

В.В. Рудзінський, д.т.н., проф.
М.М. Маяк, д.т.н., проф.
С.В. Мельничук, к.т.н., проф.
В.П. Шумляківський, ст. викл.
О.І. Рафальський, аспір.

Житомирський державний технологічний університет

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОБУСІВ ДЛЯ РОБОТИ НА МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ МАРШРУТАХ

Проаналізовано проблеми дорожнього руху колісних маршрутних транспортних засобів в містах. Метою роботи є визначення фактичних параметрів руху автобусів при виконанні пасажирських перевезень в місті Житомир. Розроблено методіку визначення техніко-експлуатаційних параметрів руху автобусів у поєднанні візуального, табличного методів дослідження пасажиропотоків та реєстрації в реальному часі показників швидкості та прискорень засобами GPS-моніторингу з використанням комунікаційно-інформаційних технологій інтелектуальної транспортної системи міста. Представлено експериментальні дослідження параметрів руху автобусних маршрутних транспортних засобів. Проведено комплексне обстеження пасажиропотоків та умов руху громадського транспорту в м. Житомирі. Отримано значення техніко-експлуатаційних параметрів руху автобусів за міськими маршрутами. Попередньо представлено висновки і рекомендації щодо критеріїв вибору оптимального рухомого складу для автобусної маршрутної мережі міста.

Ключові слова: *дорожній рух; технічна швидкість; прискорення; характеристики пасажиропотоків; безпека руху; інтенсивність транспортного потоку.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. На сьогоднішній день на території усіх великих міст України відбувся перерозподіл пасажиропотоків та місць тяготіння населення. У місті Житомирі, як і в інших міських агломераціях, внаслідок суспільно-економічних подій останніх десятиліть кардинально змінилися напрямки і способи пересування населення. Проявилось це у зростанні кількості індивідуальних транспортних засобів у великих містах, що обумовило низку транспортних проблем, зокрема таких як перевантаження вулиць дорожнім рухом, збільшення витрат часу на поїздки та кількості вимушених зупинок, зростання аварійних ситуацій та дорожньо-транспортних подій, виникнення заторів, екологічного забруднення довкілля. Оскільки ефективність функціонування міського пасажирського транспорту має безпосередній зв'язок з параметрами руху маршрутних транспортних засобів, то проблема дослідження є актуальною і в транспортній, і соціально-економічній сферах.

Досвід західноєвропейських країн у вирішенні цієї проблеми пропонує один з підходів, що полягає в ефективній організації громадського пасажирського транспорту. Результатом цього є скорочення обсягів користування індивідуальними автомобілями, які домінують в транспортних потоках, що дозволяє знизити завантаження вуличних мереж. Слід зазначити, що розширення мереж доріг і інвестування в будівництво нових не покращує, а навпаки – погіршує стан завантаженості вулиць міста. Це спричинено утрудненням організації руху транспортних засобів в місті, обмеженою кількістю місць для паркування транспортних засобів і збільшенням витрат часу на пересування з центру міста на периферію.

Введення нових маршрутів з малими та середніми автобусами і частими інтервалами руху призвело до перенасичення дорожнього руху маршрутними засобами вулиць. До того ж сьогодні в містах України на пасажирських маршрутах з'явилася велика різноманітність моделей автобусів. Техніко-експлуатаційні параметри автобусів не завжди відповідають потребам пасажиропотоків та інтенсивності дорожнього руху. Введення до експлуатації певної марки автобуса відбувається здебільшого без обстеження пасажиропотоків для вибору їх пасажиромісткості. Питання ж обстеження дорожнього руху, де здійснюється пасажироперевезення, практично не розглядаються. Це призводить до зниження якості перевезення і транспортного обслуговування пасажирів цим видом транспорту, зменшення середніх технічних швидкостей руху, утворення заторів в місцях зупинок громадського транспорту, погіршення безпеки руху й, особливо, екології міст.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженню проблеми організації пасажироперевезень в Україні присвячено роботи науковців Державного автотранспортного науково-дослідного проектного інституту [3], Національного транспортного університету [4, 5] Вінницького національного технічного університету [1, 2], Житомирського державного технологічного університету [6], Національного університету «Львівська політехніка» [7].

В роботах Біліченка В.В. [1, 2] розглядаються питання вибору пасажиромісткості автобуса залежно від параметрів пасажиропотоків.

Вплив технічного рівня маршрутних транспортних засобів та їх відповідність умовам експлуатації на якість виконання транспортної роботи розглядається в [4, 5]. Так в [4] оцінка технічного рівня автобусів в умовах експлуатації розглядається як підсистема єдиної системи – автомобільний транспорт, що впливає на ефективність її роботи. Ця характеристика дозволяє обрати оптимальний рухомий склад ще на початку транспортного процесу надання послуг з перевезення пасажирів.

Дослідження проблем дорожнього руху, організації пасажироперевезень та вибору параметрів пасажирських транспортних засобів представлені також в роботах Белоруського національного технічного університету [8–11].

Метою даної роботи є визначення фактичних параметрів руху на автобусних пасажирських маршрутах м. Житомира для вибору техніко-експлуатаційних параметрів рухомого складу.

Викладення основного матеріалу дослідження. При виборі рухомого складу автотранспорту необхідно врахувати взаємопов'язані технічні, експлуатаційні та економічні чинники. Важливо визначитися з оцінкою експлуатаційної ефективності автобусів з урахуванням впливу цілої низки чинників. Перевізники при виборі автобусів здебільшого керуються характеристиками пасажиромісткості, експлуатаційної економічності та вартості транспортного засобу. При цьому низка головних характеристик транспортних засобів взагалі не розглядається.

Таким чином, проблема оцінки технічного рівня або вибір рухомого складу з метою забезпечення експлуатаційної ефективності автобусів розглядається з позиції системного підходу [4]. Такий підхід потребує кількісної та якісної оцінки головних параметрів, що впливають на оцінку технічного рівня з урахуванням фактичних параметрів конструкції автобусів. Технічний рівень та якість цих транспортних засобів визначаються сукупністю властивостей, що характеризують здатність задовольняти потребу відповідно до їх призначення. На що слід звернути увагу в першу чергу, це V_{\max} максимальна швидкість, V_T технічна швидкість, прискорення a та потужність двигуна автобусів N , що курсуватимуть містом.

Основними параметрами транспортних засобів, що підлягають вдосконаленню, є:

- пасажиромісткість (комерційне навантаження);
- максимальна швидкість руху;
- рейсова швидкість руху (швидкість за розкладом);
- дорожні характеристики (підйоми, спуски, радіуси заокруглень, опір доріг);
- повна маса машини (стартова маса);
- зовнішній габаритний об'єм машини (довжина, ширина і висота);
- автономний хід машини (за запасом палива);
- потужність двигуна машини;
- економічність.

Для визначення вказаних експлуатаційних параметрів, у місті Житомирі в квітні 2016 року протягом двох днів проведено всебічне дослідження пасажирських потоків за видами транспорту (комунальний електротранспорт та маршрутні автобуси) у «години пік» (з 7-00 до 10-00 та з 16-00 до 19-00). Потужністю пасажиропотоку називається кількість пасажирів, які їдуть в одному напрямку через конкретний перетин маршруту (або по всій транспортній мережі населеного пункту) за певний період часу. Для вирішення питань формування мережі пасажирського транспорту населеного пункту (регіону) необхідно знати потужності пасажиропотоків, їх розподіл за територією відповідного регіону та напрямки. Ці дослідження містили такі завдання:

- обрати траси маршрутів;
- підібрати вид пасажирського транспорту;
- обрати тип транспортних засобів;
- визначити потрібну кількість рухомого складу.

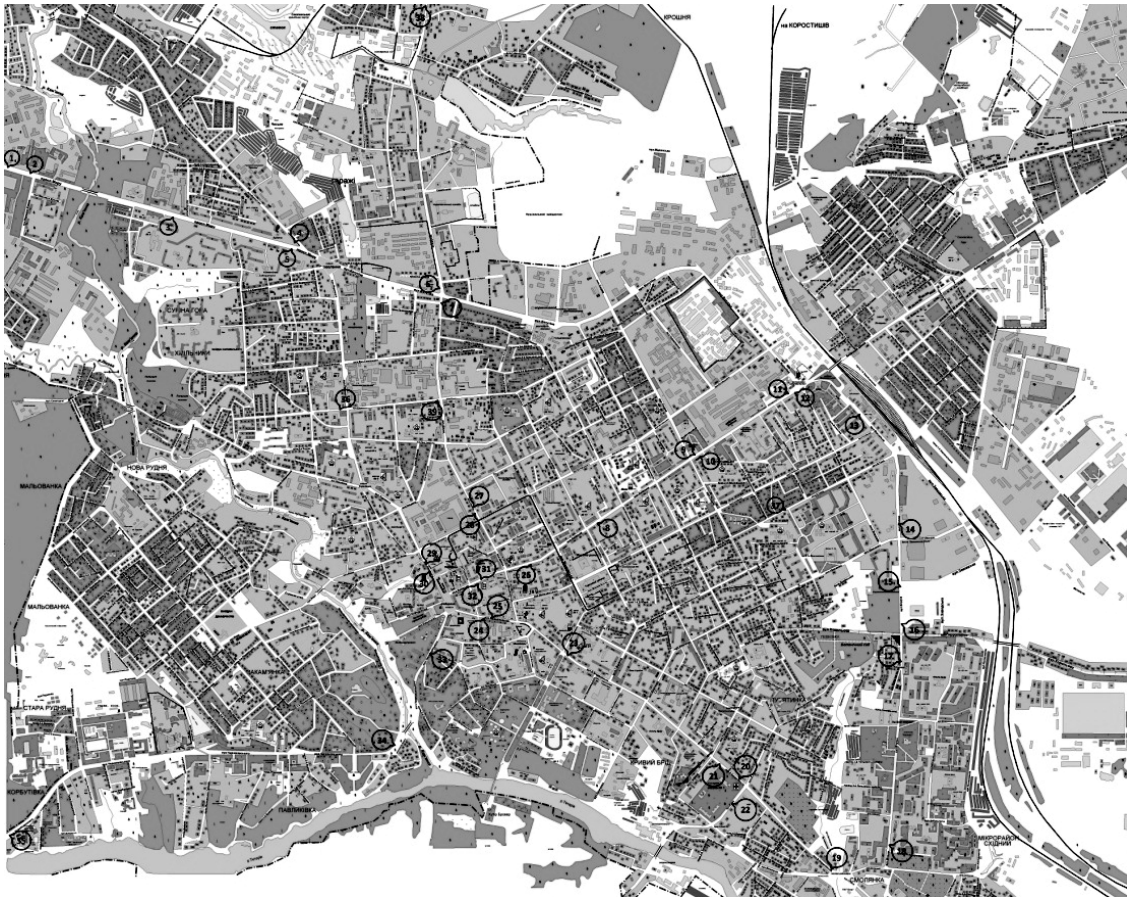


Рис. 1. Карта точок спостереження за пасажиропотоками в м. Житомирі візуальним методом

Транспортна мережа міста Житомир була розбита на 39 точок, які показано на карті (рис. 1). За кожною точкою було закріплено двох обліковців з особовими обліковими картами. В цей період одночасно проводився облік пасажирів табличним методом по всіх маршрутах руху електротранспорту.

Дослідження дублювалося за допомогою двох методів (візуального та табличного), що, в свою чергу, дозволило мінімізувати похибку даних в межах 5–7 %.

На підставі визначених пасажиропотоків установлюються основні техніко-експлуатаційні показники роботи автобусів:

- обсяг перевезень пасажирів;
- пасажирообіг;
- середню дальність поїздки пасажирів;
- можливе наповнення автобусів;
- кількість автобусів на кожному маршруті;
- тривалість рейса;
- кількість змін роботи водіїв;
- швидкість руху;
- пробіг автобуса протягом наряду.

Одним з найважливіших завдань у ході оцінки транспортного потоку є встановлення взаємозв'язку між основними його параметрами, якими є швидкість, інтенсивність і щільність. За ними можна скласти характеристики руху рухомого складу в різні періоди доби. Дослідження полягає у фіксації конкретних умов і показників дорожнього руху, що відбувається протягом даного періоду часу. Експериментальні дослідження дорожнього руху, з точки зору методу отримання інформації та її характеру, поділяють на дві групи: перша – вивчення на стаціонарних постах, що дозволяє отримати багато характеристик та їх зміну в

часі, друга – вивчення за допомогою відеофіксації (як в нашому випадку), відеофайли в подальшому оброблюються науковою групою.

Під час дослідження транспортного потоку за допомогою муніципальних камер вуличного спостереження на усіх перехрестях основної магістралі вул. Київської в місті Житомир в напрямку від автовокзалу до центра міста за одну годину (з 7-00 до 8-00) було зафіксовано 72 одиниць транспорту, з яких 245 одиниць міського пасажирського транспорту.

У результаті дослідження встановлено, що середня технічна швидкість (табл. 1) в правій смузі дорожнього руху складає 12,6-13 км/год., що спричинено автомобілями, що припарковані в смузі руху, і скупченням на зупинках маршрутних транспортних засобів (одночасно більше трьох транспортних засобів на зупинці), та 14,3–15 км/год. в лівій смузі. Прискорення міського пасажирського автомобільного транспорту за даними досліджень зведено у таблиці 2. Для порівняння наведено показники руху маршрутних КТЗ на менш завантаженій вул. Черняхівського Житомира.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця середніх технічних швидкостей маршрутних КТЗ за смугами руху на вулицях Житомира

Вулиця	Швидкість транспорту, ліва смуга км/год.	Швидкість транспорту, права смуга, км/год.
вул. Київська	14,3–15	12,6–13
вул. Черняхівського	17,12–18,5	15,7–16,2

Для визначення середньої швидкості руху використовують статистичні методи, що дозволяють з достатньою точністю визначати середню швидкість і вирішувати питання доцільності вибору рухомого складу для перевезень пасажирів у типових дорожніх умовах.

Дані (табл. 2) були зняті з використанням системи GPS-моніторингу пасажирського транспорту за допомогою трекерів, встановлених на автомобільних транспортних засобах.

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок, що чим більша швидкість руху, тим менша потужність транспортного потоку.

Таблиця 2

Прискорення маршрутного транспорту по вул. Київській

Марка авт.	Двигун	Прискорення, м/с ²		
		заводське	середнє	мінімальне
РУТА 25	УМЗ 4216	0,71	0,68	0,42
	УМЗ 4216 метан		0,6	0,38
	Cummins	0,78	0,72	0,46
I-VAN	TATA	0,72	0,64	0,44
БОГДАН А-092	ISUSZU	0,69	0,67	0,39

Встановлено, що автобуси та тролейбуси не можуть вільно пересуватися, тримаючись правої смуги, це спричинено хаотично припаркованими автомобілями та розташуванням самих зупинок на правій смузі.

Маршрутні транспортні засоби, виїжджаючи з місць зупинки, змушені перестроюватися в ліву смугу руху, тим самим заважаючи іншим автомобілям на дорозі. Отже, отримані візуальним та табличним методами характеристики дорожнього руху можна попередньо використати для планування пасажирських перевезень по усіх магістральних вулицях міста, вибору техніко-експлуатаційних параметрів рухомого складу та організації дорожнього руху.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В результаті проведеного аналізу дорожнього руху та пасажирських перевезень м. Житомирі виявлено проблеми невідповідності вимогам технічного рівня автобусів щодо умов експлуатації.

За результатами дослідження визначено фактичні значення показників технічного рівня, які є вихідними даними під час обґрунтування вибору автобусів для конкретних умов експлуатації з точки зору їх техніко-економічних та екологічних показників.

У подальшій роботі планується розроблення алгоритмів вибору техніко-експлуатаційних параметрів автобусів залежно від фактичних умов експлуатації на міських пасажирських маршрутах.

Список використаної літератури:

1. Біліченко В.В. Методика визначення базових параметрів автобусних маршрутів загального користування / В.В. Біліченко, С.В. Цимбал // Вісник СевНТУ. – № 134. – Севастополь, 2012. – С. 230–233.
2. Біліченко В.В. Удосконалення роботи міських маршрутів шляхом вибору раціональної кількості та пасажиромісткості автобусів / В.В. Біліченко // Вісник ЖДТУ. – Житомир, 2012. – № 1.
3. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку : монографія / за заг. ред. А.М. Редзюка. – К. : Держ. автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут, 2005. – С. 185–233.
4. Брегіда Ф.М. Поліпшення експлуатаційної ефективності колісних транспортних засобів категорії М2 : дис. ... канд. техн. наук.
5. Рудзінський В.В. До побудови моделі експлуатаційної ефективності дорожнього транспортного засобу / В.В. Рудзінський, Ф.М. Брегіда // Автошляховик України. – 2005. – С. 77–79.
6. Дослідження стану пасажироперевезень в місті Житомирі, аналіз проблеми / В.В. Рудзінський, С.В. Мельничук, О.І. Рафальський, В.П. Шумляківський // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2014. – № 2. – С. 117–122.
7. Зубачик Р.М. Вдосконалення методів забезпечення пріоритетного руху для маршрутних автобусів на вулично-дорожній мережі міста : дис. ... канд. техн. наук / Р.М. Зубачик. – Львів, 2015. – 187 с.
8. Кот Е.Н. Организация дорожного движения в системе устойчивой мобильности / Е.Н. Кот // Сборник тезисов и статей БНТУ Организация дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. – Минск : БНТУ, 2015. – С. 233.
9. Капский Д.В. Проблемы дорожного движения / Д.В. Капский, Ф.Г. Глик // Сборник тезисов и статей БНТУ Организация дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. – Минск : БНТУ, 2015. – С. 234.
10. Кустенко А.А. Исследование влияния транспортных объектов на задержки в трамвайном движении / А.А. Кустенко // Сборник тезисов и статей БНТУ Организация дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. – Минск : БНТУ, 2015. – С. 235.
11. Кустенко А.А. Исследование динамических характеристик трамвая в плотном потоке и в зоне остановочного пункта / А.А. Кустенко // Сборник тезисов и статей БНТУ Организация дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. – Минск : БНТУ, 2015. – С. 236.

References:

1. Bilichenko, V.V. and Cymbal, S.V. (2012), "Metodyka vyznachennja bazovyh parametriv avtobusnyh marshrutiv zagal'nogo korystuvannja", *Visnyk SevNTU*, No. 134, pp. 230–233.
2. Bilichenko, V.V. (2012), "Udoskonalennja roboty mis'kyh marshrutiv shljahom vyboru racional'noi' kil'kosti ta pasazhyromistkosti avtobusiv", *Visnyk ZhDTU*, No. 1.
3. Redzjuk, A.M. (Ed.) (2005), *Avtomobil'nyj transport Ukrainy: stan, problemy, perspektyvy rozvytku*, Derzhavnyj avtotransportnyj naukovo-doslidnyj i proektnyj instytut, Kyiv, 400 p.

4. Bregida, F.M. *Polipshennja ekspluatacijnoi' efektyvnosti kolisnyh transportnyh zasobiv kategorii' M2: dissertation*, Nacional'nyj transportnyj universytet, Kyiv.
5. Rudzins'kyj, V.V. and Bregida, F.M. (2005), "Do pobudovy modeli ekspluatacijnoi' efektyvnosti dorozhn'ogo transportnogo zasobu", *Avtoshljahovyk Ukraïny*, special issue, pp. 77–79.
6. Rudzins'kyj, V.V., Mel'nychuk, S.V., Rafal's'kyj, O.I. and Shumljakivs'kyj, V.P. (2014), "Doslidzhennja stanu pasazhyroperevezen' v misti Zhytomyri, analiz problem", *Suchasni tehnologii' v mashynobuduvanni ta transporti*, No. 2, pp. 117–122.
7. Zubachyk, R.M. (2015), *Vdoskonalennja metodiv zabezpechennja pryorytetnogo ruhu dlja marshrutnyh avtobusiv na vulychno-dorozhniij merezhi mista: dissertation*, L'viv, 187 p.
8. Kot, E.N. (2015), "Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya v sisteme ustoychivoy mobil'nosti", *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya i perevozok passazhirov i gruzov. Sbornik tezisov i statey BNTU*, p. 233.
9. Kapyskiy, D.V. and Glik, F.G. (2015), "Problemy dorozhnogo dvizheniya", *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya i perevozok passazhirov i gruzov. Sbornik tezisov i statey BNTU*, p. 234.
10. Kustenکو, A.A. (2015), "Issledovanie vliyaniya transportnykh ob'ektov na zaderzhki v tramvaynom dvizhenii", *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya i perevozok passazhirov i gruzov. Sbornik tezisov i statey BNTU*, p. 235.
11. Kustenکو, A.A. (2015), "Issledovanie dinamicheskikh kharakteristik tramvaya v plotnom potoke i v zone ostanovochnogo punkta", *Organizatsiya dorozhnogo dvizheniya i perevozok passazhirov i gruziv. Sbornik tezisov i statey BNTU*, p. 236.

РУДЗІНСЬКИЙ Володимир Васильович – доктор технічних наук, професор кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- інтелектуальні транспортні системи;
- транспортна логістика.

МАЯК Микола Михайлович – доктор технічних наук, професор кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- інтелектуальні транспортні системи;
- транспортна логістика.

МЕЛЬНИЧУК Сергій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- транспортна логістика;
- плавність ходу автомобіля.

ШУМЛЯКІВСЬКИЙ Володимир Петрович – старший викладач кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- інтелектуальні транспортні системи;
- технічна експлуатація автомобілів.

РАФАЛЬСЬКИЙ Олексій Ігорович – асистент кафедри автомобілів і механіки технічних систем Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- інтелектуальні транспортні системи;
- транспортна логістика.