

УДК 656.022.2

А.В. ВЕСНІН, канд. техн. наук, доц., О.Д. ПОЧУЖЕВСЬКИЙ, асистент
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

М.Є. КРИСТОПЧУК, канд. техн. наук, доц., Національний університет «Львівська політехніка»

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНОЇ РУХЛИВОСТІ НАСЕЛЕННЯ

Наведено аналіз моделей транспортної рухливості населення, що використовуються при визначенні обсягів перевезень пасажирів громадським транспортом та дозволяють враховувати багатofакторність процесу формування транспортних зв'язків.

Вступ. На даний час мають місце два напрямки організації послуг пасажирського транспорту: з одного боку - робота транспорту приводиться у відповідність до попиту на його послуги, а з другого формується попит на перевезення в залежності від можливостей транспортної системи. Дослідження закономірностей формування ринку автотранспортних послуг базуються на дослідженнях процесів розселення та просторової самоорганізації населення, визначенні щільності транспортних зв'язків, вузлів зародження та погашення пасажиропотоків. При моделюванні транспортної системи пасажирського сполучення слід використовувати підхід, який ґрунтується на вивченні закономірностей взаємодії населення, виробництва з транспортними потоками. Основним тут є встановлення виду зворотного зв'язку розміщених у просторі об'єктів на рухомість у транспортному обслуговуванні: плануванні мережі, її потужності (пропускна і провізна здатність, швидкість руху, надійність і регулярність сполучення, комфортність і безпека транспортування), вивчення закономірностей розселення та просторової самоорганізації населення.

Аналіз останніх досліджень. У теорії пасажирських перевезень, на відміну від економічної географії, закономірності розселення населення визначають через реалізовані ним переміщення. У відповідності до постановки задачі аналізу розселення будуть виступати відстань переміщення l або затрати часу на переміщення t відносно тих чи інших центрів транспортного тяжіння.

Відомі моделі [1], для яких в зоні розселення i , загальна кількість зародження переміщень населення певної групи рівна A_i (рис. 1). Дану величину називають ємністю зони i по відправленню. Аналогічно кількість переміщень, які закінчуються в зоні j називають ємністю по прибуттю (нею може бути будь-який центр тяжіння, або зона).

Прийнявши за центр побудови деякий центр тяжіння j , що знаходиться в i -й зоні, проводяться побудови відносно нього ізохрони t , або ізодистанти l .

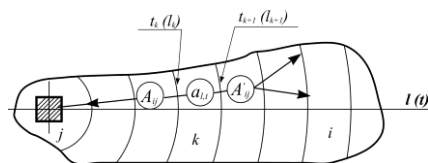


Рис. 1. Модель визначення щільності транспортних зв'язків

Нехай всередині зони з центром l , обмеженої деякою ізохроною t_k , або ізодистантою l_k , зароджується $A_i(l,t)$ переміщень, а всередині елементарної територіальної одиниці площею dF , обмеженої ізохронами t_k та t_{k+1} або ізодистантами l_k та l_{k+1} - відповідно $a_{i,t}$. Відношення $d_F = a_{i,t}/dF$ - представляє собою щільність транспортних зв'язків, або щільність розселення; $a_{i,t}(l,t)$ та $A_i(l,t)$ - відповідно диференціальний та інтегральний закони розселення, між якими існує зв'язок у вигляді $A_i(l,t) = \int_0^{l,t} a_{i,t} [1]$.

Різними авторами запропоновано ряд емпіричних та теоретичних залежностей $d_F = (l,t)$. Зокрема, Г.А. Гольц [2], запропонував нормально-імовірнісну функцію розселення міського населення, з врахуванням багатofакторного характеру формування зв'язків з центрами тяжіння

$$d_F = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-l^2/(2\sigma^2)}, \quad (1)$$

де σ - параметр закону розподілу, визначений в функції прийнятої граничної тяжкості сполучення за „правилом трьох сигм”.

Широкого розповсюдження також набула експоненціальна модель розселення [1,3]

$$d_F = ae^{-bl}, \quad (2)$$

де a - поверхнева щільність населення в центрі тяжіння; b - степінь експоненціального зменшення щільності розселення із збільшенням відстані до центра тяжіння.

Авторами [4] запропоновано багатофакторні моделі, що добре описують зв'язок між транспортною рухливістю і конкретними факторами. Вказані моделі мають вигляд

трудоі переміщення у межах господарства:

$$TP_{\partial} = -155,318 + 0,034N_x - 0,078S_x - 0,0978n + 10,365H + 267,262l_{cp} + 178,118W + 341,188C, \quad (3)$$

трудоі переміщення у межах району:

$$TP_{\partial} = -2063,092 + 898,351\tilde{A} - 0,021S_p + 2,168n + 57,731H + 18518,648\frac{1}{N} + 6,238N_{\partial} - 20,830P_c + 0,371N_p + 4445,027\frac{1}{l_{cp}} + 1220,057d - 988,020K + 4771,672C, \quad (4)$$

де \tilde{A} - питома вага містотвірної групи населення в центрі району, %; S_p - площа території району, км²; n - середня чисельність населених пунктів, чол.; H - щільність населених пунктів, од./100 км²; N - чисельність населення в районі (без центра району), тис. чол.; - загальна чисельність населення в районі, тис. чол.; P_c - щільність сільського населення, чол./км²; N_p - чисельність населення районного центру, тис. чол.; l_{cp} - середня відстань пересування від центру господарства до центра району, км; d - щільність автомобільних доріг, км/км²; k - коефіцієнт відношення загальної площі до площі ріллі, км²/км²; \tilde{N} - соціальний індекс; N_x - чисельність містотвірної групи населення господарства, чол.; S_x - площа господарства, га; W - коефіцієнт відношення загальної площі до площі сільгоспугідь, км²/км².

культурно-побутові переміщення у межах господарства

$$\tilde{I}_{\partial\partial} = 365,000 + 0,151N_x - 0,985n + 1,224H - 15,129l_{cp} + 2,519A - 19,290C, \quad (5)$$

культурно-побутові переміщення у межах району

$$\tilde{I}_{\partial\partial} = -4201,918 + 11,723N_c + 4,918n - 1,6343S_p - 29478,414\frac{1}{l_{cp}} + 836,027\frac{1}{d} + 1576,284M + 15099,320P - 3,302A + 23,917K_{\partial} + 124,701H + 60,366\frac{1}{C}. \quad (6)$$

де N_c - чисельність сільського населення району, тис. чол.; n - середня чисельність населених пунктів, чол.; S_p - площа території району, км²; l_{cp} - середня відстань від центру господарства до центра району, км; d - щільність автодоріг, км/км²; M - щільність маршрутної мережі громадського транспорту, км/км²; P - щільність транспортних засобів громадського транспорту на мережі, од./км мережі; A - рівень моторизації, транспортних засобів/1000 жителів; K_{∂} - рівень забезпеченості сільського населення установами культурно-побутового призначення, %; H - щільність населених пунктів, од./100 км²; C - соціальний індекс; N_x - чисельність містотвірної групи населення господарства, чол.

Моделі (3)-(6) узгоджуються з експериментальними даними [4], що підтверджує перевірка за F -критерієм, а коефіцієнти кореляції моделей прагнуть до одиниці, що говорить про тісний зв'язок досліджуваних показників.

Методика досліджень. Обсяг перевезень вимірюється числом планових або фактично перевезених пасажирів. Вихідною інформацією є транспортна рухомість населення. Вона може бути визначена для країни, області або міста як сумарне число поїздок населення протягом року, віднесене до всієї чисельності проживаючих у них жителів. Переміщення людей пов'язані з їх життєдіяльністю. У конкретних соціально-історичних та економічних обставинах потреба в переміщеннях визначає рівень розвитку продуктивних сил, суспільного виробництва, соціальна структура суспільства. Інтенсивність переміщень кількісно виражається показником рухомості населення. Розрізняють поняття потенційної, реалізованої, абсолютної, загальної, пішохідної та транспортної рухомості. У загальному випадку під рухомістю розуміють кількість переміщень, що приходяться на одну людину із розглядуваної групи за той чи інший розрахунковий період часу.

Постановка завдання. Математичні моделі транспортної рухливості населення мають

практичне значення. Основне їх призначення - прогнозування. Визначення на їх основі обсягів транспортної роботи на будь-який період дозволяє у проектах планування вибрати раціональне співвідношення між розселенням і транспортною інфраструктурою, розрахувати необхідну кількість і тип рухомого складу, раціонально скласти маршрутну мережу й оптимально розподілити рухомий склад по мережі.

Закони розселення є наслідком дії закону просторової самоорганізації населення по затратах часу на переміщення. Вирішальне значення при цьому відіграє трудова діяльність.

Оскільки $a_{l,t} = d_F dF$, де d_F - щільність розподілу переміщень населення та $A_i(l,t) = \int_{l,t} a_{l,t} dt = \int_{l,t} d_F dF$, то закономірності розселення $a_{l,t}(l,t)$ і $A_i(l,t)$ можна розглядати у вигляді залежностей $d_F(l,t)$.

Результати досліджень. Потенційна рухомість, що відповідає вимогам населення на переміщення, визначається у відповідності до біологічних та суспільних потреб, соціально-економічними характеристиками, виробничою необхідністю, культурними потребами. Внаслідок багатofакторності та складності взаємозв'язків визначити потенційну рухомість розрахунковим методом неможливо [1,4].

На основі обстеження маршрутів, одержано дані по відправленню пасажирів з обласного центра до периферії. Відправлення та переміщення пасажирів в приміському сполученні підпорядковуються закономірностям, аналогічним до моделей розселення, тому будемо вважати, що кількість відправлень пасажирів від центра до населених пунктів, розміщених на периферії можна визначити за залежністю

$$\lambda = a_1 e^{-b_1 l}, \quad (7)$$

де a_1 - відправлення пасажирів з центра тяжіння; b_1 - степінь експоненціального зменшення відправлень пасажирів із збільшенням відстані від периферійного населеного пункту до центра тяжіння.

Авторами [5] запропоновано методуку визначення закономірностей розселення в регіоні навколо центра тяжіння (обласний, районний центри) та виконано побудову регулярної моделі для функції щільності населення в залежності від віддаленості відносно центра тяжіння, що в свою чергу дозволяє встановити кількісні показники транспортної рухомості населення в регіоні на основі закономірностей просторової самоорганізації населення.

Задовільні результати при визначенні закономірностей розселення та переміщень населення в приміському сполученні дає використання моделей із степеневими залежностями щільності населення та відправлень пасажирів від відстані l до центра тяжіння. Вказані залежності мають вигляд

$$d_F = A \cdot l^{-B} \quad (8)$$

та

$$\lambda = A_1 \cdot l^{-B_1}. \quad (9)$$

Результати розрахунків щільності населення та відправлень пасажирів залежно від віддаленості населених пунктів від центра тяжіння з використанням експоненціальної моделі представлено на рис. 2, з використанням степеневої функції, рис. 3.

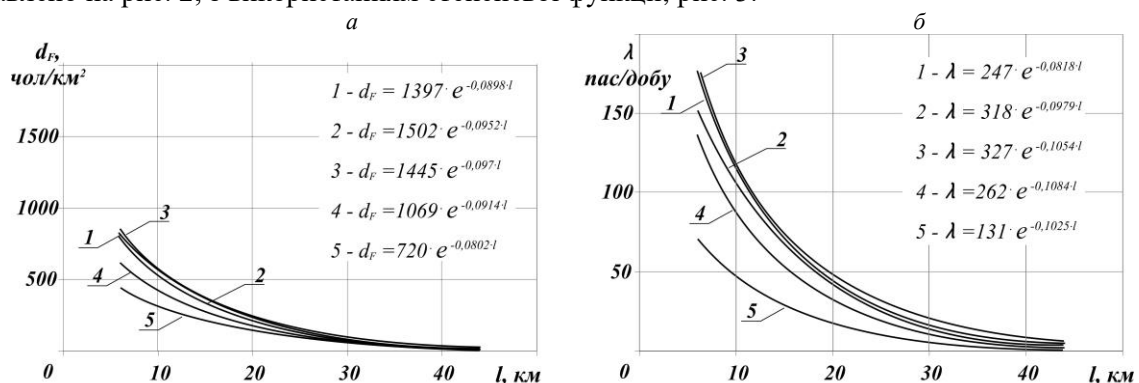


Рис. 2. Побудова закономірностей розселення населення d_F відносно центра тяжіння (обласний центр) а та відправлень пасажирів λ від обласного центра до периферії б на основі експоненціальної моделі

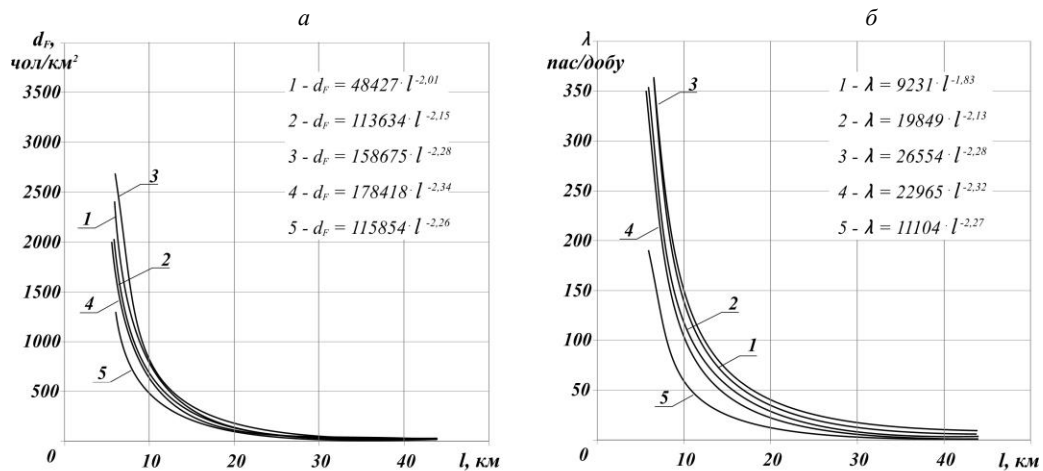


Рис. 3. Побудова закономірностей розселення населення d_F відносно центра тяжіння (обласний центр) *a* та відправлень пасажирів λ від обласного центра до периферії *б* з використанням степеневих функцій

Для експоненціальних моделей встановлено відповідні коефіцієнти, які змінюються в межах: $a=720 \div 1502$; $b=0,0802 \div 0,097$; $a_1=131 \div 327$; $b_1=0,0818 \div 0,1084$.

Для моделей з використанням степеневих функцій відповідні коефіцієнти змінюються в межах: $A=48427 \div 178418$; $B=2,01 \div 2,34$; $A_1=9231 \div 26554$; $B_1=1,83 \div 2,32$.

Трудові зв'язки дозволяють виділити три зони по відношенню до міст - центрів тяжіння сільських жителів [6]. Перша зона з $R_n < 20$ км характеризується стабільністю зв'язків протягом тривалого періоду. Імовірність існування стабільних зв'язків у цьому разі $p \geq 0,8$. У даному випадку спостерігається сталий процес трудового взаємозв'язку, що практично не піддається впливу випадкових факторів. Як наслідок цього відсутні істотні коливання в пасажиропотоці трудових маятникових мігрантів. У другій зоні ($20 \leq R_n \leq 30$ км) імовірність $p=0,5$, тобто трудові зв'язки не постійні в часі, їх інтенсивність з року в рік істотно змінюється. І, нарешті, периферійна зона ($R > 30$ км) характеризується випадковими, з низькою інтенсивністю трудовими зв'язками.

Доцільність різних цільових переміщень, залежно від їхньої дальності, розцінюється сільським населенням по-різному. Кожне сільське поселення перебуває між багатьма іншими сільськими й міськими поселеннями з індивідуальним набором соціального, культурного й виробничого потенціалу в кількісному і якісному відношеннях. При розвинених дорожній мережі й транспортній системі населення вибирає центр тяжіння з урахуванням обмежень накладених цією транспортною системою, й на основі суб'єктивних міркувань про якість обслуговування. Крім того, діють фактори терміновості досягнення мети й напруженості добового балансу часу. Проте може бути дана і якісна оцінка тенденцій поведінки населення.

На розподіл переміщень міських жителів у сільські населені пункти впливає величина міста, дальність переміщення, мета переміщення, тобто ті ж фактори, що й при переміщенні сільських жителів у міста. Різниця полягає в тому, що радіус поширення переміщень міських жителів значно менше. Тим самим зона інтенсивних і регулярних пересувань у циклі робочого дня охоплює тільки найближчі до міст сільські території з радіусом до 15 км. У вихідні дні за рахунок гостювих поїздок і на відпочинок радіус цієї зони розширюється приблизно в 1,5-2 рази.

Аналіз просторового розподілу переміщень сільського населення показує, що кожний сільський населений пункт має n -мірну просторову орієнтацію, тобто кожна одиниця характеризується одномірним розподілом значень інтенсивності зв'язків P_{ij} : $P_{11}, P_{12}, \dots, P_{1l}, \dots, P_{1k}$, де P_{11} - зв'язки всередині розглянутого поселення або іншої елементарної одиниці сільських територій; $2, \dots, l, \dots, k$ - множина інших одиниць, з якими присутні зв'язки (у тому числі міські поселення).

На основі розподілу зв'язків можна одержати поле розсіювання початкових і кінцевих пунктів переміщень. Оскільки щільність їх розсіювання у відношенні поселень неоднакова, то на їх множині можна виділити територіальні одиниці, що складуть зони обслуговування.

Дослідження закономірностей розселення вказують на значну нерівномірність розподілу населення по території регіону. Тому доцільно провести поділ території на більш однорідні у

функціональному відношення райони.

Висновки. Результати досліджень можуть бути складовою частиною комплексних досліджень закономірностей визначення щільності транспортних зв'язків, вузлів зародження та погашення пасажиропотоків для побудови найбільш математичних моделей ефективного функціонування транспортних систем пасажирського сполучення

Список літератури

1. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. - М: Высшая школа, 1980. - 534 с.
2. Михайлов А.С. Управление рынком перемещений городского населения – Алматы: НИЦ Гылым, 2003. – 237 с.
3. Организация городских автобусных перевозок / М.Е. Антошвили, С.Ю. Либерман, И.В. Спирич. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
4. Пассажирыские автомобильные перевозки : В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Вельможин. М.: Горячая линия – телеком, 2006. - 448 с.
5. Доля В.К., Грицюк П.М., Кристопчук М.С. Дослідження транспортної мережі регіону методом побудови функції щільності населення / В.К. Доля, П.М. Грицюк, М.С. Кристопчук// Коммунальное хозяйство городов. Научно-техн. сб. – Вып. 69 Серия „Технические науки и архитектура” Киев: „Техніка”, 2006. – С. 205-211.
6. Кристопчук, М.С. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / М.С. Кристопчук. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 214 с.
Рукопис подано до редакції 22.02.12

УДК 621.9.06-585

А.С. АРАЛКІН, канд. техн. наук, доц., І.О. ДЕХТЯРЕНКО інженер
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИВОДУ ГОЛОВНОГО РУХУ ВЕРСТАТА МОД. 675П

Виконано 3D - моделювання фрезерної операції технологічного процесу виготовлення деталі «Палець», отримано математичну модель об'єму стружкоутворення, визначено закон зміни швидкості різання та модернізовану конструкцію приводу головного руху універсального фрезерного верстата, що дозволить реалізувати цей закон.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними задачами. Автоматизація виробничих процесів на сучасних підприємствах вимагає більш широкого впровадження автоматизованого технологічного обладнання. Одночасно, економічне становище на багатьох заводах не дає можливості оснащення виробництва новими сучасними верстатами. Актуальним питанням в таких умовах стає оновлення, ремонт та модернізація існуючих верстатів з урахуванням особливостей конструкції оброблюваної деталі та нових вимог стратегії технологічного процесу їх обробки. В основу такої стратегії покладено принцип постійності продуктивності обсягу стружкоутворення під час механічної обробки заготовки деталі.

Аналіз досліджень та публікацій. У загальноприйнятому аспекті під модернізацією (оновленням) металообробних верстатів, які знаходяться в експлуатації тривалий час, розуміють підвищення ефективності їх використання. Її проводять за напрямками: поліпшення технічних характеристик верстата, розширення або зміна його технологічних можливостей, автоматизацію обладнання та скорочення холостих рухів, підвищення довговічності та надійності верстата, підвищення його точності, спеціалізація тощо [1]. Модернізацію верстата доцільно проводити одночасно за кількома напрямками за умови, що витрати окупляться протягом 2-3 років, а продуктивність верстата підвищиться на 20-30 % і від буде використовуватися не менше п'яти років [2].

Відомі напрямки модернізації верстатів не враховують конструктивні особливості оброблюваної деталі, технологічні вимоги до її оброблених поверхонь. Існує досвід ВАТ КрТЗ «Констар» розробки та впровадження у виробництво п'яти координатних верстатів нової конструкції ф. «COVOSVIT» (Чехія), які спеціально розроблені для виготовлення турбінних моноколів. Але економічне становище багатьох машинобудівних виробництв не дозволяє їм поширювати парк своїх верстатів за рахунок придбання нового сучасного обладнання. Реально доступним шляхом інтенсифікації машинобудівного виробництва є модернізація існуючого верстатного парку.