторами зазначено, що конкурентоспроможність маршруту пов'язана із рівнем розвитку конкретного міста A та B . Введено параметри F_A та F_B – привабливість міст A та B , відповідно. Запропоновано спосіб визначення $C_{A,B}$ - позначення конкурентоспроможності за допомогою рівняння 2.20:

$$C_{A,B} = F_A \cdot F_B \quad (2.20)$$

Привабливість окремого міста, на думку авторів, є похідною від кількості його населення та рівня економічного розвитку. Цим обумовлено припущення про можливість визначення привабливості міста

використовуючи параметри кількості мешканців та рівня внутрішнього валового продукту (ВВП) в конкретному регіоні.

Недоліком такого ствердження можна назвати неврахування соціального розвитку в регіоні, попереднім аналізом літератури визначено, що даний параметр впливає на параметри пасажирських кореспонденцій відносно окремого регіону. Визначено, що місця із розвинутим рівнем соціального стану суспільства мають більшу привабливість для утворення культурних та туристичних їздок до цих місць.

Визначення пасажирських кореспонденцій між парою місць $f(T_A, T_B)$ запропоновано здійснювати за рівнянням 2.21:

$$f(T_A, T_B) = a + bT_{max} + cT_{min} \quad (2.21)$$

де T_{max} позначає пропускну здатність міста з більшою привабливістю;

T_{min} позначає пропускну здатність міста з меншою привабливістю.

Авторами запропоновано використовувати метод найменших квадратів, щоб дізнатися значення a , b і c .

У запропонований спосіб авторами запропоновано розрахунок пасажирських кореспонденцій між містами опираючись на технічні параметри аеропортів із застосуванням коефіцієнтів до таких параметрів. Однак, запропонований підхід не повною мірою відображає ствердження самих авторів про вплив стану розвитку регіону та кількість населення у певному пункті прибуття чи відправлення. Цим запропоновано вважати, що пасажирські кореспонденції залежать виключно від характеристик технічних можливостей самих аеропортів. Авторами не запропоновано методи визначення введених у залежність 2.21, їхнього калібрування та перевірки на відхилення.

Запропонована авторами модель розрахунку імовірності вибору певного маршруту між пунктом А та В $\langle T_{A-B} \rangle$ описана в залежності 2.22:

$$\langle T_{A-B} \rangle = f(T_A, T_B) \cdot P_{A-B} \quad (2.22)$$

Запропонована модель враховує, що кількість пасажирів на маршруті не залежить від характеристик їздки на певному авіаційному рейсі. Не урахування таких певних чинників їздки, наприклад, час, комфортність та вартість такі розрахунки не є коректними, що визначено у попередньо описаних дослідженнях.

Запропонована модель відображає процес вибору індивідуальних місць призначення: якщо місто А є привабливішим за інші міста, воно має більшу перевагу перед іншими містами. Коли привабливості двох міст маршруту більші, конкурентоспроможність маршруту сильніше і пропускна здатність маршруту стає більшою.

Одночасно, авторами запропоновано розраховувати пасажирські кореспонденції між містами i та j – T_{ij} за запропонованою залежністю 2.23 із використанням гравітаційного моделювання:

$$T_{ij} = T_i P_{ij} = \frac{m_i n_j}{d(i, j)^b} \quad (2.23)$$

де m_i – населення міста, де розташований аеропорт i ;

n_j – населення міста, де розташований аеропорт j ;

d_{ij} – відстань між містом, де розташований аеропорт i , та містом, де розташований аеропорт j ;

$b = -0,13$.

Запропонована авторами модель 2.23 враховує вплив кількості мешканців у місцях i та j та не враховує ані соціального ані економічного стану розвитку такої пари місць. Одночасно авторами обрано відстань перельоту фактором опору для реалізації таких пасажирських

кореспонденцій, а комфортність, час та вартість даного переміщення не враховано, що неповною мірою розкриває фактори протидії кореспонденції.

Можна стверджувати, що авторами в роботі не повною мірою враховано вплив на кількість пасажирів окремо розглянутого маршруту, як час, вартість комфорт, інтервал та інші.

Автори робіт [180-183] також розглядали питання розрахунку параметрів пасажирських перевезень авіаційним транспортом. В роботі [183] авторами було викладено свій підхід до розрахунків певних параметрів із використанням теорії гравітації.

Модель гравітації розроблена на основі відповідного закону, де вона обчислює силу тяжіння між двома об'єктами. Сила залежить від таких факторів тяжіння, як маса і відстань. Чим більше і ближче об'єкти, тим більше сила між ними. Запропонована гравітаційна модель для обчислення взаємодії або тяжіння між двома географічними місцями, такими як валовий продукт та населення. В економіці авіакомпаній гравітаційна модель, як показано в 2.24, використовується для прогнозування кількості пасажирів. Фактори привабливості впливають на попит на авіаперевезення. Приклади факторів впливу з місця розташування (A) – це ВВП і населення. Параметри, що стосуються маршруту (P), такі як відстань, час у дорозі або вартість, можна використовувати як фактори, що впливають на маршрут. Чим більше вплив впливають факторів, тим більше пасажирів подорожує між цими двома пунктами.

$$P_{ij} = c \prod_{k=1}^n (A_{i,k} A_{j,k})^{\alpha_k} \prod_{k=1}^m R_{ij,k}^{\gamma_k} \quad (2.24)$$

де P_{ij} – кількість пасажирів між пунктами i та j ;

$A_{i,k} \in k^{\gamma_h}$ впливаючий фактор від місця розташування i ;

$R_{ij,k} \in k^{th}$ впливаючий фактор від маршруту між локаціями i та j ;

n і m відповідно кількість факторів, що впливають на розташування та маршрут;

c є константою для всіх місць і маршрутів;

α_k і γ_k є впливовими вагами місцеположення та факторів, що впливають на маршрут відповідно.

Фактори впливу в 2.24 розділені, як і в 2.25, так що фактори впливу в обох кінцевих місцях i та j мають різну вагу впливу, тобто α_k і β_k .

$$P_{ij} = c \prod_{k=1}^n A_{i,k}^{\alpha_k} \prod_{k=1}^n A_{j,k}^{\beta_k} \prod_{k=1}^m R_{ij,k}^{\gamma_k} \quad (2.25)$$

У цій роботі 2.24 і 2.25 використовуються як перші дві моделі для оцінки потоку авіапасажирів. Запропонована й модель 2.26:

$$P_{ij} = c \prod_{k=1}^n A_{j,k}^{\beta_k} \prod_{k=1}^m R_{ij,k}^{\gamma_k} \quad (2.26)$$

Запропоновані авторами підходи не містять розкриття значень та смислу деяких складових в запропонованих моделях.

Дослідниками [183–190] розкривалось питання вивчення поведінки пасажирів у питаннях повторного вибору певного способу пересування. Так, в роботі [190] описано ймовірність того, що авіапасажир вибере певну авіакомпанію $Pro(t)$ й запропоновано залежність 2.26:

$$Pro(t) = \sum_i Pro(t | t_i) = \sum_i e^{\frac{-\lambda|t-t_0-t_i|}{T}} \quad (2.26)$$

де t це поточна дата;

$t-t_0$ використовується для опису періоду між останньою датою подорожі та поточною датою;

T – представляє період максимального інтервалу часу;

t_i – проміжок часу між найближчими подвійними датами подорожі;
 i та $i+1$.

$Pro(t)$ – ймовірність того, що авіапасажира вибере цю авіакомпанію.

Відповідно до запропонованої 2.26 залежності чим ближче між часом t і часом гарячого циклу, тим більша ймовірність вибору цієї авіакомпанії. $Pro(t/t_i)$ використовується для позначення ймовірності вибору авіакомпанії в момент часу t під впливом гарячого циклу t_i .

Також, авторами запропоновано алгоритму розрахунку параметрів авіаперевезень пасажирів. Припущено, що P_{n-m} – матриця внутрішньої рушійної сили пасажира авіаційного транспорту, то відповідно можна описати шлях як $P \xrightarrow{L_1} A$. Запропоновано матрицю розрахунків у вигляді залежності 2.27, яка враховує такі параметри впливу внутрішньої рушійної сили пасажира, сили впливу інших пасажирів і подібної сили впливу авіаційного пасажира, які можуть бути розраховані за допомогою:

$$R_{n-m} = \alpha_1 P_{n-m} + \alpha_2 C_{n-n} P_{n-m} + (1 - \alpha_1 - \alpha_2) S_{n-n} P_{n-m} \quad (2.27)$$

де α_1 означає внутрішню рушійну силу повітряного пасажира;

α_2 представляє тих авіапасажирів, які постраждали від інших пасажирів;

$1 - \alpha_1 - \alpha_2$ описується як пасажири, на яких постраждали подібні авіапасажири.

Коефіцієнт відкликання ρ використовується для опису співвідношення, що прогноз авіакомпанії правильний. Для набору результатів прогнозування I , P_{oi} використовується для представлення потенційних наборів авіакомпаній, які можуть вибрати пасажири, і набору авіакомпаній, які фактично вибирають A_i для авіапасажирів p_i отримано з

експериментальних даних, то коефіцієнт відкликання можна розрахувати за допомогою 2.28 та 2.29:

$$p = \frac{\text{num}(A_i \neq \phi \text{ and } A_i \in P_{Oi})}{\text{num}(A_i \neq \phi)} \quad (2.28)$$

$$P_{rec} = \frac{\text{num}(A_i \neq \phi \text{ and } A_i \in P_{Ci})}{\text{num}(A_i \neq \phi)} \quad (2.29)$$

де P_{rec} – це рівень точності прогнозування системи;

A_C представляє коефіцієнт точності системного прогнозування, який означає, чи подорожує авіапасажира чи ні, правильне прогнозування займає загальне прогнозування згідно з 2.30:

$$A_C = \frac{\text{num}(A_i \neq \phi \text{ and } A_i \in C \text{ and } A_i \in E)}{\text{num}(A_i \neq \phi)} \quad (2.30)$$

Якщо F_B – середнє гармонійне число коефіцієнта відкликання та швидкості точності, і β це рівень важливості для коефіцієнта точності, що займає коефіцієнт відкликання, тоді співвідношення запропоновано авторами розглянути у вигляді 2.31:

$$F_\beta = (1 + \beta^2) \frac{P_{rec} \times \rho}{\beta^2 \times P_{rec} + \rho} \quad (2.31)$$

Побудована авторами матриця результату вибору авіакомпаній M_{nm} , де M_{ij} використовується для представлення того, чи є авіапасажира p_i вибирає авіакомпанію a_j , і значення дорівнює 1, поки воно відповідає дійсності, інакше значення встановлюється на 0. Оцінка сортування R_{scorei} визначається як 2.32:

$$R_{scorei} = M_{ij} \cdot \sum_{j=1}^m R_{rankij} \quad (2.32)$$

І точність сортування η можна отримати шляхом запропонованим авторами у рівнянні 2.33:

$$\eta = \frac{\text{num}(RS_i \neq 0)}{\sum_{i=1}^n RS_i} \quad (2.33)$$

Вплив кількості пасажирів на параметри перевезень є очевидним та впливає на доцільність функціонування всієї транспортної галузі. Авторами робіт [190–203] обчислювались питання доцільності функціонування аеропортів з підходу відповідності грошових потоків до економічної доцільності утримання такого елемента інфраструктури галузі транспорту.

Авторами [203] обчислено безбитковість пасажиропотоку для регіональних аеропортів. Безбитковість, на думку авторів це кількість користувачів послуг авіа порту, яка забезпечує фінансові надходження відповідні для функціонування порту. Для моделювання відповідної кількості пасажирів – користувачів послугами порту, авторами запропоновано математичне моделювання. Висунута авторами модель для відповідного розрахунку 2.34 є лінійною:

$$TC_i = FC_i + VC_i \times Pax_i + \varepsilon_i \quad (2.34)$$

де TC_i – загальна експлуатаційна вартість аеропорту;

FC_i – постійним компонентом експлуатаційних витрат;

VC_i – змінною складовою експлуатаційних витрат, що залежить від кількості обслуговуваних пасажирів Pax_i .

Авторами роботи не визначено значення всіх складових запропонованої функції, що призводить до неможливості її повного розгляду. Визначено авторами, що рівняння 2.34 дає взаємозв'язок між

експлуатаційними витратами та кількістю пасажирів у вигляді залежності 2.35:

$$TR_i = P_i \times Pax_i + u_i \quad (2.35)$$

де TR_i – загальний операційний дохід, отриманий компанією аеропорт.

Використання теорії графів та графоаналітичний аналіз сучасними науковцями було використано при моделюванні найкоротших відстаней між аеропортом та адміністративними центрами певного регіону. В роботах [204 – 207]. В роботі [207] авторами запропоновано модель 2.36:

$$L_{ik} = \text{Min}(L_{ij})(i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \quad (2.36)$$

де i є територією округу;

j це аеропорт;

L_{ij} – геометрична відстань між i та j ;

k є найближчим аеропортом до i ;

а L_{ik} це найкоротша евклідова відстань.

Кожному округу приписується внутрішній район найближчого аеропорту, незалежно від того, чи обслуговується він аеропортом у межах його власних кордонів. Одним із показників авіатранспортного сполучення між парою міст з точки зору пасажиропотоків є абсолютна інтенсивність сполучення (T_{ij}), яку авторами запропоновано розраховувати відповідно до рівняння 2.37:

$$T_{ij} = I_{ij} + I_{ji}(i, j = 1, \dots, n) \quad (2.37)$$

де I_{ij} і I_{ji} – повітряні пасажиропотоки з міста i до міста j і з j до i , відповідно.

Щодо авіаційного пасажирського транспорту, I_{ij} в основному має дорівнювати I_{ji} . Аналіз домінантного потоку також було використано авторами для розв’язання певних задач з моделювання потоків пасажирів. Серед усіх можливих потоків з одного конкретного міста та всіх інших міст у мережі аналіз домінуючого потоку визначає лише найбільший потік із цього міста або до нього, як наведено у рівнянні 2.38.

$$L_{ik} = \max \left\{ \frac{T_{ij} + T_{ji}}{O_i + D_i} \right\} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, n \quad k \in n) \quad (2.38)$$

де T_{ij} і T_{ji} – це потоки повітряного руху з міста i до j та з j до i відповідно;

O_i і D_i загальна кількість авіапасажирів з міста та в місто i відповідно;

L_{ik} є «домінуючим коефіцієнтом потоку» міста i .

Серед багатьох зв’язків між i та j ($j=1, 2, \dots, n$), зв’язок $i \rightarrow k$ є «пріоритетним зв’язком», що містить домінуючий потік. При цьому, науковці [208-228] виявляли критерії формування потоків пасажирями відповідно до корисності кожного з варіантів переміщення. Авторами [215] запропоновано дві моделі дискретного вибору, які припускають, що існує шкала переваг перед альтернативами, і людина вибере альтернативу з найбільшою корисністю. Модель 2.39 є найпростішою та широко використовуваною моделлю дискретного вибору для розуміння поведінки людей:

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad (j \in J_n) \quad (2.39)$$

де V_{nj} є спостережуваною корисністю альтернативи j ;

ε_{nj} – це неспостережувана корисність (або термін помилки) альтернативи j ;

J_n є сукупністю всіх альтернатив, які індивід n може вибрати.

Друга запропонована модель 2.40 може допомогти зрозуміти, що віддає перевагу респонденту серед нескінченних альтернатив. Модель 2.40 передбачає, що умови помилки (необслуговувана корисність) між альтернативами однаково та незалежно розподілені. Припущення означає, що перевага між двома варіантами не залежить від інших варіантів у наборі вибору. У моделі функція корисності індивіда n вибір альтернативи j серед усіх альтернатив подається так:

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} \quad (j \in J_n) \quad (2.40)$$

де V_{nj} є спостережуваною корисністю альтернативи j ;

ε_{nj} – це неспостережувана корисність (або термін помилки) альтернативи j ;

J_n є сукупністю всіх альтернатив, які індивід n може вибрати.

Спостережувана корисність V_{nj} альтернативи j виражається таким чином:

$$V_{nj} = \alpha_j + \sum_{k=1}^{K_j} \beta_k x_{nj k} \quad (2.41)$$

де α_j є константа сприяє альтернативі j спостережувана корисність;

$x_{nj k}$ є атрибутами або пояснювальними змінними, які можуть вплинути на корисність альтернативи j ;

β_k є параметром пояснювальних змінних;

K_j відноситься до кількості пояснювальних змінних, пов'язаних з альтернативою j .

Отже, в моделі 2.39 ймовірність вибору індивідом n альтернативи j серед усіх альтернатив J_n показано таким чином:

$$P_{nj} = \frac{\exp(V_{nj})}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_{nj})} \quad (2.42)$$

Припущення 2.40, використане в моделі 2.41, ймовірно, буде нереалістичним у ряді умов. У моделі 2.41 функція корисності індивіда n вибір альтернативи j під гніздом b дається як:

$$U_{nj} = \mu_{j|b} V_{nj|b} + \varepsilon_{nj} \quad (2.45)$$

де $\mu_{j|b}$ є параметром масштабу, оціненим за даними, значення негативно впливає на дисперсію терміну помилки;

$V_{nj|b}$ є те саме, що спостерігається функція корисності в моделі;

$\mu_{j|b} \cdot V_{nj|b}$ є фактичною спостережуваною корисністю альтернативи j під гніздом b в моделі.

Функція корисності гнізда b обчислюється на основі спостережуваної корисності всіх альтернатив усередині гнізда, що показано в 2.46:

$$V_b = \lambda_b \left(\frac{1}{\mu_{j|b}} \ln \left(\sum_{j \in b} \exp(\mu_{j|b} V_{nj|b}) \right) \right) \quad (2.46)$$

де λ_b – параметр масштабу, пов'язаний з гніздом b .

Отже, співвідношення $\lambda_b / \mu_{j|b}$ буде нормалізовано до $1 / \mu_{j|b}$, який називається як параметр інклюзивного значення або параметр logsum гнізда b фактично оцінено в моделі 2.40. Отже, ймовірність того, що індивід вибере альтернативу j під гніздом b у моделі 2.46 було розраховано за наступною формулою 2.47:

$$P_{nj} = P_{nj|b} \cdot P_{nb} = \frac{\exp(\mu_{j|b} V_{nj|b})}{\sum_{j \in b} \exp(\mu_{j|b} V_{nj|b})} \cdot \frac{\exp\left(\frac{1}{\mu_{j|b}} \ln\left(\sum_{j \in b} \exp(\mu_{j|b} V_{nj|b})\right)\right)}{\sum_{b \in B} \exp\left(\frac{1}{\mu_{j|b}} \ln\left(\sum_{j \in b} \exp(\mu_{j|b} V_{nj|b})\right)\right)} \quad (2.47)$$

де $P_{nj|b}$ – умовна ймовірність того, що індивід n вибирає альтернативу j в гнізді b ;

P_{nb} це ймовірність того, що індивід n вибрав гніздо b в межах набору гнізд B .

Спостережувана функція корисності моделі дискретного вибору для цього дослідження запропонована у вигляді 2.48:

$$V_j = Constant + \beta_1 TravelCost_j + \beta_2 AccessTime_j + \beta_3 JourneyTime_j + \beta_4 Frequency_j + \beta_5 SeatComfortMid_j + \beta_6 SeatComfortHigh_j \neq \quad (2.48)$$

де $TravelCost_j$ це вартість проїзду (ціна квитка або вартість водіння) для використання альтернативного режиму j ;

$AccessTime_j$ – час доступу до автовокзалу чи аеропорту;

$JourneyTime_j$ це час у дорозі від пункту відправлення до пункту призначення (години);

$Frequency_j$ – кількість діючих автобусів або рейсів на тиждень;

$SeatComfortMid_j$ і $SeatComfortHigh_j$ є фіктивними змінними, що представляють середній і високий рівень комфорту сидіння відповідно.

Щоб краще зрозуміти конкуренцію між автомобілем, автобусом і повітрям подорожі в регіональній, авторами розраховано пряму та перехресну еластичність для вартості подорожі, часу поїздки та частоти обслуговування результатів моделі 2.47, використовуючи дані респондентів

авіапасажирів та не-повітряних пасажирів відповідно. Пряма еластичність може представляти відсоткову зміну залежної змінної (наприклад, ймовірність вибору опціону), викликану зміною на один відсоток пояснювальної змінної (атрибуту), що представляє інтерес. Пряма функція пружності моделі 2.47 показана як:

$$E_{X_{ik}}^{P_i} = [(1 - P_i) + (u_{j|b} - 1)(1 - P_{nj|b})] \beta_k x_{ik} \quad (2.49)$$

де X_{ik} представляє пояснювальну змінну K альтернативи i ;

P_i це ймовірність того, що індивід n вибрав альтернативу i ;

$P_{nj|b}$ – умовна ймовірність того, що індивід n вибір альтернативи i в гнізді b .

Для моделі 2.46, $\mu_{j|b}$ замість цього буде зафіксовано значення 1. Крім того, перехресна еластичність може вказувати на зміну ймовірності у відсотковому співвідношенні конкретної альтернативи в сценарії вибору через граничну зміну зазначеної пояснювальної змінної іншої альтернативи. Таким чином, це важливий показник, який може представляти конкуренцію між альтернативами. Функція перехресної пружності відображається як:

$$E_{X_{ik}}^{P_i} = -P_i \beta_k x_{ik} \quad (2.50)$$

$$E_{X_{ik}}^{P_i} = -[P_i + (u_{j|b} - 1)P_{nj|b}] \beta_k x_{ik} \quad (2.51)$$

Рівняння (2.50) обчислює перехресну еластичність альтернативи j щодо відсоткової зміни пояснювальної змінної k , за умови i та j в різних гніздах. Рівняння (2.51) відноситься до розрахунку поперечної пружності за умови i та j з того самого гнізда. Функція логарифмічної правдоподібності є важливим індикатором для оцінки моделі, яка є ймовірністю, пов'язаною з

даними спостереження за вибором. Функція логарифмічної правдоподібності оціненої моделі задається як:

$$LL(\beta|x, Y) = \sum_{n=1}^N \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^J Y_{nsj} \ln P_{nsj}(x|\beta) \quad (2.52)$$

де β параметр атрибута x оцінюється за моделлю;

N кількість респондентів;

S це набір сценаріїв вибору;

Y_{nsj} дорівнює 1, якщо альтернатива j було обрано, інакше буде 0;

P_{nsj} – оцінена ймовірність альтернативи j обраний фізичною особою n серед усіх альтернатив у наборі вибору s .

Авторами роботи [229] визначено, що вони вирішували питання прогнозування попиту на авіаційному пасажирському транспорті. В своїй роботі вони представили залежності 2.53 – :

$$F_{t_1, t_2, \dots, t_n}(x_1, \dots, x_n) = F_{t_1+h, t_2+h, \dots, t_n+h}(x_1, \dots, x_n) \quad (2.53)$$

$$Cov(x_t, x_s) = Cov(x_{t+h}, x_{s+h}) \quad (2.54)$$

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (2.55)$$

$$Y_t = \mu + \alpha_1(Y_{t-1} - \mu) + \alpha_2(Y_{t-2} - \mu) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \mu) + \varepsilon_t \quad (2.56)$$

де, α_p – коефіцієнт авторегресії;

$$Y_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.57)$$

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2.58)$$

$$\nabla Y_t = (1 - B)Y_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (2.59)$$

$$\nabla^2 Y_t = (1 - B)^2 Y_t = (1 - 2B + B^2)Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2} \quad (2.60)$$

$$\Phi_p(B^s)\phi(B)(1 - B)^d(1 - B^s)^D Z_t = \Theta_Q(B^s)\theta_q(B)\varepsilon_t \quad (2.61)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (2.62)$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (2.63)$$

$$MAD = \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \quad (2.64)$$

При цьому авторами не розкрито питання фізичного смислу наведених залежностей та значень приведених в залежностях складників.

В роботах авторів [230-232] проведено моделювання обсягів пасажирських перевезень із використанням Microsoft Excel і Matlab. Авторами запропоновано математичні моделі відповідного параметру для глобальної мережі аеропортів N ($i=1, \dots, N$) та поодиноких аеропортів T ($t=1, \dots, T$), загально система аеропортів приймає розмір $N \cdot T$. Загальна математична модель пасажиропотоку між аеропортами запропонована авторами наведено у 2.65:

$$x_{it} = \alpha_i + \beta_i t + \Gamma_{i1} x_{i,t-1} + \Gamma_{i2} x_{i,t-2} + \Lambda_{i0} x_{it}^* + \Lambda_{i1} x_{i,t-1}^* + \Lambda_{i2} x_{i,t-2}^* + \theta_{i0} g_{it} + \theta_{i1} g_{i,t-1} + \theta_{i2} g_{i,t-2} + u_{it} \quad (2.65)$$

де x_i в рівнянні (1) позначає $k_i \times 1$ вектор внутрішніх змінних для аеропорту;

x_i^* $k_i^* \times 1$ вектор зовнішніх змінних, специфічних для аеропорту;

g_i вектор 1×1 (тобто скаляр), що складається з однієї глобальної змінної – глобальної ціни на нафту;

t позначає лінійний детермінований час тенденція;

u_{it} це специфічний для аеропорту процес ідіосинкратичної помилки, який, як передбачається, є послідовно некорельованим і слабо залежним з розміром $k_i \times 1$;

$\alpha_i, \beta_i, \Gamma_i, \Lambda_i$, і θ_i – вектори коефіцієнтів і матриці, які мають бути оцінено.

Або із допомогою класичних одновимірних еталонних моделей розрахунку пасажиропотоку 2.66 (p_i, d_i, q_i) модель для аеропорту i читається наступним чином:

$$\varphi_i(L) \text{pass}_{it} = \alpha_i + \vartheta_i(L) u_{it} \quad (2.66)$$

де $\varphi_i(L)$ і $\vartheta_i(L)$ позначають поліноми з відставанням порядку p_i і q_i .

Проблеми сезонних (часових) коливань пасажиропотоків описано в роботі [233], у ній вводиться сезонна модель екстремального градієнтного підвищення (SD-XGBoost), щоб впоратися з проблемою прогнозування і в цій моделі також встановлено тимчасову кореляцію для часового ряду $Y = y_0, y_1, \dots, y_t$, S – сезонний період, а сезонну різницю першого порядку визначено наступним чином 2.67:

$$\nabla^{(S)} y_t = y_t - y_{t-S} \quad (2.67)$$

де ∇ є різницевий оператор;

$\nabla^{(S)}y_t$ – зворотна різниця першого порядку з періодами S для зсуву для обчислення різниці.

Різницеву послідовність з розміром ковзного кроку 1 і сезонним періодом S авторами викладено у 2.68:

$$\nabla^{(S)}Y = (y_s - y_0), (y_{s+1} - y_1), \dots, (y_t - y_{t-s}) \quad (2.68)$$

За допомогою набору із n зразків і m наведених ознак, $D = \{(\mathbf{x}_i, \nabla^{(S)}y_i)\} (|D| = n, \mathbf{x}_i \in \mathbb{R}^m, \nabla^{(S)}y_i \in \mathbb{R})$, щоб вивчити набір функцій, які використовуються в моделі, авторами мінімізовано наступну регуляризовану мету виразом 2.69:

$$L(\emptyset) = \sum_i l(\nabla^{(S)}\hat{y}_i, \nabla^{(S)}y_i) + \sum_k \Omega(f_k) \quad (2.69)$$

де l є диференційованою опуклою функцією втрат, яка вимірює різницю між прогнозованим значенням сезонної різниці $\nabla^{(S)}\hat{y}_i$ і ціль $\nabla^{(S)}y_i$, f_k в k -th.

На відміну від звичайних методів оптимізації, кожна ітерація навчається шляхом додавання на основі попередніх ітерацій. $\nabla^{(S)}\hat{y}_i$ дозволяє бути передбаченням i інстанція t ітерацію, і її можна передбачити на основі $(t-1)$ -го члена, f_t дозволяє звести до мінімуму відповідні помилки, що наведено у 2.70:

$$L^{(t)} = \sum_{i=1}^n l(\nabla^{(S)}y_i, \nabla^{(S)}\hat{y}_i + f_t(\mathbf{x}_i)) + \Omega(f_t) \quad (2.70)$$

Завдяки розкладанню в ряд Тейлора другого порядку, рівняння 2.70 авторами запропонована записати як 2.71:

$$L^{\tilde{t}} = \sum_{i=t}^n [g_i f_t(\mathbf{x}_i) + \frac{1}{2} h_i f_t^2(\mathbf{x}_i)] + \Omega(f_t)$$

$$\text{where } g_i = \partial_{\nabla^{(S)} \hat{y}^{(t-1)}} l(\nabla^{(S)} y_i, \nabla^{(S)} \hat{y}^{(t-1)}), \quad (2.71)$$

$$h_i = \partial_{\nabla^{(S)} \hat{y}^{(t-1)}}^2 l(\nabla^{(S)} y_i, \nabla^{(S)} \hat{y}^{(t-1)})$$

де g_i і h_i – градієнтна статистика першого та другого порядку щодо функції втрат, і постійні умови, які потрібно видалити, щоб отримати спрощену мету на кроці t .

Рівняння 2.71 можна виразити у вигляді 2.72:

$$L^{\tilde{t}} = \sum_{i=1}^n [g_i f_t(\mathbf{x}_i) + \frac{1}{2} h_i f_t^2(\mathbf{x}_i)] + \gamma T + \frac{1}{2} \lambda \sum_{j=1}^T \omega_j^2$$

$$= \sum_{j=1}^T \left[\left(\sum_{i \in I_j} g_i \right) \omega_j + \frac{1}{2} \left(\sum_{i \in I_j} h_i + \lambda \right) \omega_j^2 \right] + \gamma T \quad (2.72)$$

Для нерухомої конструкції $q(\mathbf{x})$, оптимальна вага ω_j^* j запропоновано обчислити рівнянням 2.73 та 2.74:

$$\omega_j^* = - \frac{\sum_{i \in I_j} g_i}{\sum_{i \in I_j} h_i + \lambda} \quad (2.73)$$

$$L^{\tilde{t}}(q) = - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^T \frac{(\sum_{i \in I_j} g_i)^2}{\sum_{i \in I_j} h_i + \lambda} + \gamma T \quad (2.74)$$

Рівняння 2.74 можна використовувати як функцію оцінки для вимірювання якості структури q . Конструкції q перераховуються за

допомогою жадібного алгоритму. Ключовою проблемою навчання є знайти оптимальну схему сегментації на основі формули та прийняти точний алгоритм. Припущено, що I_L і I_R є екземпляри наборів лівого та правого вузлів після розбиття розщеплення задається рівнянням 2.75:

$$L_{split} = \frac{1}{2} \left[\frac{(\sum_{i \in I_L} g_i)^2}{\sum_{i \in I_L} h_i + \lambda} + \frac{(\sum_{i \in I_R} g_i)^2}{\sum_{i \in I_R} h_i + \lambda} - \frac{(\sum_{i \in I} g_i)^2}{\sum_{i \in I} h_i + \lambda} \right] - \gamma \quad (2.75)$$

Після 2.75 значення різниці $\nabla^{(S)} \hat{y}_{t+1}$ прогнозується через послідовність сезонних різниць $\nabla^{(S)} Y$, майбутнє прогнозоване значення авторами отримано за допомогою оберненої функції сезонної різниці, що містить спостережувані значення та значення різниці. Обернена функція сезонної різниці наведена у 2.76:

$$\begin{aligned} \sum_{i=S}^{t+1} \nabla^{(S)} y_i &= \nabla^{(S)} y_S + \nabla^{(S)} y_{S+1} + \dots + \nabla^{(S)} y_{t+1} \\ &= (y_S - y_0) + (y_S - y_1) + \dots + (y_{t+1} - y_{t+1-S}) \end{aligned} \quad (2.76)$$

З рівняння 2.76, прогнозоване значення \hat{y}_{t+1} пасажиропотоку за час $t+1$ є 2.77:

$$\begin{aligned} \hat{y}_{t+1} &= \left(\sum_{i=S}^t \nabla^{(S)} y_i + \nabla^{(S)} \hat{y}_{t+1} \right) + (y_0 + y_1 + \dots + y_{S-1}) - (y_{t+2-S} + y_{t+3-S} + \dots + y_t) \\ &= \left(\sum_{i=S}^t \nabla^{(S)} y_i + \nabla^{(S)} \hat{y}_{t+1} \right) + \sum_{i=0}^{S-1} y_i - \sum_{i=t+2-S}^t y_i \end{aligned} \quad (2.77)$$

Коли періоди зміщуються для обчислення різниці назад, тобто сезонний період $S=1$, $\sum_{i=S}^t \nabla^{(S)} y_i$ – різниця пасажиропотоку між t -м місяць і

перший місяць, тобто $\nabla^{(1)}y_t = y_t - y_{t-1}$, $\sum_{i=1}^t \nabla^{(1)}y_i = y_t - y_0$. Рівняння 2.77 авторами зменшено до рівняння 2.78:

$$\hat{y}_{t+1} = \left(\sum_{i=1}^t \nabla^{(1)}y_i + \nabla^{(1)}\hat{y}_{t+1} \right) + y_0 \quad (2.78)$$

Для операції n виведення m моделей на першому етапі з наведеними зразками, $D = \{(\mathbf{x}_i, y_i)\}_{i=1}^n$ модель множинної лінійної регресії, як показано авторами в 2.79:

$$f(x_i) = \omega_1 x_{i1} + \omega_2 x_{i2} + \dots + \omega_m x_{im} + b \quad (2.79)$$

де \mathbf{x}_i це вхідні дані;

$(\omega; b)$ – коефіцієнт регресії.

Мета оптимізації моделі наведена авторами, як вираз 2.80:

$$(\omega^*; b^*) = \arg \min_{(\omega, b)} \mathbf{E}_{(\omega, b)} = \arg \min_{(\omega, b)} (\mathbf{y} - \mathbf{X}(\omega; b)) \quad (2.80)$$

де X – матриця з розміром $n \times (m+1)$

При цьому значення в останньому стовпці завжди встановлюється як 1, тобто:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} & 1 \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & 1 \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} & 1 \end{bmatrix} \quad (2.81)$$

В роботі Tsui W., Ozer Balli H., Gilbey A., Gow, H. (2014) [234] авторами запропоновано математичну модель для розрахунку

пасажиропотоку певного аеропорту із урахування сезонного коливання визначеного параметру. Модель для розрахунку пасажиропотоку для періоду часу – ARIMA (p, d, q) , що не характеризується певними сезонними коливаннями часу авторами запропоновано у вигляді:

$$\Phi(p)\nabla^d Y_t = \alpha + \Theta(q)\varepsilon_t \quad (2.81)$$

Для розрахунку пасажиропотоку у певні проміжки часу, що має сезонні особливості – SARIMA (p, d, q) запропоновано модель 2.82:

$$\Phi(p)\omega(P)\nabla^d \nabla_s^D Y_t = \alpha + \Theta(q)\Theta(Q)\varepsilon_t \quad (2.82)$$

де $\Phi(p)$ поліноміальний несезонний процес упорядкування p ;
 $\omega(P)$ позначає поліноміальний сезонний процес порядку P ;
 $\Theta(q)$ позначає поліноміальний несезонний процес порядку q ;
 $\Theta(Q)$ позначає поліноміальний сезонний процес замовлення Q ;
 $\nabla^d \nabla_s^D$ – позначає рівень різниці для несезонних і сезонних процесів, відповідно, Y_t позначає залежну змінну, яку потрібно прогнозувати, ε_t позначає час помилки, і α позначає константу.

Авторами, рівнянням 2.83 задано індикаторну змінну – S_t , яка може мати постійний ефект або бути змінною в часі:

$$S_t = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t \geq T \text{ (під час і після втручання)} \\ 0, & \text{якщо } t < T \text{ (до втручання)} \end{cases} \quad (2.83)$$

або, P_t індикаторною змінною, яка може мати тимчасовий ефект або імпульсну функцію:

$$P_t = \begin{cases} 1, & \text{якщо } t = T \text{ (при втручанні)} \\ 0, & \text{якщо } t \neq T \text{ (до втручання)} \end{cases} \quad (2.84)$$

Коли втручання вставлено в модель SARIMA в рівнянні (2.82), модель втручання можна записати так, як показано в рівнянні 2.85:

$$\Phi(p)\omega(P)\nabla^d\nabla_s^D Y_t = \alpha + \Theta(q)\Theta(Q)\varepsilon_t + x_t \quad (2.85)$$

де x_t позначає функцію реагування (тобто постійну функцію або тимчасову функцію) або суму функцій реагування.

Сезонні зміни пасажиропотоку та його коливання упродовж тижня розглядали автори [235-238]. Запропоновано використання підходу із моделювання параметру кількості пасажирів при використанні методу регресії часових рядів. При використанні визначеного підходу до моделювання пасажиропотоку у певному аеропорті авторами отримано модель 2.86:

$$Y_t = \delta t + \sum_{m=1}^M \beta_m S_{m,t} + \sum_{g=1}^G \gamma_g V_{g,t} + \sum_{g=1}^G \varphi_g V_{g,t-1} + \sum_{g=1}^G \vartheta_g V_{g,t+1} + N_t \quad (2.86)$$

де δ є параметром лінійного тренду;

β сезонний параметр;

$S_{m,t}$ є сезонною фіктивною змінною.

Визначеним рівнянням передбачено, що якщо дані щомісячні, то $M=12$, кварталними – $M=4$ і так далі.

$V_{g,t}$ є фіктивною змінною ефектів календарні варіації;

$V_{g,t-1}$ є фіктивною змінною за місяць до виникнення ефекти календарних варіацій;

$V_{g,t+1}$ є фіктивною змінною через місяць після виникнення ефекти календарних варіацій.

Якщо ефекти календарних варіацій зроблені щотижня, то $G=4$. Якщо ефекти календарних варіацій внесені в щоденні, то $G=30$ і так далі.

Загальний вплив календарних змін можна визначити на основі часового ряду сюжету;

N_t це помилка білого шуму.

Модель 2.86 запропоновано для включення значущих екзогенних факторів, які враховуються в моделі 2.87:

$$Y_t = \delta t + \sum_{m=1}^M \beta_m S_{m,t} + \sum_{g=1}^G \gamma_g V_{g,t} + \sum_{g=1}^G \varphi_g V_{g,t-1} + \sum_{g=1}^G \vartheta_g V_{g,t+1} + \frac{\theta_q(B)\Theta_q(B^S)}{\phi_p(B)\Phi_p(B^S)} N_t \quad (2.87)$$

Першими етапами побудови моделі 2.87 є створення регресійних моделей часового ряду з тенденційними, сезонними та календарними варіаціями з метою отримання похибки.

Штучна нейронна мережа або відома як нейронна мережа, спочатку розроблена для імітації роботи людського мозку, складається з низки взаємопов'язаних простих елементів обробки, які називаються нейронами або вузлами попередньо продемонструвала себе у якості сучасного способу із моделювання поведінки пасажирів. Це призвело до можливості урахування поведінкових настроїв при певному моделюванні. Архітектура даного моделювання описує вихідне значення (\hat{y}) і входи ($y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}$) з математичною формулою:

$$\hat{y}_t = f^0 \left[\sum_{j=1}^q \left\{ w_j^0 f_j^h \left[\sum_{i=1}^p w_{ij}^h y_{t-i} + b_j^h \right] + b^0 \right\} \right] \quad (2.88)$$

де w_{ij}^h є вага i -го нейронного вхідного шару до j прихований шар нейрона;

b_j^h є упередженістю j -го нейрону в прихований шар ($j=1, 2, \dots, q$);

w_j^0 є вага j -го нейрона від прихованого шару до нейрона у вихідному шарі;

b^0 є зміщенням нейрона у вихідному шарі;

f_j^h є функція активації в прихованому шарі за допомогою сигмовидної функції, тобто $f(x) = (1 + \exp(-x))^{-1}$;

f^0 є активація у вихідному шарі з лінійною функцією $f(x) = x$.

Модель опорної векторної регресії долає проблему регресії, яка намагається отримати найкращу гіперплощину, використовуючи принцип мінімізації структурного ризику, шляхом поділу даних і мінімізації відстані між гіперплощиною та даними. Функція регресії методів авторами надано у вигляді 2.89:

$$f(x) = w^T \phi(x) + b \quad (2.89)$$

де w - ваговий вектор;

$\phi(x)$ є функцією, яка відображає нелінійною x з вхідного простору у високорозмірні функції простору;

b є упередженістю;

w і b – коефіцієнти мінімізації функції ризику, описаної в наступному рівнянні 2.90:

$$R(f(x)) = C \sum_{i=1}^T L_\varepsilon(y_i, f(x_i)) + \frac{1}{2} \|w\|^2 \quad (2.90)$$

$$\text{where } L_\varepsilon(y_i, f(x_i)) = \begin{cases} 0, & \text{if } |y_i - f(x_i)| \leq \varepsilon \\ |y_i - f(x_i)| - \varepsilon, & \text{інакше} \end{cases}$$

де $L_\varepsilon \in \varepsilon$ – нечутлива функція втрат;

C і ε є параметри, які були визначені для отримання оптимальних глобальних результатів.

Концепція функції втрат полягає в мінімізації значення згідно із 2.91:

$$R(w, \xi, \xi^*) = \min \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \sum_{i=1}^n (\xi_i + \xi_i^*) \quad (2.91)$$

з обмеженнями: $y_i - w^T \phi(x_i) - b < \varepsilon + \xi_i$,

$$w^T \phi(x_i) - b < \varepsilon + \xi_i,$$

$$w^T \phi(x_i) + b - y_i < \varepsilon + \xi_i^*, i$$

$$\xi_i^*, \xi_i > 0, i = 1, 2, \dots, n.$$

Оптимізація за такими обмеженнями може бути вирішена за допомогою використання методу Лагранжа 2.92:

$$\begin{aligned} L(w, b, \xi, \xi^*, \alpha_i, \alpha_i^*, \beta_i, \beta_i^*) = & \frac{1}{2} \|w\|^2 + C \left(\sum_{i=1}^n \xi_i + \xi_i^* \right) \\ & - \sum_{i=1}^n \alpha_i [w\phi(x_i) + b - y_i + \varepsilon + \xi_i^*] \\ & - \sum_{i=1}^n \alpha_i^* [y_i - w\phi(x_i) - b + \varepsilon + \xi_i] - \sum_{i=1}^n (\beta_i \xi_i + \beta_i^* \xi_i^*) \end{aligned} \quad (2.92)$$

з використанням методу Каруша-Куна 2.92 можна представити у вигляді 2.93:

$$\begin{aligned} \partial(\alpha_i, \alpha_i^*) = & \sum_{i=1}^n y_i (\alpha_i - \alpha_i^*) - \varepsilon \sum_{i=1}^n (\alpha_i + \alpha_i^*) \\ & - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) (\alpha_j - \alpha_j^*) K(x_i, x_j) \end{aligned} \quad (2.93)$$

Функція ядра $K(x_i, x_j)$ може бути виражено як внутрішній продукт $\phi(x_i)^T \phi(x)$. Однією з функцій ядра, яка найчастіше використовується, є Гаусова радіальна базисна функція, яку можна визначити у даному випадку виразом 2.94:

$$K(x_i, x) = \exp\left(-\frac{\|x_i - x\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2.94)$$

де σ^2 є параметром ядра.

Цим обумовлено вираз 2.95:

$$f(x) = \sum_{i=1}^n (\alpha_i - \alpha_i^*) K(x_i, x) + b \quad (2.95)$$

При прогнозуванні даних часового ряду вхідними параметрами є відставання даних спостережень $x = [y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}]$.

Автори [238] запропонували гібридну модель прогнозування, що складається з лінійної та нелінійної моделей, сформульованих у виразі 2.96:

$$Y_t = L_t + N_t + e_t \quad (2.96)$$

де L_t – лінійна складова і N_t складова гібридної моделі.

В роботах [239-240] розглянуто попит на пасажирські та вантажні перевезення авіаційним транспортом у міжконтинентальному сполученні при різних умовах таких перевезень. Авторами риторично запропоновано нейронний метод математичного моделювання параметрів попиту. Авторами зазначено, що у даному випадку використовуються нейронні мережі з зворотним поширенням для покращення точності прогнозування попиту. Нейронна мережа складається з вхідного шару, вихідного шару і зазвичай одного або кількох прихованих шарів. Кожен з цих шарів містить вузли, і

вони з'єднані з іншими вузлами на сусідніх шарах. Вихід із даного нейрона обчислюється шляхом застосування передатної функції до зваженого підсумовування його вхідних даних, щоб отримати вихід, функцією підсумовування є 2.97:

$$I_j = \sum_i W_{ij} \times X_i \quad (2.97)$$

Функція активності представляє результат функції підсумовування й наведено в 2.98:

$$net_j = I_j \quad (2.98)$$

Нелінійна передатна функція має сигмовидну форму згідно із 2.99:

$$Y_j = \frac{1}{1 + \exp^{-net_j}} \quad (2.99)$$

Оскільки вихідний діапазон сигмоїдної функції знаходиться в межах від 0 до 1, відображення даних є більш придатним для використання із меншими відхиленнями. Оскільки не потрібно коригувати шаблон даних можна запропонувати наступну функцію:

$$X_{new} = \frac{(X_{old} - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})} \times (D_{max} - D_{min}) + D_{min} \quad (2.100)$$

де X_{max} і X_{min} – це максимум і мінімум змінних;

D_{max} (-0,8) і D_{min} (-0,1) є зазначеними максимумом і мінімумом.

Вузли у вхідному шарі представляють незалежні змінні проблеми, включаючи відповідні соціальні та економічні параметри. Прихований шар

використовується для додавання внутрішнього представлення нелінійних даних.

У дослідженні [238] числові значення вихідних вузлів використовувалися для представлення попиту на авіап перевезення, а функція енергії – це функція перевірки, яка визначає, чи зблизилася енергія мережі до свого мінімуму.

Всякий раз, коли функція енергії наближається до нуля, мережа наближається до свого оптимального рішення, як визначено авторами [238] у виразі 2.101:

$$E = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n (T_j - Y_j)^2 \quad (2.101)$$

де T_j це фактичне спостереження;

Y_j – прогнозована величина;

n – кількість прогнозів.

Для знаходження мінімуму функції енергії авторами було використано метод найкрутішого градієнтного спуску. В цьому дослідженні [238] оціночними критеріями обрані середня абсолютна помилка (MAE [=MAD]), середня абсолютна відсоткова помилка (MAPE), сума квадратів помилки (SSE), середньоквадратична помилка (MSE), середньоквадратична помилка (RMSE), середньоквадратична помилка (RMSPE) і нормований коефіцієнт кореляції (r). Цими параметрами було забезпечено оцінку ефективності прогнозування нейронних мереж, а показники точності прогнозування перераховані у виразах 2.102 – 2.108:

$$\text{MAE} = \text{MAD} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |T_j - Y_j| \quad (2.102)$$

$$\text{MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left| \frac{T_j - Y_j}{T_j} \right| \times 100\% \quad (2.103)$$

$$SSE = \sum_{j=1}^n (T_j - Y_j)^2 \quad (2.104)$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n SSE = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (T_j - Y_j)^2 \quad (2.105)$$

$$RSME = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (T_j - Y_j)^2} \quad (2.106)$$

$$RMSPE = \frac{1}{n} \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{T_j - Y_j}{T_j} \right)^2} \times 100\% \quad (2.107)$$

$$r = \frac{\sum_{j=1}^n T_j \times Y_j}{\sqrt{\sum_{j=1}^n T_j^2 \times \sum_{j=1}^n Y_j^2}} \quad (2.108)$$

Авторами [239-241] викладено модель обрання способу доступу до аеропорту, висловлено припущення про вплив такого доступу та параметрів комфортності такого доступу на вибір самого аеропорту та способу їздки. В роботі [241] введено модель 2.109 даного вибору – МІМІС, яка є окремим випадком моделей загальних структурних рівнянь і має лише одну приховану змінну. На думку авторів [241] на приховану змінну безпосередньо впливають одна або кілька незалежних змінних, що спостерігаються, і вона вказується одним або кількома індикаторами. Структурне рівняння моделі МІМІС представляється у вигляді 2.109:

$$\eta = \gamma X + \zeta \quad (2.109)$$

де η – латентна змінна "задоволення";

X є вектором спостережуваних пояснювальних змінних, включаючи характеристики режимів подорожі та мандрівника;

γ – вектор невідомих параметрів X в η ;

ζ є членом випадкового порушення.

Одночасно 2.109, на думку авторів [241] можна відобразити, як 2.110:

$$I = \lambda\eta + \delta \quad (2.110)$$

де I є вектором спостережуваних показників η ;

λ – вектор невідомих параметрів для η ;

δ вектор випадкових членів збурення.

Елементи в δ моделюються як корельовані, тоді як ζ і δ вважаються взаємно некорельованими. Слід зазначити, що індикатори не мають причинно-наслідкового зв'язку, який впливає на рішення щодо вибору режиму їздки. Вони зображуються як прояви латентної змінної, що лежить в основі «задоволеності», і зазвичай використовується лише для оцінки прихованої змінної. Таким чином, показники не входять безпосередньо до моделі вибору, але вони впливають на процес вибору через приховану змінну «задоволення».

У дослідженні [241] чотири спостережувані пояснювальні змінні, включаючи одну характеристику режимів (тобто час у дорозі) і три характеристики мандрівника (тобто стать, вік та рівень освіти), були визначені як причини. Прихована змінна «задоволення» потім включається в модель дискретного вибору, яка використовується для моделювання вибору наземного режиму доступу пасажирів повітряного транспорту. У моделі дискретного вибору передбачається, що кожен пасажир прагне вибрати з доступного для нього вибору режим подорожі, який має максимальну цінність корисності.

Структурне рівняння моделі дискретного вибору представляється у вигляді 2.111:

$$U_n = \beta_n X + \alpha_n \eta + \varepsilon_n \quad (2.111)$$

де U_n є корисністю альтернативи n ;

β_n та α_n є векторами невідомих параметрів;

ε_n – випадкові умови збурення.

Рівняння вимірювання моделі дискретного вибору представляється у вигляді 2.112:

$$y_n = \begin{cases} 1, & \text{якщо } U_n = \max_m \{U_m\} \\ 0, & \text{інакше} \end{cases} \quad (2.112)$$

де y_n є індикатором вибору, він дорівнює 1, якщо альтернатива n вибирається і 0 в іншому випадку.

Авторами [241] визначено, що параметр часу – VOT для службових і неділових пасажирів, які вилітають, має різний вплив на вибір режимів та способів пересування. Тому в моделі дискретного вибору змінна «бізнес» взаємодіє зі змінною «час». VOT для пасажирів, що вилітають q визначається як наведено в 2.113:

$$VOT_q = \frac{\partial U_q / \partial T_q}{\partial U_q / \partial C_q} \quad (2.113)$$

де T є мірою часу в дорозі;

C є мірою вартості подорожі.

При порівнянні зібраних даних опитування з щорічною статистикою щодо цілей подорожі авіапасажирів та статусу проживання було виявлено,

що існує різниця між профілем респондентів і населенням. Щоб отримати узгоджені оцінки в моделях вибору режиму, кожне окреме спостереження зважується часткою населення, що належить до сегмента s , (F_s/F) , понад відповідну частину респондентів (f_s/f) . Вага для респондентів належить сегменту s , W_s , авторами виражено в 2.114:

$$W_s = \frac{(F_s / F)}{(f_s / f)} \quad (2.114)$$

Математичні методи моделювання процесів транспорту мають своє місце й у питаннях дослідження вибору пасажиром способу при здійсненні туристичних подорожей [242-249]. Авторами [249] використано дані анкетного опитування для аналізу вибору способу перевезень пасажирів, а потім на прикладі авіапасажирів встановлено фактори, що впливають на модель вибору пасажирями подорожі. Запропоновано формулу для визначення коефіцієнта подібності їздки, яка є найбільш часто використовуваною моделлю вимірювання структурної подібності 2.115:

$$S_{AB} = \frac{\sum_{i=1}^4 X_{Ai} Y_{Bi}}{\sqrt{\sum_{i=1}^4 X_{Ai}^2 \sum_{i=1}^4 Y_{Bi}^2}} \quad (2.115)$$

де A представляє якогось мандрівника в матриці структури, дані отримані в результаті анкетного опитування;

B представляє структуру постачання матриці для конкретних дорожніх ситуацій, дані, крім ступеня комфортності з анкетного опитування, решту отримано з інформаційної платформи дорожнього руху в Інтернеті програмним забезпеченням;

S_{AB} являє собою коефіцієнт подібності структури попиту та пропозиції;

X_{Ai} представляє важливість i -го попиту щодо мети подорожі A ;

X_{Bi} являє собою перевагу транспортних засобів B на i -й попит.

Також в роботі [249] представлено математичну порядково-логітичну модель, суть моделі полягає в тому, щоб по черзі розділити змінні відповіді на два рівні відповідно до різних рівнів значень і встановити логітичну регресійну модель бінарної класифікації. Коефіцієнт часткової регресії β_i незалежних змінних у відповідних моделях $k-1$ завжди залишаються незмінними, це є однією з передумов для підгонки порядкової логітичної регресії. Якщо X є незалежною змінною, Y є змінною відповіді порядкової класифікації, номер рівня k то $\pi_i = P_r(Y=i|X)$, $i=1,2,\dots,k$, логітична регресія більш впорядкованих змінних класифікації повинна відповідати моделям бінарної логітичної регресії $k-1$, як наведено у

$$\ln \left[\frac{\sum_{i=1}^j \pi_i}{1 - \sum_{i=1}^j \pi_i} \right] = a_j + \beta_i X \quad (2.116)$$

де a_j представляє оцінку параметра перехоплення;

β_i представляє вектор градієнта. Зазвичай використовують коефіцієнт шансів (OR).

Моделювання мереж авіаційного транспорту із використанням графоаналітичного аналізу мало місце в роботах [250-253]. Запропоновані мережі мали своїми вузлами аеропорти й маршрути – ланками. Авторами [253] мережа визначена як сукупність вузлів і зв'язків, де вузли представляють аеропорти, а зв'язки представляють маршрути польотів між аеропортами. Наведена авторами сукупність емпіричних досліджень показує, що кількість авіапасажирів пропорційна чисельності населення міст відправлення та призначення та обернено пропорційна географічній відстані між містами відправлення та призначення, подібно до закону гравітаційної взаємодії. Таким чином, гравітаційна модель авторами використана для оцінки об'єму повітряного пасажиропотоку між будь-якою парою вузлів.

Модель [253] розглядає кількість пасажирів як результат просторових взаємодій між парою аеропортів відправлення та призначення, які можна сформулювати як мультиплікаційну функцію характеристик вузла та зв'язку, як показано в рівнянні 2.117:

$$P_{ij} = S(t) \prod_{k=1}^n Node_{i,k}(t)^{\alpha_k(t)} \prod_{k=1}^n Node_{j,k}(t)^{\beta_k(t)} \prod_{l=1}^m Route_{ij,l}(t)^{\gamma_l(t)} \quad (2.117)$$

де $P_{ij}(t)$ позначає кількість авіапасажирів з аеропорту i до j протягом місяця t ($t=1, 2, \dots, 12$);

$S(t)$ є константою масштабування;

$Node_{i,k}(t)$ і $Node_{j,k}(t)$ представляють k -ту характеристику протягом місяця t щодо аеропорту відправлення i та аеропорт призначення j відповідно;

$Route_{ij,l}(t)$ є відстань сполучення між аеропортом i і j протягом місяця t .

Щоб визначити модель, яка найкраще підходить, загальна гравітаційна модель 2.117 авторами була перетворена на три типи специфікацій моделі. Перша модель була логарифмічно-нормальною моделлю, припускає, що натуральний журнал місячного обсягу авіапасажирів відповідає нормальному розподілу. Для підтримки конфігурації гравітаційної моделі для кожної числової змінної авторами було виконано логарифмове перетворення, модель також враховує умови взаємодії між вузлами відправлення та призначення, позначені як $Interaction_{ij}$, наприклад, добуток між загальними сукупностями вузлів відправлення та призначення. Перша модель авторами наведено формою рівняння (2.118):

$$\begin{aligned}
\ln[P_{ij}(t)] = & \beta_0(t) + \sum_{k=1}^n \alpha_k(t) \cdot \ln[Node_{i,k}(t)] + \sum_{k=1}^n \beta_k(t) \cdot \ln[Node_{j,k}(t)] \\
& + \sum_{l=1}^m \gamma_l(t) \cdot \ln[Route_{ij,l}(t)] \\
& + \sum_{p=1}^q \theta_p(t) [Interaction_{ij,p}(t)] + \varepsilon_{ij}
\end{aligned} \tag{2.118}$$

де $\ln[p_{ij}(t)] \sim Normal$

Друга модель запропонована авторами [253] припускає, що місячний обсяг авіапасажирів слідує за розподілом Пуассона, оскільки це підрахунок рівняння 2.117 авторами було перетворено в просту модель регресії Пуассона й отримано модель 2.119. Як сформульовано в рівнянні (2.119), додавання параметра дисперсії ϕ дозволяє дисперсії змінюватися від середнього значення μ , що може забезпечити кращу відповідність. Якщо оцінка ϕ близька до 1, ймовірно, немає проблеми з надмірною дисперсією, і навпаки.

$$\begin{aligned}
\ln[\mathbf{E}\{P_{ij}(t)\}] = & \beta_0(t) + \ln[Capacity_{ij}(t)] + \sum_{k=1}^n \alpha_k(t) \cdot \ln[Node_{i,k}(t)] \\
& + \sum_{k=1}^n \beta_k(t) \cdot \ln[Node_{j,k}(t)] \\
& + \sum_{l=1}^m \gamma_l(t) \cdot \ln[Route_{ij,l}(t)] \\
& + \sum_{p=1}^q \theta_p(t) \cdot \ln[Interaction_{ij,p}(t)]
\end{aligned} \tag{2.119}$$

де $P_{ij}(t) \sim \text{Poisson}(\mu, \phi)$, i.e., $\Pr\{P_{ij}(t)=y\} = \frac{\mu^y e^{-\mu}}{y!}$, $y=0, 1, 2, \dots$

$\mathbf{E}\{P_{ij}(t)\} = \mu$ та $\text{Var}\{P_{ij}(t)\} = \phi\mu$

Третя модель – це негативна біноміальна нормальна модель, яку часто вибирають, коли регресія Пуассона погано підходить. Модель набуває того ж вигляду, що і рівняння (3) крім того, що $P_{ij}(t)$ слідує негативному

біноміальному розподілу замість розподілу Пуассона. Ця модель також може врахувати проблему надмірної дисперсії для даних підрахунку за деяких обставин.

В роботах [254-256] моделювалось математичними методами визначення часу витраченого пасажиром на обслуговування до початку їздки. В [256] запропоновано розрахунок часу прибуття пасажирів в аеропорту. Модель представлено із складовими $A(t)$ і $S(t)$, які є функції від часу для прибуття та обслуговування відповідно. Ці функції використовуються для створення профілю відправлення $D(t)$, що представляє відправлення пасажирів з сервера. Кожен пасажир чекає в черзі певний час від нуля до певного значення. Сума всіх часів очікування авторами розрахована як площа, обмежена між собою $A(t)$ і $D(t)$ функції 2.120:

$$T_{wait} = \int (A(t) - D(t))dt \quad (2.120)$$

Сумарна кількість пасажирів на час t представлено $N(t)$. Тоді автори визначили середній час очікування на одного пасажирів до часу t у рівнянні 2.121:

$$t_{wait_avg} = \frac{T_{wait}}{N(t)} = \frac{\int (A(t) - D(t))dt}{N(t)} \quad (2.121)$$

Аналогічно, середня довжина черги як область, обмежена між собою $A(t)$ і $D(t)$ поділена авторами на час, що минув між прибуттям першого пасажирів (t_0) і час закриття закладу (t_{close}) (наприклад, реєстрації) – 2.122:

$$n_{wait_avg} = \frac{T_{wait}}{(t_0 - t_{close})} = \frac{\int (A(t) - D(t))dt}{(t_0 - t_{close})} \quad (2.122)$$

Авторами припущено, що на сервер прибувають дві різні групи пасажирів. Одна група буде представлена буквою A , а друга – B . Частота прибуття пасажирів з груп A і B представлено функціями $a(t)$ і $b(t)$. Профілі прибуття для обох груп авторами прийнято інтегралами функцій частоти прибуття 2.123 та 2.124:

$$A(t) = \int_{t_0}^t a(\tau) d\tau \quad (2.123)$$

$$B(t) = \int_{t_0}^t b(\tau) d\tau \quad (2.124)$$

Ці профілі прибуття об'єднані в один профіль прибуття – 2.125:

$$C(t) = A(t) + B(t) \quad (2.125)$$

Профіль служби серверу авторами представлений функцією $S(t)$. Від $C(t)$ і $S(t)$ авторам вдалось розрахувати змінні продуктивності для змішаної групи, що складається з пасажирів A і B . Авторами поділено профіль служби $S(t)$ на два профілі $SA(t)$ і $SB(t)$ так, що $S(t) = SA(t) + SB(t)$. $SA(t)$ і $SB(t)$. За короткий проміжок часу Δt починаючи з t_i сервер із сервісним профілем $S(t)$ може обробляти Δn пасажирів, які стоять за позицією n_i в черзі. Коефіцієнт обслуговування, за яким обробляються пасажирів, позначається $s(t)$ де $s(t) = dS(t)/dt$. Ця норма обслуговування пропорційно розподілена між A і B пасажирів: $s(t) = s_A(t) + s_B(t)$. Частка A або B пасажирів у малій групі Δn пасажирів позначається $\rho_{NA}(n_i)$. Δn і $\rho_{NB}(n_i)$. Δn тоді як $\rho_{NA}(n_i)$ і $\rho_{NB}(n_i)$ представляють пропорцію A або B пасажирів у Δn . Таким чином:

$$s_A(t_i) = \rho_{NA}(n_i) \cdot s(t_i) \quad (2.126)$$

$$s_B(t_i) = \rho_{NB}(n_i) \cdot s(t_i) \quad (2.127)$$

За короткий проміжок часу Δt починаючи з $t_j \in \Delta n$ прибуття пасажирів на лінію очікування. Пропорція з A або B пасажирів залежить від співвідношення між їх ставками прибуття таким чином, що:

$$\rho_{TA}(t) = \frac{a(t)}{a(t) + b(t)} \quad (2.128)$$

$$\rho_{TB}(t) = \frac{b(t)}{a(t) + b(t)} \quad (2.129)$$

За кожен мить часу t існує позиція n в рядку згідно з $C(t)$ де як:

$$n = C(t) \quad (2.130)$$

Щоб отримати момент часу авторами t з 2.130 застосовано обернену функцію від $C(t)$ позначається як $C^{-1}(n)$ так що:

$$t = C^{-1}(n) \quad (2.131)$$

Використано 2.131 як вхідні дані $\rho_{TA}(t)$ і $\rho_{TB}(t)$ функції й отримано рівняння розподілу пасажирів у черзі:

$$\rho_{NA}(n) = \rho_{TA}(t) = \rho_{TA}(C^{-1}(n)) \quad (2.132)$$

$$\rho_{NB}(n) = \rho_{TB}(t) = \rho_{TB}(C^{-1}(n)) \quad (2.133)$$

Пізніше, на момент початку обслуговування $n=S(t)$, які можна помістити 2.132 і 2.133, щоб отримати 2.134 і 2.135:

$$\rho_{NA}(n) = \rho_{TA}(C^{-1}(S(t))) \quad (2.134)$$

$$\rho_{NB}(n) = \rho_{TB}(C^{-1}(S(t))) \quad (2.135)$$

Щоб отримати тариф на обслуговування для групи A і B авторами поєднано 2.136 з 2.134 і 2.127 з 2.135:

$$s_A(t) = \rho_{TA}(C^{-1}(S(t))) \cdot s(t) \quad (2.136)$$

$$s_B(t) = \rho_{TB}(C^{-1}(S(t))) \cdot s(t) \quad (2.137)$$

Профілі послуг є параметричними інтегралами тарифів обслуговування:

$$S_A(t) = \int_{t_0}^t S_A(\tau) d\tau \quad (2.138)$$

$$S_B(t) = \int_{t_0}^t S_B(\tau) d\tau \quad (2.139)$$

Якщо час обслуговування відносно малий порівняно з часом очікування, запропоновано використовувати профіль обслуговування як профіль відправлення. Потім використовуючи $A(t)$, $B(t)$, $S_A(t)$ і $S_B(t)$ запропоновано обчислити змінні продуктивності для кожної групи окремо так само, як і для обслуговування лише з однією групою прибуття.

Авторами работ [257-258] розглянуто й запропоновано моделі прогнозування пасажиропотоків. Нелінійну модель прогнозування пасажиропотоку в мережі запропоновано авторами робити [258]. Авторами запропоновано використати модель векторної авторегресії (VAR), яка широко застосовується для прогнозування корельованих систем часових

рядів. Завдяки характеристикам гнучкості та практичності використана авторами модель розглянула кожен ендogenous змінну як функцію відстаючих значень усіх ендogenous змінних, що відрізняється від структурних моделей 2.140.

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + B X_t + \varepsilon_t \quad (2.140)$$

де Y_t це k -й вектор розмірності ендogenous змінних;

X_t це d -й вектор розмірності екзogenous змінних;

A_j ($j=1, 2, \dots, p$) і B – матриця коефіцієнтів, що підлягають оцінці;

ε_t це k -й вектор розмірності члена збурення.

Для прогнозування часових рядів авторами [258] застосовуються мережі з прямим зв'язком із двома рівнями (один прихований рівень і один вихідний). Також авторами [258] представлені підходи для нелінійного моделювання часових рядів.

У класичних мережах прогнозування часових рядів зв'язок між виходом \hat{y}_t , і входи $y_{t-1}, y_{t-2}, \dots, y_{t-p}$ виглядає як 2.141:

$$\hat{y}_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^q \alpha_j \cdot g \left(\beta_{0j} + \sum_{i=1}^p \beta_{ij} y_{t-i} \right) \quad (2.141)$$

де α_0 і β_{0j} позначають ваги зв'язку між постійний вхід (зміщення) і вихід, а також між зміщенням і прихованими вузлами відповідно;

α_j і β_{ij} – ваги, пов'язані з кожним вузлом;

p – кількість входів;

q – кількість прихованих вузлів;

g позначає передатну функцію, яка використовується в прихованому шарі.

Функції передачі, такі як логістична функція $g(x) = 1/[1 + \exp(-x)]$ зазвичай використовуються для даних часових рядів, оскільки вони нелінійні

та безперервно диференційовані, що є бажаними властивостями для навчання мережі. У роботі [258] мережа інтегрована з моделлю, утворюючи нейронну мережу нелінійної авторегресії. Функція передачі, що використовується в прихованому шарі, є логістичною функцією. Для моделювання та прогнозування нейронної мережі нелінійної авторегресії ми використано мережу з двома шарами зворотного зв'язку kp ходи, q вузли в прихованих шарах і k вихідних вузлів, відповідних прогнозу $y_t^{(1)}, y_t^{(2)}, \dots, y_t^{(k)}$. Зауважте, що вхідні дані використовуються як лаговий порядок, тобто:

$$\{Y_{t-1}, \quad Y_{t-2}, \dots, \quad Y_{t-p}\} = \left\{ (y_{t-1}^{(1)}, y_{t-1}^{(2)}, \dots, y_{t-1}^{(k)})^T, (y_{t-2}^{(1)}, y_{t-2}^{(2)}, \dots, y_{t-2}^{(k)})^T, \dots, (y_{t-p}^{(1)}, y_{t-p}^{(2)}, \dots, y_{t-p}^{(k)})^T \right\}.$$

Існує постійний вхідний блок, який називається вузлом зміщення, що підключається до кожного вузла в прихованого шару, а також до вихідних вузлів, це дозволяє φ_{ij} і ω_j бути k -вектори розмірності 2.142 та 2.143:

$$\varphi_{ij} = \begin{bmatrix} \varphi_{ij}^{(1)} \\ \varphi_{ij}^{(2)} \\ \vdots \\ \varphi_{ij}^{(k)} \end{bmatrix} \quad \text{та} \quad \omega_j = \begin{bmatrix} \omega_j^{(1)} \\ \omega_j^{(2)} \\ \vdots \\ \omega_j^{(k)} \end{bmatrix} \quad (2.142)$$

$$\begin{aligned}
\hat{Y}_t &= \begin{bmatrix} \hat{y}_t^{(1)} \\ \hat{y}_t^{(2)} \\ \vdots \\ \hat{y}_t^{(k)} \end{bmatrix} = \omega_0 + \sum_{j=1}^q \begin{bmatrix} g(\varphi_{0j}^{(1)} + \sum_{i=1}^p (\varphi_{ij}^{(1)})^T Y_{t-i}) \\ g(\varphi_{0j}^{(2)} + \sum_{i=1}^p (\varphi_{ij}^{(2)})^T Y_{t-i}) \\ \vdots \\ g(\varphi_{0j}^{(k)} + \sum_{i=1}^p (\varphi_{ij}^{(k)})^T Y_{t-i}) \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} \omega_0^{(1)} + \sum_{j=1}^q \omega_j^{(1)} \cdot g(\varphi_{0j}^{(1)} + \sum_{i=1}^p (\varphi_{ij}^{(1)} y_{t-i}^{(1)} + \varphi_{ij}^{(2)} y_{t-i}^{(2)} + \dots + \varphi_{ij}^{(k)} y_{t-i}^{(k)})) \\ \omega_0^{(2)} + \sum_{j=1}^q \omega_j^{(2)} \cdot g(\varphi_{0j}^{(2)} + \sum_{i=1}^p (\varphi_{ij}^{(1)} y_{t-i}^{(1)} + \varphi_{ij}^{(2)} y_{t-i}^{(2)} + \dots + \varphi_{ij}^{(k)} y_{t-i}^{(k)})) \\ \vdots \\ \omega_0^{(k)} + \sum_{j=1}^q \omega_j^{(k)} \cdot g(\varphi_{0j}^{(k)} + \sum_{i=1}^p (\varphi_{ij}^{(1)} y_{t-i}^{(1)} + \varphi_{ij}^{(2)} y_{t-i}^{(2)} + \dots + \varphi_{ij}^{(k)} y_{t-i}^{(k)})) \end{bmatrix} \quad (2.143)
\end{aligned}$$

де φ позначає пошук зв'язків між входами та прихованими вузлами;

ω позначає ваги між прихованими вузлами та вихідними вузлами.

Таким чином, цільова функція нейронну мережу нелінійної авторегресії визначається рівнянням 2.144:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^k (y_i^{(j)} - \hat{y}_i^{(j)})^2 \quad (2.144)$$

де N позначає кількість періодів у вибірці;

$y_i^{(j)}$ і $\hat{y}_i^{(j)}$ є фактичні і прогнозовані значення відповідно.

Параметри нейронної мережі нелінійної авторегресії тренуються за допомогою алгоритму конкуренції за ресурси з точки зору мінімізації помилок у вибірці. Щоб навчити нейронну мережу нелінійної авторегресії, необхідно пояснити функцію придатності та стратегію кодування. Відповідно до рівняння (2.145), значення придатності i -го зразка розраховується так:

$$Fitness(Y_i) = MSE(Y_i) \quad (2.145)$$

Для навчання параметрів нейронної мережі вибирається стратегія матричного кодування, щоб упорядкувати ваги та зміщення для кожного сусіда. Матриця кодування виражається таким чином 2.146:

$$Agent(i) = [\varphi, \omega] \quad (2.146)$$

де

$$\varphi = \begin{bmatrix} \varphi_{01}^{(1)} & \varphi_{02}^{(1)} & \cdots & \varphi_{0q}^{(k)} \\ \varphi_{11}^{(1)} & \varphi_{12}^{(1)} & \cdots & \varphi_{1q}^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \varphi_{p1}^{(1)} & \varphi_{p2}^{(1)} & \cdots & \varphi_{pq}^{(k)} \end{bmatrix}_{(p+1) \times kq}, \quad \omega = \begin{bmatrix} \omega_0^{(1)} & \omega_0^{(1)} & \cdots & \omega_0^{(k)} \\ \omega_1^{(1)} & \omega_1^{(1)} & \cdots & \omega_1^{(k)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \omega_q^{(1)} & \omega_q^{(1)} & \cdots & \omega_q^{(k)} \end{bmatrix}_{(q+1) \times k} \quad (2.147)$$

Підхід конкуренції за ресурси знаходить оптимальний вектор ваги вздовж поточного градієнта шляхом пошуку рядка. m -крок для оцінки ефективності запропонованого підходу визначення нейронної мережі нелінійної авторегресії використовуються горизонти прогнозування на крок вперед згідно із запропонованим авторами у 2148:

$$\hat{x}_{t+m} = f(x_t, x_{t-1}, \dots, x_{t-(p-1)}) \quad (2.148)$$

де \hat{x}_{t+m} є m -прогнозне значення на крок вперед на період t ;

x_t є фактичним значенням за період t ;

і p позначає порядок відставання, який вибирається за допомогою автокореляційного та часткового кореляційного аналізу.

Для оцінки точності прогнозування рівня 2.148 вибираються нормована середньоквадратична помилка $NRMSE$ і середня абсолютна відсоткова помилка $MAPE$ відповідно до рівнянь 2.149:

$$NRMSE = \frac{100}{\bar{x}} \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (x_t - \hat{x}_t)^2}, \quad MAPE = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left| \frac{x_t - \hat{x}_t}{x_t} \right| \times 100\% \quad (2.149)$$

де T кількість спостережень;

x_t і \hat{x}_t позначають фактичне значення і прогнозне значення.

Ефективність прогнозування напрямку руху – DS авторами запропоновано виміряти за допомогою спрямованої симетрії відповідно до рівняння 2.150:

$$DS = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T d_t \times 100\%, \quad \text{де } d_t = \begin{cases} 1 & \text{якщо } (x_t - x_{t-1})(\hat{x}_t - x_{t-1}) \geq 0 \\ 0 & \text{інакше} \end{cases} \quad (2.150)$$

Розрахунок параметрів пасажирських потенційних кореспонденцій в роботах [259-269] визначено в якості базового показника функціонування пасажирських перевезень й основи розрахунків корисності галузі авіаційного транспорту. В [269] транспортний потік між містами i і j запропоновано розрахувати із використанням гравітаційного підходу відповідно до наведеної моделі 2.151:

$$G_{ij} = kP_iP_jd_{ij}^{-\beta} \quad (2.151)$$

де G_{ij} це транспортний потік між містами i і j ;

P_i і P_j чисельність мешканців міста;

d_{ij} – відстань (час) між ними;

β коефіцієнт супротиву;

k є константою.

В [269] розроблено три підходи для оцінки значень вузлового притягання в моделі зворотної гравітації: лінійна регресія, LP та

алгебраїчний метод (AM). Регресійний, і LP підхід засновані на логарифмічному перетворенні рівняння, записаному у вигляді:

$$\ln G_{ij} = \ln k + \ln P_i + \ln P_j - \beta \ln d_{ij} \quad (2.152)$$

для всіх $i \neq j$

Запропоновані авторами гравітаційні моделі для визначення тяжіння певного вузла авіаційної мережі є описаними й розділено у сфері використання у відповідності до умов сполучення.

2.2 Методи рішення задач з організації пасажирських перевезень автомобільним транспортом

Питання визначення параметрів елементів системи перевезень пасажирів є актуальним й для автомобільного транспорту. В роботах авторів [270-299] розглянуто питання споживання палива засобами транспорту при урахуванні виконаної транспортної роботи. Авторами [299] проаналізовано баланс між споживанням енергії та пасажиромісткості для автомобілів, автобусів, швидкісних поїздів та літаків. Нормування даних з використанням кількості пасажирів надало авторам можливість рівномірно порівняти ці види транспорту. На основі цього аналізу запропоновано унікальний індекс маси автомобіля I , який авторам надав можливість глобальної оцінки енергоефективності всіх типів транспортних засобів. Авторами представлена загальна вага транспортного засобу на одного перевезеного пасажирів та нормована енергія (тобто енергія, що використовується для перевезення пасажирів на 1 км) для автобуса, автомобіля, літака та швидкісного поїзда. Загальна маса транспортного засобу на одного пасажирів авторами визначено відповідно до запропонованої залежності 2.153:

$$W_{tv} / (\alpha N) = \frac{W_c + \alpha N \cdot W_p}{\alpha N} \quad (2.153)$$

де W_{tv} – загальна маса транспортного засобу, включаючи масу спорядженого транспортного засобу;

W_c – загальна вага пасажирів;

W_{tp} – загальна вага пасажирів є добутком середньої ваги пасажирів;

W_p – вага одного пасажирів, що перевозиться;

αN – де α – середній рівень завантаженості транспортного засобу;

N – розрахована місткість сидінь.

Нормована енергія – E_n в роботі [299] визначається відповідно до рівняння 2.154:

$$E_n = \frac{E_t}{\alpha N} \quad (2.154)$$

де E_t – загальна витрата енергії транспортним засобом на проїзд 1 км;

αN – кількість перевезених пасажирів.

Нормалізована енергія (E_n) в [299] для шести видів транспорту за середнього рівня зайнятості місць – α , тобто $\alpha = 1, 1, 0,68, 0,32, 0,72$ і $0,44$ для пішохідних, велосипедних, автобусних і автобусних, автомобілів, літаків і швидкісних поїздів відповідно. Зазначено, що споживання енергії пов'язане із загальною вагою автомобіля [299], споживання енергії визначається як функція загальної ваги транспортного засобу, загальної місткості сидінь та рівня зайнятості, які є трьома легко вимірними ключовими характеристиками на основі конструкції та використання автомобіля.

Нормована вага – R , яка визначається як відношення загальної маси автомобіля W_{tv} , поділена на загальну вагу пасажирів – W_{tp} описано рівнянням 2.155:

$$R = \frac{W_{tv}}{W_{tp}} = \frac{W_c + \alpha N \cdot W_p}{\alpha N \cdot W_p} \quad (2.155)$$

де $\alpha = 1$ означає стан повністю заповненого засобу транспорту.

Одночасно авторами [299] розроблено метод визначення споживання енергії для мінімально можливої ваги реального автомобіля.

Автомобільні пасажирські перевезення передбачають можливість користування пасажирами й послугами таксі, як таким, що є загальним видом транспорту й також приймають участь в реалізації потреб громадян з переміщення. Авторами [300] запропоновано підхід до визначення попиту на такі перевезення автомобільним транспортом. Запропонована математична модель викладена у рівнянні 2.156:

$$W = (R_1 A_1 + R_2 A_2) P \quad (2.156)$$

де W – попит міських жителів на проїзд таксі;

R_1 – загальне постійне населення міста;

R_2 – загальне міське плавуче населення;

A_1 – кількість поїздок в день постійного населення;

A_2 – кількість поїздок за день плавання населення;

P – частку таксі в структурі шляху подорожі.

Формула для розрахунку добового пасажиропотоку M без сполучення автомобілів авторами [300] визначено, як 2.157:

$$M = N \bar{n}_0 z = N \bar{n}_0 \frac{\sum_{i=1}^m (n_{i1} + n_{i2} + \dots + n_{i10})}{10m} \quad (2.157)$$

де \bar{n}_0 означає щоденну сукупну кількість пасажирів;

$n_{i1}, n_{i2}, \dots, n_{i10}$ означає номери пасажирів кожного таксі групи i .

Для розрахунку добового пасажиропотоку M з автопарком авторами [300] надано у вигляді 2.158:

$$M = N\bar{n}_0 z(1 + p) = N\bar{n}_0(1 + p) \frac{\sum_{i=1}^m n_{i1} + n_{i2} + \dots + n_{i10}}{10m} \quad (2.158)$$

Відповідно до проведених авторами досліджень й запропонованого моделювання зазначених параметрів пасажиропотоків можна стверджувати про можливість використання описаних підходів до моделювання параметрів пасажиропотоків в певному способі сполучення.

Використання рекурентних нейронних мереж було викладено в роботах [301-302]. Запровадження даного методу математичного моделювання надало можливість авторам [302] висунути припущення з моделювання кількісних параметрів потоку пасажирів в часі у вигляді динамічного числа Y_t , де $t \in [0; T]$ і наведене у функції 2.159:

$$Y_t = U_t + V_t + E_t + Z_t + \gamma_t \quad (2.159)$$

де U_t – тенденція динамічного ряду, закономірна складова, що характеризує загальну тенденцію;

V_t – сезонна складова, у загальному випадку – циклічна;

E_t є випадковою складовою;

Z_t є компонентом, що забезпечує паралельність елементів динамічного ряду;

γ_t є керуючим компонентом, за допомогою якого відбувається вплив на члени ряду, щоб сформувати його бажану траєкторію в майбутньому.

Модель нейронної мережі, яка була розроблена в [302] для прогнозування пасажиропотоків, включає штучні нейронні мережі. На думку авторів, кількість нейронних мереж відповідає прогнозованому рівню

пасажиропотоку, а дані часових рядів мають великий обсяг, високорозмірні та постійно оновлюються, що висвітлено рівнянням 2.160:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.160)$$

У [302] використано метод зворотного поширення та враховано помилку навчання у вибірці як суму квадратних вхідних одиниць і різницю між бажаним вихідним значенням t_k дається вчителем і фактичний вихід z_k , що висвітлено рівнянням 2.161:

$$J(w) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^c (t_k - z_k)^2 = \frac{1}{2} \|t - z\|^2 \quad (2.161)$$

де t і z – цільовий та мережевий вихідні вектори з довжинами c і w , який попередньо визначив усі масштаби в мережі.

Із урахуванням правила навчання зворотного поширення масштаби не ініційовано випадковими значеннями, бо потім вони змінюються в напрямку, який зменшить похибку, чим обумовлено вираз 2.162:

$$\Delta w = -\eta \frac{\partial J}{\partial w} \quad (2.162)$$

де η – швидкість навчання, що вказує на відносну величину змін у масштабах.

Однак, цей повторюваний алгоритм вимагає прийняття вагового вектору на ітерації оновивши його відповідно до 2.163:

$$w(m+1) = w(m) + \Delta w(m) \quad (2.163)$$

де t індексує часткову модель представлення.

Для вирішення задачі прогнозування пасажиропотоку ми обрали RNN, а саме довготривалу пам'ять (LSTM), оскільки вхідними даними для завдання є часовий ряд.

Обсяги пасажиропотоків запропоновано розраховувати в [306] із використанням моделі Грея-Маркова, яка є однією з моделей подібного прогнозування й широко застосовується в багатьох сферах. В [306] припущено, що $x^{(0)} = \{x^{(0)}(t) | t = 1, 2, \dots, n\}$ являє собою набір вихідних системних даних. Відповідне диференціальне рівняння моделі Грея-Маркова наведено у :

$$\frac{dx^{(1)}(t)}{dt} + \partial x^{(1)}(t) = \mu \quad (2.164)$$

де ∂, μ є невизначеними параметрами, на число сірого розробки та сіре число внутрішнього контролю відповідно, які можна отримати методом найменших квадратів.

Це дозволяє авторам [306] впровадити рівняння 2.165 та 2.166:

$$X = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}[x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)] & 1 \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)] & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}[x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)] & 1 \end{bmatrix} \quad (2.165)$$

$$Y = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} \partial \\ \mu \end{bmatrix} \quad (2.166)$$

За $Y = XB$, визначено, що $B = (X^T X)^{-1} (X^T Y)$. Заміна, ∂ , μ в (2.164) і розв'яжіть це диференціальне рівняння, щоб отримати моделі Грея-Маркова у вигляді 2.167:

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = (x^{(0)}(1) - \frac{\mu}{\partial})e^{-\partial t} + \frac{\mu}{\partial} \quad (2.167)$$

Авторами [306] застосовано операцію оберненого накопичення до 2.168:

$$\hat{x}^{(0)}(t) = \hat{x}^{(1)}(t+1) - \hat{x}^{(1)}(t) \quad (2.168)$$

Відповідно до моделювання даних про кількість пасажирських перевезень із використанням моделі Грея-Маркова дозволило авторам поділити всю послідовність на три статуси: статус завищеної оцінки (прогнозне значення вище, ніж фактичне значення); нормальний стан (прогнозне значення знаходиться в межах дійсного значення); недооцінений статус (прогнозне значення нижче за фактичне значення).

Дослідження моделі вибору режиму поїздки міжміських пасажирів на основі методу кластерного аналізу викладено в роботі [307] Авторами «корисність» для штучного вимірювання деяких більш важливих змінних, які можуть описати характеристики варіантів і виразити характеристики впливу на рух мандрівників. Усі вищезгадані характеристики авторами названо «характерними змінними».

Перші чинники, на думку авторів, зазвичай є час і вартість подорожі, комфорт і безпеку тощо; у той час як останній включає вік мандрівника, рід занять, дохід тощо. І ще є ціль подорожі, час подорожі та інші характеристики подорожі. Функція корисності виглядає як 2.167:

$$V_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_n x_{in} \quad (2.167)$$

де: V_i є корисністю режиму подорожі;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ є невизначеними параметрами;

$x_{i1}, x_{i2}, x_{i3} \dots x_{in}$ є показниками характерних змінних відповідно.

Авторами роботи використано метод кластерного аналізу, класифікації пасажирів через аналіз характеристик міжміських пасажирів прийнято мету подорожі та місячний дохід міжміських пасажирів. На основі методу кластерного аналізу авторами запропоновано лінійну функцію корисності щодо часу та вартості подорожі, комфорту та безпеки 2.168:

$$V_{ig} = \alpha_{0g} + \alpha_{1g} T_i + \alpha_{2g} C_i + \alpha_{3g} S_i + \alpha_{4g} A_i \quad (2.168)$$

де: V_{ig} є функцією корисності певного класу туристів;

g пасажир, які обирають шлях i ;

T_i це час у дорозі;

C_i це вартість проїзду в дорозі;

S_i це комфорт шляху i ;

A_i це безпека шляху i ;

$\alpha_{0g}, \alpha_{1g}, \alpha_{2g}, \alpha_{3g}, \alpha_{4g}$ є невизначеними параметрами, часу і вартості в дорозі.

На думку авторів, з точки зору всього процесу подорожі міжміських пасажирів, поїздка поділяється на дві частини, міську та міжміську. Таким чином, загальний час у дорозі міжміських пасажирів є сумою часу в дорозі міста відправлення та призначення, а саме:

$$T_i = t_{i1} + t_{i2} + t_{i3} \quad (2.169)$$

де: T_i – загальний час у дорозі i ;

t_{i1} – час у дорозі в місті I ;

t_{i2} – час у дорозі 2;

t_{i3} – час у дорозі між містами i .

Аналогічно, авторами [307] загальна вартість проїзду міжміських пасажирів є сумою вартості проїзду в містах відправлення та призначення та вартості проїзду між містами, як визначено рівнянням 2.170:

$$F_i = f_{i1} + f_{i2} \quad (2.170)$$

де: F_i – загальна вартість проїзду в дорозі i ;

f_{i1} це міська вартість подорожі i ;

f_{i2} це вартість міжміського проїзду i .

Функція корисності в [307] після аналізу часу поїздки, вартості, комфорту та безпеки наведено в моделі Logit 2.171:

$$V_{ig} = \alpha_{0g} + \alpha_{1g}(t_{i1} + t_{i2} + t_{i3}) + \alpha_{2g}(f_{i1} + f_{i2}) + \alpha_{3g}S_i + \alpha_{4g}A_i \quad (2.171)$$

Припущено [307], що кількість пасажирів є N та воно поділяється на класи G , і номер класу $g \in N_g$, а потім ймовірність класу g мандрівники обирають шлях i є, як слід ймовірність набуває вигляд наведений у 2.172:

$$P_{ig} = \frac{\exp(V_{ig})}{\sum_C \exp(V_{jg})} \quad (2.172)$$

де: C це сукупність усіх альтернативних видів транспорту.

Ймовірність шляху i в [307] авторами запропоновано у вигляді функції 2.173:

$$P_i = \sum_{g=1}^G \frac{N_g}{N} P_{ig} \quad (2.173)$$

В [308] викладено дослідження, що має на меті оцінити вплив навантаження на пасажирів, ефективність поромних маршрутів для досягнення кращого обслуговування для пасажирів. Авторами [309] досліджено визначення параметрів пасажиропотоку при міжміських пасажирських автобусних перевезеннях методом кластеризації траєкторії характерних точок для оцінки пасажиропотоку. Під час моделювання згенеровані траєкторії використано формулу (2.174) для обчислення точок ознак напрямку руху між сусідніми кадрами:

$$\theta_i = \begin{cases} \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right) & x_{i+1} - x_i \geq 0 \\ \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right) - \pi & y_{i+1} - y_i \leq 0 \\ & \& x_{i+1} - x_i < 0 \\ \arctan\left(\frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}\right) + \pi & y_{i+1} - y_i > 0 \\ & \& x_{i+1} - x_i < 0 \end{cases} \quad (2.174)$$

де: $T = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$ є координатна послідовність траєкторії;

θ_i є кутом напрямку руху в i -му кадрі.

Траєкторії, створені одним і тим же пасажиром, мають дуже схожі тимчасові та просторові властивості. У [309] використано різницю в часі початку для вимірювання тимчасової подібності між траєкторіями. Для обчислення тимчасової різниці між траєкторіями T_i і T_j використано рівняння (2.175):

$$d_s(i, j) = \begin{cases} 0 & \text{якщо } |T_s(i) - T_s(j)| < T_{\min} \\ \frac{|T_s(i) - T_s(j)| - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} & \text{якщо } T_{\min} \leq |T_s(i) - T_s(j)| \leq T_{\max} \\ 1 & \text{якщо } |T_s(i) - T_s(j)| > T_{\max} \end{cases} \quad (2.175)$$

де: $T_s(i)$ і $T_s(j)$ час початку (або номер кадру) траєкторії;
 T_i і T_j відповідно і $d_s(i, j)$ – тимчасова відстань між T_i і T_j .

Його значення знаходиться між 0 і 1. Тобто, якщо різниця часу початку між T_i і T_j менше ніж T_{\min} , тоді їх можна вважати двома траєкторії від одного пасажирів; інакше, якщо інтервал більше ніж T_{\max} то вони з інших пасажирів.

Моделювання пасажиропотоку в частині визначення кількості пасажирів в салоні автобусу розкрито в роботах [309-313]. В [313] для прогнозування пасажиропотоку в автобусі пропонується підхід глибокого злиття з багатьма шаблонами. Набір даних короткострокового автобусного пасажиропотоку спочатку сегментується на різні кластери за допомогою алгоритму поширення спорідненості. Розподіл пасажиропотоку цих кластерів згодом аналізується для виявлення різних закономірностей. У кожному шаблоні [313] розроблено як глибоке представлення пасажиропотоку.

Для серії пасажиропотоку $x = [x_1, x_2, \dots, x_N]$ (N – довжина часового ряду), подібність кожної вибірки (x_i, x_j) ($i, j \in [1, N]$) встановлюється виразом 2.176:

$$s(i, j) = \begin{cases} -\|x_i - x_j\|^2 & i \neq j \\ p & i = j \end{cases} \quad (2.176)$$

де: p позначає параметри.

Авторами визначено відповідальність (2.177) і доступність (2.178) функціонують наступним чином:

$$r(i, j) = s(i, j) - \max_{j'/j} \{a(i, j') + s(i, j')\} \quad (2.177)$$

$$a(i, j) = \begin{cases} \min \left\{ 0, r(j, j) + \sum_{i' \in i, j} \max \{0, r(i', j)\} \right\} & i \neq j \\ \sum_{i'/j} \max \{0, r(i', j)\} & i = j \end{cases} \quad (2.178)$$

Після кількох ітерацій (m), $r_m(i, j)$ і $a_m(i, j)$ представлено за допомогою рівняння 2.179:

$$\begin{cases} r_m(i, j) = (1 - \lambda)r_m(i, j) + \lambda r_{m-1}(i, j) \\ a_m(i, j) = (1 - \lambda)a_m(i, j) + \lambda a_{m-1}(i, j) \end{cases} \quad (2.179)$$

де $\lambda \in [0, 1]$ є коефіцієнтом демпфування.

Авторами [314] запропоновано нелінійну модель для прогнозування швидкості пасажиропотоку в транзитній системі та вказано її хаотичність. Основні кроки методу аналізу головних компонент узагальнено.

Одновимірний часовий ряд $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ задано, а інтервал часу вибірки дорівнює τ . Фазовий простір реконструйовано із вбудованим розміром d . Матриця траєкторій $X_{l \times d}$ ($l=N-(d-1)$) який утворений часовим рядом задається виразом 2.180:

$$X_{l \times d} = \frac{1}{l^2} \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & \dots & x_d \\ x_2 & x_3 & \dots & x_{d+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_l & x_{l+1} & \dots & x_N \end{bmatrix} \quad (2.180)$$

Далі варіаційна матриця A обчислюється відповідно до 2.181:

$$A_{d \times d} = \frac{1}{l} X_{l \times d}^T X_{l \times d} \quad (2.181)$$

Тоді власні значення λ_i ($i = 1, 2, \dots, d$) і власні вектори U_i ($i = 1, 2, \dots, d$) варіаційної матриці A працюють. Власні значення розташовані в порядку спадання: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_d$, сума яких обчислюється як визначено в 2.182:

$$\gamma = \sum_{i=1}^d \lambda_i \quad (2.182)$$

Авторами [314] припущено, що індекс i формують X вісь і $\ln(\lambda_i/\gamma)$ формують Y вісь. Через значні відмінності між хаотичним сигналом і шумовим сигналом основний спектр компонентів шуму являє собою пряму лінію, паралельну X вісь. Однак основним спектром компонентів хаотичного сигналу є пряма лінія через фіксовану точку з негативним нахилом.

В роботі Xiao, R., Zhu, J., Zhao, Z., Yu, H., & Du, Y. (2021) [315] описано основні фактори, які впливають на пасажиропотік громадського транспорту, викладено простий та ефективний метод для точного прогнозування пасажиропотоку громадського транспорту, щоб забезпечити основу для розвитку автобусного транспорту. Чисельні показники по-різному впливають на пасажиропотік автобусів. Якщо ці показники використовувати як незалежні змінні для регресійного аналізу, то об'єктивність і точність це може вплинути на результати аналізу. Авторами зазначено, що такі показники необхідно виділити. Показники, які мають більший вплив на пасажиропотік автобусів (тобто основні фактори контролю), щоб підвищити точність прогнозування. Співвідношення між кожною характеристикою та пасажиропотоком автобуса оцінено за допомогою однофакторного аналізу, а для визначення кореляції використовувався коефіцієнт кореляції Пірсона. Формула запропонована авторами [315] виглядає відповідно до рівняння 2.183:

$$r_{XY} = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad (2.183)$$

де: r_{XY} коефіцієнт кореляції Пірсона змінні X і Y ;

n - кількість спостережуваних об'єктів;

x_i i -те спостережуване значення X ;

y_i i -те спостережуване значення Y .

Відповідно до принципу статистики, коефіцієнт кореляції, як правило, становить від -1 до 1. Чим ближче абсолютне значення до 1, тим сильніше лінійний зв'язок між змінними, і чим ближче абсолютне значення до 0, тим слабше лінійний зв'язок між змінними. Відповідно до аналізу звернення встановлено модельне рівняння факторів впливу на функцію пасажиропотоку автобуса (2.184):

$$\hat{y} = A \prod_{i=1}^n x_i^{\beta_i} \quad (2.184)$$

де: \hat{y} – прогнозована величина пасажиропотоку автобуса;

A і β_i параметри, які підлягають оцінці;

x_i є імпакт-фактором;

і n це кількість факторів.

Для вирішення задачі [315] використовується логарифмічна функція для перетворення мультиплікативного відношення. Після логарифмічної обробки вихідних даних для оцінки можна використовувати наступну модель лінійної регресії (2.185):

$$\ln \hat{y} = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln(x_i) \quad (2.185)$$

У лінійній регресії запропонованій [315] мета полягає в тому, щоб вибрати параметри, які мінімізують суму квадратної помилки між

прогнозованим і істинним значеннями. Щоб уникнути надмірної підгонки, до функції вартості додається термін регуляризації та параметр регуляризації λ , який використовується для збалансування функції вартості з терміном регуляризації.

Авторами [316] викладено підрахунок пасажиропотоку на основі технології обробки зображень. Враховуючи вимоги до реального часу та точності, використано метод, заснований на машинному навчанні, для виявлення та ідентифікації голови пішохода. Метод гамма-корекції прийнято для стандартизації колірного простору вхідного зображення, щоб налаштувати контраст зображення, зменшити часткову тінь зображення і одночасно можна зменшити вплив зміни освітлення та перешкоди. Використання одновимірного дискретного диференціального шаблону в горизонтальному та вертикальному напрямках, щоб отримати амплітуду піксельного градієнта та напрямок градієнта.

Розрахунок градієнта визначено рівняннями 2.186 та 2.187:

$$G_x = H(x + 1, y) - H(x - 1, y) \quad (2.186)$$

$$G_y = H(x, y + 1) - H(x, y - 1) \quad (2.187)$$

де: G_x – горизонтальний градієнт положення (x, y) ;

G_y – вертикальний градієнт положення (x, y) ;

$H(x, y)$ – сіре значення позиції (x, y) .

Розрахунок амплітуди і напрямку градієнта визначено рівняннями 2.188 та 2.189:

$$G(x, y) = \sqrt{G_x(x, y)^2 + G_y(x, y)^2} \quad (2.188)$$

$$\alpha(x, y) = \arctan^{-1} \left(\frac{G_y(x, y)}{G_x(x, y)} \right) \quad (2.189)$$

де: $G(x, y)$ – амплітуда градієнта;

$\alpha(x, y)$ – напрямок градієнта.

Розраховані градієнтна величина та орієнтація кожної одиниці клітини та отримані характеристики осередку. Навчальна вибірка поділена на ряд одиниць клітинки. Розрахунок зваженої гістограми напряму градієнта кожної клітинки. Діапазон напряму градієнта 0-180 градусів.

Автор [317] винайшов багатосенсорний масив пасажиропотоку автобусу, відстежено вектор руху, що визначено як процес пошуку набору векторів руху між поточним кадром і опорним кадром у певному діапазоні передбачення за допомогою певної стратегії пошуку, отримання єдиного векторного рішення поточного вектору руху, набору відповідно до подібності векторів руху. Критерії, зважування векторного рішення і вектора руху об'єкта стеження, відстеження та опису руху цілі через вектор руху.

Подібність вектора руху може описана [317] функцією подібності косинуса. Його формула показана рівнянням 2.190:

$$S(X, Y) = (X^T Y) / (\|X\| * \|Y\|) \quad (2.190)$$

Встановіть цільову функцію векторної моделі руху, як 2.191 або 2.192:

$$d(x, y) = (x' - x, y' - y) \quad (2.191)$$

$$d(x, y) = \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x'_i - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i, \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y'_i - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i \right) \quad (2.192)$$

де: m – кількість частинок у контурах напруження стопи поточних даних кадру;

n – число частино у контурах напруження стопи даних системи відліку;

M_i це якість частинки i ;

(x, y) є координатами центр мас контуру напруження стопи в поточному кадрі;

(x', y') – координати центру мас стопи контур напруги в системі відліку;

(x_i, y_i) це два-розмірні координати частинки i .

В [318] пропонується метод на основі нейронної мережі для прогнозування майбутніх пасажиропотоків відправлення терміналу на наступний період. Роботи [319-328] визначають моделювання щоденного пасажиропотоку автобусів під час епідемії чи пандемії методом великої кількості даних часових рядів.

В [329] представлено аналіз нейронних мереж, які можна використовувати для прогнозування пасажиропотоку між містами. Дані про кількість пасажирів через регулярні проміжки часу виражено у вигляді динамічного числа Y_t , де $t \in [0, T]$ і представлено в адитивній формі 2.193:

$$Y_t = U_t + V_t + E_t + Z_t + \gamma_t \quad (2.193)$$

де U_t – тенденція динамічного ряду, закономірна складова, що характеризує загальну тенденцію;

V_t – сезонна складова, у загальному випадку – циклічна;

E_t є випадковою складовою;

Z_t є компонентом, що забезпечує паралельність елементів динамічного ряду;

γ_t є керуючим компонентом, за допомогою якого відбувається вплив на члени ряду, щоб сформувати його бажану траєкторію в майбутньому.

В якості функції активації в даному випадку використовується проста різницева нелінійна логістична функція Овна 2.194:

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.194)$$

В [331] представлено одне рішення щодо ліній прибуття та відправлення спеціальних ліній пасажирського руху, а в [348] статистика пасажиропотоку на основі відеозображень.

В [350] описано методику проведення дослідження пасажиропотоку. Для оцінки можливого пасажиропотоку при проектуванні міста використано гравітаційні та ентропійні методи. Принцип першого способу полягає в наступному. Міська територія поділена на n мікрорайонів, кожен з яких має вихідний і кінцевий вузли. Залежно від обсягу місць залучення: місця проживання, зайнятості, культурно-побутових центрів, торгових центрів та інших місць, для кожного мікрорайону визначається кількість пасажирів. Метод полягає в моделюванні пасажиропотоків між кожною парою мікрорайонів. Потік транспорту можна визначено за таким рівнянням 2.195:

$$x_{ij} = a_i \cdot b_j \cdot y_{ij}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ij} \geq 0, \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = a_i, \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j. \end{array} \right. \quad (2.195)$$

де a_i є кількість пасажирів, що виїжджають з мікрорайону, пасажирів;
 b_j є кількість пасажирів, що прибувають у мікрорайон, пасажирів;
 m – кількість областей тяжіння, що характеризуються відповідно вихідними вузлами i і вузли призначення j , шт.;
 y_{ij} є функцією переваги пасажирів.

Функції переваги можуть мати такий вигляд:

$$y_{ij} = t_{ij}^{-k}$$

$$y_{ij} = e^{-k \cdot t_{ij}}$$

$$y_{ij} = k \cdot t_{ij}^{-2}$$

де k – постійне значення, визначене на основі фактичних даних;

t_{ij} – узагальнена вартість перевезень між районами i та j (час, витрачений на поїздку, відстань тощо).

Через невизначеність вибору пріоритетів, зробленого пасажиром за допомогою гравітаційного методу, було застосовано ентропійний метод. Узагальнена модель інформаційної ентропії має такий вигляд 2.196:

$$H(x) = \sum_i^j x_{ij} \cdot \ln_{x_{ij}}^{a_i} \quad (2.196)$$

Цей метод характеризує неспадна ентропію замкнутої системи, визначаючи екстремум. Для розв'язання задачі використовується метод Лагранжа. Результатом розв'язування рівняння (2.197) є рівняння такого вигляду:

$$x_{ij} = a_i \cdot b_j \cdot e^{-k \cdot t_{ij}} \quad (2.197)$$

Ці моделі досить ефективні на етапах проектування міських маршрутних мереж. Загальна кількість пасажирів, що їдуть у транспортному засобі від пункту i в пункт j залежить від кількості пасажирів, які виходять з автомобіля в пункті призначення j і може бути описано такими рівняннями:

$$\lambda_{ij} \begin{cases} \frac{b_j - \min(b_j; (Q_{j-1} - a_{ij}))}{b_j}, a_{ij} > b_j \\ \frac{a_{ij} - \min(a_{ij}; (Q_{j-1} - b_j))}{a_{ij}}, a_{ij} \geq b \end{cases} \quad (2.198)$$

де a_{ij} – кількість пасажирів, що їдуть у транспортному засобі від пункту i в пункт j , пасажирів;

b_j – кількість пасажирів, які вийшли з транспортного засобу в пункті j , пасажирів;

Q_{j-1} – обсяг пасажиропотоку на підході до пункту j , пасажирів.

Розподіл ймовірностей випадкового значення λ_{ij} виглядає наступним чином 2.199:

$$P_{bj} = \frac{C_{a_{ij}}^{a_{ij}-\lambda_{ij}} \cdot C_{(Q_{j-1}-a_{ij})}^{b_j-\lambda_{ij}}}{C_{Q_{j-1}}^{b_j}} \quad (2.199)$$

де C – кількість комбінацій подорожей, представлених нижніми і верхніми індексами.

Найбільша ймовірність появи пасажирів у групі тих, хто вийшов з автобуса, серед тих, хто вийшов з нього на зупинці, а ij описано рівняннями 2.200:

$$\begin{cases} \frac{P_{bj}(\lambda_{ij}-1)}{P_{bj}(\lambda_{ij})} = \frac{\lambda_{ij}(Q_{j-1}-a_{ij}-b_j+\lambda_{ij})}{(a_{ij}-\lambda_{ij}+1) \cdot (b_j-\lambda_{ij}+1)} \leq 1, \\ \frac{P_{bj}(\lambda_{ij})}{P_{bj}(\lambda_{ij}+1)} = \frac{(\lambda_{ij}+1) \cdot (Q_{j-1}-a_{ij}-b_j+\lambda_{ij}+1)}{(a_{ij}-\lambda_{ij}) \cdot (b_j-\lambda_{ij})} \geq 1. \end{cases} \quad (2.200)$$

Розв'язуючи систему нерівностей (2.200) відносно λ_{ij} зі значеннями Q_{j-1} і b_j набагато більше за одиницю, математичне очікування λ_{ij} визначено як 2.201:

$$\lambda_{ij} = \frac{a_{ij} \cdot b_j}{Q_{j-1}} \quad (2.201)$$

В роботах [351-422] авторами було наведено моделювання пасажиропотоків та їхній вплив на систему пасажирських перевезень із використанням відомих методів.

В роботах [351, 388, 406] використано метод нейронних мереж, [352, 353, 386, 389, 405] – технологій машинного навчання, [359, 361, 369, 382, 391, 401, 402, 416] – метод збору та обробки даних, [358, 363, 365, 375, 369] – метод проектування, [367, 392, 385, 395, 413, 371] – метод теорії ймовірностей і математичної статистики, [370, 383, 403] – теорія гравітації, [397] – теорія максимальної корисності, [409] - географічні методи, такі як модель просторової взаємодії та модель доступності.

2.3 Методи вирішення задач на залізничному транспорті

Авторами [410-423] висвітлено підходи до розв'язання задач на залізничному транспорті. В роботі авторів [423] запропоновано короткострокову модель прогнозування попиту залізничних пасажирів на основі інтеграції хаотичної перебудови фазового простору та принципу порівняльності. Модель прогнозування хаотичного фазового простору відповідно до визначення максимального показника Ляпунова 2.202:

$$2^{d\lambda_1} = \frac{\|Y(M+d) - Y_{nbt}(t+d)\|}{\|Y(M) - Y_{nbt}(t)\|} \quad (2.202)$$

де λ_1 максимальний показник Ляпунова;

d – крок прогнозування;

$Y(M)$ – фазова точка центрального прогнозування;

$Y(M+d)$ – фазова точка через d днів;

$Y_{nbt}(t)$ – найближча точка $Y(M)$;

$Y_{nbt}(t+d) - Y_{nbt}(t)$ через d днів.

Модель прогнозу попиту на залізничні перевезення через d днів на думку авторів можна визначити як 2.203:

$$X(N+d) = X(t+m-1+d) \pm \sqrt{2^{2d\lambda_1} \|Y(M) - Y_{nbr}(t)\|^2 - [X(M+d) - X(t+d)]^2 - \dots - [X(N-1+d) - X(t+m-2+d)]^2} \quad (2.203)$$

де m є оптимальним розміром вбудовування.

В [423] авторами використано у том числі й принцип інтегрування порівнянності, що забезпечило формування з покращеною точністю прогнозу в піковому навантаженні щороку. Інтегровано тенденцію зміни пасажиропотоку історії в 2.203, а потім побудовано еталонну модель прогнозу 2.204:

$$X_{ref}(N+d) = X(N+d-1) + [X(N+d-y \cdot 365) - X(N+d-y \cdot 365-1)] \quad (2.204)$$

В 2.204 параметр y , розрахований за найбільш подібним історичним роком, потім до $X(N+d)$ у рівнянні 2.204 виконано інтелектуальну попередню модифікацію за допомогою $X_{ref}(N+d)$ у рівнянні 2.204 модифікована модель є 2.205:

$$\left\{ \begin{array}{l} X_e(N+d) = \alpha \cdot X(N+d) + (1-\alpha) \cdot X_{ref}(N+d), \quad \alpha = \frac{E_{ref}^2}{E^2 + E_{ref}^2} \\ E = \sum_{i=1}^n 0.5^{(i-1)} |X(N+d-i) - X_{real}(N+d-i)| \\ E_{ref} = \sum_{i=1}^n 0.5^{(i-1)} |X_{ref}(N+d-i) - X_{real}(N+d-i)| \end{array} \right. \quad (2.205)$$

В 2.205 E і E_{ref} є похибкою накопичення напівзагасання, передбаченою рівняннями, вони можуть відображати здатність динамічного прогнозування

рівнянь 2.204 і рівняння 2.205 і виявляти тенденцію, що вплив пов'язаних даних на поточну інформацію поступово слабшає з час; X_{real} – попереднє фактичне значення, яке вже відоме; X_e є кінцевим результатом, передбаченим шляхом інтеграції моделі прогнозування.

Роботи [424-444] розглядали питання формування пасажиропотоків на залізничному транспорті, авторами [444] була запропонована модель розрахунку максимальної кількості пасажирів, що прибувають на залізничні вокзали для здійснення їздки. Авторами зазначено, що прибуття пасажирів більше пов'язане з особистим розкладом, ніж з часом відправлення поїздів. На думку авторів у цьому випадку прибуття пасажирів в основному слідує за розподілом Пуассона, відповідно до запропонованої залежності 2.206.

$$p(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad (2.206)$$

де $p(k)$ – ймовірність прибуття k пасажирів за хвилину;

λ – це прибуття ставка.

Інший випадок розглянути авторами полягає в тому, що частота відправлення лінії низька (зазвичай менше 10 рейсів на день) і тоді на прибуття пасажирів значно впливає розклад. У цьому випадку прибуття пасажирів та їх супутників авторами описано із використанням гамма-розподілу. Функція щільності ймовірності такого прибуття наведена в рівнянні 2.207:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta}, & x > 0 \\ 0 & , x \leq 0 \end{cases} \quad (2.207)$$

Авторами [445-462] розглянуто експлуатаційні показники ефективності при зміні параметрів пасажиропотоків. В [462] аналізуються

зміни енергоємності тягової енергії та ефективності пасажирських перевезень поїзда при зміні коефіцієнт використання пасажиромісткості. Коли рух поїзда є рухомим, тобто його тягова сила, що визначається положенням його робочої рукоятки, відмінна від нуля, тягове зусилля поїзда і відповідно сила струму його двигунів змінюються не тільки з його тяговою силою, але і з його швидкістю. В [463] було зосереджено увагу на виборі поїздів, які роблять пасажирів залізниці. Трансферна мережа на думку авторів представляє можливі шляхи пасажирів з'єднанні сполученням.

В роботах [464-469] досліджено фактори, які впливають на транспорт. В [469] авторами зазначено, що на транспорт та його розвиток впливає багато факторів. Стверджується, що загалом існують дві характеристики, які можуть виражати розвиток залізничних пасажирських перевезень: пасажиромісткість та обсяг пасажиропотоку. В [470-499] автори розглядали пасажиропотік, а в [481] запропоновано використання нейронних мереж для розробки короткострокових моделей прогнозування попиту на пасажирів. В роботі [498] запропоновано модель динамічної мережі.

Робота [500] демонструє структуру прогнозування обсягів пасажирських перевезень, що інтегрує експоненціальну модель згладжування. Модель експоненціального згладжування є однією з моделей експоненційного прогнозування, в якій в основному використовується для узгодження часового ряду з горизонтальним терміном, терміном тенденції та сезонним ефектом. Інтегрована методика прогнозування використана авторами в роботі – це метод, який поєднує кілька методів прогнозування за допомогою певних стратегій. Автори [501-518] застосовували модель нейронного дерева для прогнозування об'єму пасажиропотоку на залізниці. Авторами роботи [513] запропоновано використовувати веб-пошук як навчальні дані для прогнозування кількості пасажирів на залізниці при уточненні результатів моделювання. Крім того, пропонуються змагальні мережі для прогнозування пасажиропотоку на залізниці, що має подальше використання таких методів на транспорті. В дослідженні [519]

розкривається питання моделі вибору режимів руху в міському залізничному пасажирському вузлі на основі комбінованих даних Роботи [520-524] присвячено моделюванню пасажиропотоків із урахуванням сезонного коливання із використанням математичного підходу.

2.4 Методи вирішення задач з формалізації параметрів експлуатації засобів транспорту на пасажирських транспортних маршрутах

Дослідниками [12] розглядалися методи розрахунку параметрів експлуатації засобів транспорту при міжміських пасажирських перевезеннях. У роботі визначено модель розрахунку кількості потенційних пасажирів, які продукує певна зона i :

$$P_{\text{заг}} = P_{\text{т}} + P_{\text{к.п.}}, \quad (2.51)$$

де $P_{\text{заг}}$ – загальна рухливість;

$P_{\text{т}}$ – трудова рухливість;

$P_{\text{к.п.}}$ – культурно-побутова рухливість;

2.5 Висновки по розділу

1. Проведений аналіз методів визначення наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень сучасниками реалізується із використанням підходів комп'ютерного та математичного моделювання.

2. Питання організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень спирається на основні вхідні параметри до таких систем. До таких факторів можна віднести: соціальний стан розвитку суспільства, кількість пасажирів, вплив альтернативних маршрутів різних видів

транспорту, соціальні вимоги до таких перевезень, державні стратегії розвитку й підтримки та інші.

3. Аналіз методів визначення параметрів транспортних процесів і систем пасажирських перевезень демонструє комплексність взаємозв'язків між підсистемами даних систем, їхній взаємовплив та залежність між параметрами функціонування таких підсистем.

4. Визначено методи розрахунків параметрів розподілу пасажирських транспортних кореспонденцій між маршрутами в мережі певного виду транспорту та між самими мережами при наявності конкуруючих між собою наборі мереж різних видів транспорту в систем пасажирських перевезень.

5. Результатами проведеного аналізу сучасних методів визначення наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень доведено, що пасажирів обирають найефективніші способи реалізації потреб у переміщенні в пасажирських мережах.

ВИСНОВКИ

Аналіз сучасної наукової літератури до питання основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту демонструє актуальність такого питання у сучасній науці й практиці.

Організація транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту є складним завданням й потребує комплексного підходу.

Встановлено взаємовплив на параметри функціонування систем пасажирських перевезень різними видами транспорту із оточуючим середовищем.

Подальший розвиток наукових підходів щодо особливостей урахування взаємного впливу кількісних характеристик систем пасажирських перевезень різними видами транспорту є актуальним і може позитивно вплинути на розвиток сучасної науки і практики.

Дослідження транспортних процесів і систем пасажирських перевезень різними видами транспорту доцільно проводити із урахуванням людського чинника у питаннях вибору маршруту їздки, типу транспортного засобу, виду транспорту, комфортностей їздки та попереднього обслуговування. Відповідно до проведеного аналізу такі дослідження актуально проводити засобами математичного моделювання із використанням гравітаційних підходів.

Проведений аналіз методів визначення наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень сучасниками реалізується із використанням підходів комп'ютерного та математичного моделювання.

Питання організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень спирається на основні вхідні параметри до таких систем. До таких факторів можна віднести: соціальний стан розвитку суспільства,

кількість пасажирів, вплив альтернативних маршрутів різних видів транспорту, соціальні вимоги до таких перевезень, державні стратегії розвитку й підтримки та інші.

Аналіз методів визначення параметрів транспортних процесів і систем пасажирських перевезень демонструє комплексність взаємозв'язків між підсистемами даних систем, їхній взаємовплив та залежність між параметрами функціонування таких підсистем.

Визначено методи розрахунків параметрів розподілу пасажирських транспортних кореспонденцій між маршрутами в мережі певного виду транспорту та між самими мережами при наявності конкуруючих між собою наборі мереж різних видів транспорту в систем пасажирських перевезень.

Результатами проведеного аналізу сучасних методів визначення наукових основ організації транспортних процесів і систем пасажирських перевезень доведено, що пасажирів обирають найефективніші способи реалізації потреб у переміщенні в пасажирських мережах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bao, Y., Yi, D., Xiong, T., Hu, Z., & Zheng, S. (2011). A comparative study on hybrid linear and nonlinear modeling framework for air passenger traffic forecasting. *Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 3(5), 243-254. doi:10.4156/aiss.vol3.issue5.28.
2. Rodríguez-Doncel, V., Santos, C., & Casanovas, P. (2014). A model of air transport passenger incidents and rights doi:10.3233/978-1-61499-468-8-55
3. Marie-Sainte, S. L., Saba, T., & Alotaibi, S. (2019). Air passenger demand forecasting using particle swarm optimization and firefly algorithm. *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*, 16(9), 3735-3743. doi:10.1166/jctn.2019.8242
4. Dang, Y. -, & Li, W. -. (2010). Air passenger flow structure analysis with network view. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxin/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 10(5), 167-174.
5. Jing He, J., Xu, L., Ning Guo, X., & Hu, Y. (2021). Air passengers' purchasing behavior of specialty products at airport: An empirical study. Paper presented at the ACM International Conference Proceeding Series, 13-17. doi:10.1145/3503491.3503494
6. Liang, X., Guo, Z., Zhang, Q., Yang, M., & Wang, S. (2020). An analysis and decomposition ensemble prediction model for air passenger demand based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 40(7), 1844-1855. doi:10.12011/1000-6788-2019-1010-12
7. Huang, F. -, Peng, J., & You, M. -. (2016). Analyses of characteristics of air passenger group mobility behaviors. *Wuli Xuebao/Acta Physica Sinica*, 65(22) doi:10.7498/aps.65.228901.
8. Ida, Y. (1993). Changes of air passenger distribution patterns in japan. *Japanese Journal of Human Geography*, 45(3), 221-243. doi:10.4200/jjhg1948.45.221.

9. Reyna, O. S. S., & De La Mota, I. F. (2018). Complex networks of the air passenger traffic in Culiacan's airport. Paper presented at the 30th European Modeling and Simulation Symposium, EMSS 2018, 123-128.
10. Afaq, A., Gaur, L., Singh, G., & Dhir, A. (2021). COVID-19: Transforming air passengers' behaviour and reshaping their expectations towards the airline industry. *Tourism Recreation Research*, doi:10.1080/02508281.2021.200821.
11. Zuo, P., Li, H., Liu, W., & Liu, D. (2010). Development of 8 kW charging generator for railway air-conditioned passenger car. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 31(2), 137-140.
12. Niu, W. (2019). Intelligent air passenger transportation system utilizing integrated space-ground information network. [基于天地一体化信息网络的智能航空客运系统] *Hangkong Xuebao/Acta Aeronautica Et Astronautica Sinica*, 40(1) doi:10.7527/S1000-6893.2018.22415.
13. Dang, Y. -, & Song, S. -. (2013). Invulnerability analysis of chinese air passenger flow network based on centrality. *Complex Systems and Complexity Science*, 10(1), 75-82.
14. Sharma, H. K., Kumari, K., & Kar, S. (2019). Short-term forecasting of air passengers based on the hybrid rough set and the double exponential smoothing model. *Intelligent Automation and Soft Computing*, 25(1), 1-14. doi:10.31209/2018.100000036.
15. Valutyte, R. (2020). Striking a healthier balance between air passenger rights and air carriers' vital interests in the light of COVID-19. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(2), 546-558. doi:10.9770/jesi.2020.8.2(33)
16. Bravo, A., Vieira, D. R., & Ferrer, G. (2021). The boeing 737 max return to service and competition: How passengers' preferences would change due to the latent fear of flying. *Journal of Modern Project Management*, 8(3), 113-123. doi:10.19255/JMPM02510

17. Raheja, D., & Zhong, Z. W. (2018). The causal relationship between GDP and air passenger traffic: Evidence from singapore. *International Journal of Transport Economics*, 45(1), 83-95. doi:10.19272/201806701005.
18. Fassiaux, S. (2021). The difficult balance between the crisis of the aviation sector and air passenger rights in the era of covid-19. [Le difficile equilibre entre la crise du secteur de l'aviation et les droits des passagers aeriens a l'ere du covid-19; El difencil equilibrio entre la crisis del sector aéreo y los derechos de los pasajeros en la era de la covid-19] *Revista De Derecho Comunitario Europeo*, 2021(68), 185-225. doi:10.18042/cepc/rdce.68.06.
19. Lukyanov, S., Thyssen, E., & Kislyak, N. (2007). The market of passenger air transportation in russia: Quasi-competition or...? *Voprosy Ekonomiki*, 2007(11), 120-138. doi:10.32609/0042-8736-2007-11-120-138.
20. Saifei, N., & Renxu, G. (2021). The spatial and temporal dimensions of the interdependence between the air passenger industry and regional economy in the yangtze river delta. *Tropical Geography*, 41(2), 340-350. doi:10.13284/j.cnki.rddl.003324.
21. Zhang, J., Sun, Y., Zhang, X., & Wang, S. (2020). Time-varying forecast averaging for air passengers in china. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 40(6), 1509-1519. doi:10.12011/1000-6788-2020-0443-11.
22. Leixian, G., Xiaoli, W., Xiaofang, G., Xuejun, Z., & Changcheng, K. (2021). Urban functions of guangzhou and shenzhen focusing on the city network relationship: A comparative analysis on the original places of air passenger flow. *Tropical Geography*, 41(2), 229-242. doi:10.13284/j.cnki.rddl.003323.
23. Cai, J., & Zhang, N. (2020). The dynamic correlation between civil aviation passenger traffic volume and its influential factors based on DCC-GARCH model doi:10.1007/978-981-13-9406-5_76.

24. Liang, X., Qiao, H., Wang, S., & Zhang, X. (2017). An integrated forecasting model for air passenger traffic in china based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 37(6), 1479-1488. doi:10.12011/1000-6788(2017)06-1479-10.
25. Neretin, A. S. (2017). Spatial structure of air passenger transport in european russia. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk.Seriya Geograficheskaya*, (6), 19-38. doi:10.7868/S0373244417060032.
26. Huang, J., Mao, B., & Wu, G. (2021). Improvement of the first-mile service based on passengers' choice of travel mode. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport*, doi:10.1680/jtran.21.00059.
27. Kang, H. -, Li, M. -, Zhou, P. -, & Zhao, Z. -. (2012). Prediction of passenger traffic volume using v-support vector regression optimized by chaos adaptive genetic algorithm. *Dalian Ligong Daxue Xuebao/Journal of Dalian University of Technology*, 52(2), 227-232.
28. Chen, Y., & Xu, J. (2020). Research on driving behavior of mountain city passenger car drivers based on GPS data doi:10.1007/978-981-15-0644-4_113.
29. Pazoysky, Y., Kalikina, T., Saveliev, M., & Kurtikova, E. (2020). The methodology of calculating route network of long-distance passenger trains in the conditions of fluctuating passenger flows doi:10.1007/978-3-030-37919-3_101.
30. Li, Q., Ji, C. -, Jia, L. -, & Qin, Y. (2013). A distribution model on railway passengers waiting time based on train operation distance. *Beijing Ligong Daxue Xuebao/Transaction of Beijing Institute of Technology*, 33(SUUPPL.1), 22-25.
31. Zhang, C. -, Shi, T. -, Lv, X. -, Bai, W., Liang, B., & Hu, H. (2018). A general framework for intelligent railway passenger station. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 18(2), 40-44 and 59. doi:10.16097/j.cnki.1009-6744.2018.02.007.

32. Yuqiang, H., Baohua, M., & Rong, H. (2006). A method for calculating the maximum passenger assembling number of railway passenger station. Paper presented at the Proceedings of the Conference on Traffic and Transportation Studies, ICTTS, 949-958.
33. Bao, Y. (2010). A model for the coordination between high-speed railway lines and conventional rail lines in a railway passenger transportation corridor. Paper presented at the WIT Transactions on the Built Environment, , 114 453-465. doi:10.2495/CR100421.
34. Li, H., Liu, Y., & He, D. (2007). A security risk evaluation model for IT system and its application on railway passenger ticket system. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 28(1), 127-130.
35. Stoilova, S., & Nikolova, R. (2018). An application of ahp method for examining the transport plan of passenger trains in bulgarian railway network. *Transport Problems*, 13(1), 37-48. doi:10.21307/tp.2018.13.1.4.
36. Wang, J. -, Zhang, J. -, Wang, W. -, & Lü, X. -. (2011). An improved neural network and its' application in prediction of railway passenger volume during spring festival. *Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology)*, 42(SUPPL. 1), 1020-1025.
37. Li, J., Zhang, C., & Teng, J. (2019). Analysis of influencing factors and growth trend of urban railway passenger departures volume. Paper presented at the Proceedings of the 24th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, HKSTS 2019: Transport and Smart Cities, 221-228
38. Kasimova, M., & Ziyaeva, M. (2020). Analysis of passenger behaviour in railway transportation. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(2), 2882-2892. doi:10.5373/JARDCS/V12I2/S20201356.
39. Liu, L., Pan, Y., Han, T., & Liu, H. (2007). Analysis on the design and application of the pantograph-catenary current collection of passenger and freight 200 km·h⁻¹ electrified railway line in mountainous area. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 28(1), 93-98.

40. Wu, J., Chen, Z., Jia, Y., & Sun, D. (2018). Application of fuzzy theory to weight optimization algorithm of railway passenger transport safety index. [模糊理论在铁路客运安全指标权重优化算法中的应用] Beijing Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Beijing Jiaotong University, 42(3), 37-43 and 52. doi:10.11860/j.issn.1673-0291.2018.03.006.
41. Wang, Z., Wang, Y. -, Jia, L. -, & Li, P. (2005). Application of improved BP neural network in the prediction of railway passenger volume time serial. Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science, 26(2), 127-131.
42. Peng, Q., Zhang, Y., Lu, G., Li, W., & Shi, T. (2019). Arrival and departure tracks utilization adjustment method in railway passenger stations based on time-space resources. [基于时空资源的铁路客运站到发线运用调整] Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University, 47(7), 1011-1021. doi:10.11908/j.issn.0253-374x.2019.07.013.
43. Dolia K., Dolia O., Lyfenko S., Botsman A.. Management of Freight Transport Projects in Cities in Assessing Their Effectiveness. Software Engineering. Vol. 6, No. 2, 2018, pp. 63-68. doi: 10.11648/j.se.20180602.15.
44. Li, D. -, Yu, D. -, Zhang, Y., & Liu, Q. -. (2013). Assessment of fare collection system of large-scale railway passenger station based on microscopic simulation of passenger behavior. Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society, 35(2), 1-7. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2013.02.001.
45. К. Доля. Geovirtual Urban Environments as Media for the Communication of Information Related to Managing Urban Land [Conference] // Матеріали науково-практичної конференції, присвяченої міжнародному дню геоінформаційних систем / К. Доля, О. Доля. – Харків : [б.н.], 2016. – С. 57–59.
46. Wang, W. -, Ni, S. -, Lv, H. -, & Guo, J. -. (2015). Boarding choice for high-speed railway passengers based on disaggregate theory. Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 15(3), 13-18 and 43.

47. Lv, H. -, Wang, W. -, Pu, S., & Yv, D. -. (2016). Classification of railway passengers based on cluster analysis. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 16(1), 129-134.
48. Liu, H., Cheng, W., & Zhang, M. (2016). Combination optimization for seat allocation of railway passenger car based on improved genetic algorithm. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 37(6), 113-120. doi:10.3969/j.issn.1001-4632.2016.06.15.
49. Gao, X. -, Li, Y. -, & Yue, Y. (2012). Continuation method and its application in bifurcation of a railway passenger car system with simple rails. *Zhendong Yu Chongji/Journal of Vibration and Shock*, 31(20), 177-182.
50. Liu, F., Peng, Q., Liang, H., & Yang, K. (2018). Control and decision model for railway passenger ticket pre-sale. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 40(1), 17-23. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2018.01.03.
51. Zhang, Y. -, Lei, D. -, & Wang, J. (2011). Decision support system of track utilization with CTC at railway passenger station. *Jiaotong Yunshu Gongcheng Xuebao/Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 11(4), 89-96.
52. Dolya C., Dolya O., Methods of Establishing and Implementing the Optimal Fares for Passenger Transport. *American Journal of Traffic and Transportation Engineering*. Vol. 1, No. 4, 2016, pp. 60-67. doi: 10.11648/j.ajtte.20160104.14.
53. Zeng, J., Dai, H. -, & Wu, P. -. (2004). Dynamics performance study of railway passenger car system based on on/off damping control. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 25(6), 27-31.
54. Wen, B. -, Qin, Q. -, & Zhou, S. -. (2012). Empirical study on passenger perceived service quality in a passenger train. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 34(9), 7-14. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2012.09.002.

55. Wang, H. -, Wu, F., & Gong, L. (2012). Evaluating the green-grade of railway passenger stations based on whole lifecycle. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 34(3), 14-21. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2012.03.003.
56. Доля К. В. State regulation and legal support for entrepreneurial activities of business entities, which provided services for the carriage of passengers on public bus routes in Ukraine / К. В. Доля, О. Є. Доля.
57. Доля К. В. 3Д моделювання гетерогенної просторової інформації в ГІС, як засіб управління земельними ресурсами [Збірка доповідей] //Матеріали Всеукр. наук.–практ. конф., присвяч. 70-річчю кафедри управління земельними ресурсами та кадастру / К. В. Доля, О. Є. Доля. – Харків : 2016. – С. 167.
58. Alimo, P. K., Agyeman, S., Zankawah, S. M., Yu, C., Cheng, L., & Ma, W. (2022). Factors causing low demand for a suburban passenger train in sekondi-takoradi. *Journal of Transport Geography*, 98 doi:10.1016/j.jtrangeo.2021.103268.
59. Ren, J. -, Xu, J. -, Tian, G. -, Zhao, H. -, & Pu, J. -. (2018). Field test and statistical characteristics of wheel-rail force for slab track with passenger and freight traffic. *Gongcheng Lixue/Engineering Mechanics*, 35(2), 239-248. doi:10.6052/j.issn.1000-4750.2016.10.0826.
60. Wang, X. -, Wang, W. -, Li, M., Wei, Y. -, Yang, Y. -, & Qu, Y. -. (2013). Field test research on treatment effect of embankment foundation in class IV dead-weight collapsible loess zone along railway passenger dedicated line. *Yantu Lixue/Rock and Soil Mechanics*, 34(SUPPL.2), 318-324+362.
61. Yang, C., & Zhang, C. (2020). Finite element analysis of contact stress for crowned cylindrical roller bearings of railway passenger cars. Paper presented at the *Advances in Transdisciplinary Engineering*, , 14 281-288. doi:10.3233/ATDE200241.

62. Gyulyev N., Dolia K., Dolia O. Engineering Patterns of Changes in the Parameters of Functioning of Intercity Passenger Transportation System. *International Journal of Intelligent Information Systems*. 2019. T. 7. №. 6. P. 48.

63. Zhu, H., Luo, X., Liu, Y. -, & Chen, X. (2018). Hybrid heterogeneity model for access mode choice of railway departure passengers. [铁路出发旅客衔接方式选择的复合异质性模型] *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 18(5), 184-190. doi:10.16097/j.cnki.1009-6744.2018.05.027.

64. Dolya C. Math modeling of influence environment at the development of passenger transport systems // *International scientific-practical conference / C. Dolya, O. Dolya. - 2016. - P. 292.*

65. Wang, W. -, & Zhao, H. -. (2004). Lightweight design of crashworthy carbody structure for high-speed passenger train based on optimization. *Tongji Daxue Xuebao/Journal of Tongji University*, 32(11), 1499-1503.

66. Zhang, X. -, Li, Y., Huang, S. -, & Zhang, H. (2016). Maximum concave envelope theory based dynamic pricing for railway passenger transportation. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 16(6), 1-8.

67. Li, J., & Sun, Q. (2011). Microscopic simulation analysis on the deployment of TVM terminal device in railway passenger station. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 32(3), 117-122.

68. Olena, D., & Konstantin, D. (2022). Determination of Promising Directions for the Development of Geographic Information Systems in the Operation of Vehicles. *Communications*, 10(1), 1-4.

69. Li, D., Han, B., & Li, H. (2009). Microscopic simulation on large scale railway station of passenger mustering and evacuation. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 30(3), 119-124.

70. Yang, G. -, Shi, T. -, & Zhang, Q. -. (2016). Model and algorithm for railway passenger crew rostering plan. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 16(4), 159-164.
71. Jia, W. -, Mao, B. -, Ho, T. -, & Liu, H. -. (2010). Model and algorithm for track allocation at large-scale railway passenger stations. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 32(2), 8-13. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2010.02.002.
72. Доля, К. В., & Доля, О. Є. (2017). Щодо можливості практичної реалізації засобів розвитку маршрутних пасажирських транспортних систем. *Молодий вчений*, (1), 41-44.
73. De Faverges, M. M., Russolillo, G., Picouleau, C., Merabet, B., & Houzel, B. (2018). Modelling passenger train arrival delays with generalized linear models and its perspective for scheduling at main stations. Paper presented at the IET Conference Publications, , 2018(CP742).
74. Xie, Z., Jia, L., Qin, Y., Wang, L., & Yu, G. (2013). Monitor point layout model of video surveillance in railway passenger transport hub. *Zhongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Central South University (Science and Technology)*, 44(SUPPL.2), 254-257.
75. Li, X. -, & Cao, H. -. (2020). Multi-objective pricing of high-speed railway passenger tickets based on epsilon-constraint method. [基于Epsilon约束法的高速铁路客票多目标定价研究] *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 20(1), 6-11 and 26. doi:10.16097/j.cnki.1009-6744.2020.01.002.
76. Niu, X., & Zhang, J. (2019). Network structure of urban agglomeration in the middle reaches of the yangtze river from the perspective of railway passenger flow. *Journal of Geomatics*, 44(3), 99-102. doi:10.14188/j.2095-6045.2019024.

77. Chen, S. -, Wang, X. -, Xu, X. -, & Wang, X. -. (2010). New method for forecasting subgrade settlement of railway passenger dedicated line. *Yantu Lixue/Rock and Soil Mechanics*, 31(2), 478-482+488.
78. Jing, Z. (2001). Numerical analysis of nonlinear stability for railway passenger cars. *Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)*, 14(2), 97-101. doi:10.3901/cjme.2001.02.097.
79. Cheng, Q., Yang, G., & Hu, Q. (2021). Passenger choice behaviors for short-haul HSR trains based on mixed logit model. [基于混合Logit模型的旅客对短途高速铁路列车选择行为] *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 42(2), 183-192. doi:10.3969/j.issn.1001-4632.2021.02.20.
80. Dou, F., Jia, L., Xu, J., Wang, L., & Huang, Y. (2014). Passenger flow assignment approach to railway passenger transportation network based on combined entropy optimization. *Dongnan Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Journal of Southeast University (Natural Science Edition)*, 44(1), 216-221. doi:10.3969/j.issn.1001-0505.2014.01.039.
81. Brumerkova, E., Bukova, B., & Brumerk, F. (2016). Possibilities of NFC technology implementation in railway passenger transport. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, , 2016-October 745-750.
82. Li, C., Zhou, X., & Yang, Y. (2015). Prediction method for scale of bus-stop in front of railway passenger station. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 36(5), 122-130. doi:10.3969/j.issn.1001-4632.2015.05.18.
83. Haramina, H., Radonjic, D., & Mihaljevic, B. (2018). Proposal and simulation analysis of measures for advancement of railway passenger traffic on relation koprivnica - virovitica. [Prijedlog i simulacijska analiza mjera za unapredenje zeljeznickog putnickog prometa na relaciji koprivnica - virovitica] *Podravina*, 17(33), 74-90.

84. Peng, C. (2007). Railway passenger demand forecasting based on integrating chaotic phase space restructuring and principle of similarity. *Wuhan Ligong Daxue Xuebao (Jiaotong Kexue Yu Gongcheng Ban)/Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science and Engineering)*, 31(4), 684-687.
85. Dolia V.K., Dolia K.V., Dolia O.E. Determining Parameters of Functioning of Passenger Transport Routes by Means of Computer Simulation of Processes. *Science & Technique*. 2021;20(6):514-521. (In Russ.) <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2021-20-6-514-521>
86. Chen, X., & Zhu, S. (2012). Relaxed hybrid forecasting and its application to railway passenger turnover doi:10.1007/978-1-4471-2467-2_137
87. Shi, H., Lei, X., Zhao, Y., Gu, L., Wang, D., & Cai, J. (2011). Research and development of intelligent cleaning-sterilizing equipments for central air conditioning ventilation duct of railway passenger car. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 32(5), 140-144.
88. Nedeliaková, E., Sekulová, J., & Blinova, E. (2015). Research of application raymond fisk's dynamic model in condition of railway passenger transport. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, , 2015-January 527-531.
89. Zhu, C., & Li, H. (2013). Research on operation arrangement for parking lines in railway passenger technology station. *Journal of Information and Computational Science*, 10(3), 761-771.
90. Kostiantyn, D., & Olena, D. (2019). UDK 510.67 GENERALIZATION OF 3 D CITY MODELS TO SIMPLIFY SIMILATION OF URBAN TERRITORIES. *BBK 79*, 273.
91. He, Y. -, Mao, B. -, Ding, Y., Zhang, H. -, & Yang, J. (2006). Research on simulative calculation of maximum assembling of railway passenger station. *Xitong Fangzhen Xuebao / Journal of System Simulation*, 18(1), 213-216+224.

92. Zhang, T. -. (2009). Research on the assembling rule of passengers at railway passenger stations. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 31(1), 31-34.
93. Ye, N. -. (2006). Research on the automatic gate system of the passenger dedicated line. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 27(3), 101-105.
94. Доля, О. Є., & Доля, К. В. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ. *Комунальне господарство міст*, (154), 138-142.
95. Gong, W. (2019). Research on the comprehensive pipeline design of railway passenger station. [铁路旅客站房综合管线设计研究] *Journal of Railway Engineering Society*, 36(10), 102-106.
96. Dolia O. (2022). Analysis of the state of modern scientific thought on the use of vehicles in passenger transport. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 1(1), 1–9.
97. He, Y. -. , Mao, B. -. , Chen, S. -. , & Guo, J. -. (2006). Research on the methods of calculating the maximum assembling at railway passenger stations. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 28(1), 6-11.
98. Mamonov, K., Nesterenko, S., Radzinskaya, Y., & Dolia, O. City lands investment attractiveness calculation / *Geodesy and Cartography*. Vol. 68, No. 1, 2019, pp. 211–223. Accepted: 18 April 2019. DOI: <https://doi.org/10.24425/gac.2019.126097>
99. Liu, L., & Xu, N. (2010). Route optimization for railway passengers transportation under emergency conditions. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 31(4), 125-130.
100. Wang, Z. -. , & Wang, Q. -. (2013). Seasonal adjustment model of china railway monthly passenger traffic volume based on spring festival factors. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 35(7), 9-13. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2013.07.002.

101. Lv, X., Liu, S., Li, C., & Xing, J. (2016). Seismic fragility analysis of steel latticed roof-concrete frame structure of small and medium sized railway passenger station. *Jianzhu Jiegou Xuebao/Journal of Building Structures*, 37, 85-92. doi:10.14006/j.jzjgxb.2016.S1.012.

102. Xu, C. -, Shi, T. -, & Wang, X. -. (2014). Service quality evaluation model for high-speed railway passenger station based on rough set. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 14(2), 132-137.

103. Доля, О. Є. Щодо прогнозування вірогідності реалізації інвестиційного проекту з закупівлі автомобільних транспортних засобів на маршрути загального користування [Текст] / О. Є. Доля // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. — 2011. — № 1. — С. 17–24.

104. Доля, О. Є., Давідіч, Ю. О. (2016). Щодо встановлення впливу стохастичних коливань об'ємів перевезень пасажирів на основні показники ефективності функціонування міського автобусного маршруту. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*, (160), 80-87.

105. Teng, J., & Li, J. (2020). Short-term forecast method for intercity railway passenger flow considering date attributes and weather factors. [考虑日期属性和天气因素的铁路城际短期客流预测方法] *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 41(5), 136-144. doi:10.3969/j.issn.1001-4632.2020.05.16.

106. Bazaras, Ž., & Leonavičius, M. (2005). Simulating the lateral vibrations of passenger wagons. [Simulacija bočnega nihanja potniških vagonov] *Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering*, 51(6), 346-355.

107. Далека В.Х., Доля О.Є. ПЛАНУВАННЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ПРОЕКТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ // SR. 2015. №2 (13).

108. Hu, T., Liu, M., Chang, H. -, & Wang, J. (2011). Simulation on along-railway oxygen demand of the qinghai-tibet railway passenger cars. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 33(5), 20-25. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2011.05.004.

109. Hu, T., Liu, M., Chang, H. -, & Wang, J. (2011). Simulation on along-railway oxygen demand of the qinghai-tibet railway passenger cars. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 33(5), 20-25. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2011.05.004

110. Xie, S. -, Chen, W., Zhao, W. -, & Tong, W. (2010). Statistical energy analysis and control for railway passenger car interior noise. *Jisuan Lixue Xuebao/Chinese Journal of Computational Mechanics*, 27(3), 517-521+562.

111. Wang, B., Duan, J., & Wang, S. (2020). Status problems and copying strategies in self-service ticket space of railway passenger station. [铁路旅客车站自助购取票空间的现状问题及应对策略] *Beijing Gongye Daxue Xuebao/Journal of Beijing University of Technology*, 46(8), 971-978. doi:10.11936/bjutxb2018070019

112. Qiao, R. -, Zhu, X. -, Cao, X. -, & Zheng, K. -. (2010). Stochastic chance constrained objective programming model of railway passengers selecting trains. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 10(5), 98-103.

113. Wang, L., Zhao, Z., Li, G., & Ding, W. (2021). Strength analysis of railway passenger vehicle water tank based on two-way fluid-solid interaction. [基于双向流固耦合的铁路客车水箱的强度分析] *Jixie Qiangdu/Journal of Mechanical Strength*, 43(2), 464-469. doi:10.16579/j.issn.1001.9669.2021.02.031

114. Zeng, Q., & Yan, X. (2011). Study on a railway passenger satisfaction index model. *Wuhan Ligong Daxue Xuebao (Jiaotong Kexue Yu Gongcheng Ban)/Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science and Engineering)*, 35(6), 1265-1268+1272. doi:10.3963/j.issn.1006-2823.2011.06.039

115. Huang, C. -, Zeng, J., Wu, P. -, & Luo, R. (2010). Study on car body flexible vibration reduction for railway passenger carriage. *Gongcheng Lixue/Engineering Mechanics*, 27(12), 250-256.

116. Zhuang, H., Bai, Y., Ming, X., Li, J., & Guo, H. (2020). Study on collaborative optimization of subway train departure time and current limiting scheme considering railway transfer passenger flow. [考虑铁路换乘客流的地鐵列车发车时刻与限流方案协同优化研究] *Wuhan Ligong Daxue Xuebao (Jiaotong Kexue Yu Gongcheng Ban)/Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science and Engineering)*, 44(5), 779-784. doi:10.3963/j.issn.2095-3844.2020.05.002

117. Peng, Q., & Xu, L. (2013). Study on decision-making method of passenger transfer in railway hub. *Wuhan Ligong Daxue Xuebao (Jiaotong Kexue Yu Gongcheng Ban)/Journal of Wuhan University of Technology (Transportation Science and Engineering)*, 37(1), 192-195+200. doi:10.3963/j.issn.2095-3844.2013.01.045

118. Ma, Z., Lian, W., Liu, M., & Li, B. (2017). Study on integration mode for shunting of locomotives and coaches of ordinary passenger trains from and to depots. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 39(10), 10-18. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2017.10.002.

119. Wang, Y. -, Jia, L. -, Wang, Z., & Qin, Y. (2005). Study on prediction of railway passenger traffic volume based on time-space serial. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 26(4), 130-135.

120. Hou, F., Wang, J., & Yu, Z. (2007). Study on the obligate deformation of flexible protection system for railway passenger dedicated line paralleled the highway. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 28(3), 23-26.

121. Zhi-Hong, N., Zhi-Min, X., & Yi-Feng, H. (2008). Subgrade-filled material properties of fully weathered gravelly sandstone for railway passenger dedicated line. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 8(6), 49-52.

122. Shi, Y., & Yang, H. (2007). System architecture of railway passenger dedicated line operation and dispatching system. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 28(1), 106-112.
123. Chocholáč, J., Trpišovský, M., & Kudláčková, N. (2018). The evaluation of the service quality performed by the rail passenger transport carriers on the prague – ostrava region route: Primary marketing research. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, , 2018-October 246-251.
124. Somogyi, B., & Csapó, J. (2018). The role of landscape preferences in the travel decisions of railway passengers: Evidence from hungary. *Moravian Geographical Reports*, 26(4), 298-309. doi:10.2478/mgr-2018-0024
125. Li, J. -, Wang, Z. -, & Wang, Y. F. J. (2014). Ticket checking time methodology of departure trains in railway passenger station. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 14(5), 133-139.
126. Zhang, Y., An, M., & Wang, L. (2018). Track assignment adjustment problem in complex railway passenger stations doi:10.1007/978-981-10-7989-4_57
127. Huang, Z. -, & Rong, C. -. (2011). Transport location performance and the integration effect of the large-scale railway passenger station on transport resources. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 33(6), 8-13. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2011.06.002
128. Li, M., Guo, W., Guo, R., He, B., Li, Z., Li, X., . . . Fan, Y. (2022). Urban network spatial connection and structure in china based on railway passenger flow big data. *Land*, 11(2) doi:10.3390/land11020225
129. Huang, W., Zhang, Y., Yin, D., Zuo, B., Xu, M., & Zhang, R. (2021). Using improved group 2 and linguistic Z-numbers combined approach to analyze the causes of railway passenger train derailment accident. *Information Sciences*, 576, 694-707. doi:10.1016/j.ins.2021.07.067

130. Zhu, H., Luo, X., Chen, X., & Liu, Y. -. (2018). Value of access travel time for railway departure passengers based on variation structure models. [基于异构模型的铁路出发旅客衔接时间价值] *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 18(6), 95-101. doi:10.16097/j.cnki.1009-6744.2018.06.014

131. Zeng, J., & Luo, R. (2007). Vibration analysis of railway passenger car systems by considering flexible carbody effect. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 29(6), 19-25.

132. Wang, L. (2020). Prediction method of high-speed rail passenger OD flow and traffic volume in medium and long-term high-speed railway network plan. [中长期高速铁路网客流OD及通道运量预测方法] *Beijing Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Beijing Jiaotong University*, 44(4), 76-85 and 93. doi:10.11860/j.issn.1673-0291.20190110

133. Qian, M., Li, Y., & E, R. (2020). Method on monthly railway passenger traffic forecast based on seasonal decomposition and SARIMA-GARCH model. [基于季节分解和SARIMA-GARCH模型的铁路月度客运量预测方法] *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 42(6), 25-34. doi:10.3969/j.issn.1001-8360.2020.06.004

134. Li, H. -, Lin, M. -, & Wang, Q. -. (2020). Passenger flow prediction model of intercity railway based on G-BP network doi:10.1007/978-981-15-0644-4_67

135. Primachenko, G. (2015). Development of proposals for increasing the profitability of passenger rail transportation in ukraine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(3), 33-39. doi:10.15587/1729-4061.2015.56580

136. Galuszka, A., Swierniak, A., Hejczyk, T., Wszolek, B., & Mlynczak, J. (2015). Design of rail passengers safety and comfort system as three-objective discrete static optimization problem. Paper presented at the 13th International Industrial Simulation Conference 2015, ISC 2015, 89-94.

137. Ilic, M., Kefer, P., Milanovic, D. D., Misita, M., & Milanovic, D. L. (2013). Web-oriented information systems in domestic passenger traffic on serbian railways. *Metalurgia International*, 18(SPEC.4), 177-181.
138. Sun, G. -, & Ma, L. -. (2006). Post-evaluation of impact of SARS in 2003 on railway passenger traffic volumes. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 28(6), 28-34.
139. Peng, H., & Wang, J. (2005). MD forecasting model of passenger traffic volume for newly-built high-speed railway in transport corridor. [MD forecasting model of passenger traffic volume for newly-built high-speed railway in transport corridor] *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 5(3), 93-97.
140. Ahmad Shafie, N. E., Mohamed Kamar, H., & Kamsah, N. (2015). A CFD simulation of PM1 and CO air contaminants in a bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, 77(30), 35-39. doi:10.11113/jt.v77.6863
141. Доля, О. Є. (2012) Щодо прогнозування добового об'єму перевезень пасажирів на міських автобусних маршрутах. In: *Транспортные проблемы крупнейших городов*.
142. Ma, F. C., Tóng, S. H., Cheang, T. S., & Cordeiro, J. (2018). Assessing driving behavior in macau public transportation through mobile crowd sensing: A study of the macau bus passenger profile doi:10.1007/978-3-319-93710-6_4
143. Ahmad Shafie, N. E., Mohamed Kamar, H., & Kamsah, N. (2015). Effects of ventilation setups on air flow velocity and temperature fields in bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, 77(30), 49-53. doi:10.11113/jt.v77.6867
144. Rolim, C., Baptista, P., Duarte, G., Farias, T., & Pereira, J. (2017). Impacts of real-time feedback on driving behaviour: A case-study of bus passenger drivers. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 17(3), 346-359. doi:10.18757/ejtir.2017.17.3.3201

145. Stopka, O., Lupták, V., & Jeřábek, K. (2018). Model proposal regarding the integrated passenger transport assessment: A case study. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, , 2018-October 719-723.

146. Dolia O. (2022). Analysis of the state of modern scientific opinion on the issue of organizing passenger transportation by various modes of transport. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 1(2), 23–39.

147. Давідіч Ю. О. Вплив коливань об'ємів перевезених пасажирів у міському сполученні на показники дії маршрутів / Ю.О. Давідіч, О.Є. Доля // Технологический аудит и резервы производства. - 2016. - № 2(3). - С. 34-37.

148. Jiang, G. -, Liu, B., & Sui, X. -. (2016). Real time information collection of passenger flow in public transportation based on bus IC card charging system. *Jilin Daxue Xuebao (Gongxueban)/Journal of Jilin University (Engineering and Technology Edition)*, 46(4), 1076-1082. doi:10.13229/j.cnki.jdxbgxb201604010

149. Shafie, N. E. A., Kamar, H. M., & Kamsah, N. (2015). Reducing indoor air contaminants inside a bus passenger compartment. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, 15(3), 81-87. Retrieved from www.scopus.com

150. Dolya K., Dolya O. Economic-mathematical modeling influence of environment at the development of systems passenger transport // Науковий вісник Херсонського державного університету. - 2016. - № 16. - С. 152-154.

151. Dolia O. (2022). Analysis of modern scientific approaches to calculating the number of passengers on air transport. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 1(3), 247–272.

152. Ho, C. -, & Chiu, I. -. (2019). Research on passenger carrying capacity of taichung city bus with big data of electronic ticket transactions: A case study of route 151 doi:10.1007/978-981-13-9190-3_25

153. Xu, Z., Zhu, R., Yang, Q., Wang, L., Wang, R., & Li, T. (2020). Short-term bus passenger flow forecast based on the multi-feature gradient boosting decision tree doi:10.1007/978-3-030-32456-8_73
154. Chen, W., Pan, X., & Fang, X. (2019). Short-term prediction of passenger flow on bus routes based on K-means clustering combination models. [基于K-means聚类组合模型的公交线路客流短时预测] *Huanan Ligong Daxue Xuebao/Journal of South China University of Technology (Natural Science)*, 47(4), 83-89 and 113. doi:10.12141/j.issn.1000-565X.180489
155. Fang, X., Lin, M., Chen, W., & Pan, X. (2020). Short-time bus passenger flow prediction by identifying features of incomplete data. [数据不完备下基于特征识别的公交客流短时预测] *Huanan Ligong Daxue Xuebao/Journal of South China University of Technology (Natural Science)*, 48(4), 114-122. doi:10.12141/j.issn.1000-565X.190465
156. Sokulskyi, O. E., Hilevska, E. Y., Vasilzova, N. N., & Panchenko, D. L. (2017). Solving the problem of the route modeling of the urban passenger transport system with considering quality of passenger service and technological impact on environment. *Journal of Automation and Information Sciences*, 49(12), 45-56. doi:10.1615/JAutomatInfScien.v49.i12.50
157. Chen, S., Fu, H., Wu, N., Wang, Y., & Qiao, Y. (2022). Passenger-oriented traffic management integrating perimeter control and regional bus service frequency setting using 3D-pMFD. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 135 doi:10.1016/j.trc.2021.103529
158. Stepanchuk, O., Bieliatynskyi, A., & Pylypenko, O. (2021). Regularities of city passenger traffic based on existing inter-district links doi:10.1007/978-3-030-57450-5_8
159. Chen, Y. -, Chen, S. -, Chen, S. -, & Chien-Ku, L. (2020). A research on the taipei MRT passenger traffic prediction model. Paper presented at the Proceedings - 2020 International Symposium on Computer, Consumer and Control, IS3C 2020, 65-67. doi:10.1109/IS3C50286.2020.00024

160. Li, C., Li, F., & Wang, L. (2019). Simulation of passenger traffic network reliability restoration in urban agglomeration. [城市群客运交通网络可靠性修复仿真] *Xinan Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Southwest Jiaotong University*, 54(2), 388-394 and 401. doi:10.3969/j.issn.0258-2724.20170813
161. Wang, X., Yang, L., An, Y., & Huo, Y. (2019). Passenger traffic volume prediction with LSTM neural network doi:10.3233/978-1-61499-939-3-107
162. Sinitsyn, E., Vikharev, S., & Brusyanin, D. (2019). Economic and mathematical model for forecasting passenger traffic on a long term basis case of study russia. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14(3), 773-779. doi:10.3923/jeasci.2019.773.779
163. Morchadze, T., & Rusadze, N. (2018). Ways to address the challenges in passenger traffic within the urban transport systems. *Transport Problems*, 13(3), 65-77. doi:10.20858/tp.2018.13.3.6
164. Grafeeva, N., Mikhailova, E., Nogova, E., & Tretyakov, I. (2017). Passenger traffic analysis based on st. petersburg public transport. Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, , 17(21) 509-516. doi:10.5593/sgem2017/21/S07.065
165. Сухонос М. К. Щодо формування структури проектів міських пасажирських перевезень / М. К. Сухонос, О. Є. Доля // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. - 2014. - № 2. - С. 5-10.
166. Pogotovkina, N. S., & Maksimovich Ugay, S. (2013). Quality assessment of transport service of the passengers in vladivostok (russia). *World Applied Sciences Journal*, 24(6), 809-813. doi:10.5829/idosi.wasj.2013.24.06.13240
167. Yue, M. X., & Na, J. J. (2013). The site selection and optimization of tangshan passenger west station. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 47(2), 580-585.

168. Zhang, A., & Wang, Z. (2013). The multiple linear programming and time series prediction model foundation and analysis of passenger transport quantity doi:10.1007/978-3-642-31698-2_140
169. Shen, R. -, & Pei, Y. -. (2012). Passenger traffic forecast based on dot product-translation support vectors machine. *Dalian Haishi Daxue Xuebao/Journal of Dalian Maritime University*, 38(4), 99-102.
170. Liu, H., Guo, H., Yu, Y., Wang, Z., & Liu, T. (2010). Study on optimization of urban passenger traffic environmental system based on trip. *Beijing Daxue Xuebao (Ziran Kexue Ban)/Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 46(1), 121-128.
171. Zeng, M., Huang, J., & Peng, Q. (2006). Research on assignment of passenger train plan for dedicated passenger traffic lines. *Xinan Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Southwest Jiaotong University*, 41(5), 571-574.
172. Geng, J. -, Xiao, R. -, Ni, S. -, & Niu, H. -. (2006). Research on periodicity of motor train set scheduling for special lines for passenger traffic. *Tiedao Xuebao/Journal of the China Railway Society*, 28(4), 17-21.
173. Zhu, C. -, Wang, J., & Feng, H. -. (2005). Models of passenger traffic sharing rates of regional transport corridor. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 5(4), 111-115.
174. Chi, J., & Baek, J. (2012). A dynamic demand analysis of the united states air-passenger service. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(4), 755-761. doi:10.1016/j.tre.2011.12.005
175. Cooper, M. R., Boltwood, C. E., & Wherry, R. J. (1974). A factor analysis of air passenger reactions to skyjacking and airport security measures as related to personal characteristics and alternatives to flying. *Journal of Applied Psychology*, 59(3), 365-368. doi:10.1037/h0036609

176. Cheng, S., Mu, Q., Zhang, H., & Zhang, Y. (2014). A fuzzy decision tree model for airport terminal departure passenger traffic forecasting. Paper presented at the CICTP 2014: Safe, Smart, and Sustainable Multimodal Transportation Systems - Proceedings of the 14th COTA International Conference of Transportation Professionals, 11-17. doi:10.1061/9780784413623.002
177. Xiong, H., Fan, C., Chen, H., Yang, Y., ANTWI, C. O., & Fan, X. (2022). A novel approach to air passenger index prediction: Based on mutual information principle and support vector regression blended model. *SAGE Open*, 12(1) doi:10.1177/21582440211071102
178. Wang, Y., Wang, J. -, Dang, Y. -, & Wang, Z. -. (2011). A prediction model of china's air passenger demand. Paper presented at the Proceedings of 2011 IEEE International Conference on Grey Systems and Intelligent Services, GSIS'11 - Joint with the 15th WOSC International Congress on Cybernetics and Systems, 347-350. doi:10.1109/GSIS.2011.6044120
179. Huang, F., Xiong, X., Peng, J., Guo, B., & Tong, B. (2018). RCA: A route city attraction model for air passengers. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 491, 887-897. doi:10.1016/j.physa.2017.08.081
180. Ahmad Shafie, N. E., Mohamed Kamar, H., & Kamsah, N. (2015). A CFD simulation of PM1 and CO air contaminants in a bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, 77(30), 35-39. doi:10.11113/jt.v77.6863
181. Álvarez-Albelo, C. D., Hernández-Martín, R., & Padrón-Fumero, N. (2017). Air passenger duties as strategic tourism taxation. *Tourism Management*, 60, 442-453. doi:10.1016/j.tourman.2016.12.002
182. Seetaram, N., Song, H., & Page, S. J. (2014). Air passenger duty and outbound tourism demand from the united kingdom. *Journal of Travel Research*, 53(4), 476-487. doi:10.1177/0047287513500389

183. Erjongmanee, S., & Kongsamutr, N. (2018). Air passenger estimation using gravity model and learning approaches: Case study of thailand. Paper presented at the ICAICTA 2018 - 5th International Conference on Advanced Informatics: Concepts Theory and Applications, 36-41. doi:10.1109/ICAICTA.2018.8541335
184. Li Long, C., Guleria, Y., & Alam, S. (2021). Air passenger forecasting using neural granger causal google trend queries. *Journal of Air Transport Management*, 95 doi:10.1016/j.jairtraman.2021.102083
185. Xiong, H. -, Zhu, R. -, Ji, H., Fan, C. -, & Xu, P. (2021). Air passenger index prediction method based on MI-SVR mode. [基于MI-SVR模型的航空旅客出行指数预测方法研究] *Kongzhi Yu Juece/Control and Decision*, 36(7), 1619-1626. doi:10.13195/j.kzyjc.2019.1446
186. Chang, Y. -, & Liao, M. -. (2008). Air passenger perceptions on exit row seating and flight safety education. *Safety Science*, 46(10), 1459-1468. doi:10.1016/j.ssci.2007.11.006
187. Özcan, I. Ç. (2013). Air passenger traffic and local employment: Evidence from turkey. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 13(4), 336-356. doi:10.18757/ejtir.2013.13.4.3008
188. Profillidis, V., & Botzoris, G. (2015). Air passenger transport and economic activity. *Journal of Air Transport Management*, 49, 23-27. doi:10.1016/j.jairtraman.2015.07.002
189. Van de Vijver, E., Derudder, B., & Witlox, F. (2016). Air passenger transport and regional development: Cause and effect in europe. *Promet - Traffic - Traffico*, 28(2), 143-154. doi:10.7307/ptt.v28i2.1756
190. Wang, J., Liu, X., & Ding, J. (2019). Air passenger travel forecasting model based on both dynamical individual behavior and social influence force. *Journal of Algorithms and Computational Technology*, 13 doi:10.1177/1748302619881392

191. Lee, C. -, Wang, S. W., Hsu, M. K., & Jan, S. -. (2018). Air passenger's perception toward pre-flight safety briefing videos: Does it matter? *Journal of Air Transport Management*, 72, 20-31. doi:10.1016/j.jairtraman.2018.07.004
192. Majid, M. A. A., Pardi, F., Amer, A., Kamdari, N. A. M., & Selamat, S. M. (2019). Air passengers vertex curve theorem - evidence from asean countries. *Asian Economic and Financial Review*, 9(3), 329-338. doi:10.18488/journal.aefr.2019.93.329.338
193. Zhang, Y., & Findlay, C. (2014). Air transport policy and its impacts on passenger traffic and tourist flows. *Journal of Air Transport Management*, 34, 42-48. doi:10.1016/j.jairtraman.2013.07.010
194. Wei, W., & Hansen, M. (2006). An aggregate demand model for air passenger traffic in the hub-and-spoke network. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 40(10), 841-851. doi:10.1016/j.tra.2005.12.012
195. Van De Vijver, E., Derudder, B., & Witlox, F. (2014). An assessment of the causal relationship between air passenger traffic and trade in asia-pacific doi:10.1108/S2212-160920140000004008
196. Liang, X., Qiao, H., Wang, S., & Zhang, X. (2017). An integrated forecasting model for air passenger traffic in china based on singular spectrum analysis. *Xitong Gongcheng Lilun Yu Shijian/System Engineering Theory and Practice*, 37(6), 1479-1488. doi:10.12011/1000-6788(2017)06-1479-10
197. Bacena, A. L. B., Bihasa, A. M. B., Cadayong, L. J. A., Romulo, P. M. A., & De Guzman, A. B. (2020). An intergenerational investigation of air passengers' emotions during tarmac delay. *Anatolia*, 31(1), 19-30. doi:10.1080/13032917.2019.1684960
198. Tsui, W. H. K., & Fung, M. K. Y. (2016). Analysing passenger network changes: The case of hong kong. *Journal of Air Transport Management*, 50, 1-11. doi:10.1016/j.jairtraman.2015.09.001

199. Blinova, T. O. (2007). Analysis of possibility of using neural network to forecast passenger traffic flows in russia. *Aviation*, 11(1), 28-34. doi:10.1080/16487788.2007.9635952
200. Kalakou, S., & Moura, F. (2021). Analyzing passenger behavior in airport terminals based on activity preferences. *Journal of Air Transport Management*, 96 doi:10.1016/j.jairtraman.2021.102110
201. Hoyos, D. T., & Olariaga, O. D. (2020). Behavior of air passenger demand in a liberalized market. *Transport and Telecommunication*, 21(1), 1-14. doi:10.2478/ttj-2020-0001
202. Carmona-Benítez, R. B., & Nieto-Delfín, M. R. (2015). Bootstrap estimation intervals using bias corrected accelerated method to forecast air passenger demand doi:10.1007/978-3-319-24264-4_22
203. Iyer, K. C., & Jain, S. (2020). Breakeven passenger traffic for regional indian airports. Paper presented at the *Transportation Research Procedia*, , 48 1805-1814. doi:10.1016/j.trpro.2020.08.215
204. Qiu, R., Xu, J., & Zeng, Z. (2017). Carbon emission allowance allocation with a mixed mechanism in air passenger transport. *Journal of Environmental Management*, 200, 204-216. doi:10.1016/j.jenvman.2017.05.036
205. Xu, J., Qiu, R., & Lv, C. (2016). Carbon emission allowance allocation with cap and trade mechanism in air passenger transport. *Journal of Cleaner Production*, 131, 308-320. doi:10.1016/j.jclepro.2016.05.029
206. Qiu, R., Xu, J., Xie, H., Zeng, Z., & Lv, C. (2020). Carbon tax incentive policy towards air passenger transport carbon emissions reduction. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 85 doi:10.1016/j.trd.2020.102441
207. Wang, J. E., & Jin, F. J. (2007). China's air passenger transport: An analysis of recent trends. *Eurasian Geography and Economics*, 48(4), 469-480. doi:10.2747/1538-7216.48.4.469

208. Meng, J., & Yang, Z. (2006). Civil aviation passenger traffic volume forecasting based on fuzzy diagonal regression neural networks. Paper presented at the IMACS Multiconference on "Computational Engineering in Systems Applications", CESA, 1771-1775. doi:10.1109/CESA.2006.313600
209. Dang, Y. -, & Li, W. -. (2011). Comparative analysis on weighted network structure of air passenger flow of china and US. *Jiaotong Yunshu Xitong Gongcheng Yu Xinxi/Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 11(3), 156-162. doi:10.1016/s1570-6672(10)60127-4
210. Carmona-Benítez, R. B., & Nieto, M. R. (2017). Comparison of bootstrap estimation intervals to forecast arithmetic mean and median air passenger demand. *Journal of Applied Statistics*, 44(7), 1211-1224. doi:10.1080/02664763.2016.1201794
211. Shirai Reyna, O. S., & De La Mota, I. F. (2020). Complex networks of the air passenger traffic in monterreýs airport. Paper presented at the *Transportation Research Procedia*, , 48 23-31. doi:10.1016/j.trpro.2020.08.003
212. Drake, S. (2020). Delays, cancellations and compensation: Why are air passengers still finding it difficult to enforce their EU rights under regulation 261/2004? *Maastricht Journal of European and Comparative Law*, 27(2), 230-249. doi:10.1177/1023263X20904235
213. Leandro, F., Andrade, A. R., & Kalakou, S. (2021). Designing aviation networks under public service obligations (PSO): A case study in greece. *Journal of Air Transport Management*, 93 doi:10.1016/j.jairtraman.2021.102042
214. Kovynyov, I., & Mikut, R. (2019). Digital technologies in airport ground operations. *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, doi:10.1007/s11066-019-09132-5
215. Zhou, H., Xia, J., Norman, R., Hughes, B., Nikolova, G., Kelobonye, K., . . . Falkmer, T. (2019). Do air passengers behave differently to other regional travellers?: A travel mode choice model investigation. *Journal of Air Transport Management*, 79 doi:10.1016/j.jairtraman.2019.101682

216. Hu, Y., Xiao, J., Deng, Y., Xiao, Y., & Wang, S. (2015). Domestic air passenger traffic and economic growth in china: Evidence from heterogeneous panel models. *Journal of Air Transport Management*, 42, 95-100. doi:10.1016/j.jairtraman.2014.09.003
217. Amaliah, B., Zeinita, A., & Suryani, E. (2017). Dynamics simulation of air passenger forecasting and passenger terminal capacity expansion scenario in yogyakarta airport. Paper presented at the Proceedings of 2016 International Conference on Information and Communication Technology and Systems, ICTS 2016, 187-192. doi:10.1109/ICTS.2016.7910296
218. Shafie, N. E. A., Kamar, H. M., & Kamsah, N. (2016). Effects of air supply diffusers and air return grilles layout on contaminants concentration in bus passenger compartment. *International Journal of Automotive Technology*, 17(5), 751-762. doi:10.1007/s12239-016-0074-1
219. Ahmad Shafie, N. E., Mohamed Kamar, H., & Kamsah, N. (2015). Effects of ventilation setups on air flow velocity and temperature fields in bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, 77(30), 49-53. doi:10.11113/jt.v77.6867
220. Suresh, S., Balachandran, T. G., & Sendilvelan, S. (2017). Empirical investigation of airline service quality and passenger satisfaction in india. *International Journal of Performability Engineering*, 13(2), 109-118.
221. Santos, C. (2014). Enhancing the decision making process through relevant legal information in consumer law disputes - A case study in air transport passenger rights. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, , 1296
222. Chiang, W. -. (2011). Establishment and application of fuzzy decision rules: An empirical case of the air passenger market in taiwan. *International Journal of Tourism Research*, 13(5), 447-456. doi:10.1002/jtr.819
223. Iacus, S. M., Natale, F., Santamaria, C., Spyrtatos, S., & Vespe, M. (2020). Estimating and projecting air passenger traffic during the COVID-19 coronavirus outbreak and its socio-economic impact. *Safety Science*, 129 doi:10.1016/j.ssci.2020.104791

224. Seetaram, N., Song, H., Ye, S., & Page, S. (2018). Estimating willingness to pay air passenger duty. *Annals of Tourism Research*, 72, 85-97. doi:10.1016/j.annals.2018.07.001
225. Lv, Z. (2014). Evaluation the quality of air passenger services doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.971-973.2329
226. Van De Vijver, E., Derudder, B., & Witlox, F. (2014). Exploring causality in trade and air passenger travel relationships: The case of asia-pacific, 1980-2010. *Journal of Transport Geography*, 34, 142-150. doi:10.1016/j.jtrangeo.2013.12.001
227. Lyu, Z., Zhu, Y., Li, J., Xu, Y., Li, Z., & Wang, X. (2020). Exploring spatiooral characteristics of air passenger flow in the beijing-tianjin-hebei region based on ticket data. Paper presented at the Proceedings of 2020 IEEE 2nd International Conference on Civil Aviation Safety and Information Technology, ICCASIT 2020, 925-930. doi:10.1109/ICCASIT50869.2020.9368855
228. Lin, X. -, Chiang, C. -, Shih, T. -, Jiang, Y. -, & Chou, C. -. (2009). Foot-and-mouth disease entrance assessment model through air passenger violations. *Risk Analysis*, 29(4), 601-611. doi:10.1111/j.1539-6924.2008.01183.x
229. Do, Q. H., Lo, S. -, Chen, J. -, Le, C. -, & Anh, L. H. (2020). Forecasting air passenger demand: A comparison of LSTM and SARIMA. *Journal of Computer Science*, 16(7), 1063-1084. doi:10.3844/JCSP.2020.1063.1084
230. Jin, F., Li, Y., Sun, S., & Li, H. (2020). Forecasting air passenger demand with a new hybrid ensemble approach. *Journal of Air Transport Management*, 83 doi:10.1016/j.jairtraman.2019.101744
231. Cakir, V., & Oguz, S. (2018). Forecasting air passenger demand with system dynamics under terrorism threat. Paper presented at the Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, , 2018(JUL) 2676-2677.
232. Gunter, U., & Zekan, B. (2021). Forecasting air passenger numbers with a GVAR model. *Annals of Tourism Research*, 89 doi:10.1016/j.annals.2021.103252

233. Wu, X., Xiang, Y., Mao, G., Du, M., Yang, X., & Zhou, X. (2021). Forecasting air passenger traffic flow based on the two-phase learning model. *Journal of Supercomputing*, 77(5), 4221-4243. doi:10.1007/s11227-020-03428-2
234. Tsui, W. H. K., Ozer Balli, H., Gilbey, A., & Gow, H. (2014). Forecasting of hong kong airport's passenger throughput. *Tourism Management*, 42, 62-76. doi:10.1016/j.tourman.2013.10.008
235. Kim, S., & Shin, D. H. (2016). Forecasting short-term air passenger demand using big data from search engine queries. *Automation in Construction*, 70, 98-108. doi:10.1016/j.autcon.2016.06.009
236. Nourzadeh, F., Ebrahimnejad, S., Khalili-Damghani, K., & Hafezalkotob, A. (2020). Forecasting the international air passengers of iran using an artificial neural network. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 34(4), 562-581. doi:10.1504/IJISE.2020.106089
237. Janic, M. (2003). High-speed rail and air passenger transport: A comparison of the operational environmental performance. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 217(4), 259-269. doi:10.1243/095440903322712865
238. Sulistyowati, R., Suhartono, Kuswanto, H., Setiawan, & Astuti, E. T. (2018). Hybrid forecasting model to predict air passenger and cargo in indonesia. Paper presented at the 2018 International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2018, , 2018-January 442-447. doi:10.1109/ICOIACT.2018.8350816
239. Hsu, C. -, & Wen, Y. -. (1998). Improved grey prediction models for the trans-pacific air passenger market. *Transportation Planning and Technology*, 22(2), 87-107. doi:10.1080/03081069808717622
240. Chen, S. -, Kuo, S. -, Chang, K. -, & Wang, Y. -. (2012). Improving the forecasting accuracy of air passenger and air cargo demand: The application of back-propagation neural networks. *Transportation Planning and Technology*, 35(3), 373-392. doi:10.1080/03081060.2012.673272

241. Tam, M. L., Lam, W. H. K., & Lo, H. P. (2010). Incorporating passenger perceived service quality in airport ground access mode choice model. *Transportmetrica*, 6(1), 3-17. doi:10.1080/18128600902929583
242. Ma, W., Li, L., He, S., Cheng, J., Huang, G., & Zhou, C. Q. (2012). Influencing factors on energy consumption of air conditioning system in railway passenger station based on orthogonal experiment. Paper presented at the Proceedings - 2012 International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications, ISDEA 2012, 841-847. doi:10.1109/ISdea.2012.703
243. Pacheco, R. R., & Fernandes, E. (2017). International air passenger traffic, trade openness and exchange rate in brazil: A granger causality test. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 22-29. doi:10.1016/j.tra.2017.04.026
244. Chung, Y. -, & Lu, K. -. (2020). Investigating passenger behavior in airport terminals with multisource data: Recall bias and time budget effects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 141, 410-429. doi:10.1016/j.tra.2020.09.010
245. Liu, Z. -, Debbage, K., & Blackburn, B. (2006). Locational determinants of major US air passenger markets by metropolitan area. *Journal of Air Transport Management*, 12(6), 331-341. doi:10.1016/j.jairtraman.2006.08.001
246. Dupuis, C., Gamache, M., & Pagé, J. -. (2012). Logical analysis of data for estimating passenger show rates at air canada. *Journal of Air Transport Management*, 18(1), 78-81. doi:10.1016/j.jairtraman.2011.10.004
247. Zhang, Y., & Lu, Z. (2013). Low cost carriers in china and its contribution to passenger traffic flow. *Journal of China Tourism Research*, 9(2), 207-217. doi:10.1080/19388160.2013.781972
248. Merkert, R., & Alexander, D. W. (2016). Managing freight operations chains of passenger airlines at international airports doi:10.1108/S2212-160920160000005009

249. Yan, M., Huang, J., & Zhao, M. (2014). Mechanism analysis and modelling of passengers' travel choice. Paper presented at the Proceedings - 2014 6th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2014, 406-409. doi:10.1109/ICMTMA.2014.100
250. Tam, M. L., Lam, W. H. K., & Lo, H. P. (2008). Modeling air passenger travel behavior on airport ground access mode choices. *Transportmetrica*, 4(2), 135-153. doi:10.1080/18128600808685685
251. Liu, X., & Usher, J. M. (2016). Modeling air passengers' rescheduling strategies for airport service lines based on an empirical study with the aid of a virtual 3-D computer graphic environment. *Public Transport*, 8(1), 57-84. doi:10.1007/s12469-016-0120-4
252. Lai, J. -, Hwang, Y. -, & Chou, C. -. (2012). Modeling exotic highly pathogenic avian influenza virus entrance risk through air passenger violations. *Risk Analysis*, 32(6), 1093-1103. doi:10.1111/j.1539-6924.2011.01740.x
253. Mao, L., Wu, X., Huang, Z., & Tatem, A. J. (2015). Modeling monthly flows of global air travel passengers: An open-access data resource. *Journal of Transport Geography*, 48, 52-60. doi:10.1016/j.jtrangeo.2015.08.017
254. Sefrus, T., Priyanto, S., Dewanti, & Irawan, M. Z. (2020). Modeling of domestic air passenger demand in the papua islands. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 42(5), 1071-1076.
255. Lin, Y., Wang, K., Zhou, C., Wan, H., & Wu, Z. (2014). Modeling the preference of air passengers based on social networks. *Beijing Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Beijing Jiaotong University*, 38(6), 33-39. doi:10.11860/j.issn.1673-0291.2014.06.006
256. Matas, M., & Novak, A. (2008). Models of processes as components of air passenger flow model. *Komunikacie*, 10(2), 50-54.
257. Shih, T. -, Chou, C. -, & Morley, R. S. (2005). Monte carlo simulation of animal-product violations incurred by air passengers at an international airport in taiwan. *Preventive Veterinary Medicine*, 68(2-4), 115-122. doi:10.1016/j.prevetmed.2004.11.010

258. Sun, S., Lu, H., Tsui, K. -, & Wang, S. (2019). Nonlinear vector auto-regression neural network for forecasting air passenger flow. *Journal of Air Transport Management*, 78, 54-62. doi:10.1016/j.jairtraman.2019.04.005
259. Rodríguez-Doncel, V., Santos, C., & Casanovas, P. (2014). Ontology-driven legal support-system in the air transport passenger domain. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, , 1296
260. Zhu, X., Lei, L., Han, J., Wang, P., Liang, F., & Wang, X. (2020). Passenger comfort and ozone pollution exposure in an air-conditioned bus microenvironment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(8) doi:10.1007/s10661-020-08471-3
261. Bolonkin, A. (2007). Passenger life-saving in a badly damaged aircraft scenario. Paper presented at the Collection of Technical Papers - 43rd AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference, , 8 8289-8298.
262. Pirie, G. (2004). Passenger traffic in the 1930s on british imperial air routes: Refinement and revision. *Journal of Transport History*, 25(1), 63-83. doi:10.7227/TJTH.25.1.4
263. Kim, M., & Sohn, J. (2022). Passenger, airline, and policy responses to the COVID-19 crisis: The case of south korea. *Journal of Air Transport Management*, 98 doi:10.1016/j.jairtraman.2021.102144
264. Liu, W., & Tan, Q. (2009). Passenger-flow characteristics and scale of departure curbside in airport landside. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering, ICTE 2009, 3236-3241. doi:10.1061/41039(345)533
265. Chittaro, L. (2012). Passengers' safety in aircraft evacuations: Employing serious games to educate and persuade doi:10.1007/978-3-642-31037-9_19

266. Deetchiga, S., Harini, U. K., Marimuthu, M., & Radhika, J. (2018). Prediction of passenger traffic for global airport using holt's winter method in time series analysis. Paper presented at the Proceedings of IEEE International Conference on Intelligent Computing and Communication for Smart World, I2C2SW 2018, 165-169. doi:10.1109/I2C2SW45816.2018.8997519
267. Budd, L., Warren, A., & Bell, M. (2011). Promoting passenger comfort and wellbeing in the air: An examination of the in-flight health advice provided by international airlines. *Journal of Air Transport Management*, 17(5), 320-322. doi:10.1016/j.jairtraman.2011.02.015
268. Bilotkach, V., Kawata, K., Kim, T. S., Park, J., Purwandono, P., & Yoshida, Y. (2019). Quantifying the impact of low-cost carriers on international air passenger movements to and from major airports in asia. *International Journal of Industrial Organization*, 62, 28-57. doi:10.1016/j.ijindorg.2018.03.012
269. Xiao, Y., Wang, F., Liu, Y., & Wang, J. (2013). Reconstructing gravitational attractions of major cities in china from air passenger flow data, 2001-2008: A particle swarm optimization approach. *Professional Geographer*, 65(2), 265-282. doi:10.1080/00330124.2012.679445
270. Chakamera, C., & Pisa, N. M. (2021). Relationship between air passenger transport, tourism and real gross domestic product in africa: A longitudinal mediation analysis. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, 10(4), 1200-1214. doi:10.46222/ajhtl.19770720-157
271. Banks, S. (1951). Relative severity of air line passenger complaints. *Journal of Applied Psychology*, 35(4), 260-264. doi:10.1037/h0061891
272. Lukyanov S. A., Ruzhanskaya L. S., Avramenko E. S., Stroev V. V. Restraints on competi-tion in the Russian air passenger market. *St Petersburg University Journal of Economic Studies*, 2018, vol. 34, issue 1, pp. 134–148. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu05.2018.107>
273. Liu, X., & Xia, H. (2008). Reverse gravity model based on OD traffic flow of air passengers. *Xinan Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Southwest Jiaotong University*, 43(3), 409-414.

274. Xie, G., Wang, S., & Lai, K. K. (2014). Short-term forecasting of air passenger by using hybrid seasonal decomposition and least squares support vector regression approaches. *Journal of Air Transport Management*, 37, 20-26. doi:10.1016/j.jairtraman.2014.01.009
275. Hofer, C., Kali, R., & Mendez, F. (2018). Socio-economic mobility and air passenger demand in the U.S. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 112, 85-94. doi:10.1016/j.tra.2018.01.009
276. Margaretic, P., Thomas-Agnan, C., & Doucet, R. (2017). Spatial dependence in (origin-destination) air passenger flows. *Papers in Regional Science*, 96(2), 357-380. doi:10.1111/pirs.12189
277. Neretin, A. S. (2017). Spatial structure of air passenger transport in european russia. *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk.Seriya Geograficheskaya*, (6), 19-38. doi:10.7868/S0373244417060032
278. Kim, K., Kim, V., & Kim, H. (2019). Spatiotemporal auto-regressive model for origin–destination air passenger flows. *Journal of the Royal Statistical Society.Series A: Statistics in Society*, 182(3), 1003-1016. doi:10.1111/rssa.12427
279. Zhang, X., & Hou, Z. (2010). Study on energy conservation schemes of air-conditioned passenger train based on sustainable development strategy. Paper presented at the 2010 International Conference on Logistics Engineering and Intelligent Transportation Systems, LEITS2010 - Proceedings, 336-339. doi:10.1109/LEITS.2010.5664963
280. Yan, K. -. (2009). Study on the forecast of air passenger flow based on SVM regression algorithm. Paper presented at the Proceedings - 2009 1st International Workshop on Database Technology and Applications, DBTA 2009, 325-328. doi:10.1109/DBTA.2009.33
281. Baikgaki, O. A., & Daw, O. D. (2013). The determinants of domestic air passenger demand in the republic of south africa. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(13), 389-396. doi:10.5901/mjss.2013.v4n13p389

282. Muweis, J., & Łamasz, B. (2019). The development of the aviation fuel market in poland and changes in civil passenger traffic. *Polityka Energetyczna*, 22(1), 153-168. doi:10.33223/epj/105527
283. Li, Y., Yang, B., & Cui, Q. (2019). The effects of high-speed rail on air passenger transport in china. *Applied Economics Letters*, 26(9), 745-749. doi:10.1080/13504851.2018.1494798
284. Zhang, F., Ning, Y., & Lou, X. (2021). The evolutionary mechanism of china's urban network from 1997 to 2015: An analysis of air passenger flows. *Cities*, 109 doi:10.1016/j.cities.2020.103005
285. Korkmaz, E., & Akgüngör, A. P. (2021). The forecasting of air transport passenger demands in turkey by using novel meta-heuristic algorithms. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 33(16) doi:10.1002/cpe.6263
286. Danchev, S., Paratsiokas, N., & Vettas, N. (2022). The impact of the concession of 14 regional greek airports on passenger traffic. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 22(1), 51-67. doi:10.1007/s10842-021-00378-0
287. Al-Saad, S., Ababneh, A., & Alazaizeh, M. M. (2019). The influence of airport security procedures on the intention to re-travel. *European Journal of Tourism Research*, 23, 127-141.
288. Lee, H. -. (2009). The networkability of cities in the international air passenger flows 1992-2004. *Journal of Transport Geography*, 17(3), 166-175. doi:10.1016/j.jtrangeo.2008.07.011
289. Ida, Y. (1993). The pattern of air passenger flows in japan. *Geographical Review of Japan, Series B*, 66(1), 18-34. doi:10.4157/grj1984b.66.18
290. Correnti, V., Capri, S., Ignaccolo, M., & Inturri, G. (2007). The potential of rotorcraft for intercity passenger transport. *Journal of Air Transport Management*, 13(2), 53-60. doi:10.1016/j.jairtraman.2006.11.009

291. Burns, M. C., Roca Cladera, J., & Moix Bergadà, M. (2008). The spatial implications of the functional proximity deriving from air passenger flows between european metropolitan urban regions. *GeoJournal*, 71(1), 37-52. doi:10.1007/s10708-008-9144-x
292. Li, H., Wang, H., Bai, M., & Duan, B. (2019). The structure and periodicity of the chinese air passenger network. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1) doi:10.3390/su11010054
293. Elwakil, O. S., Windle, R. J., & Dresner, M. E. (2013). Transborder demand leakage and the US-canadian air passenger market. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 57, 45-57. doi:10.1016/j.tre.2013.01.005
294. Xu, J., Qiu, R., Tao, Z., & Xie, H. (2018). Tripartite equilibrium strategy for a carbon tax setting problem in air passenger transport. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(9), 8512-8531. doi:10.1007/s11356-017-1163-z
295. Valutyte, R. (2020). Striking a healthier balance between air passenger rights and air carriers' vital interests in the light of COVID-19. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 8(2), 546-558. doi:10.9770/jesi.2020.8.2(33)
296. Kuo, S. -, & Chen, S. -. (2013). What drives business and leisure air passenger transport demand. *Transactions of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics*, 30(1), 88-95.
297. Leung, A., Yen, B. T. H., & Lohmann, G. (2017). Why passengers' geo-demographic characteristics matter to airport marketing. *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 34(6), 833-850. doi:10.1080/10548408.2016.1250698
298. Liu, H., Xu, Y. “., Stockwell, N., Rodgers, M. O., & Guensler, R. (2016). A comparative life-cycle energy and emissions analysis for intercity passenger transportation in the U.S. by aviation, intercity bus, and automobile. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 48, 267-283. doi:10.1016/j.trd.2016.08.027

299. Zheng, J. -, Lin, J., Allwood, J. M., & Dean, T. (2021). A universal mass-based index defining energy efficiency of different modes of passenger transport. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 4(4), 423-433. doi:10.1016/j.ijlmm.2021.06.004
300. Wang, Z. Z., & Liu, X. Y. (2014). Analysis on difference between supply and demand of urban taxi passenger in the case of carpooling doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.543-547.4378
301. Karplus, V. J., Paltsev, S., Babiker, M., & Reilly, J. M. (2013). Applying engineering and fleet detail to represent passenger vehicle transport in a computable general equilibrium model. *Economic Modelling*, 30(1), 295-305. doi:10.1016/j.econmod.2012.08.019
302. Hu, Z., Dychka, I., Oleshchenko, L., & Kukharyev, S. (2020). Applying recurrent neural network for passenger traffic forecasting doi:10.1007/978-3-030-16621-2_7
303. Küng, L., Bütler, T., Georges, G., & Boulouchos, K. (2018). Decarbonizing passenger cars using different powertrain technologies: Optimal fleet composition under evolving electricity supply. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 95, 785-801. doi:10.1016/j.trc.2018.09.003
304. Sun, S., & Wen, W. -. (2008). Development scale of urban passenger traffic vehicle considering the variety of population structure. Paper presented at the Proceedings of the 8th International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals - Logistics: The Emerging Frontiers of Transportation and Development in China, 4189-4197. doi:10.1061/40996(330)612
305. Zhang, L., & Liu, B. (2010). Highway passenger traffic volume correlation analysis based on gray relational grade. *ICETC 2010 - 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer*, 4, V4199-V4202. doi:10.1109/ICETC.2010.5529701

306. Li, Z., & Bo, L. (2010). Highway passenger traffic volume research based on gray - markov prediction model. Paper presented at the 2010 International Conference on Networking and Digital Society, ICNDS 2010, , 2 229-232. doi:10.1109/ICNDS.2010.5479353
307. Peng, H., & Xu, M. (2012). Study on the model of intercity passengers' trip mode choice based on cluster analysis method doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.178-181.1934
308. Pham, T. Q. M., Lee, G., & Kim, H. (2020). Toward sustainable ferry routes in korea: Analysis of operational efficiency considering passenger mobility burdens. *Sustainability (Switzerland)*, 12(21), 1-22. doi:10.3390/su12218819
309. Hejin, Y. (2010). A bus passenger flow estimation method based on feature point's trajectory clustering. Paper presented at the Proceedings - 2010 IEEE International Conference on Intelligent Computing and Intelligent Systems, ICIS 2010, , 1 426-430. doi:10.1109/ICICISYS.2010.5658589
310. Guo, J., Xue, Y., Cai, J., Gao, Z., Xu, G., & Zhang, H. (2021). A bus passenger re-identification dataset and a deep learning baseline using triplet embedding. *Multimedia Tools and Applications*, 80(11), 16425-16440. doi:10.1007/s11042-020-08944-0
311. Maternini, G., & Cadei, M. (2014). A comfort scale for standing bus passengers in relation to certain road characteristics. *Transportation Letters*, 6(3), 136-141. doi:10.1179/1942787514Y.0000000020
312. Fontes, T., Correia, R., Ribeiro, J., & Borges, J. L. (2020). A deep learning approach for predicting bus passenger demand based on weather conditions. *Transport and Telecommunication*, 21(4), 255-264. doi:10.2478/ttj-2020-0020
313. Bai, Y., Sun, Z., Zeng, B., Deng, J., & Li, C. (2017). A multi-pattern deep fusion model for short-term bus passenger flow forecasting. *Applied Soft Computing Journal*, 58, 669-680. doi:10.1016/j.asoc.2017.05.011

314. Zhao, S. -, Ni, T. -, Wang, Y., & Gao, X. -. (2011). A new approach to the prediction of passenger flow in a transit system. *Computers and Mathematics with Applications*, 61(8), 1968-1974. doi:10.1016/j.camwa.2010.08.023

315. Xiao, R., Zhu, J., Zhao, Z., Yu, H., & Du, Y. (2021). A passenger flow prediction method for bus lines based on multiple stepwise regression analysis. Paper presented at the 2021 11th International Conference on Information Science and Technology, ICIST 2021, 452-455. doi:10.1109/ICIST52614.2021.9440559

316. Wang, X., Chen, S., & Wei, H. (2018). A passenger flow statistic algorithm based on machine learning. Paper presented at the Proceedings - 2017 10th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics, CISP-BMEI 2017, , 2018-January 1-5. doi:10.1109/CISP-BMEI.2017.8302042

317. Xiang, H. -, & Ming, A. -. (2014). A study of the city bus passenger flow intelligent statistical algorithm based on motion vector tracking. Paper presented at the ICIST 2014 - Proceedings of 2014 4th IEEE International Conference on Information Science and Technology, 41-44. doi:10.1109/ICIST.2014.6920327

318. Cheng, S., Xu, J., Mu, Q., & Zhang, Y. (2014). A terminal departure passenger traffic prediction method based on the RBF neural network. Paper presented at the CICTP 2014: Safe, Smart, and Sustainable Multimodal Transportation Systems - Proceedings of the 14th COTA International Conference of Transportation Professionals, 31-38. doi:10.1061/9780784413623.004

319. Xie, X. -, Feng, X. -, & Ren, Q. -. (2008). Adjustment plan of passenger traffic special line optimization study. Paper presented at the Proceedings of the 8th International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals - Logistics: The Emerging Frontiers of Transportation and Development in China, 3791-3796. doi:10.1061/40996(330)556

320. Pells, S. R. (1989). An approach to the simulation of bus passenger journey times for the journey to work. *Transportation Planning and Technology*, 14(1), 19-35. doi:10.1080/03081068908717411
321. Jiao, F., Huang, L., Song, R., & Huang, H. (2021). An improved stlstm model for daily bus passenger flow prediction during the covid-19 pandemic. *Sensors*, 21(17) doi:10.3390/s21175950
322. Aceves-González, C., May, A., & Cook, S. (2016). An observational comparison of the older and younger bus passenger experience in a developing world city. *Ergonomics*, 59(6), 840-850. doi:10.1080/00140139.2015.1091513
323. Tsui, W. H. K., & Fung, M. K. Y. (2016). Analysing passenger network changes: The case of hong kong. *Journal of Air Transport Management*, 50, 1-11. doi:10.1016/j.jairtraman.2015.09.001
324. Tu, Y., & Yang, J. (2017). Analysis and forecast of passenger flow based on public transportation IC card and GPS data. Paper presented at the Proceedings of 2016 5th International Conference on Computer Science and Network Technology, ICCSNT 2016, 281-285. doi:10.1109/ICCSNT.2016.8070164
325. Blinova, T. O. (2007). Analysis of possibility of using neural network to forecast passenger traffic flows in russia. *Aviation*, 11(1), 28-34. doi:10.1080/16487788.2007.9635952
326. Antonova, V. M., Grechishkina, N. A., & Kuznetsov, N. A. (2020). Analysis of the modeling results for passenger traffic at an underground station using AnyLogic. *Journal of Communications Technology and Electronics*, 65(6), 712-715. doi:10.1134/S1064226920060029
327. Wang, P. -, Hsu, Y. -, & Hsu, C. -. (2021). Analysis of waiting time perception of bus passengers provided with mobile service. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 145, 319-336. doi:10.1016/j.tra.2021.01.011

328. Rahmatulloh, A., Nursuwars, F. M. S., Darmawan, I., & Febrizki, G. (2020). Applied internet of things (IoT): The prototype bus passenger monitoring system using PIR sensor. Paper presented at the 2020 8th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2020, doi:10.1109/ICoICT49345.2020.9166420
329. Hu, Z., Dychka, I., Oleshchenko, L., & Kukharyev, S. (2020). Applying recurrent neural network for passenger traffic forecasting doi:10.1007/978-3-030-16621-2_7
330. Chang, H. -, & Wu, S. -. (2010). Applying the rasch measurement to explore elderly passengers' abilities and difficulties when using buses in taipei. *Journal of Advanced Transportation*, 44(3), 134-149. doi:10.1002/atr.127
331. Xie, X., Ren, Q., & Zhou, Y. (2007). Arrival and departure lines of passenger traffic special line optimization study. Paper presented at the Proceedings of the IEEE International Conference on Automation and Logistics, ICAL 2007, 3070-3073. doi:10.1109/ICAL.2007.4339109
332. Azman, A. H., Abdullah, S., Singh, S. S. K., Yazid, M. R. M., Ghopa, W. A. W., Hisamuddin, H., . . . Solah, M. S. (2020). Assessing the safety of express bus from passengers' perspective. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 932(1) doi:10.1088/1757-899X/932/1/012129
333. Kuftinova, N. G., Ostroukh, A. V., & Vorobieva, A. V. (2015). Automated control system for survey passenger traffics. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(7), 16419-16427.
334. Tian, S., Guo, B., Sun, J., & Sun, C. (2020). Brief analysis of urban passenger transport development in china. Paper presented at the Proceedings - 2020 5th International Conference on Electromechanical Control Technology and Transportation, ICECTT 2020, 465-468. doi:10.1109/ICECTT50890.2020.00107
335. Prato, C. G., & Kaplan, S. (2014). Bus accident severity and passenger injury: Evidence from denmark. *European Transport Research Review*, 6(1), 17-30. doi:10.1007/s12544-013-0107-z

336. Zhang, W., Zhu, F., Chen, Y., & Lü, Y. (2021). Bus passenger flow forecast based on attention and time-sharing graph convolutional network. [基于注意力机制和分时图卷积的公交客流预测] *Moshi Shibie Yu Rengong Zhineng/Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 34(2), 167-175. doi:10.16451/j.cnki.issn1003-6059.202102008
337. Zhang, Y., Tu, W., Chen, K., Wu, C. H., Li, L., Ip, W. H., & Chan, C. Y. (2020). Bus passenger flow statistics algorithm based on deep learning. *Multimedia Tools and Applications*, 79(39-40), 28785-28806. doi:10.1007/s11042-020-09487-0
338. Chen, S. P., & Liu, D. Z. (2013). Bus passenger origin-destination matrix estimation using available information from automatic data collection systems in chongqing, china doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.779-780.878
339. Shafie, N. M. A., Kamar, H. M., & Kamsah, N. (2015). CFD simulation of particulate matters inside a bus passenger compartment. *International Journal of Mechanical and Mechatronics Engineering*, 15(3), 28-36.
340. Wang, Z., Chen, F., & Fujiyama, T. (2015). Carbon emission from urban passenger transportation in beijing. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 41, 217-227. doi:10.1016/j.trd.2015.10.001
341. Zhang, Y. P., Guo, Y. Y., Wei, Y., Cheng, S. W., & Xing, Z. W. (2013). Chaotic characteristics identification on terminal departing passenger traffic time series doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.409-410.1303
342. Vlasov, V. (2017). Concept for developing digital infrastructure for regional passenger transportation control systems. Paper presented at the *Transportation Research Procedia*, , 20 683-689. doi:10.1016/j.trpro.2017.01.111
343. Tan, C. F., Liew, K. F., Rosley, M. N., Khalil, S. N., Tan, B. L., Lim, T. L., . . . Said, M. R. (2013). Conceptual design of an integrated bus passenger seat. *World Applied Sciences Journal*, 28(5), 722-725. doi:10.5829/idosi.wasj.2013.28.05.1169

344. Sam, E. F., Brijs, K., Daniels, S., Brijs, T., & Wets, G. (2019). Construction and validation of a public bus passenger safety scale. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 66, 47-62. doi:10.1016/j.trf.2019.08.017
345. Schelenz, T., Suescun, T., Karlsson, M., & Wikström, L. (2013). Decision making algorithm for bus passenger simulation during the vehicle design process. *Transport Policy*, 25, 178-185. doi:10.1016/j.tranpol.2012.11.010
346. Wahab, R. A., Borhan, M. N., & Rahmat, R. A. A. O. K. (2017). Design of optimum wait time for random arrival of passengers at bus stop: A case study from putrajaya, malaysia. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 25(S5), 225-234.
347. Wang, J. (2019). Design of passenger transport modes between cities with environmental sustainability. Paper presented at the Proceedings - 2019 4th International Conference on Electromechanical Control Technology and Transportation, ICECTT 2019, 323-327. doi:10.1109/ICECTT.2019.00080
348. Zhao, J., Li, C., Xu, Z., Jiao, L., Zhao, Z., & Wang, Z. (2022). Detection of passenger flow on and off buses based on video images and YOLO algorithm. *Multimedia Tools and Applications*, 81(4), 4669-4692. doi:10.1007/s11042-021-10747-w
349. Fitzová, H., Matulová, M., & Tomeš, Z. (2018). Determinants of urban public transport efficiency: Case study of the czech republic. *European Transport Research Review*, 10(2) doi:10.1186/s12544-018-0311-y
350. Belokurov, V., Spodarev, R., & Belokurov, S. (2020). Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 50 52-58. doi:10.1016/j.trpro.2020.10.007
351. Matseliukh, Y., Bublyk, M., & Vysotska, V. (2021). Development of intelligent system for visual passenger flows simulation of public transport in smart city based on neural network. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings, , 2870 1087-1138.

352. Boreiko, O., Teslyuk, V., Zelinsky, A., & Berezsky, O. (2017). Development of models and means of the server part of the system for passenger traffic registration of public transport in the "smart" city. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(2-85), 40-47. doi:10.15587/1729-4061.2017.92831
353. Mo, S. M., Zeng, K. F., & Liu, C. (2014). Early warning mechanism of huangshan world geopark to divert passenger traffic doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1030-1032.2014
354. Ci, Y., Ling, X., & Wu, L. (2010). Ecological adaptability evaluation for urban passenger traffic structure. Paper presented at the IET Conference Publications, , 2010(573 CP) 138-141. doi:10.1049/cp.2010.1117
355. Allard, R. F., & Moura, F. (2018). Effect of transport transfer quality on intercity passenger mode choice. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 109, 89-107. doi:10.1016/j.tra.2018.01.018
356. Shafie, N. E. A., Kamar, H. M., & Kamsah, N. (2016). Effects of air supply diffusers and air return grilles layout on contaminants concentration in bus passenger compartment. *International Journal of Automotive Technology*, 17(5), 751-762. doi:10.1007/s12239-016-0074-1
357. Ahmad Shafie, N. E., Mohamed Kamar, H., & Kamsah, N. (2015). Effects of ventilation setups on air flow velocity and temperature fields in bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, 77(30), 49-53. doi:10.11113/jt.v77.6867
358. Feng, X., Wang, Q., Liu, Y., Xu, B., Liu, H., & Sun, Q. (2014). Ensuring a reasonable passenger capacity utilization rate of a train for its sustainably efficient transport. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(2), 279-288. doi:10.1016/S1665-6423(14)72344-2
359. Hidayat, A., Terabe, S., & Yaginuma, H. (2020). Estimating bus passenger volume based on a wi-fi scanner survey. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6 doi:10.1016/j.trip.2020.100142

360. Politis, I., Papaioannou, P., Basbas, S., & Dimitriadis, N. (2010). Evaluation of a bus passenger information system from the users' point of view in the city of thessaloniki, greece. *Research in Transportation Economics*, 29(1), 249-255. doi:10.1016/j.retrec.2010.07.031
361. Alimo, P. K., Agyeman, S., Zankawah, S. M., Yu, C., Cheng, L., & Ma, W. (2022). Factors causing low demand for a suburban passenger train in sekondi-takoradi. *Journal of Transport Geography*, 98 doi:10.1016/j.jtrangeo.2021.103268
362. Ahmad Shafie, N. E., Mohamed Kamar, H., & Kamsah, N. (2015). Field measurement of particulate matter inside a bus passenger compartment. *Jurnal Teknologi*, 77(30), 69-73. doi:10.11113/jt.v77.6870
363. Ge, S. Y., Zheng, C. J., & Hou, M. M. (2013). Forecast of bus passenger traffic based on exponential smoothing and trend moving average method doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.433-435.1374
364. Uimonen, S., Tukia, T., Siikonen, M. -, & Lehtonen, M. (2017). Impact of daily passenger traffic on energy consumption of intermittent-operating escalators. *Energy and Buildings*, 140, 348-358. doi:10.1016/j.enbuild.2017.02.026
365. Sun, L., Cui, L., Qiu, S., Yao, L. -, & Rong, J. (2018). Impact on pedestrian flow of bends in passenger access tunnels. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport*, 171(6), 339-348. doi:10.1680/jtran.16.00090
366. Rathman, D., Tijan, E., & Jugović, A. (2016). Improving the coastal line passenger traffic management system by applying information technologies. *Pomorstvo*, 30(1), 12-18. doi:10.31217/p.30.1.2
367. Kurganov, V., Gryaznov, M., Davydov, K., & Polyakova, L. (2020). Increased efficiency and reliability of maintenance of mass passenger flow with the regular route network of city transport. *Scientific Journal of Silesian University of Technology.Series Transport*, 108, 107-119. doi:10.20858/sjsutst.2020.108.10

368. Sidorchuk, R., Lukina, A., Markin, I., Korobkov, S., Ivashkova, N., Mkhitaryan, S., & Skorobogatykh, I. (2020). Influence of passenger flow at the station entrances on passenger satisfaction amid covid-19. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 1-26. doi:10.3390/joitmc6040150

369. Boreiko, O., & Teslyuk, V. (2017). Information model of the control system for passenger traffic registration of public transport in the 'smart' city. Paper presented at the Proceedings of the 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, CSIT 2017, , 1 113-116. doi:10.1109/STC-CSIT.2017.8098749

370. hang, Y., & Lu, Z. (2013). Low cost carriers in china and its contribution to passenger traffic flow. *Journal of China Tourism Research*, 9(2), 207-217. doi:10.1080/19388160.2013.781972

371. Yan, M., Huang, J., & Zhao, M. (2014). Mechanism analysis and modelling of passengers' travel choice. Paper presented at the Proceedings - 2014 6th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2014, 406-409. doi:10.1109/ICMTMA.2014.100

372. Boreiko, O., & Teslyuk, V. (2017). Model of data collection controller of automated processing systems for passenger traffic public transport smart city based on petri nets. Paper presented at the 2nd International Conference on Advanced Information and Communication Technologies, AICT 2017 - Proceedings, 62-65. doi:10.1109/AIACT.2017.8020066

373. Glumov, I., & Yakubovskiy, Y. (2017). Model of requirements to a resource providing system to maintain buses and train drivers in the motor transport companies engaged in passenger transportation. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 20 219-224. doi:10.1016/j.trpro.2017.01.055

374. Silvano, A. P., & Ohlin, M. (2019). Non-collision incidents on buses due to acceleration and braking manoeuvres leading to falling events among standing passengers. *Journal of Transport and Health*, 14 doi:10.1016/j.jth.2019.04.006

375. Dakic, I., Ambühl, L., Schümperlin, O., & Menendez, M. (2018). On the modeling of passenger mobility for stochastic bi-modal urban corridors. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 38 263-283. doi:10.1016/j.trpro.2019.05.015
376. Wang, J. -, Pan, S. -, Ho, C. -, Lien, Y. -, Liao, S. -, & Nurmandi, A. (2020). Online web query system for various frequency distributions of bus passengers in taichung city of taiwan. IET Smart Cities, 2(3), 135-145. doi:10.1049/iet-smc.2020.0017
377. Petrov, A. I., & Petrova, D. A. (2021). Open business model of COVID-19 transformation of an urban public transport system: The experience of a large russian city. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 7(3) doi:10.3390/joitmc7030171
378. Mo, W., Liu, Y., Ge, L., & Xiao, G. (2019). Optimization of bus departure headway based on fuzzy clustering of operation period considering congestion and passenger flow. Paper presented at the ICTIS 2019 - 5th International Conference on Transportation Information and Safety, 963-968. doi:10.1109/ICTIS.2019.8883816
379. Hensher, D. A., Mulley, C., & Yahya, N. (2010). Passenger experience with quality-enhanced bus service: The tyne and wear 'superoute' services. Transportation, 37(2), 239-256. doi:10.1007/s11116-009-9240-x
380. Stradling, S., Carreno, M., Rye, T., & Noble, A. (2007). Passenger perceptions and the ideal urban bus journey experience. Transport Policy, 14(4), 283-292. doi:10.1016/j.tranpol.2007.02.003
381. Młynczak, J., Hejczyk, T., Wszolek, B., Gałuszka, A., Surma, D., Ogaza, R., & Burdzik, R. (2015). Passenger safety and information module in intelligent integrated traffic management system. Paper presented at the Vibroengineering Procedia, , 6 234-237.

382. Grafeeva, N., Mikhailova, E., Nogova, E., & Tretyakov, I. (2017). Passenger traffic analysis based on st. petersburg public transport. Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, , 17(21) 509-516. doi:10.5593/sgem2017/21/S07.065
383. Shen, H., Ma, C., Ren, Z., & Zeng, J. (2010). Passenger transportation system of central city - satellite city. Paper presented at the IET Conference Publications, , 2010(573 CP) 36-39. doi:10.1049/cp.2010.1098
384. Shen, H., Ma, C., Ren, Z., & Zeng, J. (2010). Passenger transportation system of central city - satellite city. Paper presented at the IET Conference Publications, , 2010(573 CP) 36-39. doi:10.1049/cp.2010.1098
385. Novikov, A., & Eremin, S. (2020). Patterns of passenger traffic formation in urban public transport. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 50 483-490. doi:10.1016/j.trpro.2020.10.057
386. Shimada, Y., Takagi, M., & Taniguchi, Y. (2019). Person re-identification for estimating bus passenger flow. Paper presented at the Proceedings - 2nd International Conference on Multimedia Information Processing and Retrieval, MIPR 2019, 169-174. doi:10.1109/MIPR.2019.00037
387. Yuan, W., & Frey, H. C. (2020). Potential for metro rail energy savings and emissions reduction via eco-driving. Applied Energy, 268 doi:10.1016/j.apenergy.2020.114944
388. Yu, S., Shang, C., Yu, Y., Zhang, S., & Yu, W. (2016). Prediction of bus passenger trip flow based on artificial neural network. Advances in Mechanical Engineering, 8(10), 1-7. doi:10.1177/1687814016675999
389. Chen, P., Chen, H., Zhang, C., & Tang, Z. (2016). Real-time bus passenger flow statistics scheme based on light-sensitive wireless sensor network. Paper presented at the Chinese Control Conference, CCC, , 2016-August 8490-8494. doi:10.1109/ChiCC.2016.7554712

390. Lei, P., & Che, W. (2008). Research on china's passenger transport demand and its influential factors based on MTV model. Paper presented at the Proceedings of the 8th International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals - Logistics: The Emerging Frontiers of Transportation and Development in China, 777-783. doi:10.1061/40996(330)111
391. Zhu, F., Song, J., Yang, R., & Gu, J. (2008). Research on counting method of bus passenger flow based on kinematics of human body. Paper presented at the Proceedings - International Conference on Computer Science and Software Engineering, CSSE 2008, , 1 201-204. doi:10.1109/CSSE.2008.611
392. Yang, G., Shu, H., & Zhou, Y. (2016). Research on intracity OD patterns of rail and bus passengers in a second-tier city: A case study of suzhou, china. International Conference on Geoinformatics, 2016-September doi:10.1109/GEOINFORMATICS.2016.7578964
393. Surjandy, Fernando, E., Meyliana, Santoso, T. M., Wardhana, A. K., Widjaja, W., & Anindra, F. (2019). Security concern of financial technology for online transportation passenger in indonesia. Paper presented at the 2019 International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2019, 70-73. doi:10.1109/ICOIACT46704.2019.8938539
394. Li, X., Chen, Z., Zhu, F., Chang, W., Tan, C., & Xiong, G. (2018). Short-term bus passenger flow forecast based on deep learning. Paper presented at the 2018 International Conference on Security, Pattern Analysis, and Cybernetics, SPAC 2018, 372-376. doi:10.1109/SPAC46244.2018.8965619
395. Zhang, J., Chen, Z., Liu, Y., Du, M., Yang, W., & Guo, L. (2018). Space-time visualization analysis of bus passenger big data in beijing. Cluster Computing, 21(1), 813-825. doi:10.1007/s10586-017-0890-8
396. Baltyzhakova, T., & Romanchikov, A. (2021). Spatial analysis of subway passenger traffic in saint petersburg. Geodesy and Cartography (Vilnius), 47(1), 10-20. doi:10.3846/gac.2021.11980

397. Guo, H., & Shi, H. (2007). Study on traveler's behavior value in city passenger traffic system. Paper presented at the International Conference on Transportation Engineering 2007, ICTE 2007, 564-569. doi:10.1061/40932(246)93
398. Tang, B. -, Li, X. -, Yu, B., & Wei, Y. -. (2019). Sustainable development pathway for intercity passenger transport: A case study of china. *Applied Energy*, 254 doi:10.1016/j.apenergy.2019.113632
399. Nambulee, W., Jomnonkwao, S., Siridhara, S., Ratanavaraha, V., Karoonsoontawong, A., & Beeharry, R. (2018). The intercity bus passenger's locus of control with regard to seat belt use intention. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 25(3), 235-246.
400. Sokulskyi, O., Hilevska, K., Chumakevych, V., Ptashnyk, V., Tryhuba, A., & Sachenko, A. (2020). The internet of things solutions in the investigation of urban passenger traffic and passenger service quality. Paper presented at the 2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS 2020, doi:10.1109/E-TEMS46250.2020.9111658
401. Chen, K., Guo, Z., & Zhu, L. (2009). The optimization method of bus passenger flow peak. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering, ICTE 2009, 2207-2212. doi:10.1061/41039(345)365
402. Correnti, V., Capri, S., Ignaccolo, M., & Inturri, G. (2007). The potential of rotorcraft for intercity passenger transport. *Journal of Air Transport Management*, 13(2), 53-60. doi:10.1016/j.jairtraman.2006.11.009
403. Ding, D., & Zhou, Y. (2011). The prediction model of intercity passenger train volume based on grey system theory. Paper presented at the ICTE 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering, 1234-1238. doi:10.1061/41184(419)204

404. Zhao, Y., & Du, W. (2007). The self-organization mechanism of urban passenger traffic system evolving. Paper presented at the International Conference on Transportation Engineering 2007, ICTE 2007, 2924-2929. doi:10.1061/40932(246)480
405. Zhu, F., & Wei, J. F. (2013). The SVM based on reduction strategy applied in bus passenger flow counting doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.421.701
406. Xie, B., Sun, Y., Huang, X., Yu, L., & Xu, G. (2020). Travel characteristics analysis and passenger flow prediction of intercity shuttles in the pearl river delta on holidays. *Sustainability (Switzerland)*, 12(18) doi:10.3390/SU12187249
407. Mendiluce, M., & Schipper, L. (2011). Trends in passenger transport and freight energy use in spain. *Energy Policy*, 39(10), 6466-6475. doi:10.1016/j.enpol.2011.07.048
408. Makarov, V. V. (2018). Island megalopolises: Tunnel systems as a critical alternative in solving transport problems. *Engineering*, 4(1), 138-142. doi:10.1016/j.eng.2018.02.001
409. Li, M., Guo, W., Guo, R., He, B., Li, Z., Li, X., . . . Fan, Y. (2022). Urban network spatial connection and structure in china based on railway passenger flow big data. *Land*, 11(2) doi:10.3390/land11020225
410. Petrov, A. I., & Petrova, D. A. (2021). Open business model of COVID-19 transformation of an urban public transport system: The experience of a large russian city. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(3) doi:10.3390/joitmc7030171
411. Nykyforak, I., Duhanets, N., & Kobrusieva, Y. (2018). Organization of responsibility accounting of city electric transport enterprises' activity. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(3-92), 31-36. doi:10.15587/1729-4061.2018.126178

412. Makarova, I., Shubenkova, K., & Pashkevich, A. (2021). Efficiency assessment of measures to increase sustainability of the transport system. *Transport*, 36(2), 123-133. doi:10.3846/transport.2021.14996
413. Kurganov, V., Gryaznov, M., Davydov, K., & Polyakova, L. (2020). Increased efficiency and reliability of maintenance of mass passenger flow with the regular route network of city transport. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 108, 107-119. doi:10.20858/sjsutst.2020.108.10
414. Rokicki, T., Koszela, G., Ochnio, L., Wojtczuk, K., Ratajczak, M., Szczepaniuk, H., . . . Bełdycka-Bórawska, A. (2021). Diversity and changes in energy consumption by transport in eu countries. *Energies*, 14(17) doi:10.3390/en14175414
415. Businge, C. N., Viani, S., Pepe, N., Borgarello, M., Caruso, C., Tripodi, G., & Soresinetti, S. (2019). Energy efficiency solutions for sustainable urban mobility: Case study of the milan metropolitan area. Paper presented at the *WIT Transactions on the Built Environment*, , 182 151-163. doi:10.2495/UT180151
416. Mochalin, S., Kasper, M., Nikiforov, O., Levkin, G., & Kurshakova, N. (2019). Development of provisions for evaluating the effectiveness of urban public passenger transport system. *Transport Problems*, 14(1), 45-58. doi:10.21307/tp.2019.14.1.5
417. Saxena, P. (2019). A benchmarking strategy for delhi transport corporation: An application of data envelopment analysis. *International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences*, 4(1), 232-244. doi:10.33889/ijmems.2019.4.1-020
418. Mochalin, S., Kasper, M., Nikiforov, O., & Levkin, G. (2017). Condition for application of logistic principles in practice of urban public passenger transport in the city of omsk. *Transport Problems*, 12(SpecialEdition), 71-86. doi:10.20858/tp.2017.12.se.6

419. Vdovychenko, V., & Nagorny, Y. (2016). Formation of methodological levels of assessing city public passenger transport efficiency. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(3-81), 44-51. doi:10.15587/1729-4061.2016.71687

420. Morchadze, T., & Rusadze, N. (2018). Ways to address the challenges in passenger traffic within the urban transport systems. *Transport Problems*, 13(3), 65-77. doi:10.20858/tp.2018.13.3.6

421. Xi, Y., Li, Z. -, Long, C. -, Shu, K., Yue, G., & Jing, L. (2013). A comparative study on predict effects of railway passenger travel choice based on two soft computing methods. Paper presented at the LISS 2012 - Proceedings of 2nd International Conference on Logistics, Informatics and Service Science, 543-552. doi:10.1007/978-3-642-32054-5_77

422. Li, D., Yang, X., & Xu, X. (2020). A framework of smart railway passenger station based on digital twin. Paper presented at the CICTP 2020: Advanced Transportation Technologies and Development-Enhancing Connections - Proceedings of the 20th COTA International Conference of Transportation Professionals, 2623-2634. doi:10.1061/9780784482933.22

423. Peng, C. (2007). A hybrid method based on chaotic phase space restructuring and comparability principle for railway passenger demand forecasting. Paper presented at the International Conference on Transportation Engineering 2007, ICTE 2007, 3536-3541. doi:10.1061/40932(246)580

424. He, B., Chen, P., D'Ariano, A., Chen, L., Zhang, H., & Lu, G. (2020). A microscopic agent-based simulation for real-time dispatching problem of a busy railway passenger station. Paper presented at the 2020 IEEE 23rd International Conference on Intelligent Transportation Systems, ITSC 2020, doi:10.1109/ITSC45102.2020.9294651

425. Liu, W., & Li, J. (2011). A simulation model and algorithm for turning-back capacity of intercity dedicated passenger railway station. Paper presented at the ICTE 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering, 948-953. doi:10.1061/41184(419)157

426. Elhamshary, M., Youssef, M., Uchiyama, A., Yamaguchi, H., & Higashino, T. (2015). Activity recognition of railway passengers by fusion of low-power sensors in mobile phones. Paper presented at the GIS: Proceedings of the ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, , 03-06-November-2015 doi:10.1145/2820783.2820847
427. Chen, D., Li, Y., & Zhang, Y. (2011). Adjustment of intercity passenger dedicated line operation. Paper presented at the ICTE 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering, 1168-1173. doi:10.1061/41184(419)193
428. Xie, X. -, Feng, X. -, & Ren, Q. -. (2008). Adjustment plan of passenger traffic special line optimization study. Paper presented at the Proceedings of the 8th International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals - Logistics: The Emerging Frontiers of Transportation and Development in China, 3791-3796. doi:10.1061/40996(330)556
429. Li, T. -, Bai, Y. -, Liu, Z. -, Liu, J. -, Zhang, G. -, & Li, J. -. (2006). Air quality in passenger cars of the ground railway transit system in beijing, china. *Science of the Total Environment*, 367(1), 89-95. doi:10.1016/j.scitotenv.2006.01.007
430. Haramina, H., Ljubaj, I., & Toš, I. (2017). An analysis of passenger train driver's cognitive workload in relation to croatian national train control system. [Analiza kognitivnog opterećenja strojovođe putničkog vlaka s obzirom na hrvatski nacionalni sustav vođenja vlakova] *Sigurnost*, 59(2), 99-108. doi:10.31306/s.59.2.1
431. Balalaev, A. N., Korkina, S. V., Plokhov, E. M., & Polovinkina, A. Y. (2020). An energy-efficiency assessment of a railroad passenger-car power-supply system using wind generators and photovoltaic panels. *Russian Electrical Engineering*, 91(3), 195-198. doi:10.3103/S1068371220030062

432. Bao, Y., Liu, J., & Ma, M. (2012). Analysis and simulation of passengers' ticket booking request arrival process in a ticket booking period. *Beijing Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Beijing Jiaotong University*, 36(6), 27-32.
433. Gu, S., & Lu, X. (2015). Analysis of china railway passenger volume's influence factors based on principal component regression. Paper presented at the 2015 International Conference on Logistics, Informatics and Service Science, LISS 2015, doi:10.1109/LISS.2015.7369737
434. Xi, Y., & Jing, L. (2014). Analysis on predict model of railway passenger travel factors judgment with soft-computing methods. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 7(1), 100-114. doi:10.3926/jiem.940
435. Deng, P., & Chuansheng, Z. (2010). Analytic hierarchy process and fuzzy evaluation of passengers' satisfactory degree for QoS of railway passenger transportation. Paper presented at the Proceedings of the World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA), 5215-5220. doi:10.1109/WCICA.2010.5554881
436. Zhong, M., Yue, Y., & Li, D. (2019). Analyzing and evaluating infrastructure capacity of railway passenger station by mesoscopic simulation method. Paper presented at the 2018 International Conference on Intelligent Rail Transportation, ICIRT 2018, doi:10.1109/ICIRT.2018.8641593
437. Zheng, D., Wang, Y., Tang, P. Z., & Wu, Y. P. (2013). Application of data mining in the forecasting of railway passenger flow doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.834-836.958
438. Brumercikova, E., Bukova, B., Kondek, P., & Drozdziel, P. (2017). Application of nfc technology in railway passenger transport by introducing new products. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 19(2), 32-35.

439. Zhang, C., & Xu, L. (2009). Application of TOPSIS in evaluating transfer efficiency at urban railway passenger station. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering, ICTE 2009, 1866-1871. doi:10.1061/41039(345)309
440. Liu, Y., Yang, B., Zhang, X. P., & Xing, S. M. (2011). Application research of vibration and noise test and analysis system in high speed railway passenger car. Paper presented at the Proceedings - 3rd International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2011, , 1 573-576. doi:10.1109/ICMTMA.2011.146
441. Xia, S. L., Wei, J. F., & Yang, H. (2014). Architectural space evolution of railway passenger station doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.507.65
442. Lee, Y., Lu, L. -, Wu, M. -, & Lin, D. -. (2017). Balance of efficiency and robustness in passenger railway timetables. *Transportation Research Part B: Methodological*, 97, 142-156. doi:10.1016/j.trb.2016.12.004
443. Zeng, X., Xie, Y., Deng, D., Zheng, K., & He, Z. (2009). CA mortar construction of the trial section of wuhan-guangzhou railway passenger dedicated line. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering, ICTE 2009, 4019-4024. doi:10.1061/41039(345)662
444. Zhang, T. -, Gao, G. -, Luo, Y. -, & Nie, L. (2011). Calculation model of maximum number for gathering passenger at railway passenger station. *Jiaotong Yunshu Gongcheng Xuebao/Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 11(2), 79-83.
445. Jia, H. -, & Cao, X. -. (2014). Calculation model on maximum number of assembling passengers in railway passenger hub based on queuing theory. Paper presented at the CICTP 2014: Safe, Smart, and Sustainable Multimodal Transportation Systems - Proceedings of the 14th COTA International Conference of Transportation Professionals, 1526-1537. doi:10.1061/9780784413623.147

446. Guihéry, L. (2014). Competition in regional passenger rail transport in germany (leipzig) and lessons to be drawn for france. *Research in Transportation Economics*, 48, 298-304. doi:10.1016/j.retrec.2014.09.056
447. Gutiérrez-Hita, C., & Ruiz-Rua, A. (2019). Competition in the railway passenger market: The challenge of liberalization. *Competition and Regulation in Network Industries*, 20(2), 164-183. doi:10.1177/1783591719858737
448. Jiang, W., Mao, B., Chen, T., Yang, L., & Yang, Y. (2010). Complexity analysis of railway passenger transport service network. Paper presented at the IET Conference Publications, , 2010(573 CP) 90-93. doi:10.1049/cp.2010.1108
449. Shi, F., Chen, Y., Qin, J., & Zhou, W. (2009). Comprehensive optimization of arrival-departure track utilization and inbound-outbound route assignment in railway passenger station. *Zhongguo Tiedao Kexue/China Railway Science*, 30(6), 108-113.
450. Xia, S., & Yang, H. (2011). Construction features & existing problems of high speed railway passenger stations in china doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.97-98.445
451. Zhang, Y. .-, Zhang, Y. .-, & Lei, D. .-. (2009). Decision support system of track application in railway passenger station under condition of CTC. Paper presented at the 2009 2nd International Conference on Intelligent Computing Technology and Automation, ICICTA 2009, , 3 542-545. doi:10.1109/ICICTA.2009.596
452. Xu, J., Wang, Y., & Li, J. (2019). Design and implementation of the key issues prompt system for railway passenger transport production. Paper presented at the ICTE 2019 - Proceedings of the 6th International Conference on Transportation Engineering, 973-980. doi:10.1061/9780784482742.112

453. Zeng, J., & He, J. Q. (2004). Design, analysis and test of high speed railway passenger car bogie with semi-active suspensions. Paper presented at the Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference, , 3 57-64. doi:10.1115/detc2004-57217
454. Dedík, M., Kendra, M., Čechovič, T., & Vojtek, M. (2019). Determining traffic potential as an important part of sustainable railway passenger transport. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, , 664(1) doi:10.1088/1757-899X/664/1/012030
455. Primachenko, G. (2015). Development of proposals for increasing the profitability of passenger rail transportation in ukraine. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(3), 33-39. doi:10.15587/1729-4061.2015.56580
456. Sun, J., Wang, Y., & Wang, S. (2010). Distributed hierarchical control for railway passenger-dedicated line intelligent transportation system based on multi-agent doi:10.1007/978-3-642-13498-2_33
457. Oh, Y., Byon, Y. -, Song, J. Y., Kwak, H. -, & Kang, S. (2020). Dwell time estimation using real-time train operation and smart card-based passenger data: A case study in seoul, south korea. Applied Sciences (Switzerland), 10(2) doi:10.3390/app10020476
458. Wang, C. (2014). Dynamic mechanism of effect factors for railway passenger volume doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.644-650.5848
459. Von Rozycki, C., Koeser, H., & Schwarz, H. (2003). Ecology profile of the german high-speed rail passenger transport system, ICE. International Journal of Life Cycle Assessment, 8(2), 83-91. doi:10.1007/bf02978431
460. Song, L., Wang, Y., & Li, X. (2018). Energy performance and environmental quality of typical railway passenger stations in northern china. Indoor and Built Environment, 27(3), 296-307. doi:10.1177/1420326X16672509
461. Yin, J., Tang, T., Yang, L., Gao, Z., & Ran, B. (2016). Energy-efficient metro train rescheduling with uncertain time-variant passenger demands: An approximate dynamic programming approach. Transportation Research Part B: Methodological, 91, 178-210. doi:10.1016/j.trb.2016.05.009

462. Feng, X., Wang, Q., Liu, Y., Xu, B., Liu, H., & Sun, Q. (2014). Ensuring a reasonable passenger capacity utilization rate of a train for its sustainably efficient transport. *Journal of Applied Research and Technology*, 12(2), 279-288. doi:10.1016/S1665-6423(14)72344-2
463. Kusakabe, T., Iryo, T., & Asakura, Y. (2010). Estimation method for railway passengers' train choice behavior with smart card transaction data. *Transportation*, 37(5), 731-749. doi:10.1007/s11116-010-9290-0
464. Asakura, Y., Iryo, T., Nakajima, Y., & Kusakabe, T. (2012). Estimation of behavioural change of railway passengers using smart card data. *Public Transport*, 4(1), 1-16. doi:10.1007/s12469-011-0050-0
465. Zhu, H., & Luo, X. (2011). Evaluation of comprehensive traffic hub of railway passenger station based on entropy weight and set pair analysis. Paper presented at the ICTE 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering, 931-936. doi:10.1061/41184(419)154
466. Lu, M., Ding, H., Luo, X., & Zhou, G. (2011). Evaluation of railway passenger station service level based on artificial fish-BP ANN. Paper presented at the ICTE 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering, 1045-1051. doi:10.1061/41184(419)173
467. Li, M. -, Ji, X. -, Zhang, J., & Ran, B. (2014). FA-BP neural network-based forecast for railway passenger volume doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.641-642.673
468. Dollevoet, T., & Huisman, D. (2014). Fast heuristics for delay management with passenger rerouting. *Public Transport*, 6(1-2), 67-84. doi:10.1007/s12469-013-0076-6
469. Guo, H., & Zhao, P. (2007). Forecast of railway passenger transportation on economy's influence. Paper presented at the International Conference on Transportation Engineering 2007, ICTE 2007, 3323-3328. doi:10.1061/40932(246)545

470. Lai, Z., Zhou, G., & Peng, L. (2009). Fuzzy comprehensive evaluation of railway passenger's satisfaction degree based on entropy weight. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering, ICTE 2009, 1607-1612. doi:10.1061/41039(345)266
471. Sun, D., Jia, Y., Yang, Y., Li, H., & Zhao, L. (2018). Fuzzy-bayesian-network-based safety risk analysis in railway passenger transport. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 46(3), 135-141. doi:10.3311/PPtr.11489
472. Myneni, M. B., & Dandamudi, R. (2020). Harvesting railway passenger opinions on multi themes by using social graph clustering. *Journal of Rail Transport Planning and Management*, 13 doi:10.1016/j.jrtpm.2019.100151
473. Huang, W. -, Shuai, B., & Li, M. -. (2018). Improved railway passenger comfort benefit quantitative calculation approach: Based on candidate time value set. Paper presented at the CICTP 2017: Transportation Reform and Change - Equity, Inclusiveness, Sharing, and Innovation - Proceedings of the 17th COTA International Conference of Transportation Professionals, , 2018-January 1622-1631. doi:10.1061/9780784480915.172
474. Xia, G., Jin, W., & Zhang, G. (2007). Improved support vector regression and its application to prediction of railway passenger traffic volume. *Xinan Jiaotong Daxue Xuebao/Journal of Southwest Jiaotong University*, 42(4), 494-498.
475. Sidorchuk, R., Lukina, A., Markin, I., Korobkov, S., Ivashkova, N., Mkhitaryan, S., & Skorobogatykh, I. (2020). Influence of passenger flow at the station entrances on passenger satisfaction amid covid-19. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 1-26. doi:10.3390/joitmc6040150
476. Ma, W., Li, L., He, S., Cheng, J., Huang, G., & Zhou, C. Q. (2012). Influencing factors on energy consumption of air conditioning system in railway passenger station based on orthogonal experiment. Paper presented at the Proceedings - 2012 International Conference on Intelligent Systems Design and Engineering Applications, ISDEA 2012, 841-847. doi:10.1109/ISdea.2012.703

477. Hong, X., Meng, L., D'Ariano, A., Veelenturf, L. P., Long, S., & Corman, F. (2021). Integrated optimization of capacitated train rescheduling and passenger reassignment under disruptions. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 125 doi:10.1016/j.trc.2021.103025
478. Kasu, B. B., & Chi, G. (2018). Intercity passenger rails: Facilitating the spatial spillover effects of population and employment growth in the united states, 2000-2010. *Journal of Urban Planning and Development*, 144(4) doi:10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000477
479. Zhang, Y., & Lei, D. (2013). Key technologies for development of track utilization decision support system in railway passenger stations doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.655-657.2375
480. Gao, X., Li, Y., & Gao, Q. (2010). Lateral bifurcation behavior of a four-axle railway passenger car. *Journal of Applied Mechanics, Transactions ASME*, 77(6) doi:10.1115/1.4001544
481. Çelebi, D., Bolat, B., & Bayraktar, D. (2009). Light rail passenger demand forecasting by artificial neural networks. Paper presented at the 2009 International Conference on Computers and Industrial Engineering, CIE 2009, 239-243. doi:10.1109/iccie.2009.5223851
482. Xiao, J., Liu, C., Mo, Y., & Xie, J. (2009). Lighting control and its power management in railway passenger station. Paper presented at the Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, APPEEC, doi:10.1109/APPEEC.2009.4918464
483. Zhang, T. -, Nie, L., & Gao, G. -. (2011). Location model of railway passenger station. *Jiaotong Yunshu Gongcheng Xuebao/Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 11(5), 83-87+92.
484. Cheng, G., Xu, W., & Rong, Y. (2014). Managing seasonable differences in passengers' traffic volume by lhasa railway station doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.505-506.592

485. Dömény, I., Dolinayová, A., & carný, Š. (2021). Methodology proposal of monitoring economic indicators in a railway passenger transport company using controlling tools. Paper presented at the Transportation Research Procedia, , 55 141-151. doi:10.1016/j.trpro.2021.06.015
486. Li, J., & Wang, L. (2011). Microscopic simulation on ticket office of large scale railway passenger station. Paper presented at the IET Conference Publications, , 2011(587 CP) 41-47. doi:10.1049/cp.2011.1374
487. Tsai, T. -, Lee, C. -, & Wei, C. -. (2009). Neural network based temporal feature models for short-term railway passenger demand forecasting. Expert Systems with Applications, 36(2 PART 2), 3728-3736. doi:10.1016/j.eswa.2008.02.071
488. Caputo, F., Lamanna, G., & Soprano, A. (2012). On the evaluation of the overloads coming from the use of seat-belts on a passenger railway seat. International Journal of Mechanics and Materials in Design, 8(4), 335-348. doi:10.1007/s10999-012-9199-1
489. Deng, P., & Chuansheng, Z. (2010). Optimization of basic train diagram data for railway passenger dedicated line network based on ant colony algorithms. Paper presented at the Proceedings of the World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA), 2366-2371. doi:10.1109/WCICA.2010.5554339
490. Liao, Y., Wang, T., & Yang, Y. (2011). Optimization of suspension parameters on ride quality of railway passenger vehicles. Paper presented at the 2011 International Conference on Electrical and Control Engineering, ICECE 2011 - Proceedings, 4001-4004. doi:10.1109/ICECENG.2011.6057600
491. Teng, J., Han, B., & Wong, W. (2008). Optimizing passenger train services: A model and a genetic algorithm solution. Paper presented at the Proceedings of the 7th International Conference of Chinese Transportation Professionals Congress 2007: Plan, Build, and Manage Transportation Infrastructures in China, 476-491. doi:10.1061/40952(317)47

492. Wang, Y., D'Ariano, A., Yin, J., Meng, L., Tang, T., & Ning, B. (2018). Passenger demand oriented train scheduling and rolling stock circulation planning for an urban rail transit line. *Transportation Research Part B: Methodological*, 118, 193-227. doi:10.1016/j.trb.2018.10.006
493. Peng, K., Bai, W., & Wu, L. (2020). Passenger flow forecast of railway station based on improved LSTM. Paper presented at the Proceedings - 2020 2nd International Conference on Advances in Computer Technology, Information Science and Communications, CTISC 2020, 166-170. doi:10.1109/CTISC49998.2020.00033
494. Gao, J., Xu, R., & Zou, X. (2011). Passenger flow simulation of large-scale railway passenger station. Paper presented at the ICTE 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering, 1354-1359. doi:10.1061/41184(419)224
495. Parbo, J., Nielsen, O. A., & Prato, C. G. (2016). Passenger perspectives in railway timetabling: A literature review. *Transport Reviews*, 36(4), 500-526. doi:10.1080/01441647.2015.1113574
496. Młynczak, J., Hejczyk, T., Wszolek, B., Gałuszka, A., Surma, D., Ogaza, R., & Burdzik, R. (2015). Passenger safety and information module in intelligent integrated traffic management system. Paper presented at the *Vibroengineering Procedia*, , 6 234-237.
497. Szymula, C., & Bešinović, N. (2020). Passenger-centered vulnerability assessment of railway networks. *Transportation Research Part B: Methodological*, 136, 30-61. doi:10.1016/j.trb.2020.03.008
498. Bai, X., Jin, Z., & Chiu, Y. -. (2021). Performance evaluation of china's railway passenger transportation sector. *Research in Transportation Economics*, 90 doi:10.1016/j.retrec.2020.100859
499. Bo, Y., Wan, Y., & Xinjun, M. (2008). Postal delivery system for railway passenger tickets in guangzhou. Paper presented at the Proceedings of the 27th Chinese Control Conference, CCC, 799-802. doi:10.1109/CHICC.2008.4605741

500. Li, H., & Xu, C. (2019). Prediction of high-speed railway passenger traffic volume based on integrated method. Paper presented at the ICTE 2019 - Proceedings of the 6th International Conference on Transportation Engineering, 643-650. doi:10.1061/9780784482742.072

501. Qi, F., Liu, X., & Ma, Y. (2009). Prediction of railway passenger traffic volume based on neural tree model. Paper presented at the 2009 2nd International Conference on Intelligent Computing Technology and Automation, ICICTA 2009, , 1 370-373. doi:10.1109/ICICTA.2009.97

502. Schwanitz, S., Wittkowski, M., Rolny, V., & Basner, M. (2013). Pressure variations on a train - where is the threshold to railway passenger discomfort? *Applied Ergonomics*, 44(2), 200-209. doi:10.1016/j.apergo.2012.07.003

503. Li, Y., Chen, D., & Zhang, Y. (2011). Principles and processes of dedicated passenger railways' train running scheme. Paper presented at the ICTE 2011 - Proceedings of the 3rd International Conference on Transportation Engineering, 1107-1112. doi:10.1061/41184(419)183

504. Makhatova, N., Bakirbekova, A., Dogalov, A., Khassenova, K., Shamisheva, N., & Zayed, N. M. (2021). Problems and prospects of railway passenger transport development in kazakhstan. *Academy of Strategic Management Journal*, 20(2), 1-5.

505. Yang, J., Liu, L., & Chen, G. (2021). QoS based deliver model of the packages transportation by the passenger train and solution algorithm. *Evolutionary Intelligence*, doi:10.1007/s12065-020-00543-0

506. Maruvada, D. P., & Bellamkonda, R. S. (2017). RAILQUAL: A multiple item scale for evaluating railway passenger service quality and satisfaction. *International Journal of Services and Operations Management*, 27(2), 145-166. doi:10.1504/IJSOM.2017.083761

507. Taylor, Z. (2006). Railway closures to passenger traffic in poland and their social consequences. *Journal of Transport Geography*, 14(2), 135-151. doi:10.1016/j.jtrangeo.2005.05.003

508. Hao, Z. (2014). Railway passenger customer segmentation method based on user preferences doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.850-851.1028
509. Zhu, R., & Zhou, H. (2020). Railway passenger flow forecast based on hybrid PVAR-NN model. Paper presented at the 2020 IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Engineering, ICITE 2020, 190-194. doi:10.1109/ICITE50838.2020.9231346
510. Liu, Y., Jia, J., & Li, K. (2021). Railway passenger inbound streamline design and programme evaluation for temporary waiting based on the linear weighted sum method. Paper presented at the Proceedings - 2021 2nd International Conference on Urban Engineering and Management Science, ICUEMS 2021, 140-145. doi:10.1109/ICUEMS52408.2021.00036
511. Chen, T., Zhou, Z. -, Zhang, J. -, & Ni, S. -. (2018). Railway passenger service mode on “Internet+” doi:10.1007/978-3-319-70730-3_9
512. Chen, Q., Li, C., & Guo, W. (2009). Railway passenger volume forecast based on IPSO-BP neural network. Paper presented at the Proceedings - 2009 International Conference on Information Technology and Computer Science, ITCS 2009, , 2 255-258. doi:10.1109/ITCS.2009.187
513. Li, W., & Feng, F. (2018). Railway passenger volume forecast based on web search terms and adversarial nets doi:10.1007/978-3-030-00009-7_2
514. Chen, Q., Guo, W., & Li, C. (2009). Railway passenger volume forecast by GA-SA-BP neural network. Paper presented at the 2009 International Workshop on Intelligent Systems and Applications, ISA 2009, doi:10.1109/IWISA.2009.5073021
515. Chen, X. (2009). Railway passenger volume forecasting based on support vector machine and genetic algorithm. Paper presented at the 2009 International Conference on Future Computer and Communication, FCC 2009, 282-284. doi:10.1109/FCC.2009.81
516. Jiang, Y. N., & Zhao, Y. (2014). Research on hainan east ring railway passenger market segmentation based on customer loyalty doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.505-506.794

517. Zhang, B., Guo, W., & Wang, Y. (2011). Research on harmony of interior system of railway passenger cars doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.44-47.1554

518. Yang, G., Shu, H., & Zhou, Y. (2016). Research on intracity OD patterns of rail and bus passengers in a second-tier city: A case study of suzhou, china. International Conference on Geoinformatics, 2016-September doi:10.1109/GEOINFORMATICS.2016.7578964

519. Xu, L. -, He, D., & Zhao, Y. -. (2008). Research on model of traffic mode choices in urban railway passenger hub based on combined RP/SP data. Paper presented at the 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2008, doi:10.1109/WiCom.2008.2904

520. Jiang, L. C., & Chen, J. T. (2014). Research on safety evacuation of large-scale railway passenger transport hub doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.1030-1032.2095

521. Zhang, B., & Wang, Y. (2009). Research on the characters of interior system of railway passenger car. Paper presented at the ISCID 2009 - 2009 International Symposium on Computational Intelligence and Design, , 1 253-255. doi:10.1109/ISCID.2009.70

522. Zhang, B. C., Guo, W. M., & Wang, Y. Q. (2011). Research on the semantics encoding of interior system of railway passenger car doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.52-54.144

523. Jiang, P., Wang, D., & Xing, Y. (2015). Risk analysis of general accidents in china railway passenger transportation. Paper presented at the Proceedings - 2015 7th International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2015, 950-953. doi:10.1109/ICMTMA.2015.232

524. Milenković, M., Švadlenka, L., Melichar, V., Bojović, N., & Avramović, Z. (2018). SARIMA modelling approach for railway passenger flow forecasting. Transport, 33(5), 1113-1120. doi:10.3846/16484142.2016.1139623

525. Adachi, E., Ohshima, S., & Higashi, M. (1990). Satisfactory design of railway passenger cars using sensitivity analysis and empirical knowledge. *Transactions of the Japan Society of Mechanical Engineers Series C*, 56(528), 2158-2163. doi:10.1299/kikaic.56.2158
526. Yu, Z., Wu, H., Wu, M., & Chen, G. (2012). Speech corpus script design for TTS system applied on railway passenger service information broadcasting. Paper presented at the Proceedings of the 2012 International Conference on Speech Database and Assessments, Oriental COCODA 2012, 97-100. doi:10.1109/ICSODA.2012.6422455
527. Yi, C., & Lin, J. (2011). Study on car body vibration transmissibility analysis approach for railway passenger carriage. Paper presented at the 2011 2nd International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering, MACE 2011 - Proceedings, 5281-5284. doi:10.1109/MACE.2011.5988183
528. Deng, J., Geng, W., Liu, G., Kang, F., & Song, J. (2019). Study on natural smoke exhaust characteristics of railway passenger station under the influence of environmental wind. Paper presented at the 2019 9th International Conference on Fire Science and Fire Protection Engineering, ICFSFPE 2019, doi:10.1109/ICFSFPE48751.2019.9055877
529. Pan, D., & Zheng, Y. (2010). Study on technology of reusing the seats and its selling strategy in railway passenger transportation. Paper presented at the 2010 Chinese Control and Decision Conference, CCDC 2010, 3359-3364. doi:10.1109/CCDC.2010.5498575
530. Huang, L., Lv, Y., & Ren, Y. (2013). Study on the assembling regularity of passengers at large-scale railway station doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.253-255.1231
531. Chen, D., Ni, S., Li, C., & Liu, B. (2009). Study on the optimization model of utilization scheme of railway passenger station tracks based on an improved ACO algorithm. Paper presented at the 2009 2nd International Conference on Intelligent Computing Technology and Automation, ICICTA 2009, , 1 415-418. doi:10.1109/ICICTA.2009.108

532. Wang, S., He, N., & Lv, X. (2011). System model of railway passenger transport customer relationship management based on SOA. Paper presented at the Proceedings - 2011 International Conference of Information Technology, Computer Engineering and Management Sciences, ICM 2011, , 4 191-193. doi:10.1109/ICM.2011.142

533. Feng, Y. S., Jing, D., Wei, S., Liang, K., & Shi, X. Y. (2013). The compilation and study of design case for railway passenger car doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.779-780.506

534. Chocholáč, J., Trpišovský, M., & Kudláčková, N. (2018). The evaluation of the service quality performed by the rail passenger transport carriers on the prague – ostrava region route: Primary marketing research. Paper presented at the Transport Means - Proceedings of the International Conference, , 2018-October 246-251.

535. Woodburn, A. (2017). The impacts on freight train operational performance of new rail infrastructure to segregate passenger and freight traffic. *Journal of Transport Geography*, 58, 176-185. doi:10.1016/j.jtrangeo.2016.12.006

536. Yao, J., Liao, H., & Qin, G. (2010). The influence of urban traffic reliability to railway passenger station maximum assembling passengers. Paper presented at the 2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, ICICTA 2010, , 3 844-847. doi:10.1109/ICICTA.2010.750

537. Zhang, C., Shi, T., Yang, J., & Lv, X. (2019). The intelligent brain of the passenger station for china railway high-speed (CRH). Paper presented at the Chinese Control Conference, CCC, , 2019-July 3733-3737. doi:10.23919/ChiCC.2019.8866259

538. Wang, Y., Zheng, D., Luo, S., Zhan, D., & Nie, P. (2013). The research of railway passenger flow prediction model based on BP neural network doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.605-607.2366

539. Bukova, B., Brumerickova, E., Kondek, P., & Groma, P. (2017). The usage of cognitive maps in the comparison of marketing mix of railway passenger transport. Paper presented at the *Procedia Engineering*, , 187 498-503. doi:10.1016/j.proeng.2017.04.406
540. Jurkowski, W., & Smolarski, M. (2021). The influence of transport offer on passenger traffic in the railway transport system in a post-socialist country: Case study of poland. *Bulletin of Geography.Socio-Economic Series*, 53(53), 33-42. doi:10.2478/bog-2021-0021
541. Lewen, B., Chengyuan, M., Jun, Q., Shengde, Y., & Qin, W. (2020). Traffic connection simulation evaluation of high speed railway passenger hub based on VISSIM. Paper presented at the 2020 IEEE 5th International Conference on Intelligent Transportation Engineering, *ICITE 2020*, 427-433. doi:10.1109/ICITE50838.2020.9231359
542. Huang, J., & Peng, Q. (2007). Train stopping plan of dedicated passenger traffic line. Paper presented at the International Conference on Transportation Engineering 2007, *ICTE 2007*, 723-728. doi:10.1061/40932(246)119
543. Xu, X., Li, C. .-, & Xu, Z. (2021). Train timetabling with stop-skipping, passenger flow, and platform choice considerations. *Transportation Research Part B: Methodological*, 150, 52-74. doi:10.1016/j.trb.2021.06.001
544. Zhao, W., & Yang, F. (2009). Users based land-use pattern on railway passenger station area. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering, *ICTE 2009*, 4116-4121. doi:10.1061/41039(345)678
545. Averinskaya, S. A. (2009). Victimological characteristics of theft victims on railway passenger transport. *Criminology Journal of Baikal National University of Economics and Law*, (3), 11-16.
546. Borodin, A., & Prokofieva, E. (2017). Methods of substantiation of specialization of railway lines. *Transport Problems*, 12(SpecialEdition), 35-44. doi:10.20858/tp.2017.12.se.3