

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

КОЧИНА АНАСТАСІЯ АНАТОЛІВНА



УДК 656.072

**ФОРМУВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ У ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ
НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ**

Спеціальність 05.22.01 – транспортні системи

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2020

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Горбачов Петро Федорович,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри транспортних систем і логістики.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Мороз Микола Миколайович,
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, завідувач кафедри транспортних технологій;

кандидат технічних наук, доцент
Криstopчук Михайло Євгенович,
Національний університет водного господарства та природокористування, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу.

Захист відбудеться «15» **жовтня** 2020 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.059.02 при Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Автореферат розісланий

«11» вересня 2020 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



О.П. Смирнов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. По мірі розвитку соціально-економічної сфери, транспортної інфраструктури і системи розселення збільшуються взаємовплив та взаємозв'язок міста з його оточенням, зростає дальність трудових і культурно-побутових поїздок, виробничих та інших зв'язків. В сучасних умовах місто та його оточення доцільно розглядати як багатофункціональну соціально-економічну систему, яка складається з адміністративних районів, прилеглих до центральної ділової та культурної частини поселення. Кількість пересувань мешканців приміської зони до міста залежить від багатьох факторів, основними з яких є характер системи розселення населення і розташування місць праці в зоні впливу міста-центру і його оточення; рівень розвитку транспортної інфраструктури взаємопов'язаної з системою розселення та багато інших факторів. В свою чергу основною характеристикою пересувань є попит на послуги транспорту загального користування, який є основним постачальником транспортних послуг в Україні.

Закономірності формування пересувань також є результатом реалізації потреб населення в умовах заданої транспортної пропозиції та проявляються в розподілі дальності пересувань мешканців приміської зони. Враховуючи особливості формування пересувань та фактори, які впливають на їх кількість в приміському сполученні, актуальною є розробка моделі потреб населення у пересуваннях, що враховує існуючі закономірності пересувань та адекватно описує їх. При визначенні потреб в пересуванні необхідно враховувати, що місто, як основний пункт тяжіння, суттєво впливає на кількість пересувань для мешканців приміської зони та приділити особисту увагу закономірностям розселення населення відносно міста.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано відповідно до «Транспортної стратегії України на період до 2030 року», затвердженої рішенням № 2174-р Кабінету Міністрів України від 20.10.2010 р. Запропоновані в роботі методики були використані під час виконання наступних науково-дослідницьких робіт (НДР): «Розробка обласної Програми удосконалення та розвитку транспортного обслуговування населення на 2002-2004 роки» (№ 59-06-02). «Розрахунок коефіцієнту співвідношення кількості безоплатних та платних пасажирів на тролейбусних та автобусних маршрутах міста Суми» (№ 77-02-15), НДР «Підвищення ефективності приміських пасажирських перевезень» (реєстраційний номер 0116U007628), НДР «Дослідження закономірностей розподілу відстані між зупиночними пунктами на території областей на основі просторових характеристик інфраструктури громадського транспорту» (реєстраційний номер 0119U103251).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення методики визначення попиту на пересування автомобільним транспортом загального користування у приміському сполученні на основі встановлених закономірностей формування пасажиропотоків. Для її досягнення необхідно вирішити наступні задачі:

– провести аналіз факторів які впливають на величину пасажиропотоків і

методів моделювання попиту у приміському сполученні;

- визначити закономірності впливу населених пунктів на величину інтенсивності транспортних потоків у приміському сполученні;

- виявити закономірності розташування зупиночних пунктів автомобільного транспорту загального користування та відстаней пересувань у приміському сполученні;

- провести експериментальні дослідження просторових характеристик інфраструктури автомобільного транспорту загального користування в приміському сполученні та попиту на його послуги;

- розробити методику моделювання попиту на пересування в приміському сполученні на основі визначених закономірностей;

- оцінити результат практичного застосування розробленої методики.

Об'єкт дослідження – процес формування пасажиропотоків на автомобільному транспорті загального користування у приміському сполученні.

Предмет дослідження – закономірності формування пасажиропотоків у приміському сполученні.

Методи дослідження. При оцінці впливу міста на інтенсивність руху (ІР) транспортних потоків (ТП) були застосовані гіпотетичний, індуктивний методи та регресійний аналіз. При визначенні теоретичних основ розподілу пересувань в приміському сполученні були використані аналіз, синтез та аналогія. Закономірності просторових характеристик транспортної мережі (ТМ) громадського транспорту (ГТ) та попиту на його послуги були встановлені з використанням методів теорії ймовірностей та математичної статистики. Для дослідження розподілу кількості пересувань населення за дальністю та кількістю мешканців населених пунктів, які здійснюють пересування в приміському сполученні був використаний експериментальний метод із застосуванням спостережень та вимірювань. Розрахунок матриці кореспонденцій у рамках розробленої методики було здійснено з використанням імітаційного моделювання. Оцінка точності розрахованої матриці кореспонденцій визначено на основі аналітичного моделювання у програмному середовищі PTV Vision[®] VISUM.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що *вперше*:

- встановлено загальний характер розподілу пересувань для мешканців міста та приміської зони, на основі просторового розташування зупиночних пунктів (ЗП) громадського транспорту що, на відміну від відомих підходів, дозволило теоретично обґрунтувати розподіл відстаней пересувань пасажирів у приміському сполученні.

Удосконалено інтервальну концепцію моделювання потреб населення у пересуваннях у приміському сполученні за рахунок безпосереднього використання розподілу відстані пересування в приміському сполученні при формуванні матриці пасажирських кореспонденцій (МПК).

Подальший розвиток отримали моделі прогнозування інтенсивності руху громадського транспорту, за рахунок врахування впливу міста на величину пасажиропотоків у приміському сполученні.

Практичне значення отриманих результатів полягає у розробці методики визначення попиту на пересування пасажирів у приміському сполученні, яка може бути використана при оцінці змін в транспортній системі міста та його оточення за допомогою транспортної моделі. Розроблена методика формування МПК може бути застосована для агломерацій з різною чисельністю населення та створює інформаційну основу вирішення завдань удосконалення організації пасажирських перевезень у приміському сполученні.

Отримані результати були використані:

- у ХНАДУ при організації навчального процесу студентів факультету транспортних систем зі спеціальності 275 «Транспортні технології» (на автомобільному транспорті) з дисципліни «Моделювання транспортних систем»;

- при удосконаленні функціонування автотранспортних підприємств, які обслуговують ринок приміських автобусних перевезень у Харківській області;

Практична значимість результатів досліджень підтверджується актами впровадження розроблених пропозицій.

Особистий внесок здобувача. Усі положення та результати дисертаційної роботи отримані автором особисто і наведені в роботах [1-14]. У наукових роботах, які опубліковані у співавторстві, особистий вклад здобувача полягає в наступному: проаналізовано сучасні підходи до моделювання транспортного попиту у приміському сполученні [3, 7, 8, 9, 10, 12]; встановлено, що на величину ІР ТП в приміському сполученні значно впливає місто, а саме відстань до нього і чисельність його населення [1, 2, 11, 14]; отримано закономірності просторового розташування ЗП на території міст та території навколо міст України [3, 5, 13]; теоретично та експериментально обґрунтовано використання закономірностей просторового розташування ЗП на території міста та навколо нього для визначення закономірностей у відстанях між ЗП та центром міста [4]; теоретично та експериментально обґрунтовано доцільність опису відстані поїздки у приміському сполученні за допомогою показникового закону розподілу з зсувом [6], який є продовженням закономірностей у відстанях поїздок на території міста; запропоновано методику розрахунку МПК на основі закономірностей розподілу відстані пересування в приміському сполученні [6].

Апробація результатів дисертації. Матеріали та результати дисертаційної роботи доповідались, обговорювались і були схвалені на:

- 80 – 83-й науково-технічних конференціях та науково-методичних семінарах ХНАДУ (м. Харків, 2016 – 2019 рр.);

- міжнародній науково-практичній конференції «Современные проблемы анализа динамических систем. Приложения в технике и технологиях» (ВГЛТА, м. Воронеж, 2014 р.)

- 10 – 11-х всеукраїнських науково-практичних конференціях студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання» (КНТУ, м. Кіровоград, 2016 – 2017 рр.);

- 7-й міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми розвитку транспорту і логістики» (СНУ ім. В. Даля, м. Сєвєродонецьк, 2017 р.);

- 1-й міжнародній науково-практичній конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (НУБіП, м. Київ, 2018 р.);
- 14-й всеукраїнської наукової on-line конференції студентів, магістрів та аспірантів «Сучасні проблеми екології» (ЖДТУ, м. Житомир, 2018 р.);
- 5-й міжнародній науково-технічній конференції «Науково-прикладні аспекти автомобільної і транспортно-дорожньої галузей» (Луцький НТУ, м. Луцьк, 2018 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, з яких 6 статей у фахових виданнях України, що входять до міжнародних наукометричних баз, 7 тез у збірниках матеріалів конференцій, отримано 1 авторське свідоцтво.

Структура й обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 227 сторінок, з яких основний текст займає 123 сторінки і 1 сторінка, площа якої повністю зайнята таблицею. Робота ілюстрована 36 рисунками, наведено 16 таблиць. Список використаних джерел становить 156 найменувань на 14 сторінках. Додатків 9 на 69 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, визначено мету й основні завдання дослідження. Сформульовано наукову новизну і методи дослідження, розкрито практичне значення отриманих результатів і напрямки їх подальшого впровадження.

Перший розділ дисертації присвячений аналізу факторів, які впливають на величину пасажиропотоку в приміському сполученні, та існуючих підходів до визначення потреб у пересуваннях на території, що оточує місто, вивченню сучасних моделей розрахунку МПК.

Інформаційною основою дисертаційного дослідження є роботи таких вчених, як Брайловський М.О., Вдовиченко В.О., Гольц Г.А., Горбачов П.Ф., Грановський Б.І., Гудков В.А., Єфремов І.С., Заблоцький Г.А., Кобозев В.М., Кристопчук М.Є., Ліберман С.Ю., Лівшиц В.В., Лопатін А.П., Правдін Н.В., Самойлов Д.С., Сафронов В.А., Свічинський С.В., Спірін І.В., Шелейховський Г.В., Штанов В.Ф., Юдін В.А., Юшкявичюс П.В., Lohse D., Wilson A.G. та ін.

Одним із найбільш значних факторів, який характеризує можливості реалізації потреб більшої частини населення в перевезеннях, є рівень розвитку інфраструктури ГТ. В той же час вплив характеристик розташування об'єктів транспортної пропозиції ГТ на розподіл попиту на території, що оточує місто, є практично не вивченим при тому, що формування транспортної системи міських агломерацій базується на визначенні потреб у транспортних пересуваннях.

Аналіз існуючих підходів до визначення попиту в приміському сполученні базується на дослідженні процесів розселення та просторової самоорганізації населення, щільності транспортних зв'язків, місць зародження і закінчення пересу-

вання, але при цьому зазвичай не враховується і не здійснюється оцінка впливу міста як основного пункту тяжіння, який може суттєво впливати на кількість пересувань для мешканців приміської зони. Територію впливу доцільно не обмежувати зоною дії приміського сполучення, враховуючи, що в сучасних умовах місто та його оточення можливо розглядати як багатофункціональну соціально-економічну систему, яка складається з міської території та адміністративних районів, прилеглих до центральної ділової та культурної частини агломерацій.

Серед існуючих методів розрахунку МПК випадковий характер розподілу пересувань враховує інтервальна концепція. Її основною рисою є застосування декількох варіантів МПК для оцінки сценаріїв розвитку транспортних систем. Використання даної концепції також створює можливості для визначення зон впливу міста, які використовуються в ряді підходів при визначенні закономірностей просторового розподілу переміщень, як залежність їх інтенсивності від дальності переміщення для приміського сполучення.

У другому розділі дисертаційної роботи сформовані теоретичні основи визначення впливу характеристик населених пунктів на ІР ТП у приміському сполученні, виникнення закономірностей у характеристиках ТМ ГТ на основі просторового розташування інфраструктури ГТ та надано теоретичне обґрунтування можливості використання закономірностей розподілу відстані поїздок у приміському сполученні, які є продовженням закономірностей на території міста, при розрахунку МПК. Припущення про загальний характер закономірностей розподілу пересувань для мешканців міста та приміської зони є основною гіпотезою дослідження. При її підтвердженні закономірності в пересуваннях мешканців приміської зони мають визначатися, спираючись на міські закономірності.

Оцінити вплив міста на кількість пересувань у приміському сполученні можливо при визначенні закономірностей ІР в залежності від факторів, які характеризують населені пункти, що складають агломерацію. Одним з основних факторів, який впливає на величину ІР як вантажного, так і пасажирського транспорту, є відстань до центру агломерації L . Цю відстань можливо визначати між шуканою точкою в транспортній мережі та основною точкою тяжіння ТП в адміністративному або історичному центрі міста. Для дослідження кореляційного зв'язку між фактичною ІР на транспортній мережі та відстанню L доцільно здійснити логарифмічне перетворення з використанням відстані L як основи:

$$N' = \text{Log}_L N, \quad (1)$$

де N' – перетворена добова ІР транспортних засобів (ТЗ) на ділянці автомобільної дороги (АД) загального користування в залежності від L , км; N – фактичне значення ІР ТЗ, авт./доб.

Оскільки основним показником, який характеризує центр агломерації, є чисельність населення P , осіб, її необхідно враховувати при вивченні закономірностей зміни ІР в околицях великих міст. Тому шукана залежність перетвореної ІР N' (1) має наступний загальний вигляд:

$$N' = f\left(\frac{1}{L}, P\right), \quad (2)$$

Підтвердження впливу міста на ІР ГТ за допомогою (2) доцільно розглядати як попереднє підтвердження гіпотези про спільний характер закономірностей у розподілі поїздок у міському та приміському сполученні, яке надає можливості поглибленого вивчення цих закономірностей.

При визначенні особливостей формування пасажиропотоків ГТ у приміському сполученні як центри тяжіння ГТ слід розглядати ЗП на території міста та його оточення, що створює можливість для кількісної характеристики просторового розподілу переміщень у приміському сполученні. На першому кроці необхідно визначити взаємозв'язок між розміщенням ЗП на території міста та навколо нього:

$$L_j = f(X'_j; Y'_j), X'_j = f(X_j; X_{\text{ц}}), Y'_j = f(Y_j; Y_{\text{ц}}), \quad (3)$$

де L_j – відстань за повітряною лінією між j -м ЗП і центром міста, км; X_j, Y_j – горизонтальні координати j -го ЗП; $X_{\text{ц}}, Y_{\text{ц}}$ – горизонтальні координати "центрального" ЗП на території міста; X'_j, Y'_j – відхилення горизонтальних координат j -го ЗП від горизонтальних координат "центрального" ЗП на території міста.

На другому кроці необхідно визначити кількісні характеристики просторового розподілу переміщень на основі визначення закономірностей у відстанях пересування на території, що оточує місто, враховуючи їх спільність із закономірностями на території міста.

Закономірності просторового розподілу інфраструктури ГТ у приміському сполученні згідно з (3), якщо вони є продовженням міських закономірностей, повинні мати нормальний розподіл координат ЗП ($X; Y$) які розташовані на території міста та навколо нього, відносно центру міста. В цьому випадку можливо припустити, що щільність розподілу ймовірностей розташування ЗП на радіальному перегоні має круговий нормальний розподіл

$$f(X, Y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{X^2 + Y^2}{2\sigma^2}}, \quad (4)$$

де σ – параметр кругового нормального розподілу.

При розгляді ЗП, які знаходяться на одному радіусі на відстані $0 < R < z$ від центру в точці O , ймовірність попадання ЗП, який розташований на території області A (рис. 1) з координатами ($X; Y$) в кільце, яке створюється цими ЗП і центром O , тобто попадання A на територію поза межами міста дорівнює:

$$P\{R \leq a \leq z\} = \iint_{R^2 \leq X^2 + Y^2 \leq z^2} \frac{1}{2\pi \cdot \sigma^2} \cdot e^{-\frac{X^2 + Y^2}{2\sigma^2}} dXdY, \quad (5)$$

де, R – мінімальна відстань на території області; z – максимальна відстань на території області; a – відстань від центру до A .

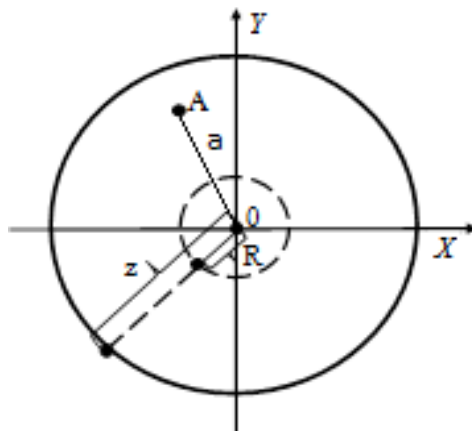


Рисунок 1 – Схема розташування ЗП при круговому нормальному розподілу

Якщо перейти в цьому подвійному інтегралі до полярних координат $(r; \varphi)$ та задати область інтегрування $D = \{(X, Y) : R^2 \leq X^2 + Y^2 \leq z^2\}$ в новій системі координат за допомогою нерівностей $D = \{(r, \varphi) : 0 \leq \varphi < 2\pi, R \leq r \leq z\}$ шукана імовірність зводиться до подвійного інтеграла в новій системі координат

$$P\{R \leq OA \leq z\} = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_R^z \frac{r \cdot e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}}{2\pi \cdot \sigma^2} dr = e^{-\frac{R^2}{2\sigma^2}} - e^{-\frac{z^2}{2\sigma^2}}. \quad (6)$$

Щільність розподілу розташування ЗП на радіусі OA за умови, що вони знаходяться на відстані більш ніж R від центру, знаходиться шляхом диференціювання по z ймовірності (6):

$$q(z) = C \cdot \frac{d}{dz} P\{R \leq OA \leq z\} = C \cdot \frac{z}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{z^2}{2\sigma^2}\right), \quad (7)$$

де C – константа, яка визначається з умови нормування $\int_R^{+\infty} q(z) dz = 1$, тобто:

$$C = \left(\int_R^{+\infty} \frac{z}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{z^2}{2\sigma^2}\right) dz \right)^{-1} = \left((-e^{-t}) \Big|_R^{+\infty} \right)^{-1} = \left(e^{-\frac{R^2}{2\sigma^2}} \right)^{-1}, \quad (8)$$

Звідси щільність розподілу відстані між ЗП, які розташовані на території навколо міста і центром O дорівнює:

$$q(z) = \begin{cases} 0, & z < R \\ \frac{z}{\sigma^2} \exp\left\{-\frac{z^2 - R^2}{2\sigma^2}\right\}, & z \geq R \end{cases} \quad (9)$$

Тобто, якщо $z^2 = \sigma^2$ ($z = \sigma$) при $R > \sigma$, та максимум ймовірності досягається при $z = R$, на підставі (9) цей розподіл є нормованим подовженням розподілу Релея. Імовірність того, що $\{a > z | a \geq R\}$ для випадку коли ЗП розташовані навколо обласного центру на території приміської зони, має визначатись як умовна імовірність

$$\begin{aligned} P\{a > z | a \geq R\} &= 1 - P\{a \leq z | a \geq R\} = \\ &= 1 - \frac{P\{R \leq a \leq z\}}{P\{a \geq R\}} = 1 - \frac{\exp\left(-\frac{R^2}{2\sigma^2}\right) - \exp\left(-\frac{z^2}{2\sigma^2}\right)}{\exp\left(-\frac{R^2}{2\sigma^2}\right)} = \\ &= \exp\left\{-\frac{z^2 - R^2}{2\sigma^2}\right\}. \end{aligned} \quad (10)$$

та при $z \geq R$ визначаємо відповідну ймовірність:

$$P\{Z > z | Z \geq R\} = e^{-\frac{z^2 - R^2}{2\sigma^2}}. \quad (11)$$

Таким чином, можливо стверджувати, що розподіл відстані по повітряній лінії між ЗП, які знаходяться на території міста та навколо нього, та центром міста має розподіл Релея. Це дає змогу припустити, що випадкова величина відстані пересування l_p має гама-розподіл з параметрами (n, λ) для пересувань як на території міста, так і в приміському сполученні. Розподіл самої величини відстані пересувань у приміському сполученні (за межами міста) l_p^{np} може бути іншим.

Можливо припустити, що l_p – незалежна величина, поява котрої визначається пересуванням між кінцевими ЗП. Тоді появу пересування на території міста на відстань l_p^m можливо віднести до найпростішого потоку з параметром λ . Пересування на відстань за межі міста l_p^{np} , тобто на відстань пересування в приміському сполученні, можливо розглядати як частину величини l_p , яка, відповідно, буде визначати збільшення відстані пересування на території міста l_p^m на величину l_p^{np} при умові, що $l_p^m > 0, l_p^{np} > 0$ визначається як

$$\begin{aligned}
P\{l_p > l_p^M + l_p^{np}\} &= e^{-\lambda(l_p^M + l_p^{np})} + \lambda(l_p^M + l_p^{np})e^{-\lambda(l_p^M + l_p^{np})} + \\
&+ \frac{(\lambda(l_p^M + l_p^{np}))^2}{2!} e^{-\lambda(l_p^M + l_p^{np})} + \dots + \frac{(\lambda(l_p^M + l_p^{np}))^{n-1}}{(n-1)!} e^{-\lambda(l_p^M + l_p^{np})} = . \\
&= e^{-\lambda(l_p^M + l_p^{np})} \cdot P_{n-1}(\lambda(l_p^M + l_p^{np}))
\end{aligned} \tag{12}$$

Умовна ймовірність здійснення пересування на відстань, яка долається в приміському сполученні за межами міста в цьому випадку визначається як

$$P\{L_{p1}^{np} > l_p^M + l_p^{np} | L_{p1}^{np} > l_p^M\} = \frac{P\{L_{p1}^{np} > l_p^M + l_p^{np}\}}{P\{L_{p1}^{np} > l_p^M\}} = \frac{e^{-\lambda(l_p^M + l_p^{np})}}{e^{-\lambda l_p^M}} = e^{-\lambda l_p^{np}}. \tag{13}$$

Тобто, якщо розглядати розподіл відстані переміщення за межами міста як частину розподілу відстані поїздок як по території міста так і за її межами, вона буде мати показниковий розподіл. Так як поїздки в приміському сполученні частково здійснюються по території міста, при визначені величини l_p^{np} треба враховувати тільки відстань за його межами. Згідно з гіпотезою дослідження було встановлено, що її розподіл повинен бути показниковим з параметром зсуву:

$$F(l'_p) = 1 - e^{-\lambda l'_p}, \quad l'_p = L_p^{np} - l_{\min} \geq 0 \tag{14}$$

де λ – параметр показникового розподілу; L_p^{np} – відстань поїдки в приміському сполученні між кінцевими ЗП, км; l_{\min} – мінімальна частина відстань поїдки у приміському сполученні, яка долається на території міста, км; l'_p – частина відстань поїдки у приміському сполученні, яка долається за межами міста, км.

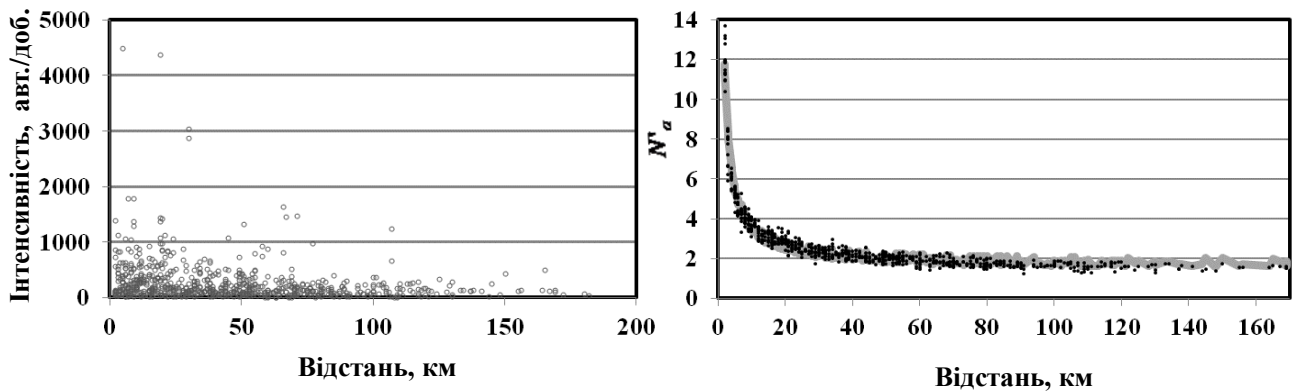
Визначення закономірностей розподілу величини l'_p створює основу для моделювання потреб у поїздках громадським транспортом у приміському сполученні з їх врахуванням. Приймаючи до уваги, що значення в клітинках МПК являють собою частоту здійснення пересувань на певну відстань, та користуючись поняттями статистичної ймовірності деякої події, ймовірності повної групи подій та гіпотетично показниковим розподілом відстані $l'_{p_{ij}}$, можливо розрахувати ймовірність здійснення пересування на певну відстань, яка належить інтервалу Δ розподілу відстаней між об'єктами тяжіння. Тоді на основі інтервальної концепції визначення потреб у пересуваннях можливо визначити такі стани МПК, які забезпечують фактичний розподіл $l'_{p_{ij}}$. Це дозволяє врахувати ймовірнісний характер транспортних зв'язків та позбавитись недоліків точкової оцінки МПК.

У **третьому розділі** проведені експериментальні дослідження впливу населених пунктів на ІР у приміському сполученні, закономірностей розташування ЗП

на території міста та навколо нього та закономірностей в відстанях пересувань навколо обласного центру, який є центром міської агломерації.

Джерелом даних для проведення експериментальних досліджень оцінки впливу міст на ІР у приміському сполученні стали результати натурних спостережень, які були надані Держаним агентством автомобільних доріг України. Склад ТП був поділений на три узагальнені категорії автотранспортних засобів: легкові автомобілі, вантажівки та автобуси. При цьому розглядались ділянки на мережі міжнародних, національних та регіональних доріг загального користування поблизу населених пунктів районного та обласного значення з чисельністю населення більш 7 тис. чол. Зона впливу населеного пункту не обмежувалась зоною дії приміського сполучення, так як до уваги брались різні види сполучень та категорії ТЗ.

На підставі залежності (1) було виконано перетворення ІР для різних категорій транспорту, що привело до яскраво вираженої гіперболічної залежності між даними величинами, рис. 2.



Умовні позначення: ○ – ІР ТП в залежності від відстані;
 ● – перетворення ІР ТП в залежності від відстані;
 ■ – перетворення ІР ТП по моделі.

Рисунок 2 – Залежність величини ІР ГТ від відстані до міста

Згідно запропонованої залежності (2) були отримані регресійні моделі перетвореної ІР ТП для різних категорій ТЗ, а саме для ІР ГТ

$$N'_a = 0,829 + 12,59 \cdot \frac{1}{L} + 0,023 \cdot P^{0,367}, \quad (15)$$

де N'_a – перетворення ІР громадського транспорту в залежності від відстані до міста.

Статистичні характеристики моделей є дуже високими, що підтверджує вплив відстані від ділянки магістралі до центру міста та чисельності населення на ІР транспорту загального користування. За допомогою отриманих моделей були визначені частки відповідних категорій ТЗ на конкретних ділянках автомобіль-

них доріг загального користування. За результатами розрахунків загальний розподіл складу ТП виявився таким, що відповідає фактичним значенням складу ІР ТП. Коефіцієнт кореляції для моделі (15) перевищує 90 %, що свідчить про можливість її використання для прогнозування інтенсивності ТП у приміському сполученні для різних категорій ТЗ.

Для перевірки відповідності закономірностей у характеристиках ТМ ГТ на основі просторового розподілу вектору $(X;Y)$ ЗП спочатку були визначенні координати кожного ЗП на території міста та його оточення. Просторове розміщення ЗП на території міста та його оточення було визначено в прямокутній системи координат на прикладі м. Харків, м. Львів, м. Рівно та м. Ужгород та їх оточення. Приклад розсіювання ЗП для міста Харкова та Харківської області наведений на рис. 3.

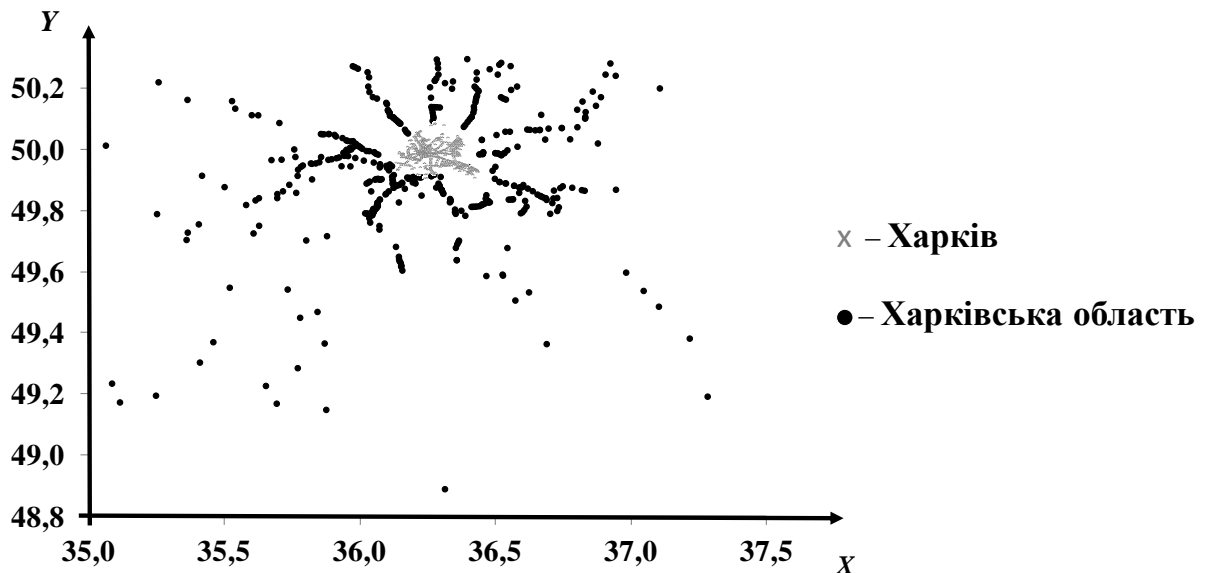


Рисунок 3 – Розсіювання ЗП на території м. Харкова та Харківської області

Визначення закономірностей просторового розміщення ЗП для звичайних умов розташування та місцевості проводилось для кожної координати окремо після центрування та при різних кутах повороту системи координат. Відповідність нормального розподілу була перевірена для всіх зазначених міст зі ствердним результатом, крім координати Y для м. Ужгород, що цілком пояснюється відсутністю ЗП в напрямку державного кордону. Отриманий результат свідчить на користь висунутої гіпотези та надає змогу перейти до перевірки придатності розподілу Релея для опису відстаней за повітряною лінією від центру міста до ЗП на території міста та його оточення. Ці відстані були отримані на основі просторового розташування ЗП згідно із залежністю

$$L_j = \sqrt{(X_j - X_{\text{ц}})^2 + (Y_j - Y_{\text{ц}})^2}, \quad (16)$$

де L_j – відстань від «центрального» ЗП до j -го, км; $X_j, X_{\text{ц}}$ – абсциси j -го

ЗП, до якого вимірюється відстань, та «центрального» (від якого вимірюється відстань) відповідно; $Y_j, Y_{\text{ц}}$ – ординати j -го ЗП, до якого вимірюється відстань, та «центрального» (від якого вимірюється відстань) відповідно.

Перевірка відповідності розподілу відстаней між ЗП і центром міста згідно (16) та розподілом Релея була здійснена з використанням критерію згоди Колмогорова-Смирнова. Використання даного критерію обумовлено тим, що за допомогою його можливо визначити максимальне відхилення між накопиченими частотами емпіричного і теоретичного розподілу (рис. 4), що дозволить отримати більш точний результат. Також він не потребує угруповання даних (з неминучою втратою інформації) і дає можливість розглядати всі окремі значення, які спостерігаються. Критичне значення максимального відхилення емпіричної функції від теоретичної при кінцевих обсягах спостережень для м. Харків та його оточення складає 0,126 при рівні значимості 0,05.

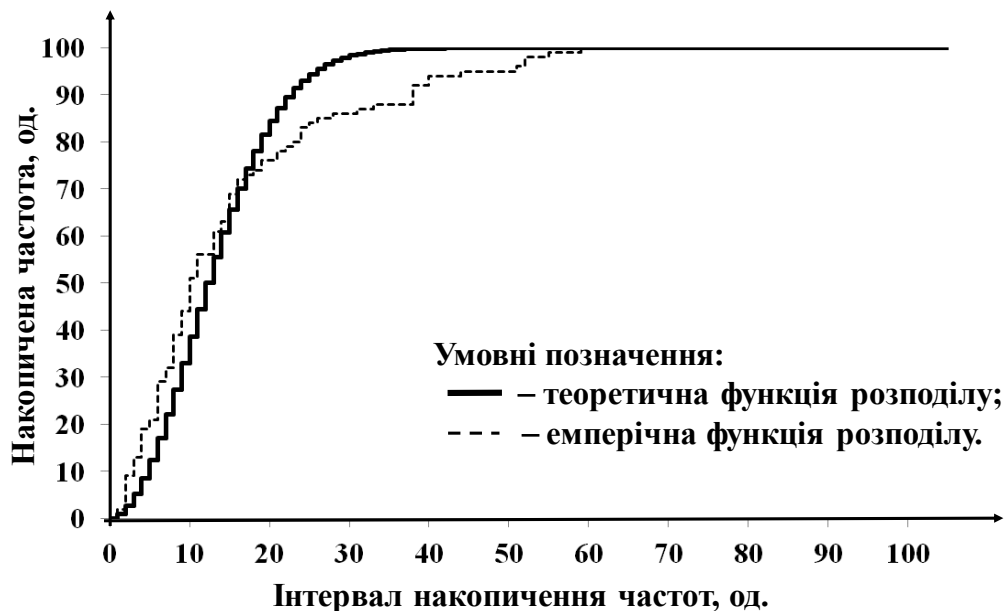


Рисунок 4 – Графік розподілу Релея, придатного для опису відстаней від «центрального» ЗП до всіх інших ЗП для м. Харкова та Харківської області

Експериментальні дослідження відстані поїздок у приміському сполученні проводились на основі звітних даних квитково-касових відомостей з трьох автостанцій міста Харкова. Автостанції крім приміського сполучення також обслуговують міжміські рейси. Враховуючи, що зона впливу міста може бути більш ніж зона дії приміського сполучення, були розглянуті пересування, які здійснюються на території області – як об'єкт тяжіння для мешканців області розглядався обласний центр, який може мати певні зони впливу на пересування до нього з інших населених пунктів в залежності від їх віддаленості. Відповідність показниковому розподілу з параметром зсуву l_{min} перевірялась для тієї частини відстані поїздок, які здійснюються тільки за межами міста, тобто реалізуються на мережі примісь-

ких маршрутів ГТ, що відправляються з м. Харкова. Величина l_{\min} при цьому виявилась рівною 8,5 км. Результати оцінки відповідності між теоретичним і емпіричним розподілом за допомогою критеріїв χ^2 та Колмогорова-Смирнова наведені на рис. 5.

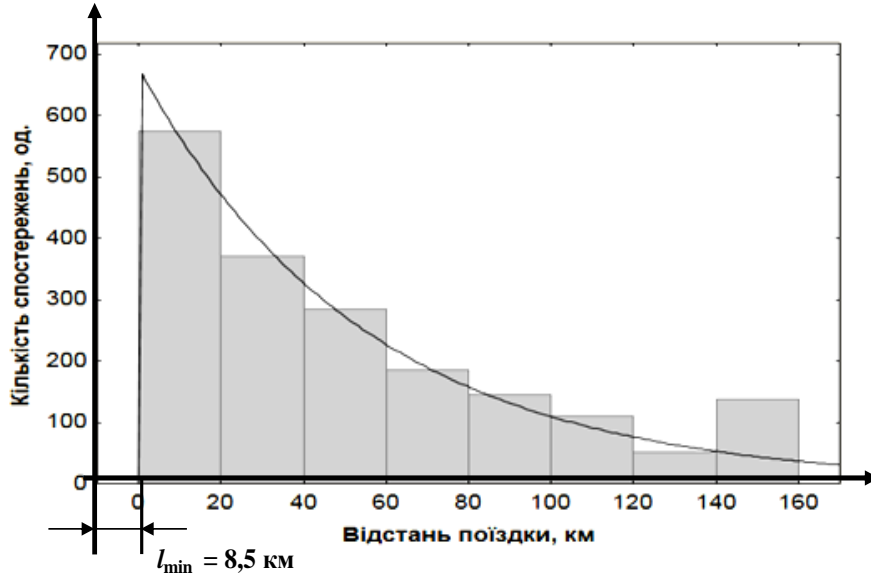


Рисунок 5 – Розподіл відстані пересувань на території Харківської області

Результати експериментальних досліджень дозволили вважати висунуту гіпотезу підтвердженою та надали змогу використовувати закономірності дальності пересувань до центру агломерації для визначення потреб у перевезеннях ГТ з території області в напрямку обласного центру.

В четвертому розділі роботи розроблена методика визначення МПК на основі закономірностей у відстанях поїздок пасажирів з території, що оточує місто, здійснено її практичну реалізацію на прикладі м. Харкова і Харківської області та надано рекомендації щодо застосування розробленої методики на практиці.

Формування найбільш ймовірних станів МПК в рамках інтервальної концепції здійснюється на основі фактичної інформації про дальність пересувань населення з та до території навколо міста, яку відображає розподіл l'_p . Частка мешканців, відстань пересувань l'_p , яких знаходиться в певному інтервалі, може бути знайдена як різниця значень функції показникового розподілу в точках, що відповідають межах даного інтервалу $\Delta_I = (\Delta_I^h; \Delta_I^e)$, Даний інтервал визначається нижньою Δ_I^h та верхньою Δ_I^e межами, в залежності від кількості інтервалів групування відстаней пересувань пасажирів $I = 1, 2, \dots, x_{Int}, x_{Int}$. Відповідно до цього при розгляді загальної кількості кореспонденцій N , може бути визначена сумарна кількість пересувань $N^{(\Delta_I)}$ з певного інтервалу, які повинні здійснюватися на відстань $l_{ij}^{(\Delta_I)}$. $N^{(\Delta_I)}$ визначається на основі ймовірності $P\{l_{ij}^{(\Delta_I)}\}$ того, що відстань пересування l_{ij} буде знаходитись в інтервалі Δ_I . Таким чином, для отримання

МПК потрібно знайти такий розподіл кореспонденцій $h_{ij}^{(\Delta_l)}$, між транспортними районами (ТР) i та j , які реалізуються на відстані $l_{ij}^{(\Delta_l)}$ з числа кореспонденції h_{ij} .

Для отримання МПК в програмному середовищі MS Excel був розроблений алгоритм на мові програмування Visual Basic for Applications (VBA).

Для застосування розробленої методики визначення потреб в послугах ГТ при пересуваннях у приміському сполученні необхідні наступні дані: місткості транспортних районів з відправлення HO_j і прибуття HP_i пасажирів ГТ; матриця найкоротших відстаней між ТР; значення функції показникового розподілу відстані пересувань в точках, що відповідають межах інтервалів групування відстаней пересувань. Практична реалізація розробленої методики проводилась на прикладі ТМ ГТ м. Харкова та області. Місткості ТР з відправлень пасажирів були визначені як потенційна кількість мешканців населених пунктів на території навколо міста, які здійснюють пересування в напрямку міста, на основі характеристик населених пунктів та ступені їх впливу згідно з (15). Цей вплив, визначений за результатами експериментальних досліджень з урахуванням інших видів сполучень та для транспорту загального користування, який характеризується залежністю між ІР ГТ та відстанню до населених пунктів:

$$HO_i = N_{m_i} \cdot \left(0,829 + \frac{12,59}{L_i} + 0,023 \cdot P^{0,367} \right) \cdot (1 - k_{z_i}), \quad (17)$$

де N_{m_i} – кількість мешканців i -го населеного пункту, які здійснюють пересування в напрямку міста, осіб.; L_i – віддаленість i -го населеного пункту від міста, км; k_{z_i} – частка поїздок, які реалізуються на залізничному транспорті i -го населеного пункту, %; P – чисельність населення міста в напрямку якого здійснюється пересування, осіб.

Перевірка запропонованої методики визначення місткостей ТР по відправленню пасажирів з населених пунктів була здійснена на основі вибіркового обстеження табличним методом для різних категорій маршрутів за основними напрямками руху. Максимальне відхилення розрахункових даних від фактичних склало 17,2%. Результат оцінки визначення місткості ТР по відправленню згідно звітних даних по трьом АС м. Харкова показав, що середній відсоток відхилення розрахункових даних складає 13,3 %. Матриця найкоротших відстаней між ТР була розрахована у програмному пакеті VISUM. Значення функції показникового розподілу відстані пересувань в точках, що відповідають межах заданого інтервалу, було визначено згідно з експериментальними дослідженнями відстані пересувань на території Харківської області. Виходячи із встановлених на рис. 5 меж інтервалів групування відстаней пересувань та кількості пересувань в межах заданих інтервалів були розраховані ймовірності потрапляння відстаней пересувань в кожен інтервал та їх кількість. Застосування розробленого алгоритму дозволило сформу-

вати МПК, які відповідають фактичному розподілу відстаней пересувань. Максимальне відхилення $\sum_{\substack{i,j \\ i \neq j}} h_{ij}^{(\Delta_i)}$ згідно із запропонованою методикою розрахунків

МПК складає 19,62 %, середнє відхилення – 6,3 %.

Результати моделювання роботи ММ ГТ Харківської області з використанням розрахованої МПК показали, що відхилення між розрахунковими та фактичними пасажиропотоками практично відсутнє, що спостерігається на більшості ділянках, максимальна похибка розрахунку пасажиропотоків склала 18,11 % на відстані від 20 км до 40 км. Точність розрахунків розподілу пасажиропотоків збільшуються по мірі віддаленості населених пунктів від міста, що говорить про доцільність застосування запропонованої методики на території області. Відхилення значень розрахункових пасажиропотоків по мірі наближення до міста може бути пояснено збільшенням щільності транспортних зв'язків.

Розроблені рекомендації щодо застосування підходу до визначення потреб у приміському та внутрішньобласному сполученні засновані на послідовності операцій з метою отримання МПК. Також надані загальні рекомендації для виконання робіт зі збору вихідної інформації для отримання закономірностей розподілу відстаней пересувань.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз факторів, які визначають попит на пересування пасажирів у приміському сполученні, показав, що основними чинниками його формування є характер і зміст системи розселення населення та рівень розвитку транспортної інфраструктури. Існуючі підходи до визначення потреб у пересуваннях у приміському сполученні не повною мірою враховують випадкову природу попиту, вплив міста та його параметрів на кількість пересувань, а також обмежують зону впливу міста межами дії приміських маршрутів, тому для розрахунку матриць пасажирських кореспонденцій у приміському сполученні як принципову основу доцільно використовувати інтервальну концепцію визначення потреб у пересуваннях.

2. Встановлено, що на інтенсивність руху громадського, вантажного та індивідуального транспорту на автомобільних дорогах загального користування істотно впливають такі характеристики міста, як чисельність його населення та відстань до нього, але характер цього зв'язку є досить випадковим та може бути описаний лише після логарифмічного перетворення значень інтенсивності руху транспортних потоків різних категорій транспортних засобів. У результаті регресійного аналізу були отримані моделі інтенсивності руху відповідних категорій транспортних засобів, для яких коефіцієнт кореляції перевищує 90 %, що дозволяє використовувати їх для прогнозування інтенсивності руху та визначення питомого змісту різних категорій транспортних засобів у приміському сполученні. Показники отриманої моделі інтенсивності руху громадського транспорту ($r = 0,94$, $r^2 = 0,88$) свідчать про можливість її використання для розрахунку потенційної кілько-

сті мешканців, які здійснюють пересування в напрямку міста.

3. Створені на основі гіпотези про те, що закономірності розподілу відстаней між об'єктами тяжіння навколо міста є продовженням аналогічних закономірностей, які існують на території міста, математичні моделі показали, що відстані між об'єктами тяжіння на території навколо міста мають відповідати нормованому продовженню розподілу Релея. Закономірності у відстані поїздки пасажирів до міста з території за його межами відповідають показниковому розподілу з параметром зсуву, що дорівнює мінімальній відстані поїздки територією міста, яка є складовою відстані пересування пасажирів в приміському сполученні.

4. Експериментальні дослідження просторового розташування інфраструктури громадського транспорту чотирьох українських міст підтвердили існування загальних закономірностей у розміщенні зупиночних пунктів на території міста та території, що її оточує. Вони полягають у нормальному розподілі горизонтальних координат зупиночних пунктів громадського транспорту навколо міського центру. На цьому матеріалі також були підтверджені теоретичні припущення про розподіл Релея відстаней між центром міста та зупиночними пунктами на території міста та за його межами, а також про показниковий розподіл відстаней приміських пересувань. За результатами перевірки відповідності відстаней розподілу Релея максимальне відхилення накопичення частот для даного розподілу на території м. Харкова та Харківської області складає 0,126, максимальна віддаленість ЗП на території області – 95 км по прямій. Мінімальне відхилення між теоретичним і емпіричним розподілами відстані поїздки пасажирів досягається при розгляді населених пунктів від міста на відстані до 100 км.

5. Розроблена методика визначення потреб населення в перевезеннях громадським транспортом у приміському сполученні дозволяє врахувати визначені закономірності у відстанях пересувань у рамках інтервальної концепції моделювання транспортного попиту за рахунок використання лише тих станів матриці, котрі відповідають фактичним закономірностям розподілу відстані поїздок на території. Вона також дозволяє охопити широкий діапазон можливих варіантів попиту на поїздки громадським транспортом, що гарантує об'єктивну оцінку результатів реалізації альтернативних сценаріїв розвитку міської агломерації. Її застосування для моделювання потреб у послугах ГТ на території Харківської області дало можливість сформулювати набір МПК з середнім відхиленням 6,3 % від фактичних закономірностей розподілу відстані поїздок. Відхилення зростає на відстані понад 120 км, що пояснюється зниженням впливу міста в міру віддаленості населених пунктів.

6. Результати визначення потреб пасажирів у пересуваннях територією Харківської області були використані для розрахунку показників транспортного обслуговування пасажирів ГТ. Середня відстань пересування одного пасажирів в ТЗ ГТ складає на території області 76,51 км, у приміському сполученні – 30,55 км з урахуванням відстані поїздки територією міста. Відносне відхилення відстані поїздки згідно розрахунків та фактичних значень складає 0,09 у приміському сполученні та 0,2 на території області. Середній час пересування одного пасажирів в ТЗ

ГТ на території області склав 1,93 год., в приміському сполученні – 0,75 год. Це свідчить про відповідність результатів моделювання ММ ГТ фактичним закономірностям у відстанях поїздок до міста з прилеглої території.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗАТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Горбачов П.Ф., Кочина А.А. Вплив поїздок у приміському сполученні на інтенсивність руху на автомобільних дорогах загального користування. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2016. № 72. С. 83–87.
2. Горбачов П.Ф., Кочина А.А. Оцінка впливу населених пунктів на інтенсивність руху транспортних потоків у приміському сполученні. *Автомобільний транспорт*. 2017. № 40. С. 48–55.
3. Кочина А.А. Закономірності просторових характеристик маршрутного транспорту у внутрішньобласному сполученні. *Комунальне господарство міст. Серія «Технічні науки та архітектура»*. 2017. № 139. С. 39–42.
4. Горбачов П.Ф., Макаричев О.В., Кочина А.А. Закономірності розподілу відстаней від обласного центру до зупиночних пунктів навколо нього. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2018. №2 (11). С. 50–55.
5. Кочина А.А. Дослідження просторового розташування зупиночних пунктів в приміському сполученні для міст України. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2019. №3 (55). С. 58–62.
6. Горбачов П.Ф., Макаричев О.В., Кочина А.А. Закономірності розподілу відстаней пересування пасажирів громадського транспорту в приміському сполученні. *Комунальне господарство міст. Серія «Технічні науки та архітектура»*. 2019. №. 5(151). С. 75–80.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Кочина А.А. Моделирование системы работы пассажирского транспорта на маршрутах *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика: сборник научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции*. (г. Воронеж, 18-19 июня 2014 г.). Воронеж, 2014. С. 171–174.
8. Кочина А.А., Ципило М.М. Дослідження параметрів системи перевезень пасажирів в приміському сполученні. *Сталий розвиток міст Частина 2: тези доповіді ІХ Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції*. (м. Харків, 26-28 квітня 2016 р.). Харків, 2016. С.182–184.
9. Кочина А.А. Підвищення надійності параметрів системи перевезення пасажирів у приміському сполученні. *Підвищення надійності машин і обладнання: тези доповіді Х Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів і аспірантів*. (м. Кіровоград 20-22 квітня 2016 р.). Кіровоград, 2016. С. 88–90.

10. Кочина А.А. Дослідження факторів, які визначають попит на перевезення в приміському сполученні. *Підвищення надійності машин і обладнання*: тези доповіді XI всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. (м. Кропивницький, 20-22 квітня 2017 р.). Кропивницький, 2017. С. 54–55.

11. Кочина А.А. Оцінка впливу приміських поїздок на інтенсивність руху транспортних потоків на автомобільних дорогах загального. *Проблеми розвитку транспорту і логістики*: тези доповіді VII-ї міжнародної науково-практичної конференції. (м. Сєверодонецьк, 26-28 квітня 2017 р.). Сєверодонецьк, 2017. С. 24–26.

12. Кочина А.А. Дослідження характеристик транспорту загального користування у внутрішньобласному сполученні. *Автомобільний транспорт та інфраструктура* : тези доповіді I-ої міжнародної науково-практичної конференції. (м. Київ, 26-28 квітня 2018 р.). Київ, 2018. С. 161–163.

13. Кочина А.А. Дослідження характеристик транспорту загального користування при внутрішньобласному сполученні. *Сучасні проблеми екології*: тези доповіді XIV всеукраїнської наукової on-line конференція студентів, магістрів та аспірантів з міжнародною участю. (м. Житомир, 15 березня 2018 р.). Житомир, 2018. С. 45.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

14. Кочина А.А. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір науково-практичного характеру «Оцінка впливу населених пунктів на інтенсивність руху транспортних потоків у приміському сполученні». №91093; зареєстровано 30.07.2019.

АНОТАЦІЯ

Кочина А.А. Формування пасажиропотоків у приміському сполученні на автомобільному транспорті. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)). – Харківський національний автомобільно-дорожній університет МОН України, Харків, 2020.

Дисертація присвячена вирішенню науково-прикладної задачі визначення потреб у перевезеннях в приміському сполученні громадським транспортом на основі закономірностей розподілу відстані пересувань.

У роботі визначено взаємозв'язок між відстанню до міста та інтенсивністю руху громадського транспорту та характеристик населених пунктів. Отримані закономірності просторового розташування інфраструктури громадського транспорту в приміському сполученні, які є подовженням закономірностей на території міста з різною чисельністю населення. Отримані закономірності стали підґрунтям для визначення закономірностей просторового розподілу відстані переміщень в

приміському сполученні.

Розроблена методика розрахунку матриць пасажирських кореспонденцій в приміському сполученні на основі закономірностей розподілу відстані пересувань, яка дозволяє отримати найбільш ймовірні стани матриці кореспонденцій за рахунок їх відповідності фактичному розподілу відстані пересувань.

Практична значимість результатів полягає в розробці методики визначенні попиту на перевезення громадським транспортом, яка дозволяє удосконалити організації пасажирських перевезень у приміському сполученні з боку транспортних підприємств, управлінь, науково-дослідних організацій.

Ключові слова: потреби у перевезеннях, приміське сполучення, матриця пасажирських кореспонденцій, громадський транспорт, зупиночний пункт, інтервальна концепція.

АННОТАЦІЯ

Кочина А.А. Формирование пассажиропотоков в пригородном сообщении на автомобильном транспорте. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 «Транспортные системы» (275 – Транспортные технологии (на автомобильном транспорте)). – Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет Министерства образования и науки Украины, Харьков, 2020.

Диссертация посвящена решению научно-прикладной задачи определения потребностей в перевозках общественным автотранспортом в пригородном сообщении на основе закономерностей распределения дальности поездок пассажиров.

В работе определена взаимосвязь между расстоянием от населенных пунктов до центра агломерации, параметрами работы общественного транспорта, характеристиками населенных пунктов и интенсивностью движения общественного транспорта. На основе установленной взаимосвязи сформирована статистическая модель интенсивности движения общественного транспорта, которая позволяет учитывать характеристики населенных пунктов и влияние центра агломерации на количество передвижений в его направлении. Эта модель позволила определить возможное количество отправок из населенных пунктов на территории городской агломерации в направлении её центра.

Определены закономерности пространственного расположения инфраструктуры общественного транспорта в пригородном сообщении, которые являются продолжением аналогичных закономерностей на территории городов, с разной численностью населения. Эти закономерности стали основой для описания закономерностей, характерных для дальности поездок пассажиров в пригородном сообщении, которые, в свою очередь, были использованы при моделировании спроса на передвижения общественным транспортом.

Разработана методика расчета матрицы пассажирских корреспонденций в пригородном сообщении на основе закономерностей распределения расстояний передвижений, которая позволяет получить наиболее вероятные состояния мат-

рицы пассажирских корреспонденций за счет их соответствия фактическому распределению расстояний передвижений, что является дальнейшим развитием интервальной концепции моделирования потребностей населения в передвижениях общественным транспортом. Проведен расчет матриц пассажирских корреспонденций на примере Харьковской области и оценена их точность.

Практическая значимость результатов состоит в разработке методики определения спроса на перевозки общественным транспортом, которая позволяет усовершенствовать организацию пассажирских перевозок в пригородном сообщении и может быть использована для нужд транспортных предприятий, управлений, научно-исследовательских организаций.

Ключевые слова: потребность в перевозках, пригородное сообщение, матрица пассажирских корреспонденций, общественный транспорт, остановка, интервальная концепция.

ABSTRACT

Kochina A. Formation of Passenger Flows in Suburban Traffic by Road Transport. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The thesis for a PhD degree in Technical Sciences, speciality 05.22.01 – Transport Systems (275 – Transport Technologies (on Road Transport). – Kharkiv National Auto-mobile and Highway University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2020.

The dissertation is dedicated to the decision of a scientific-applied problem of definition of requirements in transportations by public motor transport in suburban communication based on the distribution laws of trip distances.

The work defines the relationship between the distance to the city and the intensity of public transport and the characteristics of settlements. The regularities in the spatial location of public transport infrastructure in suburban areas, which are a continuation of the regularities on the territory of cities with different population sizes, have been obtained. They became the basis for determining the regularities of the spatial distribution of the trip distances in suburban communication.

The calculation method of the passenger OD matrix in the suburban traffic on the basis of the trip length distribution is developed, which allows obtaining the most probable states of the matrix due to their correspondence with the actual distribution of commuters' trip lengths.

Practical meaningfulness of results consists of development of methodology of determination of demand on transportations by a public transport, that allows to perfect organization of passenger transportations in a suburban report and can be used for the needs of transport enterprises, managements, research organizations.

Key words: transport demand, suburban traffic, passenger OD matrix, public transit, stopping point, interval conception.