

Маяк¹ М.М., Мельничук¹ С.В., Головня² Р.М., Чуйко² С.П.

¹Науково-навчальний центр «Корбутівка»

²Житомирський державний технологічний університет

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ШВИДКОСТІ МІСЬКОГО МАРШРУТНОГО АВТОБУСУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Паливна економічність міського маршрутного автобусу при повній його технічній справності та виключенні людського фактору, залежить від експлуатаційних умов (особливостей маршруту). В свою чергу експлуатаційні умови характеризуються параметрами дорожнього руху, сукупністю перешкод, що вимагають зміну швидкості руху чи повну зупинку, а також масові навантаження, які визначаються параметрами пасажиропотоку. В даній роботі встановлено залежність технічної швидкості автобусу від частот перешкод руху на маршруті (планові зупинки для посадки та висадки пасажирів, світлофори, повороти, пішохідні перешкоди тощо). На основі визначення коефіцієнтів кореляції показано, що не всі можливі перешкоди мають вагомий вплив на середню технічну швидкість автобусу на маршруті. Отримана залежність дозволяє визначати середню технічну швидкість на діючому чи новому маршруті та бути основою при виборі динамічних характеристик автобусу та прогнозування його паливної економічності.

Ключові слова: міський автобус, технічна швидкість, фактор складності, індикатори перешкод.

Постановка проблеми. Вирішення транспортних проблем у великих сучасних містах завжди є актуальною задачею, яка постійно потребує розвитку та вдосконалення.

Ринкові умови автомобільного транспорту та покращення інфраструктури міст потребують постійного пошуку сучасних методів управління пасажирськими перевезеннями та необхідністю збереження сталого положення й функціонування транспортних підприємств на ринку перевезень, зниження експлуатаційних витрат та задоволення потреб усіх учасників транспортного процесу: пасажирів, перевізників та організаторів перевезень.

Особливу роль в економії палива належить досконалості нормування витрати палива з правильним обліком мінливого різноманіття дорожніх, транспортних, атмосферно-кліматичних умов роботи автомобіля. Відсутність єдиної класифікації умов експлуатації і механізованих методів їх обліку, достатньо досконалих математичних моделей, і як наслідок, відсутність науково обґрунтованих методики визначення лінійних (індивідуальних) і групових (питомих) норм витрати палива привели до того, що нормування все ж проводиться досить наближено – з точністю 20-40% [1].

Разом з тим, питання економії палива тісно пов'язані зі зниженням токсичності відпрацьованих газів двигунів.

На витрати палива суттєво впливає режим руху автомобіля і вибір оптимальних швидкостей. Поряд з тим, проведені науковцями у різні роки дослідження паливної економічності свідчать, що швидкість руху автомобіля визнається як визначальний фактор, який впливає на витрати палива при експлуатації колісного транспортного засобу (КТЗ) [1,9].

Відчувається гостра необхідність у визначенні витрат палива КТЗ для планування витрат на перевезення пасажирів. В основу методики повинен бути закладений облік швидкісного режиму руху по маршруту як комплексного показника дії різних факторів (умови експлуатації, техніко-економічні показники КТЗ - їх повна маса, дорожнє покриття, характеристика маршруту руху та інше).

При нормуванні витрати палива розрізняють базове значення витрати палива, яке визначається для кожної моделі, марки або модифікації автомобіля в якості загальноприйнятої норми, і розрахункове нормативне значення витрати палива, що враховує виконувану транспортну роботу і умови експлуатації автомобілів [1, 8, 9].

Аналіз основних джерел. Технічна швидкість транспортних засобів є складною функцією, яка залежить від ряду факторів. Різними авторами запропоновано ряд математичних моделей і теоретичних залежностей показників складності міського автобусного маршруту та обґрунтована оцінка економічної ефективності від впровадження маршрутного нормування витрати палива.

Теоретичний аналіз дозволив визначити фактори, які надають найбільший вплив на витрати палива і забруднення навколишнього середовища: конструкція рухомого складу, технічний стан, якість палива, дорожні і транспортні умови, досвід водія [2].

Автором [3] визначено складність міського автобусного маршруту шляхом аналізу питомої кількості гальмування і виконаних зупинок та класифіковано середню технічну швидкість як рівень швидкісного режиму маршруту.

Заслугує увагу робота [4], в якій авторами наведено дослідження впливу на швидкість сполучення на маршруті пасажирського транспорту факторів постійного характеру, що доцільно використовувати для транспортно-градобудівельного проектування.

Різноманітним питанням моделювання параметрів автомобільної дороги, визначення середньої швидкості руху, витратам палива та використанню потужності двигуна, присвячена робота Безбородової Г.Б. і Галушко В.Г. [5].

Окремими авторами запропонована технологія визначення показника складності маршруту, яка базується на технології розрахунку маршрутних норм витрати палива автобусами міських маршрутів по статичній інформації і диференційного ресурсу шин [6,7]

Науковцями ХНАДУ Горбачовим П.Ф. та Свичинським С.В. проведені дослідження міжзупинкових відстаней міського пасажирського транспорту і отримані закономірності розподілу таких відстаней [8].

Калюжним М.В. розроблена математична модель зміни технічної швидкості транспортних засобів на перегоні маршруту міського автобусу [10].

Мета роботи. Метою даної роботи є дослідження залежності технічної швидкості міського автобусу від характеристики складності маршруту як умов його експлуатації.

Викладення основного матеріалу.

Умови експлуатації автомобілів загалом і особливо дорожні умови суттєво впливають на основні показники роботи міського автобусу. Знаючи середню технічну швидкість руху автомобіля за рейс, можна оцінити середні умови його роботи.

З досвіду експлуатації автомобілів відомо, що при однаковій середній швидкості, витрати палива коливаються в межах 15-20% і значно залежать від нерівномірності руху. Це в значній мірі стосується і роботи міських автобусів на постійних маршрутах.

Технічна швидкість це інтегрований показник, яким можна охарактеризувати складність експлуатації міського автобусу на маршруті. Він залежить від складності і дорожнього руху, і який можливо враховувати при прогнозуванні витрати палива і підбору силового агрегату і трансмісії.

Для отримання закономірностей впливу перешкод на маршруті на технічну швидкість автобусу міському маршруті було проведено експериментальне дослідження значень самої технічної швидкості на різних автобусних маршрутах м. Житомира та проаналізовано наявні перешкоди на цих же маршрутах.

Результати досліджень зведено до таблиці 1.

При проведенні факторного аналізу впливу складності маршруту на технічну швидкість розглядалися наступні функціональні залежності:

- 1 група – залежність швидкості руху від кількості планових зупинок на 1 км на маршруті (рис. 1);
- 2 група – залежність швидкості руху від кількості світлофорних об'єктів на маршруті (рис. 2);
- 3 група – залежність швидкості руху від кількості нерегульованих пішохідних переходів на маршруті (рис. 3);
- 4 група – залежність швидкості руху від кількості стоянок транспорту на маршруті (рис. 4);
- 5 група – залежність швидкості руху від кількості підйомів на маршруті (рис. 5);
- 6 група – залежність швидкості руху від кількості нерегульованих перехресть на маршруті (рис. 6);
- 7 група – залежність швидкості руху від кількості поворотів на маршруті (рис. 7);
- 8 група – залежність швидкості руху від кількості залізничних переїздів на маршруті (рис. 8).

При вирішенні задачі з аналізу впливу різних перешкод на технічну швидкість на маршруті, потрібно встановити і оцінити залежність різних показників один відносно іншого, що можливо шляхом кореляційного і регресивного аналізу. Такі дослідження будуть направлені на встановлення тісноти залежності між частотою перешкод різного роду і технічної швидкості на маршруті.

Таблиця №1. – Частоти перешкод та технічна швидкість на автобусних маршрутах м. Житомира

№ маршруту	Індикатори перешкод на маршруті, шт./км								Технічна швидкість, км/год
	Планові зупинки	Світлофорні об'єкти	Нерегульовані пішохідні переходи	Стоянки транспорту, до 100м	Підйоми	Нерегульовані перехрестя	Повороти	Залізничні переїзди	
1 туди	2,50	2,04	1,48	0,74	0,37	0,74	1,67		21,90
1 назад	3,00	2,10	1,80	0,90	0,40	0,80	1,30		18,75
4 туди	2,39	1,48	1,48	0,56	0,21	0,85	1,41	0,14	24,20
4 назад	2,58	1,52	1,74	0,91	0,15	0,76	1,44	0,15	21,00
5 туди	2,50	1,94	2,22	0,74	0,19	1,11	1,76		21,57
5 назад	2,43	2,00	1,65	0,78	0,17	1,22	1,65		21,37
8 туди	1,56	1,00	1,31	0,56	0,06	1,06	0,75	0,06	25,10
8 назад	1,79	1,11	1,58	0,74	0,11	1,00	0,79		24,94
10 туди	2,15	1,53	0,61	0,43	0,06	0,49	1,29	0,06	26,90
10 назад	2,09	1,47	0,61	0,37	0,06	0,49	1,23	0,06	27,70
11 туди	2,14	1,76	1,10	0,49	0,16	0,82	1,04		24,13
11 назад	2,20	1,96	1,31	0,60	0,12	0,83	0,71		22,70
14 туди	2,04	1,48	1,76	0,65	0,09	0,93	1,67		21,20
14 назад	1,94	1,48	1,39	0,65	0,09	0,83	1,67		21,60
19 туди	2,00	1,43	1,09	0,29	0,11	0,74	1,09	0,11	25,10
19 назад	2,00	1,43	1,09	0,34	0,11	0,74	1,03	0,11	25,10
23 туди	1,88	1,49	1,36	0,45	0,06	0,97	0,97	0,13	21,90
23 назад	1,88	1,49	1,36	0,39	0,13	0,91	0,84	0,13	20,41
25 туди	2,16	1,47	0,95	0,34	0,17	0,60	0,69		23,33
25 назад	2,22	1,45	0,94	0,43	0,09	0,60	0,77		24,00
26 туди	2,09	1,79	0,75	0,60	0,15	0,82	0,75		21,60
26 назад	2,31	1,79	0,75	0,67	0,15	0,82	0,82		22,17
30 туди	2,14	1,37	1,37	0,38	0,08	0,84	1,60		24,50
30 назад	2,67	1,72	1,55	0,43	0,17	0,95	1,90		24,00
33 туди	2,68	1,65	1,65	0,24	0,08	1,34	0,87		21,10
33 назад	2,60	1,73	1,65	0,24	0,00	1,34	0,71		21,10
37 туди	2,23	2,04	1,75	0,49	0,10	1,26	1,26		21,80
37 назад	2,30	2,10	1,70	0,50	0,10	1,30	1,50		20,00
44 туди	1,72	1,50	1,11	0,50	0,06	0,78	0,72		25,10
44 назад	1,72	1,56	1,11	0,50	0,06	0,83	0,78		24,54
58 туди	2,29	1,69	2,29	0,34	0,08	1,61	1,61		20,21
58 назад	2,16	1,84	2,08	0,40	0,24	1,60	1,76		21,60

З використанням вихідних даних (табл.1) побудовані графіки залежності технічної швидкості на маршруті від частоти зупинок, світлофорних об'єктів, пішохідних переходів, нерегульованих перехресть, стоянок транспорту, підйомів (рис. 1-8).

На основі отриманих експериментальних даних, шляхом їх аналізу та подальшої математичної обробки, представляється можливість отримати прості математичні моделі, в яких технічна швидкість функціонально буде залежати від ряду величин.

Дослідження зібраних статистичних даних методами кореляційно-регресійного аналізу проведені нами на першому етапі були спрямовані на встановлення стійкості зв'язку між частотами розглянутих перешкод та технічною швидкістю руху автобуса і, як наслідок, визначення найсуттєвіших факторів, що впливають на цю швидкість.

Суть застосованого нами кореляційно-регресійного аналізу полягає у виборі виду рівняння регресії, обчисленні його параметрів та встановленні відповідності теоретичної залежності фактичним даним.



Рисунок 1. Графік залежності технічної швидкості від частоти зупинок на маршруті.

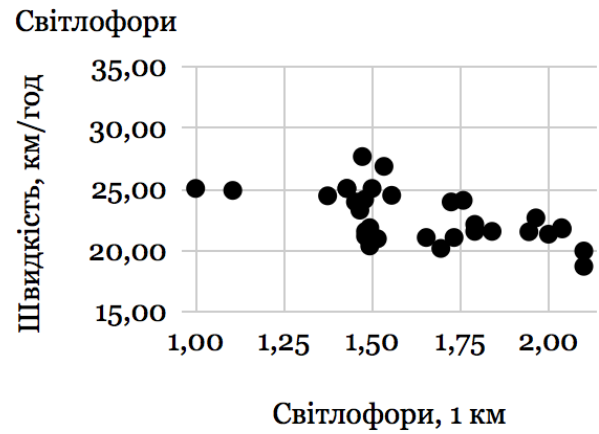


Рисунок 2. Графік залежності технічної швидкості від кількості світлофорних об'єктів на маршруті.

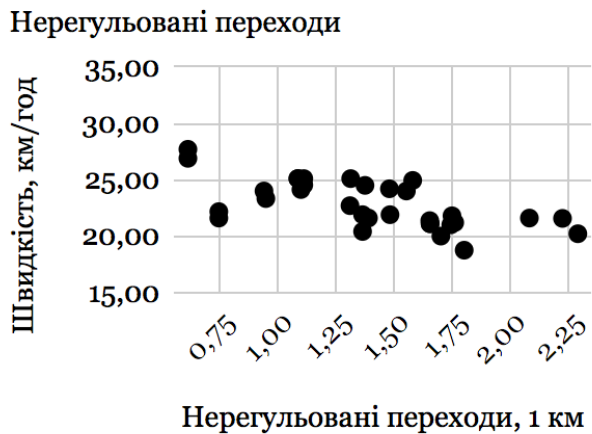


Рисунок 3. Графік залежності технічної швидкості від нерегульованих пішоходних переходів на маршруті.



Рисунок 4. Графік залежності технічної швидкості від кількості стоянок транспорту на маршруті.

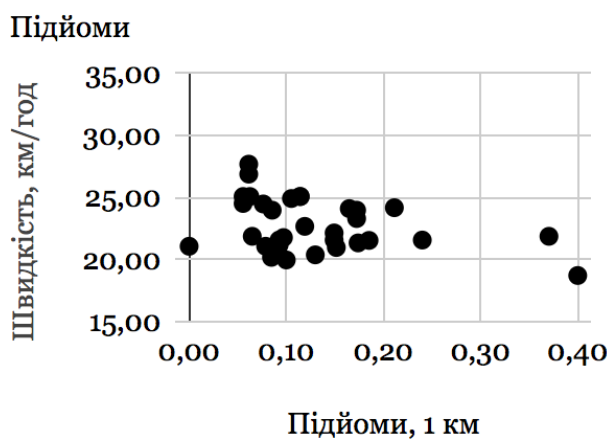


Рисунок 5. Графік залежності технічної швидкості від кількості підйомів на маршруті.



Рисунок 6. Графік залежності технічної швидкості від кількості нерегульованих перехрестя на маршруті.

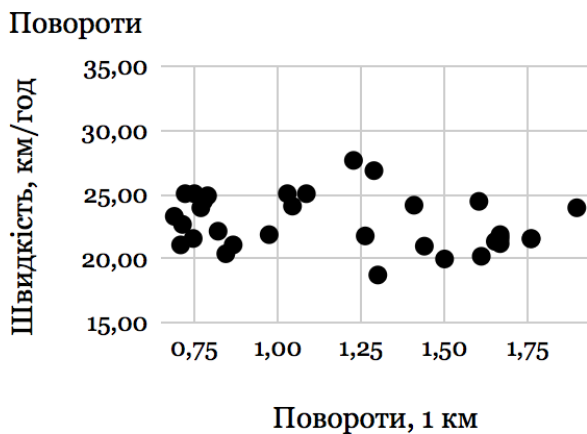


Рисунок 7. Графік залежності технічної швидкості від кількості поворотів на маршруті.

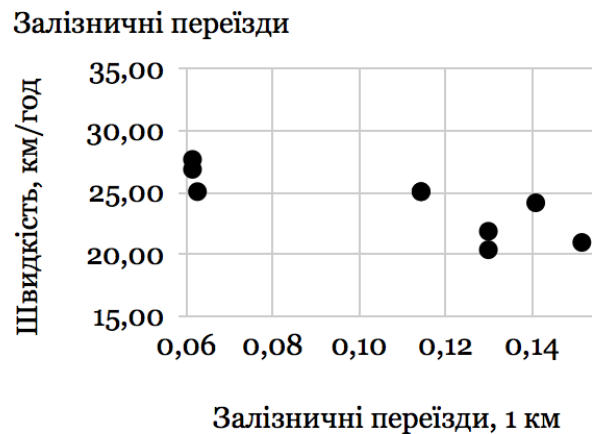


Рисунок 8. Графік залежності технічної швидкості від кількості залізничних переїздів на маршруті.

Кореляційний метод, як складова кореляційно-регресійного аналізу дає змогу виміряти ступінь впливу одних ознак (факторних) на інші (результативні), встановити істотність зв'язку і роль досліджуваного фактору або факторів у загальній зміні результативної ознаки.

Результати дослідження однофакторних залежностей для випадку лінійної моделі подані в таблиці 2:

Таблиця 2. – Залежності технічної швидкості від частоти перешкод

Фактор	Вигляд залежності	Коефіцієнт кореляції	Значення вибіркового критерію Стьюдента
Частота зупинок	$V = -6,01X + 36,77$	0,67	4,99
Частота світлофорних об'єктів	$V = -4,58X + 30,34$	0,59	4,01
Частота пішохідних переходів	$V = -3,21X + 27,30$	0,66	4,75
Частота стоянок	$V = -3,74X + 24,78$	0,31	1,83
Частота підйомів	$V = -9,23X + 24,04$	0,37	2,17
Частота «складних» перехресть	$V = -4,20X + 26,77$	0,56	3,74
Частота поворотів	$V = -1,28X + 24,35$	0,24	1,36
Частота залізничних переїздів	$V = 7,88X + 22,60$	0,19	1,08

У кожному випадку значущість коефіцієнта кореляції встановлювалась за допомогою t-критерію Стьюдента з використанням критичного значення критерію $t_{кр}$ при рівні значущості α і числі ступенів свободи 30.

Проведений аналіз показав, що найбільший вплив на технічну швидкість мають чотири фактори: частота зупинок, частота світлофорів, частота пішохідних переходів та частота нерегульованих перехресть. Тому в подальшому, при побудові багатофакторної регресійної моделі, обмежимося саме цими аргументами, а вплив решти критеріїв враховувати не будемо.

Застосовані математичні методи не дозволяють повною мірою врахувати фізичну обумовленість досліджуваних факторів. Так, до прикладу, слабкий (прямий!) зв'язок отримано для залежності швидкості від частоти залізничних переїздів (коефіцієнт кореляції 0,2), хоча зрозуміло, що він може бути доволі суттєвим і обов'язково оберненим. Але цей висновок отримано з урахуванням того, що така перешкода зустрічається лише на 25% досліджуваних маршрутів і якщо провести дослідження впливу цього виду перешкод на швидкість виключно для маршрутів з даною перешкодою, результат буде протилежним – коефіцієнт кореляції 0,8 свідчатиме про великий вплив розглядуваного фактору на досліджувану швидкість, а характер лінійної залежності буде оберненим.

Слабка залежність швидкості від частоти підйомів, залізничних переїздів, стоянок автотранспорту та поворотів може бути пояснена тим, що це наперед відомі і прогнозовані водієм перешкоди, по-друге, частоти цих перешкод порівняно досить низькі.

На наступному етапі дослідження оцінюємо невідомі параметри $b_i (i = 0, 4)$ багатofакторної лінійної регресійної моделі:

$$V = b_0 + \sum_{i=1}^4 b_i \cdot X_i, \quad (1.0)$$

де V – технічна швидкість;

X_1 – частота зупинок;

X_2 – частота світлофорів;

X_3 – частота пішохідних переходів;

X_4 – частота нерегульованих перехресть.

Методи кореляційного аналізу дозволяють отримати наступний вигляд шуканої залежності

$$V = 32,27 - 0,59 \cdot X_1 - 2,78 \cdot X_2 - 2,00 \cdot X_3 - 0,86 \cdot X_4 \quad (2.0)$$

Сформовані залежності технічної швидкості від факторів перешкод на маршруті є основою для проведення порівняльного аналізу роботи автобусів у типових умовах руху та для послідовних досліджень прогнозування витрат палива.

Висновки.

1. Проведено аналіз впливу перешкод на маршруті на технічну швидкість автобусу. Встановлено, що із усіх типових перешкод руху на маршруті, найбільш суттєво впливають на визначення і формування технічної швидкості лише планові зупинки, нерегульовані пішохідні переходи, світлофорні об'єкти та перехрестя.

2. Визначено залежність технічної швидкості від частоти перешкод на маршруті. Дана залежність може бути використана для прогнозування технічної швидкості на маршруті, нормування витрати палива та вибору технічної характеристики автобусу, який буде експлуатуватись на конкретному маршруті з найбільшою ефективністю.

1. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте: учебник / Н.Я. Говорущенко. – М: Транспорт, 1990. – 135 с.

2. Ерохов В.И. Влияние дорожных факторов на выброс вредных веществ и расход топлива автотранспортными средствами / В.И. Ерохин, Е.В. Бондаренко // Вестник ОГУ. – 2005. – №4. С. 139-151.

3. Конин И.В. Разработка метода оценки сложности автобусных маршрутов : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. технич. наук спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / И.В. Кошкин. -Москва: МАДИ, 1993 – 20с.

4. Рейцен Е.А. Исследование зависимости скорости сообщения на маршруте пассажирского транспорта от сложности маршрута / Е.А. Рейцен, Э.В. Руденков // Вісник Дон.ААТ. -2009. - №4. С.26-31.

5. Безбородова Г.Б. Моделирование движения автомобилей / Г.Б. Безбородова, В.Г. Галушко // монография / Киев: ИО «Вища школа», 1978.-168с.

6. Козлов Д.А. Определение показателя сложности городского автобусного маршрута / Д. А. Козлов // Вісник Харків. НАДУ. – 2005.- №1, С. 47-53.

7. Горбачов П.Ф. Аналіз відстаней між зупинками міського пасажирського транспорту як фактор впливу на розселення населення / П.Ф. Горбачов, С.В. Свичинський //Збірник наукових праць «Автомобільний транспорт».- Харків. НАДУ.-2010.-№26. С. 101-104.

8. Токарев А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля / А.А. Токарев.- М: Машиностроение, 1982. – 224с.

9. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях / Ю.Ф. Гутаревич // монография : Киев: ИО «Вища школа», 1991.-179с.

10. Калюжний М.В. К вопросу определение длины перегона маршрута городского пассажирского транспорта с учетом изменения технической скорости движения автобусов / М.В. Калюжний // Вісник Дон.ААТ. -2009. - №1. С.108-113.

REFERENCES

1. Novorushchenko N.Ya. (1990). Ekonomiya toplyva y snyzhenye toksychnosti na avtomobylnom transporte: pidruchnyk / N.Ya. Novorushchenko. - M: Transport[in Ukrainian].

2. Erokhov V.Y.(2005). Vliyanie dorozhnykh faktorov na vybros vrednykh veshchestv y rashkod toplyva avtotransportnymi sredstvamy / V.Y. Erokhyn, E.V. Bondarenko // Vestnyk OGU [in Russian].

3. Konyan Y.V. (1993). Razrabotkametodaotsenkyslozhnastyavtobusnykhmarshrutov: avtoref. dys. nasoyskanyeuchen, stepenykand. tekhnich. naukspets. 05.22.10 «Ekspluatatsiya avtomobylnoho transporta» / Y.V. Koshkyn. -Moskva: MADY [in Russian]
4. Reitsen E.A. (2009). Issledovanye zavysymosty skorosty soobshcheniya na marshrute passazhyrskoho transporta ot slozhnosty marshruta / E.A. Reitsen, Э.В. Rudenkov // Visnyk Don.AAT [in Russian].
5. Bezborodova H.B. (1978) Modelyrovanye dvyzheniya avtomobylei / H.B. Bezborodova, V.H. Halushko // monohrafiya / Kyev: NO «Vyshcha shkola» [in Ukrainian].
6. Kozlov D.A. (2005). Opredelenye pokazatelya slozhnosty horodskoho avtobusnoho marshruta / D. A. Kozlov // Visnyk Kharkiv. NADU [in Russian].
7. Horbachov II.F. (2010). Analiz vidstanei mizh zupynkamy miskoho pasazhyrskoho transportu yak faktor vplyvu na rozselennia naselennia / P.F. Horbachov, S.V. Svychynskiy //Zbirnyk naukovykh prats «Avtomobilnyi transport».- Kharkiv. NADU [in Ukrainian].
8. Tokarev A.A. (1982). Toplyvnaia ekonomychnost y tiahovo-skorostnye kachestva avtomobylia / A.A. Tokarev.-M: Mashynostroenye [in Russian].
9. Hutarevych Yu.F. (1991). Snyzhenye vrednykh vybrosov avtomobylia v ekspluatatsyonnykh usloviyakh/ Yu.F. Hutarevych4// monohrafiya : Kyev: NO «Vyshcha shkola» [in Russian].
10. Kaliuzhnyi M.V.(2009). K voprosu opredelenye dliny perehona marshruta horodskoho passazhyrskoho transporta s uchetom izmeneniya tekhnicheskoi skorosty dvyzheniya avtobusov / M.V. Kaliuzhnyi // Visnyk Don.AAT [in Russian].

Маяк М.М., Мельничук С.В., Головня Р.М., Чуйко С.П. К вопросу определения технической скорости городского маршрутного автобуса в зависимости от условий эксплуатации.

Топливная экономичность городского маршрутного автобуса при полной его технической исправности и исключении человеческого фактора, зависит от эксплуатационных условий (особенностей маршрута). В свою очередь эксплуатационные условия характеризуются параметрами дорожного движения, совокупностью препятствий, требующих изменение скорости движения или полную остановку а также массовые нагрузки, определяются параметрами пассажиропотока. В данной работе установлена зависимость технической скорости автобуса от частот помех движению на маршруте (плановые остановки для посадки и высадки пассажиров, светофоры, повороты, пешеходные препятствия и т.п.). На основе определения коэффициентов корреляции показано, что не все возможные препятствия оказывают значительное влияние на среднюю техническую скорость автобуса на маршруте. Полученная зависимость позволяет определять среднюю техническую скорость на действующем или новом маршруте и быть основой при выборе динамических характеристик автобуса и прогнозирования его топливной экономичности.

Ключевые слова: городской автобус, техническая скорость, фактор сложности, индикаторы препятствий.

Maiak M.M., Melnichuk S.V., Holovnia R.M., Chuiko S.P., To the question of determining the technical speed of the city bus considering the conditions of its operation of on the passenger route.

The fuel efficiency of a city bus with its full technical integrity and the exclusion of a human factor depends on the operating conditions (route characteristics). In its turn, operating conditions are characterized by traffic parameters, a combination of obstacles requiring a change in speed or full stop, as well as massive loads, which are determined by the parameters of passenger traffic. In this work, the dependence of the technical speed of the bus on the frequency of obstacles on the route (scheduled stops for landing and disembarkation of passengers, traffic lights, turns, pedestrian obstacles, etc.) is established. Based on the determination of correlation coefficients it has been shown that not all possible obstacles have a significant impact on the average technical speed of the bus on the route. The obtained dependence allows to determine the average technical speed on an current or new route and to be the basis for choosing the dynamic characteristics of the bus and forecasting its fuel efficiency.

Keywords: city bus, technical speed, difficulty factor, obstacle indicators.

АВТОРИ:

МАЯК Микола Михайлович, доктор технічних наук, професор, Науково-навчальний центр «Корбутівка», e-mail: sergij.m@ukr.net

МЕЛЬНИЧУК Сергій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Науково-навчальний центр «Корбутівка», e-mail: sergij.m@ukr.net

ГОЛОВНЯ Руслан Миколайович, старший викладач, Житомирський державний технологічний університет, e-mail: golovn@ukr.net

ЧУЙКО Сергій Петрович, аспірант, Житомирський державний технологічний університет, e-mail: expertauto@ukr.net

АВТОРЫ:

МАЯК Николай Михайлович, доктор технических наук, профессор, Научно-учебный центр «Корбутівка», e-mail: sergij.m@ukr.net

МЕЛЬНИЧУК Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Научно-учебный центр «Корбутівка», e-mail: sergij.m@ukr.net

ГОЛОВНЯ Руслан Николаевич, старший преподаватель, Житомирский государственный технологический университет, e-mail: golovn@ukr.net
ЧУЙКО Сергей Петрович, аспирант, Житомирский государственный технологический университет, e-mail: expertauto@ukr.net

AUTHORS:

Nikolay MAIAK, Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientific and Training Center "Korbutivka", e-mail: sergij.m@ukr.net

Sergei MELNICHUK, Ph.D., Associate professor, Scientific and Training Center "Korbutivka", mail: sergij.m@ukr.net

Ruslan HOLOVNIA, Senior Lecturer. Zhytomyr State Technological University, mail: golovn@ukr.net

Sergei CHUIKO, postgraduate student of the Department of Automobile and Mechanics of Technical Systems of Zhytomyr State Technological University, e-mail: expertauto@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 2.05.2018 р.