

УДК 656.13

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РОБОТИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Давідіч Н.В.

DESIGN PARAMETERS QUALITY OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT

Davidich N.

В статті розглядаються питання моделювання показників якості роботи міського пасажирського транспорту. Розроблено модель комплексного показника якості міського пасажирського транспорту. Встановлено, що основним показником якості є час поїздки пасажирів. Наведено методику проведення натурного обстеження параметрів процесу перевезення пасажирів. Визначено, що зміна часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту з достатньою точністю описується нелінійним регресійним рівнянням, в якому як змінні використовуються швидкість транспортного потоку, коефіцієнт використання місткості транспортного засобу, довжина перегону, питома потужність двигуна транспортного засобу.

Ключові слова: пасажир, перевезення, якість, модель, проект, транспорт, час руху.

Вступ. Транспорт став невід'ємною ланкою життя суспільства, за допомогою якого, населення долає значні відстані за відносно незначні проміжки часу. Міський пасажирський транспорт загального користування є складовою частиною єдиної транспортної системи країни. Він здійснює перевезення пасажирів разом з іншими видами пасажирського транспорту. Існуючий рівень пасажирських перевезень не відповідає сучасним вимогам, що ставляться до якості перевезення пасажирів. При цьому часто не забезпечується передбачений нормами час поїздки, що пояснюється низькими швидкостями сполучення основних видів міського пасажирського транспорту, необхідністю виконувати пересадки з причини недосконалої маршрутної мережі та втрати часу на підходи до зупинних пунктів. Перевезення пасажирів міським пасажирським транспортом повинно здійснюватися з найбільшими зручностями, безпечно і з можливо меншою витратою часу на поїздку. Це потребує проектування якості транспортного обслуговування мешканців міста.

Постановка проблеми. Підвищення якості пасажирських перевезень у системі міського пасажир-

ського транспорту – одне з найважливіших напрямків, поставлених перед потребами суспільства у галузі транспорту [1, 2]. Якість послуг пасажирського транспорту характеризується сукупністю властивостей процесу перевезення, які обумовлюють задоволення потреб пасажирів в поїздках відповідно до встановлених нормативами вимог [2].

Забезпечення якості закладається ще на етапі проектування параметрів транспортного процесу. Це оцінка загального виконання проекту на регулярній основі для підтвердження того, що проект задовольняє стандарти якості [3]. В результаті планування якості створюється план організаційно-технічних заходів із забезпечення системи якості проекту, де повинні бути передбачені аспекти забезпечення його якості, і куди повинні входити:

- опис процедур проведення контрольних і дослідницьких заходів, а також перелік контрольних показників за всіма роботами і видами продукції;
- забезпечення якості – регулярна перевірка ходу реалізації проекту для підтвердження того, що забезпечена його якість відповідає вимогам [4].

В теперішній час існує наявність невирішених завдань щодо розробки підходу до управління якістю проектів міського пасажирського транспорту, який би дозволяв вдосконалювати процеси управління ними, вирішувати проблемні аспекти управління, а також, у разі необхідності, скорочувати витрати на якість проекту, планування та прийняття управлінських рішень. Забезпечення якості послуг передбачає створення систем управління якістю у відповідності до вимог міжнародних стандартів [1]. При цьому невирішеними залишаються питання планування якості перевезення пасажирів на етапі проектування технологічного процесу. Це потребує формалізації параметрів якості і розробки методів визначення того, які стандарти якості застосовні до даного проекту і як домогтися відповідності їм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оцінки якості послуг міського пасажирського

транспорту висвітлені у працях Артинова О. П., Бабушкіна Г. Ф., Блатнова М. Д., Варелопуло Г. А., Володіна Є. П., Долі В. К., Єфремова І. С., Ігнатенка О. С., Лігума Ю. С., Міротіна Л. Б., Самолова Д. С., Скалецького В. В., Спірина І. В., Островського М. Б., та інших вчених. За думкою науковців, ефективна і надійна робота міського пасажирського транспорту є найважливішим чинником соціально-економічної стабільності. Внаслідок цього, підвищення якості пасажирських перевезень у системі міського пасажирського транспорту – одне з найважливіших напрямків, поставлених перед потребами суспільства у галузі транспорту [5].

В Україні стандарти якості послуг пасажирського транспорту встановлені різними законодавчими актами [6]. Визначені державою нормативи забезпечення транспортом загального користування гарантують якісне обслуговування пасажирів з моменту придбання квитка на поїзд до завершення поїздки при мінімальних витратах часу на оформлення проїзних квитків.

Організація перевезень пасажирів повинна забезпечувати раціональне використання транспортних засобів, повну безпеку й високу культуру обслуговування пасажирів з найменшими витратами [2]. Головними факторами якості перевезень пасажирів є комфортність поїздки; час, витрачений на пересування пасажирів; безпека перевезень, що визначається щільністю маршрутної мережі; частота та точність руху міського пасажирського транспорту; швидкість сполучення; стан інформації та реклами про роботу міського пасажирського транспорту [1, 7-9]. Ще однією групою показників якості, що мають вагомий вплив на фізичний та емоційний стан людини, є його витрати на пересування у громадському транспорті від місця знаходження до місця призначення [1, 2, 10-12].

За думкою дослідників, одним з найбільш суттєвих критеріїв оцінки якості транспортного обслуговування населення є загальні витрати часу жителів на переміщення від початкового пункту до кінцевого [1, 13-15]. Загальні витрати часу пасажирів складаються з часу на підхід до зупинки, часу очікування пасажиром транспортного засобу, тривалості посадки та руху в ньому, а також часу руху пішки до кінцевого пункту [1]. Однак, раніш розроблені методи оцінки якості в проектах міського пасажирського транспорту не повністю враховували суб'єктивну оцінку пасажирів умов обслуговування.

Внаслідок цього, планування якості перевезення пасажирів вимагає створення математичного апарату для моделювання складових загальних витрат часу пасажирів на переміщення та показника якості з урахуванням суб'єктивної оцінки пасажирів умов обслуговування.

Мета статті. Метою роботи є математична формалізація комплексного показника якості міського пасажирського транспорту та часу руху пасажирів у транспортному засобі.

Результати досліджень. Оцінка значущості для пасажирів критеріїв якості роботи міського пасажирського транспорту проводилася з використанням даних натурного обстеження. В ході його проведення від пасажирів вимагалось вказати критерії, які вони використовують при оцінці якості міського пасажирського транспорту, та оцінити їх за значущістю. Для оцінки якості транспортного обслуговування пасажирів з тринадцяти факторів було відібрано чотири основних показника, які можливо використовувати при плануванні якості проектів міського пасажирського транспорту:

- час пішохідної складової транспортних перевезень, який включає час підходу та відходу від зупинки;
- час очікування транспортного засобу;
- час поїздки;
- динамічний коефіцієнт використання місткості транспортного засобу.

Для врахування ступеня значущості для пасажирів визначених показників використовувалися їх суми рангів. Було зроблено припущення, що максимальне значення коефіцієнта якості повинно дорівнювати одиниці. Внаслідок цього, комплексний показник якості міського пасажирського транспорту було представлено таким чином:

$$K_{я}^{маршрут} = \left(\frac{t_{nu_{min}}}{t_{nu_{\phi}}} \right)^{0,137} \cdot \left(\frac{t_{оч_{min}}}{t_{оч_{\phi}}} \right)^{0,262} \cdot \left(\frac{t_{n_{min}}}{t_{n_{\phi}}} \right)^{0,465} \cdot \left(\frac{\gamma_{\Delta_{min}}}{\gamma_{\Delta_{\phi}}} \right)^{0,136}, \quad (1)$$

де $K_{я}^{маршрут}$ – комплексний показник якості міського пасажирського транспорту при виконанні маршрутної поїздки;

0,137; 0,262; 0,465; 0,136 – коефіцієнти вагомості одиничних показників при виконанні маршрутної поїздки;

$t_{n_{min}}$ – мінімально можливий час поїздки, хв.;

$t_{n_{\phi}}$ – фактичний час поїздки, хв.;

$\gamma_{\Delta_{min}}$ – динамічний коефіцієнт використання місткості з урахуванням міст для сидіння;

$\gamma_{\Delta_{\phi}}$ – фактичний динамічний коефіцієнт використання місткості транспортного засобу;

$t_{nu_{min}}$ – мінімальний час пішохідної складової транспортного пересування, хв.;

$t_{nu_{\phi}}$ – фактичний час пішохідної складової транспортного пересування, хв.;

$t_{оч_{min}}$ – мінімальний час очікування, хв.;

$t_{оч_{\phi}}$ – фактичний час очікування, хв.

Для планування якості проектів міського пасажирського транспорту виникає необхідність в ви-

значенні фактичних значень показників моделі (1). Це можливо здійснити з використанням моделей зміни цих показників. На першому етапі дослідження було проведено заходи з розробки моделі зміни складової часу поїздки – часу руху у транспортному засобі на перегоні маршруту.

Для отримання вихідної інформації було проведено натурні обстеження. При цьому використано табличний метод обстеження пасажиропотоків. Посадка обліковців в транспортні засоби проводилася при виїзді з парку або на початкових станціях маршрутів згідно з розкладом руху. Обліковці підраховували кількість пасажирів, які увійшли та вийшли з транспортного засобу на кожному зупинному пункті і проводили відмітки в облікових картках. Також проводилося фіксування часу прибуття та відбуття транспортного засобу з кожного зупинного пункту. Далі була проведена обробка даних обстеження. Отримані матеріали дозволили визначити:

- параметри траси маршруту, а саме довжину, кількість зупинних пунктів та кількість перегонів на маршруті.

- параметри пасажиропотоків, а саме обсяг перевезень і пасажиропотоки на перегонах, пасажиронаповнення транспортних засобів по перегонах маршруту, пасажирообмін зупинних пунктів.

- параметри транспортних засобів.

Для опису зміни часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту було використано методи кореляційного і регресійного аналізу [16]. Отримана модель виглядає таким чином:

$$t = 0,274 \cdot \sqrt{\gamma} + 3,532 \cdot \frac{1}{\sqrt{V_n}} + 2,673 \cdot \frac{\sqrt{L_{пер}}}{\sqrt{U}} \quad (2)$$

Результати розрахунку параметрів моделі зміни часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту наведено в табл. 1-2.

Таблиця 1

Межі вимірювання показників моделі зміни часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту

Показник	Позначення, розмірність	Межі вимірювання
Швидкість транспортного потоку	V_n , км/год.	22-68
Коефіцієнт використання місткості транспортного засобу	γ	0,02-1,3
Довжина перегону	$L_{пер}$, км.	0,29-1,97
Питома потужність двигуна транспортного засобу	U , кВт/т.	9,42-32,6

Зі всіх досліджуваних чинників значущими виявилися тільки чотири, про що свідчать розрахункові значення критерію Ст'юдента коефіцієнтів моделі, які перевищують табличне значення, і відсутність нуля в довірчих інтервалах.

Таблиця 2

Характеристика моделі зміни часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту

Фактор	Коефіцієнт	Стандартна помилка	Критерій Ст'юдента	
			розрахунковий	табличний
$\frac{1}{\sqrt{V_n}}$	3,523	0,609	2,872	2,00
$\sqrt{\gamma}$	0,274	0,095	5,791	
$\frac{\sqrt{L_{пер}}}{\sqrt{U}}$	2,673	0,306	8,712	

Статистична оцінка моделі проводилася з використанням ряду показників. Результати розрахунків наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати статистичної оцінки моделі зміни часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту

Показники		Значення
Критерій Фішера	розрахунковий	1536,03
	табличний	1,70
Коефіцієнт множинної кореляції		0,99
Середня помилка апроксимації, %		7,81

Значення статистичних показників відповідає допустимим межах. Це свідчить про статистичну адекватність отриманої моделі.

Для оцінки фізичної адекватності та аналізу отриманої моделі було розроблено графіки зміни часу руху транспортних засобів (рис. 1-4). При побудові графіків всі фактори моделі, крім того, який досліджувався, відповідали середнім значенням.

З аналізу моделі можна зробити наступні висновки. Транспортний потік, в якому рухається транспортний засіб міського пасажирського транспорту, істотно впливає на значення часу руху.

Швидкість транспортного потоку характеризує умови руху. Її збільшення призводить до зростання швидкості транспортного засобу, що рухається в ньому. Це, в свою чергу, впливає на зменшення часу руху.

Величина довжини перегону відіграє важливу роль при формуванні значення часу руху. Збільшення довжини перегону призводить до зростання часу руху транспортних засобів через збільшення відстані між зупинними пунктами.

Коефіцієнт використання місткості транспортного засобу характеризує ступінь наповнення його салону пасажирами. При цьому, при збільшенні коефіцієнта використання місткості час руху буде збільшуватися.

Це пояснюється тим, що при наповненому салоні менша динаміка розгону, що в свою чергу впливає на час руху.

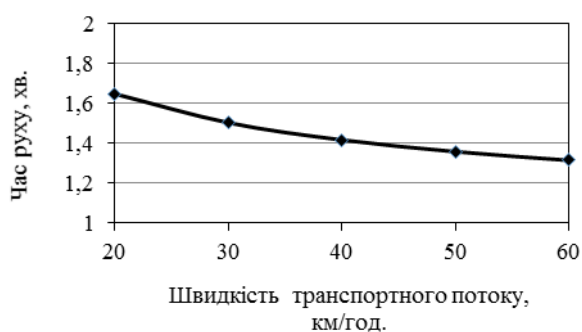


Рис. 1. Зміна часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту залежно від швидкості транспортного потоку

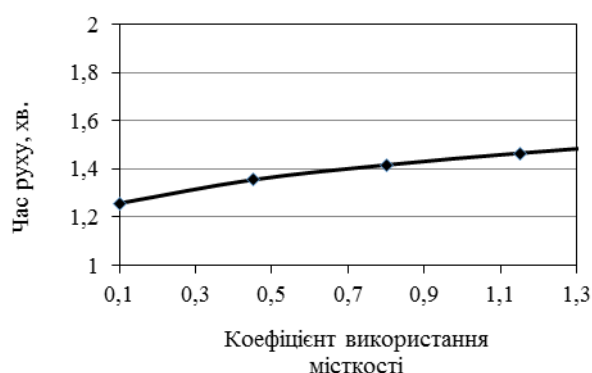


Рис. 2. Зміна часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту залежно від коефіцієнта використання місткості

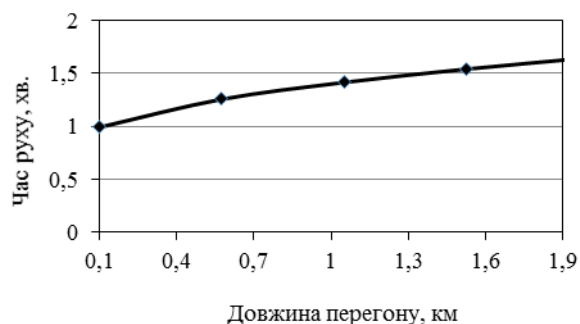


Рис. 3. Зміна часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту залежно від довжини перегону

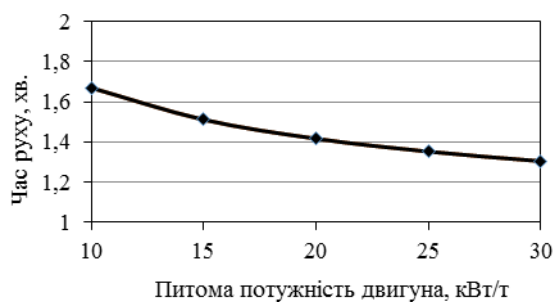


Рис. 4. Зміна часу руху транспортних засобів на перегоні маршруту залежно від питомої потужності двигуна транспортного засобу

Питома потужність двигуна визначає динамічні характеристики транспортного засобу. Чим вона вища, тим час руху буде менший. Така залежність пояснюється більшою величиною прискорення та відповідно більшою швидкістю, що розвиває транспортний засіб.

У результаті проведення статистичних розрахунків можна зробити висновок про допустимість використання розробленої моделі зміни часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту для оцінки якості проектів міського пасажирського транспорту.

Висновок. Отриманий комплексний показник якості перевезення пасажирів можливо використовувати для планування якості в проектах міського пасажирського транспорту. Зміна часу руху пасажирів в транспортному засобі на перегоні маршруту з достатньою точністю описується нелінійним регресійним рівнянням, в якому, як змінні, використовуються швидкість транспортного потоку, коефіцієнт використання місткості транспортного засобу, довжина перегону, питома потужність двигуна транспортного засобу. Напрямок подальших досліджень є визначення закономірностей зміни інших показників якості перевезення пасажирів та використання їх для планування якості в проектах міського пасажирського транспорту.

Література

1. Цибулка Я. Качество пассажирских перевозок в городах / Я. Цибулка // – М.: Транспорт, 1987. – 239 с.
2. Большаков А. М. Повышение качества обслуживания пассажиров и эффективности работы автобусов / А. М. Большаков, Е. А. Кравченко, С. Л. Черникова. – М.: Транспорт, 1981. – 206 с.
3. Системи управління якістю. Наставниці щодо поліпшення діяльності. – Надано чинності 2001 - 06 - 27. – К.: Держстандарт України, 2001. – 60 с.
4. Лapidус В. А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях / В. А. Лapidус. – М.: ОАО "Типография "Новости", 2000. – 432 с.
5. Большаков А. М. Повышение уровня обслуживания пассажиров автобусами на основе комплексной системы управления качеством: дисс. ... к. э. н. / А. М. Большаков. – М., 1981. – 174 с.
6. Назаренко Я. Я. Теоретические аспекты управления качеством перевозок пассажиров автомобильным транспортом / Я. Я. Назаренко // Управление проектами системный анализ и логистика. – К.: НТУ, 2013. – Вып. 12. – С. 313–318.
7. Ojo Thomas Kolawole. Service Quality and Customer Satisfaction of PublicTransport on Cape Coast-Accra Route, Ghana / Thomas Kolawole Ojo, Dickson Okoree Mireku, Suleman Dauda // Developing Country Studies. – 2014. – Vol. 4, – No. 18. – P. 142–149.
8. Marcucci E. Local public transport, service quality and tendering contracts in Venezia, Urban Sustainable Mobilità / E. Marcucci, E. Valeri, A. Stathopoulos, V. Gatta. – Milano, 2011. – P. 1–14.
9. Bodmer Milena. Transport service quality and social responsibility through the relationship marketing / Milena Bodmer, Jorge Antônio Martins. Lecturers at Federal University of Rio de Janeiro, 2003. P. 1–14.

10. Kerkko Vanhanen. Quality factors in public transport / Vanhanen Kerkko, Kurri Jari. – Helsinki University of Technology, 2005. – P. 1–7.
11. Margareta Friman. Service Supply and Customer Satisfaction in Public Transportation: The Quality Paradox / Friman Margareta, Felleson Markus / Karlstad University, Sweden. Journal of Public Transportation, 2009. – Vol. 12, No. 4. – P. 57–69.
12. Hensher D. Service quality developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. Transportation Research Part / D. Hensher, P. Stopher, P. Bullock, 2003. – P. 499–517.
13. Friman M. Implementing quality improvements in public transport / M. Friman // Journal of Public Transportation, 2004. – P. 49–65.
14. Muthupandian K. S., Vijayakumar C. Measurement of passengers service quality in public transportation: servqual analysis / K. S. Muthupandian and C. Vijayakumar // The Institute of Cost and Works Accountants of India. 2012. – P. 1–25.
15. Аулін В. В. Якість перевезень пасажирів як невід'ємна частина транспортного процесу / В. В. Аулін // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2008. – Випуск 5. – С. 80–84.
16. Галушко В. Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте / В. Г. Галушко. – Киев: Вища школа, 1976. – 232 с.

References

1. Cibulka Ja. Kachestvo passazhirskih perezovok v gorodah / Ja. Cibulka // – М.: Transport, 1987. – 239 s.
2. Bol'shakov A. M. Povyshenie kachestva obsluzhivaniya passazhirov i jeffektivnosti raboty avtobusov / A. M. Bol'shakov, E. A. Kravchenko, S. L. Chernikova. – М.: Transport, 1981. – 206 s.
3. Systemy upravlinnya yakistyu. Nastanovy shchodo polipshennya diyal'nosti. – Nadano chynnosti 2001 - 06 - 27. – К.: Derzhstandart Ukrainy, 2001. – 60 s.
4. Lapidus V. A. Vseobshhee kachestvo (TQM) v rossijskih kompanijah / V. A. Lapidus. – М.: ОАО "Типография "Novosti", 2000. – 432 s.
5. Bol'shakov A. M. Povyshenie urovnja obsluzhivaniya passazhirov avtobusami na osnove kompleksnoj sistemy upravleniya kachestvom: diss. ... k. je. n. / A. M. Bol'shakov. – М., 1981. – 174 s.
6. Nazarenko Ja. Ja. Teoreticheskie aspekty upravleniya kachestvom perezovok passazhirov avtomobil'nym transportom / Ja. Ja. Nazarenko // Upravlenie proektami sistemnyj analiz i logistika. – К.: NTU, 2013. – Vyp. 12. – S. 313–318.
7. Ojo Thomas Kolawole. Service Quality and Customer Satisfaction of PublicTransport on Cape Coast-Accra Route, Ghana / Thomas Kolawole Ojo, Dickson Okoree Mireku, Suleman Dauda // Developing Country Studies. – 2014. – Vol. 4, – No. 18. – P. 142–149.
8. Marcucci E. Local public transport, service quality and tendering contracts in Venezia, Urban Sustainable Mobilità / E. Marcucci, E. Valeri, A. Stathopoulos, V. Gatta. – Milano, 2011. – P. 1–14.
9. Bodmer Milena. Transport service quality and social responsibility through the relationship marketing / Milena Bodmer, Jorge Antônio Martins. Lecturers at Federal University of Rio de Janeiro, 2003. P. 1–14.
10. Kerkko Vanhanen. Quality factors in public transport / Vanhanen Kerkko, Kurri Jari. – Helsinki University of Technology, 2005. – P. 1–7.
11. Margareta Friman. Service Supply and Customer Satisfaction in Public Transportation: The Quality Paradox

- / Friman Margareta, Felleson Markus / Karlstad University, Sweden. Journal of Public Transportation, 2009. – Vol. 12, No. 4. – P. 57–69.
12. Hensher D. Service quality developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. Transportation Research Part / D. Hensher, P. Stopher, P. Bullock, 2003. – P. 499–517.
13. Friman M. Implementing quality improvements in public transport / M. Friman // Journal of Public Transportation, 2004. – P. 49–65.
14. Muthupandian K. S. Measurement of passengers service quality in public transportation: servqual analysis / K. S. Muthupandian, C. Vijayakumar // The Institute of Cost and Works Accountants of India. 2012. – P. 1–25.
15. Аулін В. В. Якiсть перевезень пасажирів як невід'ємна частина транспортного процесу / В. В. Аулін // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2008. – Випуск 5. – С. 80–84.
16. Galushko V. G. Veroyatnostno-statisticheskie metody na avtotransporte / V. G. Galushko. – Киев: Vishha shkola, 1976. – 232 s.

Давидич Н.В. Моделирование показателей качества работы городского пассажирского транспорта.

В статье рассматриваются вопросы моделирования показателей качества работы городского пассажирского транспорта. Разработана модель комплексного показателя качества городского пассажирского транспорта. Установлено, что основным показателем качества является время поездки пассажиров. Приведена методика проведения натурного обследования параметров процесса перевозки пассажиров. Определено, что изменение времени движения пассажиров в транспортном средстве на перегоне маршрута с достаточной точностью описывается нелинейным регрессионным уравнением, в котором в качестве переменных используются скорость транспортного потока, коэффициент использования вместимости транспортного средства, длина перегона, удельная мощность двигателя транспортного средства.

Ключевые слова: пассажир, перевозка, качество, модель, проект, транспорт, время движения.

Davidich N. Modeling the indicators of public passenger transport quality.

In the article it is observed the modeling process quality indicators of urban passenger transport. It is created the model of complex quality of public passenger transport. It is proved that the main indicator of quality is the trip passengers. It is demonstrated the method of field survey parameters passengers. It has been done the statistical analysis of the change in time of movement of passengers in a vehicle on the stretch of the route. It is determined that the time changes the movement of passengers in a vehicle on the stretch of the route with sufficient accuracy is described by the nonlinear regression equation in which variables are used as speed traffic flow, capacity utilization of the vehicle length spans, power density motor vehicle.

Keywords: passenger transportation, quality, model, design, transportation, moving.

Давидич Н.В. – аспірант Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, e-mail: pmkaf@kname.edu.ua.

Рецензент: д.т.н., проф. **Соколов В.І.**