

О.А. Левківський, аспірант

Житомирський державний технологічний університет

## Визначення кількості підприємств технічного сервісу на основі аналізу транспортного потоку

(Представлено д.т.н., проф. Кравченко О.П.)

Головними територіальними функціями транзитних регіонів є інфраструктурні, в тому числі автосервісні функції – соціально-побутове обслуговування людей і транспортно-дорожній сервіс. Аналізуючи стійкий потік транспорту визначають потреби в автосервісі, а також відпочинку і соціально-побутовому обслуговуванні водіїв і пасажирів.

Серед сприятливих місць для розвитку функцій дорожнього сервісу потенційними є примігстральні населені пункти. В даний час сфера сервісного обслуговування автомобілів не впорядкована, об'єкти технічного обслуговування автомобілів розподілені по території нерівномірно, землі під об'єктами використовуються неефективно, в цілому відсутня система контролю, що гарантує якість послуг, що надаються; з технічної оснащеності сервісна інфраструктура не завжди відповідає сучасним вимогам, матеріально-технічна база підприємств, які можуть надавати послуги з технічного обслуговування і ремонту не підготовлена для обслуговування сучасних автомобілів.

У статті, на основі обстеження транспортної інфраструктури та кількісних показників транспортного потоку на міжнародній автотранспортній магістралі М-06 (Е40) в Житомирській області, визначено кількість постів сервісу, необхідних для обслуговування автомобілів тягачів, що рухаються автотранспортною магістраллю. Розглянуто можливості інвестицій в об'єкти технічного сервісу.

**Ключові слова:** автомагістраль; рухомий склад; інфраструктура.

**Постановка проблеми.** Однією з особливостей автомобільного транспорту є розтягнутість комунікацій, тобто здійснення перевезень на великі відстані, що в свою чергу ставить за мету забезпечення безпеки, комфорту та зручності руху на автомагістралях, там, де дуже часто відчувається відсутність або недостатній рівень організації руху та благоустрою доріг. Відповідно до рекомендацій Європейської угоди про міжнародні автоперевезення і угоди про транс'європейську автомагістраль середні відстані між об'єктами придорожнього сервісу повинні становити: пункти харчування – 30 км; АЗС (автомобільна заправна станція) – 20 км; СТО (станція технічного обслуговування) – 50 км; стоянки – 100 км, – готелі (мотелі) для автотуристів – 50 км; магазини та туалети – через кожні 15 км [1, 2].

Через Житомирську область проходять декілька міжнародних коридорів, одним з яких є автомобільна дорога М-06 європейського маршруту Е40. Загальна протяжність автомагістралі становить 821,5 км, зокрема 196 км пролягає через Житомирську область. Після реконструкції якість дороги значно покращилася, що сприяло збільшенню середньої швидкості руху та підвищенню комфорту і економічності руху по дорозі. На дорозі з'явилася своя інфраструктура – АЗС, кафе, автокемпінги і т.п. У складі транспортного потоку найбільшу частину займають автопоїзди провідних європейських виробників: автомобілі-тягачі DAF, MAN, Renault, Volvo, Mercedes-Benz і причіпний склад Schmitz, Kögel, Krone та ін. [3, 4]. Виконаний аналіз результатів обстеження в 2016 р. показав стабільний потік автопоїздів протягом року [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями технічного забезпечення автомобільного транспорту та його ефективності займалися видатні вчені: проф. Л.Л. Афанасьєв, проф. Г.В. Крамаренко, проф. Є.С. Кузнецов, проф. Н.Я. Говорушенко, проф. А.М. Шейнін. На сучасному етапі цими питаннями займаються: проф. В.П. Волков, проф. С.І. Андрусенко, проф. О.А. Лудченко та ін.

**Мета дослідження.** Визначення необхідної кількості об'єктів технічного сервісу на основі аналізу потоку транспортних засобів на автомагістралі для оцінки ефективності реорганізації автопідприємств примігстральних населених пунктів транзитного регіону і встановлення залежності між факторами, що визначають ефективність функціонування системи масового обслуговування.

**Викладення основного матеріалу.** Розглядається ділянка автомобільної дороги М-06 (Е40) між містами Житомир та Новоград – Волинський в Житомирській області. Використовуючи методику підрахунку транспортного потоку [6], інтенсивність руху транспортних засобів була визначена помісячно.

Отримані результати за 2017 рік вказують на великий та постійний потік транспорту. В транспортному потоці серед рухомого складу найбільше місце займають автопоїзди іноземного виробництва (табл. 1, рис. 1 [7]).

Таблиця 1

Кількість транспортних засобів, які проходять на трасі

Вид транспорту	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Іноземного виробництва	25153	27137	36419	54150	58271	53648	49804	55676	49053	65873	51180	24211
Вітчизняних	503	775	1533	902	5179	3576	2490	1427	521	1300	3628	3131
Цистерн	2515	2713	3450	6320	6874	9196	6474	12848	6784	9410	5241	310
Автобуси міжнародних перевезень	1006	687	766	1354	3237	3065	3984	3331	3131	1951	806	1147
Всього автопоїздів	29177	31312	42168	62726	73561	69485	62752	73282	59489	78534	60855	28799

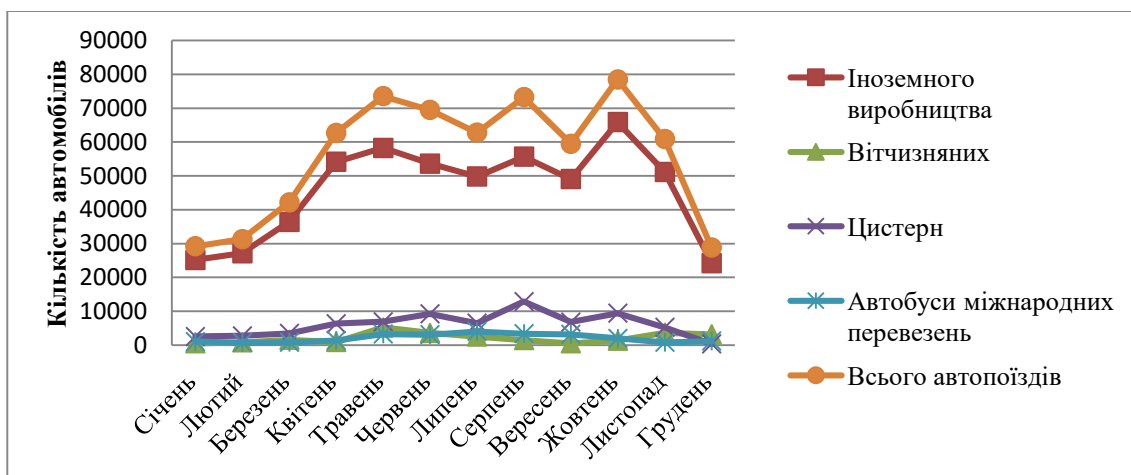


Рис. 1. Зміна автомобільного потоку протягом 2017 року

Кількісний аналіз інфраструктури автомагістралі між містами Житомир та Новоград-Волинський показав, що на автомагістралі знаходиться: АЗС-7 од; АЗС з магазином – 7 од.; естакади – 4 од., паркінги для коротко часового відстою рухомого складу – 6 од., кафе – 5 од., одна станція технічного обслуговування автомобілів [7].

Приймаючи до уваги аналіз інфраструктури і транспортного потоку, можна зробити висновок, що система сервісу є не досить розвинутою в порівнянні з європейськими вимогами. Особливо це стосується технічного сервісу транспортних засобів.

Тому розглядається можливість реорганізації колишніх автотранспортних підприємств при магістральних населених пунктів для удосконалення автосервісних функцій області [8].

Кількість потужностей автосервісу уздовж великих магістралей регіону визначається з виразу:

$$M_{АСП.П.З.} = \left( \sum_{i=1}^n k_i \cdot L_i \right) / k_{100}, \quad (1)$$

де  $M_{АСП.П.З.}$  – потужності автосервісу, розташованого в придорожній зоні;

$L_i$  – довжина  $i$ -ої дороги;

$k_i$  – коефіцієнт напруженості  $i$ -ої дороги (частка в загальному вантажообігу);

$k_{100}$  – норматив потужностей на 100 км дороги;

$n$  – кількість найбільш важливих автотранспортних магістралей.

Виходячи з умов для розглянутого прикладу (ділянка траси М-06 в рамках Житомирської області) для виконання технічного обслуговування і поточного ремонту рухомого складу іноземного виробництва на цій ділянці вздовж траси необхідно 16 постів.

Парк автомобільних поїздів, що умовно обслуговуються на автосервісі, розраховується за формулою:

$$N_{СТО} = \frac{N_M \cdot p}{D_p \cdot 100}, \quad (2)$$

де  $N_M$  – кількість автопоїздів, що проходять у найбільш навантажений місяць (табл.1);

$p$  – частота заїзду в відсотках від інтенсивності руху. Для вантажних автомобілів  $p=0,4$  [9];

$D_p$  – число робочих днів у місяці.

Під умовним автомобілем парку розуміється автомобіль, який комплексно обслуговується на СТО протягом року, на якому виконується повний обсяг робіт по ТО і ремонту, що забезпечує його справний стан. Розрахунково приймається, що умовний автомобіль парку повинен зробити протягом року в середньому 2 автомобіле-заїзди на СТО.

$$N_{СТО} = \frac{65873 \cdot 0,4}{31 \cdot 100} = 8,49 \text{ автомобілів.}$$

Підприємства автосервісу можна розглядати як багатоканальну систему масового обслуговування, тоді інтенсивність надходження заявок в систему складає:

$$\lambda = \frac{N_{СТО}}{C} = \frac{8,49}{8} = 1,06 \text{ звернень на годину,} \quad (3)$$

де  $C$  – тривалість робочої зміни.

Середній час обслуговування однієї заявки  $\bar{t}_{об}$  приймаємо 2 години [9].

Параметр інтенсивності потоку обслуговування:

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{об}} = \frac{1}{2} = 0,5. \quad (4)$$

Приведена інтенсивність потоку заявок:

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{1,06}{0,5} = 2,12. \quad (5)$$

Граничні ймовірності станів, коли пости зайняті  $P_1, P_2, \dots, P_{11}$  і коли всі пости вільні  $P_0$ , знайдемо за формулами Ерланга:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_k = \frac{\psi^k}{k!} = \frac{\psi^k}{k!} \cdot P_0, \quad k = 0,1,2,\dots, n \\ \sum_{k=0}^n \frac{\psi^k}{k!} \\ P_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{\psi^k}{k!}}, \quad k = 0,1,2,\dots, n \end{array} \right. \quad (6)$$

Ймовірність відмови в обслуговуванні заявки:

$$P_{отк} = P_n = \frac{\psi^n}{n!} \cdot P_0 = P_{16} = 7 \cdot 10^{-9}. \quad (7)$$

Відносна пропускна здатність автосервісу (ймовірність того, що заявка буде прийнята до обслуговування) складає:

$$q = 1 - P_{отк} = 1 - 7 \cdot 10^{-9} = 0,999. \quad (8)$$

Абсолютна пропускна здатність автосервісу (середнє число заявок, яке може обслуговувати СТО за одиницю часу) складає:

$$A = \lambda \cdot q = 1,06 \cdot 0,999 = 1,059 \text{ заявок.} \quad (9)$$

Середнє число зайнятих постів на загальному автосервісі (величина характеризує ступінь завантаження автосервісу) складає:

$$\bar{k} = \psi \cdot (1 - P_{отк}) = 2,12 \cdot (1 - 7 \cdot 10^{-9}) = 2,119. \quad (10)$$

Таким чином, при сталому режимі роботи станцій технічного обслуговування в середньому буде зайнято 3 поста з 16. Також буде існувати заділ по завантаженості постів, тому що за прогнозами фахівців можливе щорічне зростання попиту на транспортні послуги на 4–5 %, з огляду на що обсяги перевезень вантажів в майбутньому можуть зрости у 1,5–2 рази. Щоб завантажити всі 16 постів, час виконання однієї заявки має збільшитися до 16 годин (відповідно до [10] трудомісткість виконання ТО-2 для автомобіля-тягача, з масою навантаженого напівпричепа 26 т становить 16,17 люд-год.). При цьому ймовірність відмови в обслуговуванні заявки складе близько 18 %.

Інвестувати в такі проекти можуть виробники транспортних засобів, які на теперішній час не тільки виробляють рухомий склад, але приймають участь у організації підтримки технічного стану у вигляді фірмової системи обслуговування автомобілів на прикладі провідних виробників Volvo, Skania, Mercedes-Benz та ін. Необхідні інвестиції ( $S$ ) на розбудову сервісних потужностей в деякому наближенні можна розрахувати за допомогою середнього коефіцієнта фондомісткості створення одного робочого поста ( $K_{с.ф.}$ ) у співвідношенні, яке визначає необхідну кількість постів автосервісу, розташованих в придорожній зоні ( $M_{АСП.П.З.}$ ) за формулою [2]:

$$S = K_{с.ф.} \cdot M_{АСП.П.З.} \quad (11)$$

Відповідно до принципу оптимальності Беллмана [11], управління інвестиціями на кожному році роботи підприємств автосервісу (далі кроці) потрібно будувати так, щоб максимальною була сума доходів на всіх, хто лишився до кінця процесу інвестування кроках, включаючи максимальний дохід на даному етапі. Тоді загальне основне функціональне управління інвестиціями набуде вигляду:

$$W = \sum_{i=1}^n w_i = \sum_{i=1}^n \max_{x \leq S} [P_i(x_i) + w_{i+1}(S - x_i)], \text{ при } x_n(S) = S, \quad (12)$$

де  $w_i$  – величина виграшу (доходу), отриманого в результаті реалізації інвестицій на  $i$ -му році роботи АСП;

$P_i(x_i)$  – дохід від  $x$  одиниць засобів, вкладених в  $i$ -тому підприємстві на  $i$ -тому році роботи (визначається бізнес планом).

**Висновки.** Виконаний аналіз результатів показав, що потік транспортних засобів протягом року на магістралі М-06 (Е40) є стабільний, що дає змогу визначити необхідний кількісний склад постів для технічного сервісу автомобільних поїздів.

Серед об'єктів придорожного сервісу найвища якість послуг відмічена на АЗС, закладах харчування та готелях і мотелях, найнижча – СТО, стоянках та майданчиках відпочинку та відстою рухомого складу.

Отримано кількісний склад постів СТО для обслуговування автомобілів-тягачів іноземного виробництва та визначено можливості ефективної їх експлуатації. Зважаючи на те, що потік транспортних засобів з кожним роком збільшується, врахована можливість коректування кількості транспортних засобів, що можуть обслуговуватися на даних постах.

Розглянуто можливості інвестицій. В подальшому необхідно досліджувати можливості територіального розміщення підприємств автосервісу для покращення рівня сервісного обслуговування автомобілів, що збільшить їх транзитний потік через територію області та позитивно вплине на економічний розвиток.

#### Список використаної літератури:

1. Дьяченко Г.В. Перспективы организации регионального автосервиса / Г.В. Дьяченко, А.П. Кравченко // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – Луганськ : СХУ ім. В.Даля, 2007. – № 6 (112). – С. 48–53.
2. Кравченко А.П. Реорганизация автопредприятий примагистральных населённых пунктов транзитного региона с использованием многоканальной модели функционирования автосервисных мощностей / А.П. Кравченко, Д.В. Дуда // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – Луганськ : СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 5. – С. 165–168.
3. Іщенко А.В. Розбудова придорожніх автосервісних підприємств на транспортних магістралях / А.В. Іщенко, К.В. Кузьмін, О.П. Кравченко : збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів та аспірантів «Підвищення надійності машин і обладнання», 16–18 квітня 2016 р., Кіровоград. – Кіровоград : МОВ КНТУ, 2016. – С. 80–82.
4. Research of Opportunities for Development of Autoservice Entrepreneurships on Highways / A.Ishchenko, K.Kuzmin, O.Kravchenko, I.Melnichenko // Current Trends in Young Scientists Researches. All Ukrainian Scientific and Practical Conference. Book of Papers, 14 April, 2016. – Zhitomir : ZSTU, 2016. – P. 35–38.
5. Аналіз інфраструктури міжнародної автотранспортної магістралі М-06 (Е40) / О.О. Добровінський, А.В. Кудряшов, Є.М. Рафальський, О.П. Кравченко : тези Всеукраїнської науково-практичної on-line конференції аспірантів, молодих учених та студентів, присвяченої Дню науки. – Житомир : ЖДТУ, 2017. – Т. I. – С. 31–33.
6. Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування : М 03450778 : 700:2012 : станом на 2012–01–01. – К. : Укравтодор, 2012. – 63 с.

7. Кравченко О.П. Аналіз транспортної інфраструктури на міжнародній автотранспортній магістралі М06 (Е40) / О.П. Кравченко, Є.М. Рафальський, О.О. Добровінський // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – № 2 (9). – Луцьк : ЛНТУ, 2017. – С. 89–92.
8. Кравченко А.П. Использование многоканальной модели функционирования автосервисных возможностей примаргистральных населенных пунктов транзитного региона / А.П. Кравченко, Е.М. Рафальський // збірник наукових праць «Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів». – Миколаїв : МТУ «Миколаївська політехніка», 2017. – С. 25–27.
9. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Г.М. Напольский // Учебник для вузов. – М. : Транспорт, 1985. – 231 с.
10. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с.
11. Лежнев А.В. Динамическое программирование в экономических задачах / А.В. Лежнев. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 176 с.

#### References:

1. D'jachenko, G.V. and Kravchenko A.P. (2007), «Perspektivy organizacii regional'nogo avtoservisa», *Visnik Shidnoukrayins'kogo nacional'nogo universitetu im. V.Dalja*, No. 6 (112), Pp. 48–53.
2. Kravchenko, A.P. and Duda, D.V. (2011), «Reorganizacija avtopredpriyatij primagistral'nyh naseljonnyh punktov tranzitnogo regiona s ispol'zovaniem mnogokanal'noj modeli funkcionirovanija avtoservisnyh moshhnostej», *Visnik Shidnoukrayins'kogo nacional'nogo universitetu im. V.Dalja*, No. 5, pp. 165–168.
3. Ishchenko, A.V., Kuz'min, K.V. and Kravchenko, O.P. (2016), «Rozbudova prydorozhnyh avtoservisnyh pidpryemstv na transportnyh magistraljah», *Zbirnyk tez dopovidej Vseukrajins'koyi naukovopraktichnoyi konferenciyi studentiv ta aspirantiv «Pidvishhennja nadijnosti mashin i obladnannja»*, 16–18 kvitnja, Kirovograd, Pp. 80–82.
4. Ishchenko, A., Kuzmin, K., Kravchenko, O. and Melnichenko, I. (2016), «Research of Opportunities for Development of Autoservice Entrepreneurships on Highways», *All Ukrainian Scientific and Practical Conference «Current Trends in Young Scientists Researches»*, Pp. 35–38.
5. Dobrovinskii, O.O., Kudrjashov, A.V., Rafalskyj, Je.M. and Kravchenko, O.P. (2017), «Analiz infrastruktury mizhnarodnoyi avtotransportnoyi magistrali M06 (E40)», *Tezy Vseukrajins'koyi naukovopraktichnoyi on-line konferenciyi aspirantiv, molodih uchenih ta studentiv, prisyvjachenoyi Dnju nauky, ZhDTU*, Vol. I, Pp. 31–33.
6. Ukravtodor (2012), *M 03450778 – 700:2012. Metodyka provedennja auditors'kyh perevirok zbezpeky dorozhn'ogo ruhu stadiji ekspluataciji iavtomobil'nih dorig zagal'nogo korystuvannja*, Ukravtodor, Kyiv, 63 p.
7. Kravchenko, O.P., Rafalskyj, E.M. and Dobrovinskyj, O.O. (2017), «Analiz transportnoyi infrastruktury na mizhnarodnij avtotransportnij magistrali M06 (E40)», *Suchasni tehnologiyi v mashynobuduvanni ta transporti.*, Luczk, LNTU, Vol. 2 (9), Pp. 89–92.
8. Kravchenko, A.P. and Rafal'skyj, E.M. (2017), «Ispol'zovanie mnogokanal'noj modeli funkcionirovanija avtoservisnyh moshhnostej primagistral'nyh naselennyh punktov tranzitno goregiona», *zbirnyk naukovykh prac' «Novitni shljahy stvorennja, ekspluatacii, remontu i servisu avtomobiliv»*, MTU «Mykolai'vs'ka politehnika», Mykolai'v, Pp. 25–27.
9. Napolskiy, G.M. (1985), *Tehnologicheskoe proektirovanie avtotransportnyh predpryatny i stantsiy tehničeskogo obsluzhivaniya*, Transport, Moscow, 231 p.
10. Mintrans Ukrayiny (1998), *Polozhennya pro tehnične obsluzovuvannya i remont dorozhnix transportnyx zasobiv avtomobil'nogo transportu*, Kyiv, 16 p.
11. Lezhnjov, A.V. (2010), *Dinamicheskoe programmirovanie v ekonomicheskix zadachah*, BINOM. Laboratorija znanij, Moscow, 176 p.

**Левківський** Олександр Анатолійович – аспірант кафедри «Автомобілі та транспортні технології» Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

– підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

E-mail: oleksandrlevkovskiy@gmail.com.

Стаття надійшла до редакції 16.08.2018.