

П.Ф. Горбачов, О.В. Макаричев, А.А. Кочина

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ВІДСТАНЕЙ ПЕРЕСУВАННЯ ПАСАЖИРІВ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ В ПРИМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

Наведено результати визначення закону розподілу відстаней пересування пасажирів громадського транспорту в приміському сполученні, який є продовженням закономірностей у розподілі аналогічних відстаней пересування на міській території. Результати теоретичних та експериментальних досліджень довели придатність застосування показникового розподілу для опису відстаней пересування у приміському сполученні з параметром зсуву.

Ключові слова: відстань пересування, приміська зона, місто, імовірність, зупиночний пункт, показниковий розподіл.

Постановка проблеми

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. Господарська діяльність адміністративних районів спрямована на обслуговування та забезпечення потреб міста та навпаки. Для цієї зони впливу міста на прилеглі території і населені пункти у межах адміністративних районів, яка утворює єдине ціле у функціонально-планувальному, соціально-економічному та територіальному устрої, характерні інтенсивні транспортні зв'язки та маятникова міграція населення в приміському сполученні.

Кількість пересувань мешканців приміської зони до міста залежить від багатьох факторів, основними з яких є: роль міста в системі міжнародних, державних і регіональних соціально-економічних, культурно-історичних та інших зв'язків; 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 роз-

робка моделі потреб населення у пересуваннях, що враховує існуючі закономірності пересувань пасажирів та адекватно описує їх. При визначенні потреб в пересуванні важливо враховувати, що місто, як основний пункт тяжіння, може суттєво впливати на кількість пересувань для мешканців приміської зони та приділити особисту увагу закономірностям розселення населення відносно центру міста.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Переконливі підтвердження впливу населених пунктів на величину інтенсивності транспорту загального користування на автомобільних дорогах поблизу населених пунктів та міст України були наведені в роботі [1]. Основними параметрами, які впливають на інтенсивність руху, на основі регресійного аналізу в даній роботі виявилися відстань до центру міста та чисельність населення в ньому. Але існування стійких закономірностей у формуванні пересувань мешканців приміської зони повинно базуватись не тільки на існуючих характеристиках транспортної пропозиції, а повинно враховувати закономірності розселення населення по території, що оточує місто.

Згідно [2] можливо виділити три зони тяжіння по відношенню до міста, яка враховує трудові зв'язки. При цьому при визначенні закономірностей просторового розподілу трудових переміщень враховується тільки залежність їх інтенсивності від дальності переміщення. За аналогією із трудовими зв'язками в роботі надається оцінка й іншим зв'язкам населення. Переміщення на відстань до 20 км можна вважати умовно постійними, а на відстані понад 40 км вони є нерегулярними, випадковими [2]. Основна причина існування такої диференціації зв'язків - відносно висока щільність міст - центрів тяжіння населення. Дана методика обмежується

віддаленістю транспортних ділянок від обласного центру до 50 км, яка вважається зоною організації і значної активності приміського сполучення, хоча згідно [3] в окремих випадках ця зона впливу може сягати навіть 100 км для маятникових міграцій.

Визначення потреб міського населення в пересуваннях у роботі [4] ґрунтується на застосуванні функції розселення, загальний вид закономірності якої для громадського транспорту формується на основі розташування зупиночних пунктів (ЗП) на міській території. При цьому процес виникнення нових об'єктів тяжіння в напрямі від центральної частини до околиці міст, в основному визначає закономірності розселення населення по території міста. В роботі встановлено, що закономірності розселення населення можна описати гамма-розподілом при будь-яких варіантах матриці пасажирських кореспонденцій, що є основою для визначення потреб міського населення у перевезеннях з урахуванням функції розселення. Розгляд даних закономірностей на території, що оточує міста автор перед собою не ставив, тому вирішення цієї задачі потребує подальших досліджень.

Потенціал транспортних послуг в роботі [5] визначається на основі зони обслуговування агрегованого транспортного вузла за рахунок визначення центрів зародження і закінчення пересування. Дослідження просторового розподілу переміщень на території базується на вивченні процесів розселення сільського населення відносно обласного чи районного центру. Закономірності розселення та визначення параметрів щільності населення на території області на основі досліджень базуються на тому, що чисельність населення по населених пунктах на визначеній площі підлягає опису показниковим законом розподілу. В подальшому здійснюється об'єднання пунктів в залежності від так званої ієрархічності системи, яка визначається середнім максимальним радіусом обслуговування території, що суттєво знижує точність розрахунків.

В роботі [6] було встановлено існування стійких закономірностей просторового розташування ЗП на території міста та його оточення. В результаті теоретичних досліджень надано експериментальне підтвердження нормального розподілу кожної з координат окремо, що підтверджує існування закономірностей просторових характеристик інфраструктури громадського транспорту на території міста та навколо нього. В свою чергу існування таких закономірностей може визначати й закономірності у відстанях пересування на певній території. Підтвердження існування таких закономірностей для міської території наведено в роботі [4], при цьому відстань від центру міста за повітряною лінією до усіх інших ЗП в роботі добре описується розподілом Релея. Існування аналогічних закономірностей у відстанях на території, що оточує місто, вважається продовженням міських закономірностей в роботі [7], де на основі щільності функції розселення населення навколо обласного центру теоретично доведено, що розподіл відстаней між ЗП і центром міста має відповідати розподілу Релея, при цьому відстань між центром и ЗП які розташовані навколо обласного центру має відповідати нормованому подовженню розподілу Релея. Дані результати дають змогу стверджувати, що закономірності в пересуванні мешканців, які існують на території міста, можуть мати подовження і за його межами на території, що його оточує.

мірностей у відстанях на території, що оточує місто, вважається продовженням міських закономірностей в роботі [7], де на основі щільності функції розселення населення навколо обласного центру теоретично доведено, що розподіл відстаней між ЗП і центром міста має відповідати розподілу Релея, при цьому відстань між центром и ЗП які розташовані навколо обласного центру має відповідати нормованому подовженню розподілу Релея. Дані результати дають змогу стверджувати, що закономірності в пересуванні мешканців, які існують на території міста, можуть мати подовження і за його межами на території, що його оточує.

Постановка задачі дослідження

Попереднє підтвердження двомірності розподілу координат $(X; Y)$ ЗП та визначення закономірностей у відстанях між ЗП, які розташовані на території міста і його оточення відносно центру міста [6,7], дає змогу стверджувати, що на відстань пересування суттєво впливає існуюча інфраструктура громадського транспорту та існують закономірності у відстанях між ЗП, якщо вони розглядаються сумісно і на території міста і в приміському сполученні.

Тобто, якщо відомі закономірності у відстанях пересування на території міста, то з врахуванням умовності межі міської території, можливо стверджувати, що за межами міста закономірності у відстані пересувань можуть бути продовженням аналогічних міських закономірностей. У зв'язку з цим, метою роботи є визначення закономірностей у відстанях пересування в приміському сполученні з тієї точки зору, що вони продовженням закономірностей у пересуваннях на території міста.

Відстань пересування пасажирів взагалі представляє собою достатньо специфічну випадкову величину. На перший погляд вона неперервна, однак насправді є дискретною, завдяки кінцевій кількості точок тяжіння на будь-якій обмеженій території [8]. На її основі, як функції розподілу випадкової величини, визначається функція розселення (ФР) на розглянутій території.

Користувачі громадського транспорту, що виконують поїздки з домівок до місць прикладання праці, є найбільш вдалим об'єктом дослідження цього показника. По перше вони є найбільшою за обсягами та найстабільнішою частиною ринку перевезень, по друге – надають можливість експериментальної перевірки статистичних гіпотез відносно виду випадкових величин на основі координат місць тяжіння, якими в даному випадку є ЗП громадського транспорту.

Виклад основного матеріалу

Визначення закону розподілу дальності приміських пересувань пасажирів громадського транспорту

У випадку розгляду пасажирів громадського транспорту, для опису розподілу відстані їх пересувань l_p у міському, може бути придатний гамма-розподіл [9]:

$$f(l_p) = \frac{n^\lambda l_p^{\lambda-1} e^{-nl_p}}{\Gamma(\lambda)} \quad (l_p > 0, n > 0, \lambda > 0), \quad (1)$$

де n – параметр масштабу;

λ – параметр форми.

Якщо припустити, що випадкова величина відстані пересування як у міському, так й приміському сполученні також має гамма-розподіл, то відстань пересування в приміському сполученні l_p^{np} є іншим, оскільки представляє собою лише частину загально-го гамма-розподілу відстаней.

Можливо припустити, що l_p є незалежною випадковою величиною, поява котрої залежить дійсно від пересування між початковим та кінцевим ЗП пересування. В цьому випадку можливо стверджувати, що поява пересування на території міста на відстань l_p^z можливо віднести до найпростішого потоку з параметром λ [9]. Якщо впорядкувати здійснення пересування на відповідну відстань $l_{p1}^z, l_{p2}^z, \dots, l_{pn}^z$, то вони є порядковими статистиками $l_{p1}^z = x_1, l_{p2}^z = x_2, \dots, l_{pn}^z = x_n$ випадкової величини X , яка розподілена на відрізку від 0 до x при цьому $\{x = x_1 + x_2 + \dots + x_n > x\}$ послідовність настання кожної i -ої події на цьому відрізку, буде визначатись, якщо розглянути кожну подію окремо, звідси імовірність настання події буде визначатись наступним чином:

$$P\{X > x\} = P_0(x) + P_1(x) + P_2(x) + \dots + P_{n-1}(x), \quad (2)$$

Імовірність i -ої події, тобто імовірність здійснення пересування на відстань l_p можливо розглядати, як простіший потік подій, настання котрих відповідає розподілу Пуассона [9]:

$$P_i(x) = \frac{(\lambda x)^i}{i!} e^{-\lambda x}, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

При $i = 0$, тобто жодної події не було, залежність (3) після перетворення визначається як:

$$P_0(X > x) = \frac{(\lambda x)^0}{0!} e^{-\lambda x} = e^{-\lambda x}, \quad (4)$$

Тоді залежність (2) для пересувань на території міста з урахуванням залежності (3) та (4) набуває наступного вигляду

$$\begin{aligned} P\{L_p > l_p^z\} &= e^{-\lambda l_p^z} + \lambda l_p^z e^{-\lambda l_p^z} + \\ &+ \frac{(\lambda l_p^z)^2}{2!} e^{-\lambda l_p^z} + \dots + \frac{(\lambda l_p^z)^{n-1}}{(n-1)!} e^{-\lambda l_p^z} =, \quad (5) \\ &= e^{-\lambda l_p^z} \cdot P_{n-1}(\lambda l_p^z) \end{aligned}$$

Пересування за межі міста, тобто на відстань пересування у приміському сполученні l_p^{np} , можливо розглядати як частину величини l_p , яка, відповідно, буде більшою ніж відстані пересування на території міста l_p^z . При умові що $l_p^z > 0, l_p^{np} > 0$, вона буде визначатись згідно (5)

$$\begin{aligned} P\{L_p > l_p^z + l_p^{np}\} &= e^{-\lambda(l_p^z + l_p^{np})} + \lambda(l_p^z + l_p^{np}) e^{-\lambda(l_p^z + l_p^{np})} + \\ &+ \frac{(\lambda(l_p^z + l_p^{np}))^2}{2!} e^{-\lambda(l_p^z + l_p^{np})} + \dots + \\ &+ \frac{(\lambda(l_p^z + l_p^{np}))^{n-1}}{(n-1)!} e^{-\lambda(l_p^z + l_p^{np})} = e^{-\lambda(l_p^z + l_p^{np})} \cdot P_{n-1}(\lambda(l_p^z + l_p^{np})) \end{aligned} \quad (6)$$

Умовна ймовірність здійснення пересування на відстань пересування за межі міста у приміському сполученні:

$$P\{L_{p1}^{np} > l_p^z + l_p^{np} | L_{p1}^{np} > l_p^z\} = \frac{P\{L_{p1}^{np} > l_p^z + l_p^{np}\}}{P\{L_{p1}^{np} > l_p^z\}}, \quad (7)$$

Коли відношення поліномів $\frac{P_{n-1}(\lambda(l_p^z + l_p^{np}))}{P_{n-1}(\lambda l_p^z)}$ із залежностей (5) та (6) практично дорівнює одиниці, в нашому випадку залежність (7) набуває наступного вигляду

$$P\{L_{p1}^{np} > l_p^z + l_p^{np} | L_{p1}^{np} > l_p^z\} = \frac{e^{-\lambda(l_p^z + l_p^{np})}}{e^{-\lambda l_p^z}} = e^{-\lambda l_p^{np}}, \quad (8)$$

Тобто, якщо розглядати розподіл величини відстані переміщення за межі міста, вона буде мати показниковий розподіл при умові, що він є частиною розподілу величини відстані поїздки як по території міста так й за його межі. Так як поїздки в приміському сполученні здійснюються частково по

території міста, згідно (7) та (8), при визначенні величини l_p^{mp} треба враховувати тільки відстань поїздки за межами міста. Отриманий теоретичний результат відносно показникового розподілу відстаней приміських пересувань потребує відповідної експериментальної перевірки.

Експериментальні дослідження відстані поїздки в приміському сполученні проводились на основі звітних даних квітково-касових відомостей представлених ПАТ «Харківським підприємством автобусних станцій», до складу якого на території міста належить автостанції: АС-1, АС-2 та АС-3. Зона обслуговування автостанцій, крім приміського сполучення включає як всю територію області, так й більш широкий ареал міжміського сполучення. Звітні дані були представлені на протязі доби в період з 05.09.16 до 09.09.16. Враховуючи, що зона впливу міста може бути більшою ніж зона приміського сполучення, обмежена 50-ю км, були розглянуті всі пересування, які здійснюються в межах Харківської області. Тобто об'єктом тяжіння для мешканців області розглядається обласний центр, який здійснює певний вплив на кількість пересувань до нього, в залежності від віддаленості населеного пункту.

Загальна кількість спостережень склала 1860 пересувань з міста, в напрямку населених пунктів, які розташовані на території області за добу. Відповідність теоретичного та емпіричного розподілу показниковому розподілу (9) проводилось для відс-

тані поїздки, яка здійснюється тільки за межами міста

$$F(l'_p) = 1 - e^{-\lambda l'_p}, \quad (9)$$

$$l'_p = l_p - l_0 \geq 0,$$

де l'_p – скорегована відстань поїздки, км
 l_0 – відстань поїздки по території міста, км
 λ – параметр показникового розподілу.

Визначення відстані поїздки за межами міста ґрунтується на інформації про розташування ЗП на території міста та його межами. Тобто мінімальна відстань поїздки за межи міста, яка складає 8,5 км визначає відстань між початковою зупинкою і останньою зупинкою, яка розташована на території міста.

Оцінка відповідності між теоретичним і емпіричним розподілом здійснювалось за допомогою тесту χ^2 та критерію згоди Колмогорова-Смірнова [10], графічне зображення частотних гістограм та графіку щільності показникового розподілу представлено на рис. 1. Гіпотеза про відповідність між зазначеними розподілами перевірялась на рівні значущості 0,05 і дала ствердний результат [11], про що свідчать крива щільності та гістограма розподілу.

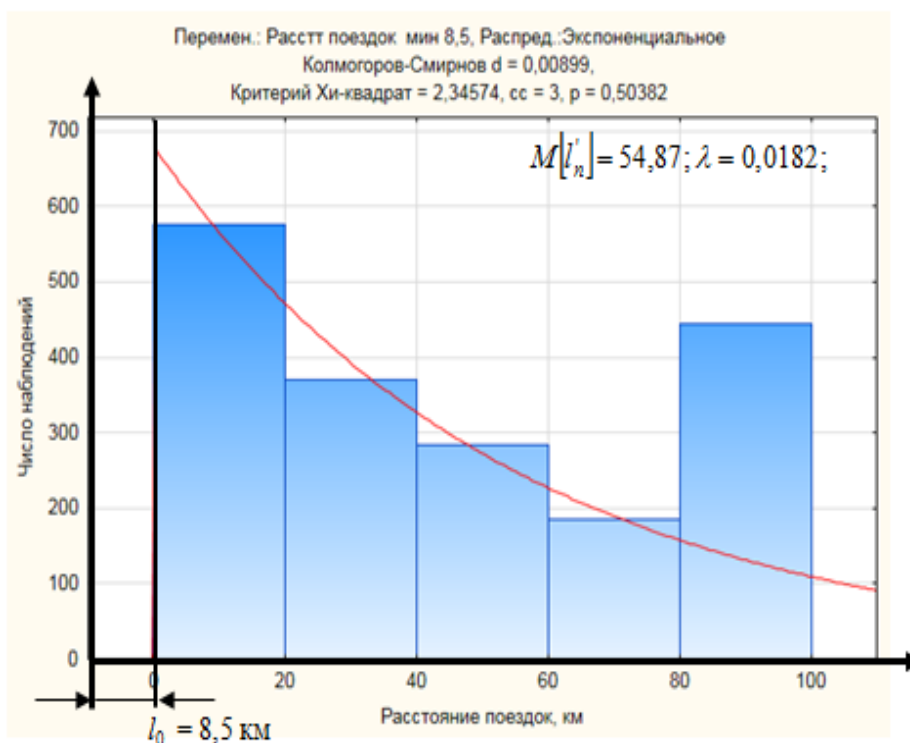


Рис. 1. Розподіл відстані пересування на території Харківської області

Імовірність того, що відстань пересування $P\{I_{p_{ij}}^{(\Delta_I)}\}$ буде знаходитись в інтервалі Δ_I

$$P\{I_{p_{ij}}^{(\Delta_I)}\} = P\{I_{p_{ij}} \in \Delta_I\} = \quad , \quad (10)$$

$$= P\{I_{p_{ij}} \in (\Delta_I^h; \Delta_I^e)\} = Z(\Delta_I^e) - Z(\Delta_I^h)$$

де $\Delta_I = (\Delta_I^h; \Delta_I^e)$ - інтервал групування відстаней пересувань пасажирів, що визначається нижньою Δ_I^h та верхньою Δ_I^e межами, $I = 1, 2, \dots, x_{int}$, x_{int} - кількість інтервалів групування відстаней пересувань пасажирів;

$Z(\Delta_I^h), Z(\Delta_I^e)$ - значення відстані в точках Δ_I^h, Δ_I^e відповідно.

Згідно з цим загальна кількість кореспонденцій, які повинні реалізуватись на відстань з певного інтервалу Δ_I , може бути визначена по формулі

$$H^{(\Delta_I)} = P\{I_{ij}^{(\Delta_I)}\} \cdot H, \quad (11)$$

де $H^{(\Delta_I)}$ - сумарна кількість пересувань на відстані з інтервалу η_I , пас.;

H - загальна кількість пересувань за період, що розглядається, пас.

Виходячи із наведених на рис. 1 меж інтервалів групування відстаней пересувань та параметрів показникового розподілу, придатного для опису закономірностей розподілу відстані поїздок за межами міста, за формулами (10) та (11) були розраховані ймовірності потрапляння відстаней пересувань в кожний інтервал та їх кількість, табл.2.

Таблиця 2

Відсоткове співвідношення між кількістю пересувань на різні відстані

Інтервал групування	Нижня межа, км.	Верхня межа, км.	Ймовірність здійснення пересування	Кількість пересувань
1	0	20	0,309	575
2	20	40	0,199	371
3	40	60	0,153	284
4	60	80	0,099	185
5	80	100	0,24	445
РАЗОМ			1	1860

Дані таблиці 2 характеризують розподіл пересувань в залежності від віддаленості населеного пункту від міста і можуть бути основою для визначення попиту в приміському сполученні при застосуванні інтервальної концепції його моделювання.

Висновки

В результаті теоретичних досліджень було визначено, що розподіл відстані пересування між місцем, та територією, що його оточує, повинен відповідати показниковому розподілу, якщо закономірності у відстанях цих пересувань є продовженням закономірностей, що виникають на території міста.

Експериментальні дослідження поїздок на території на прикладі Харківської області підтвердили можливість застосування для опису відстаней пересування між обласним центром та обласними населеними пунктами показникового розподілу з параметром зсуву, який визначається на основі мінімальної відстані поїздки в приміському сполученні. Отримані результати дали змогу визначити ймовірність здійснення пересування в межах певної відстані, що надає можливості для застосування цих даних при реалізації інтервальної концепції моделюванні попиту на пересуваннях у приміському сполученні.

Література

1. Горбачов, П.Ф. Вплив поїздок у приміському сполученні на інтенсивність руху на автомобільних дорогах загального користування [Текст] / П.Ф.Горбачов, А.А. Кочина // Вестник Харьковського національного автомобільно-дорожного університета. Сборник научных трудов. –Х.: Изд-во ХНАДУ, 2016 – Вып. 72. – С. 83-87
2. Юшкявичюс, П.В. Транспортное обслуживание сельского населения агропромышленного комплекса [Текст] / П.В. Юшкявичюс – М.: Транспорт, 1989. - 164 с.
3. Методические рекомендации по проектированию автомобильных дорог на подходах к крупным городам [Текст]: ОДМ 2010. Москва 2010. – 263 с.
4. Свічинський, С.В. Формування функції розселення міського населення для визначення потреб у перевезеннях громадським транспортом [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Свічинський Станіслав Валерійович. – Харків, 2015. – 223 с.
5. Кристончук, М.Є. Потенціал транспортних послуг приміського сполучення населення. [Текст] / М.Є. Кристончук, А.В. Веснін, О.Д. Почужевський // Вісник Криворізького університету. Збірник наукових праць. – Вып. 29, 2011. – С. 142-147.
6. Кочина, А.А. Закономірності просторових характеристик маршрутного транспорту у внутрішньобласному сполученні. [Текст] / А.А. Кочина // Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». Серия: Технические науки та архітектура., 2017 – Вып. 139. С. 39-42.
7. Горбачов, П.Ф. Закономірності розподілу відстаней від обласного центру до зупиночних пунктів навколо нього. [Текст] / П.Ф.Горбачов, О.В. Макаричев, А.А. Кочина // Сучасні технології в машинобудуванні на транспорті. Науковий журнал . Луцьк: Луцький НТУ 2018, - №2 (11). С. 50-55.
8. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения [Текст]: учеб. пособие для ВТУЗов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – [2-е изд., стер.]. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.

9. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст] : учебник для вузов / Е.С. Вентцель. – [7-е изд. стер.]. – М.: Высшая школа, 2001. – 575 с.
10. Справочник по вероятностным расчетам [Текст] / Абергауз Г.Г., Тронь А.П., Копенкин Ю.Н., Коровина И.А. – [2-е изд., исправленное и дополненное]. – М.: Воениздат, 1970. – 536 с
11. Севастьянов, Б.А. Курс теории вероятности и математической статистики [Текст] / Б.А. Севастьянов – М. Изд. «Наука», 1982. - 256 с.

References

1. Gorbachov, P.F., Kochina, A.A. (2016). Influence of commuting trips on traffic intensity on public highways. *HNADU*, 72, 83-87.
2. Yushkiavichus, P.V. (1989). Transport service for the rural population of the agro-industrial complex. *Transport*, 164.
3. Methodical recommendations for designing highways in approaches to large cities. (2010), *Moscow*, 263.
4. Svichinsky, S.V. (2015). Formation of the function of urban population settlement to determine the needs for transportation by public transport. *Kharkiv*, 223.
5. Christophchuk, M.E., Vesnin, A.V., Pochuzhevsky, O.D. (2011). Potential of transport services of suburban population. *Bulletin of Krivoy Rog University*, 29, 142-147.
6. Kochina, A.A. (2017) Patterns of spatial characteristics of the route transport in the inland subdivision. *KNAME*, 139, 39-42.
7. Gorbachev, P.F., Makarichev, O. V., Kochina, A.A. (2018). The regularities of distribution of distances from the regional center to the stopping points around it. *Lutsk National Technical University*, 2(11), 50-55.

8. Wentzel, E.S., Ovcharov, L.A. (2000). Probability theory and its engineering applications. *High school*, 2, 480,
9. Wentzel, E.S. (2001). Probability theory. *High school*, 7, 575.
10. Abergauz, G.G., Tron, A.P., Kopenkin, Y.N., Korovina, I.A. (1970). Handbook for probabilistic calculations. *War-issuing*, 2, 536.
11. Sevastyanov, B.A. (1982). Course of the theory of probability and mathematical statics. *Science*, 223.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.А. Давидич, Харківський національний університет міського господарства імені А.Н. Бекетова, Харків, Україна

Автор: ГОРБАЧОВ Петро Федорович
доктор технічних наук, професор.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – gorbachov.pf@gmail.com

Автор: МАКАРИЧЕВ Олександр Володимирович
доктор технічних наук, професор.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – amsol2904@gmail.com

Автор: КОЧИНА Анастасія Анатоліївна
аспірант
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – kochina.tsl@gmail.com

LAW OF THE DISTRIBUTION OF PUBLIC TRANSPORT TRANSMITTER REMOVAL IN ADDITIONAL MERGERS

P. Gorbachev, O. Makarichev, A. Kochina

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv

In modern conditions, the city and its surroundings can be considered as a multifunctional socio-economic system, which consists of administrative areas adjacent to the central business and cultural part of the settlement. The economic activities of administrative regions are aimed at servicing and meeting the needs of the city and vice versa. The zones of influence of the city on the adjacent territories and settlements within the administrative regions form a single whole in a functional, planning, social, economic and territorial structure, which is characterized by intensive transport links and pendulum migration of the population in suburban traffic.

Public transport users who make trips from home to places of employment are the subject of a study of the distance traveled in suburban traffic. Firstly, they are the largest by volume and stable part of the transport market in suburban communications, and secondly, they provide the opportunity to experimentally test statistical hypotheses regarding the type of random ones.

Confirming the existence of patterns in the location of stopping points based on the coordinates of stopping points relative to the city center and determining patterns in the distances between stopping points located on the territory of the city and its surroundings relative to the city center, it can be argued that the existing public infrastructure affects the distance of movement transport and there are patterns in the distances between stopping points, if they are considered together and on the rhetoric of the city and in suburban traffic.

As a result of theoretical studies, it was revealed that the distribution of the distance of movement between the city and the territory that surrounds it should have an exponential distribution if the patterns in the distances of these movements are a continuation of the patterns that arise in the city.

Experimental studies of trips in the territory on the example of the Kharkov region confirmed the possibility of using an exponential distribution to describe the distance of movement between the regional center and settlements in the region with a shift parameter, which is determined based on the minimum travel distance in the suburban connection. The results obtained made it possible to determine the likelihood of moving within certain distance limits, which makes it possible to apply these data to the implementation of the interval concept, modeling the demand for movement in suburban traffic.

Keywords: distance, movement, suburban area, city, probability, stopping point, exponential distribution.