

О.О. Лобашов, Н.У. Гюлев, К.А. Порожан

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ РУХУ НА МАРШРУТАХ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА ХАРКОВА

У статті розглянуто кореляційно-регресійний аналіз як метод дослідження зміни швидкості руху на маршрутах міського пасажирського транспорту в залежності від довжини перегонів та інтенсивності руху на перехрестях. Розроблені та представлені математичні моделі, що описують закономірності зміни швидкості. Отримані математичні моделі можуть використовуватися для коригування розкладу руху автобусів посезонно та часи-пік на маршрутах міського пасажирського транспорту міста Харкова.

Ключові слова: швидкість руху, кореляційно-регресійний аналіз, інтенсивність, довжина перегону.

Постановка проблеми

У зв'язку з інтенсивним ростом автомобілізації, на дорогах нашої країни та зокрема у місті Харкові за останні роки, змінилися і показники середньої швидкості на маршрутах МПТ. Основними параметрами, які можуть впливати на даний показник є інтенсивність руху на перехрестях та довжина перегонів. Відсутність чіткого часу очікування пасажиром на зупиночних пунктах, перенаповнення салонів транспортного засобу у часи-пік – це фактори, які спонукають до вивчення питання та пошуку шляхів його вирішення

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У роботі [1] автор стверджує, що транспортний потік, в якому рухається автобус, обмежує середню швидкість останнього при інтенсивності вище 390 приведених одиниць транспортних засобів на одну смугу руху в час. При меншій інтенсивності транспортного потоку його впливом на швидкість руху можна знехтувати. В середніх умовах технічна швидкість руху наближено визначається за формулою:

$$v_m = 2322,6/(n_{ТП} + 19,8) + 6,75, \quad (1)$$

де $n_{ТП}$ – інтенсивність транспортного потоку, авт/год.

Також дослідження цього автора показали, що ступінь заповнення салону ТЗ впливає на швидкість руху. Зміна пасажиропотоку на 10 % від середнього значення спричиняє невеликий вплив на час рейсу. Перевезення пасажирів більш ніж на 3 пас/м² вільної площі підлоги салону спричиняє зниження швидкості сполучення приблизно на 0,3...0,4 км/год на кожних 10-20 пасажирів.

Довжина перегону впливає на час підходу пасажирів до зупиночного пункту і витрати часу на проміжні зупинки під час транспортного пересування, технічну швидкість, середній час простою на зупиночному пункті, середню довжину поїздки і залежить від щільності транспортної мережі [2]. Математично це можна подати у вигляді:

$$t_{mp} = \frac{l_{сеп}}{V_T} + \left(\frac{l_{сеп}}{l_n} - 1\right)t_{zn}, \quad (2)$$

де t_{mp} – час транспортного пересування, год;

$l_{сеп}$ – середня довжина поїздки, км;

V_T – технічна швидкість, км/год;

l_n – довжина перегону, км;

t_{zn} – середній час простою на зупиночному пункті, год.

У роботі [3] дослідник дійшов висновку, що час підходу до зупинки не повинен перевищувати 10-15 хв, адже невеликі відстані між зупиночними пунктами забезпечують найменші витрати часу на підхід пасажирів. При цьому швидкість сполучення знижується і збільшується тривалість поїздки.

Дослідження автора роботи [4] показують, що під час руху транспортних потоків в умовах підвищеної щільності з'являються взаємні перешкоди руху та фактична швидкість транспортних засобів падає. Фактична швидкість транспортних потоків є функцією від інтенсивності руху. Виведені різні кореляційні рівняння цієї залежності:

$$V = V_c(1 - k \cdot Na), \quad (3)$$

де V_c – швидкість вільного руху автомобіля на даній ділянці дороги, км/год;

k – кореляційний коефіцієнт зниження швидкості руху в залежності від інтенсивності транспортного потоку.

Формулювання мети статті

Метою даної статті є виявлення закономірностей змін швидкості руху на маршрутах міського пасажирського транспорту міста Харкова, а також розробка математичних моделей для виявлення тенденції зміни швидкості та інтенсивності на досліджуваному маршруті з використанням кореляційно-регресійного аналізу та з подальшою розробкою практичних заходів для підвищення ефективності роботи міського пасажирського транспорту.

Виклад основного матеріалу

Для досягнення мети роботи необхідно визначити час руху транспортного засобу та швидкість руху між зупиночними пунктами.

На першому етапі дослідження було обстежено пасажиропотік, час руху транспортного засобу та швидкість між проміжними зупинками, інтенсивність руху на перехрестях та обрано метод визначення залежності – кореляційно-регресійний аналіз.

Наступний етап роботи – це характеристика маршруту, показники, що можуть прямо або опосередковано впливати на зміну швидкості та інтенсивності руху по маршруту. Епюри проведених досліджень пасажирообміну у прямому та зворотному напрямку представлені на рис. 1 – 2.

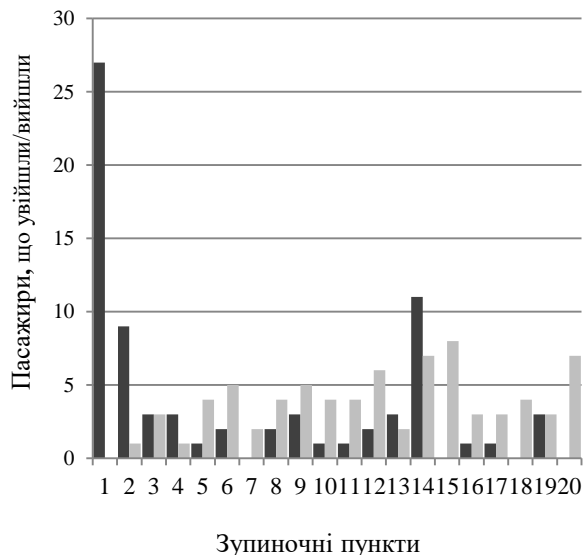


Рис.1.Епюра пасажирообміну в прямому напрямку

Дослідження проводилося в період з 16.30 до 18.45 години в осінньо-зимовий період.

Розрахунок швидкості руху автобуса проводився за формулою :

$$V_{nep} = \frac{l_{nep}}{t_{рух.nep}}, \quad (4)$$

де V_{nep} – швидкість руху автобуса на перегоні, км/год;

l_{nep} – довжина перегону, км;

$t_{рух.nep}$ – час руху по перегону, год.

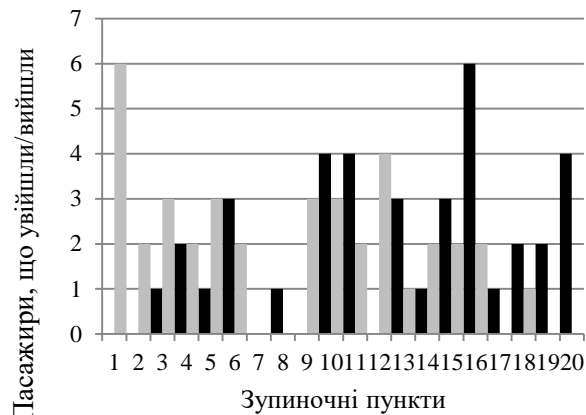


Рис.2. Епюра пасажирообміну в зворотному напрямку

Показники інтенсивності на перехрестях показані в табл.1.

Таблиця 1

Показники інтенсивності на перехрестях по маршруту

Зупиночний пункт	Інтенсивність, авт./год	Швидкість, км/год
Вул. С. Котляра	598	16,9
Новоіванівський міст	490	21,52
Вул. Новгородська	402	27,69
Пров. О. Яроша	313	30,46
Ст. м. 23 Серпня	466	25,45

Для визначення факторів, які впливають на зміну технічної швидкості використовують статистичні методи кореляції та регресії, які дозволяють встановити причинно-наслідкові зв'язки між досліджуваними ознаками, тобто виявити та обрати фактори, які найбільше впливають на результативний показник.

Методика розрахунку методом кореляційно-регресійного аналізу наведена на рис. 3.

За допомогою програми Microsoft Excel було побудовано графічні моделі закономірності зміни швидкості руху від довжини перегону та інтенсивності, а також отримано функцію, що описує залежність швидкості від кожного з

показників. Побудовані моделі графічно наведені на рис.4– 5.

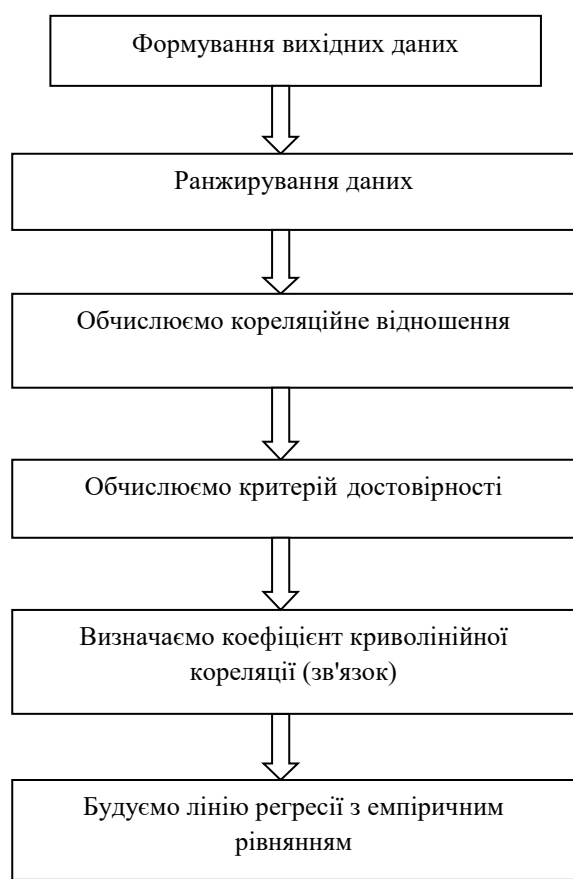


Рис. 3. Методика моделювання зміни швидкості руху методом кореляційно-регресійного аналізу

За допомогою програми Microsoft Excel було побудовано графічні моделі закономірності зміни швидкості руху від довжини перегону та інтенсивності, а також отримано функцію, що описує залежність швидкості від кожного з показників. Побудовані моделі графічно наведені на рис.4– 5.

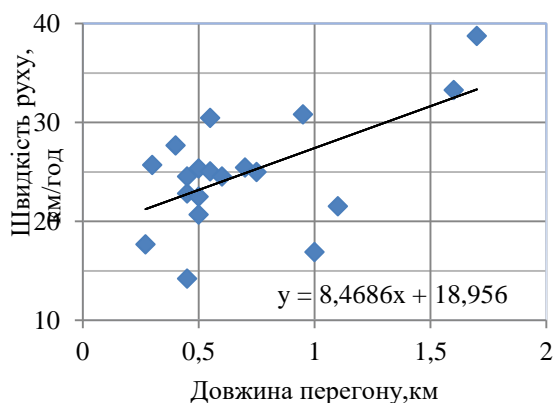


Рис.4. Лінія регресії між швидкістю руху та довжиною перегону з емпіричним рівнянням

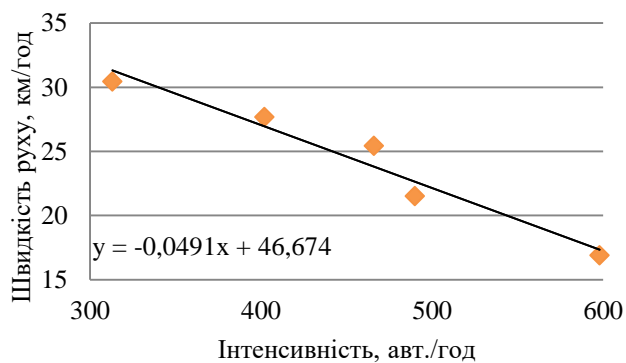


Рис. 5. Лінія регресії між швидкістю руху та інтенсивністю з емпіричним рівнянням

З побудованих графіків та розрахованих коефіцієнтів кореляції бачимо, що дані показники мають тісний зв'язок між собою та спостерігається певна закономірність, а саме, зі збільшенням довжини перегону швидкість руху зростає. У випадку з інтенсивністю спостерігається обернено-пропорційна залежність.

Висновки

За результатами роботи над дослідженням закономірностей змін швидкості руху на маршрутах міського пасажирського транспорту міста Харкова, за допомогою кореляційно-регресійного аналізу, було розроблено математичні моделі та встановлено зв'язок між кожним із показників. На основі розрахунків побудовано графіки зміни швидкості руху по маршруту, які можуть мати практичне застосування при складанні розкладу руху та організації міських пасажирських перевезень в цілому.

Для підвищення ефективності роботи міських пасажирських перевезень необхідно коригувати розклад руху в залежності від сезонності поїздок, встановлювати електронні системи оплати проїзду, що значно скоротять час простою на проміжних зупинках та удосконалювати диспетчерське управління.

Література

1. Спирин, И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И.В. Спирин – М. : Акаемия, 2003. - 400с.
2. Ефремов, И.С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – Москва.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
3. Артемов, С.П. Перевозки пассажиров автомобильным пассажирским транспортом [Текст] / С.П. Артемов, М.Д. Блатнов. – М.: Транспорт, 1970. – 248 с.
4. Кликовштейн, Г.И. Организация дорожного движения. [Текст] / Г.И. Кликовштейн, М.Б. Афанасьев – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 2001.–247 с
5. Лобашиов, О. О. Практикум з дисципліни «Організація дорожнього руху» [Текст] : навч. посіб. / О. О. Лобашиов,

- О. В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 221 с.
6. Давидич, Ю. О. Визначення довжини перегону маршрутного міського пасажирського автомобільного транспорту [Текст] : монографія / Ю. О. Давідіч, М. В. Калюжний, Є. І. Куш; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
7. Лобашов, О.О. Методика дослідження впливу транспортної мережі на параметри транспортних потоків у містах [Текст] / О.О. Лобашов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. - 2010. - №2. - С.24-25.
8. Лобашов, О.О. Моделювання впливу рівня автомобілізації на ефективність функціонування транспортної мережі [Текст] / В.К. Доля, О.О. Лобашов, О.В. Прасоленко// Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. - 2010. - Вип.3. - С. 19-23.
9. Galkin, A., Davidich, N., Melenchuk, T., Kush, Ye., Davidich, Yu., Lobashov, O. (2018) Modelling Truck's Transportation Speed on the Route Considering Driver's State. *Transportation Research Procedia*, 30, 207-215.
10. Лубяный, П. В. Исследование закономерностей затрат времени пассажирами при поездках на городском транспорте [Текст] : учеб. пособ. / П. В. Лубяный. – Х. : ХФ ХНАДУ, 2006. – 92 с

References

1. Spirin, I.V. (2003). Organization and management of passenger road transport, 400.
2. Efremov, I.S., Kobozev, V.M., Yudin, V.A. (1980). Theory of urban passenger transport. High School, 535.
3. Artyomov, S.P. Blatnov, M. D. (1970). Passenger transportation by automobile passenger transport, 248.
4. Klinkovshcheyn, G.I., Afanasyev, M.B. (2001) Traffic organization 5th ed., 247.
5. Lobashov, O. O., Prasolenko, O. V. (2011) Practicum on discipline "Organization of traffic". O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 221.

6. Lobashov, O.O. (2010). Methodology of studying the impact of transport network on traffic flow parameters in cities. Information management system on the railway transport, 24-25.
7. Davydich, Yu.O., Kalyuzhny, M.V., Kush, Ye.I. (2015). Determination of the length of the runway of city urban passenger motor transport, monograph. O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 164.
8. Lobashov, O.O., Fate, V.K., Prasolenko, O.V. (2010). Modeling of the influence of the level of motorization on the efficiency of transport network operation. *Bulletin of the Donetsk Academy of Automobile*, 19-23.
9. Galkin, A., Davidich, N., Melenchuk, T., Kush, Ye., Davidich, Yu., Lobashov, O. (2018). Modelling Truck's Transportation Speed on the Route Considering Driver's State. *Transportation Research Procedia*, 207-215.
10. Lubyany, P.V. (2006). Study of the laws of time spending by passengers when using the city transport: studies. Benefit, 92.

Рецензент: д-р техн. наук проф. Ю.О. Давідіч, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: ЛОБАШОВ Олександр Олександрович
д.т.н., професор, завідувач кафедри
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – lobashovb1@mail.ru
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6563-1319>

Автор: ГЮЛЄВ Нізамі Уруджевич
д.т.н., доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail - ngulev2@gmail.com

Автор: ПОРОЖАН Каріна Анатоліївна
студент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – karina.porozhan.95@mail.ru

LEGISLATION OF CHANGE OF SPEED MOBILE ON THE ROUTES OF THE CITY PASSENGER TRANSPORT OF KHARKIV

O. Lobashov, N. Gulev, K. Porozhan

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The object of the study is the urban passenger route. The purpose of the study is to identify the laws of changing the average speed of the route from various technical and operational indicators. In the article preliminary researches and conclusions of work concerning the given problem are considered. The next step was the description of the route, rolling stock used. Also on the example of the intersection is determined the level of traffic load on the route, which also affects the average speed of the route. As a basis of the study, a correlation-regression analysis is used as a method for studying the change in the speed of traffic on urban passenger transport routes, depending on the length of the routes and the intensity of traffic at intersections. Initial data was the length of racing on the route, time, distance traveled and the number of cars crossing the intersection per hour. The mathematical models describing the laws of speed change are developed and presented. In the case of the increase in the length of the haul, a rapid increase in the speed of the bus is observed, with regard to the growth of the intensity of movement, an inverse relationship is observed - the speed of the bus decreases sharply. The obtained mathematical models can be used to adjust the schedule of bus traffic in season and in time-peak, organization and planning of city passenger transport in the city of Kharkiv. To improve the efficiency of the city bus routes, it is necessary to review the timetable for seasonal traffic, separate the lanes for the route taxi, control the interval of movement, issue to the line, the work of dispatchers, apply low floor in the passenger compartment and wide doors and install electronic payment systems, which significantly reduce idle time at stopping points and reduce road accidents

Keywords: speed of motion, correlation-regression analysis, intensity, run-off time.