

ВІДБІР ЗРАЗКІВ АВТОМОБІЛІВ ІЗ ПОТРІБНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ПРОХІДНОСТІ ТА ШВИДКОСТІ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ ВІЙСЬКОВОЇ ЛОГІСТИКИ

Дем'янчук Б. О.

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри автотехнічного забезпечення
Військової академії (м. Одеса)
ORCID ID: 0000-0002-2862-9412

Угольніков О. П.

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
професор кафедри автотехнічного забезпечення
Військової академії (м. Одеса)
ORCID ID: 0000-0003-3007-9285
Researcher ID: C-5355-2016

Обертас В. Ф.

старший викладач кафедри автотехнічного забезпечення
Військової академії (м. Одеса)
ORCID ID: 0000-0002-3251-1476

Анотація. У статті розглянуті питання: завдання та гіпотези щодо варіантів відбору зразків автомобілів із потрібними рівнями показників їхньої прохідності та швидкості; перелік і особливості визначення ймовірностей реалізації варіантів обраних зразків автомобілів із потрібними рівнями їхніх показників прохідності та швидкості кожного; необхідні умови для вдосконалення транспортних засобів; перелік і особливості визначення ймовірностей реалізації варіантів зразків автомобілів із потрібними рівнями показників їхньої прохідності та швидкості кожного; алгоритми визначення кількісних величин елементів матриці достовірності відбору автомобілів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості, залежно від умов здійснення пересування; приклад оцінки кількісних величин елементів матриці достовірності відбору автомобілів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості, залежно від умов здійснення пересування. Автори дійшли висновку, що великий рівень розмитості ознак прохідності та швидкості військової автомобільної техніки (ВАТ) збільшує помилку прогнозу достовірності реалізації варіантів відбору транспортних засобів для пересування потоку матеріальних засобів, з урахуванням складних дорожніх умов. Водночас сума елементів кожного рядка матриці достовірності є сумою ймовірностей правильного та помилкового визначення одного конкретного варіанту транспортних засобів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості. Тобто кожний рядок є ймовірністю повної групи явищ, тому він завжди дорівнює одиниці. Матрицю достовірності з такими властивостями називають стохастичною. Перевірення наявності цієї властивості є ефективним засобом контролю правильного вирішення завдання прогнозування реалізації варіантів відбору транспортних засобів, в умовах розмитості ознак варіантів, коли це завдання вирішується методом статистичної перевірки гіпотез.

Ключові слова: військова автомобільна техніка, військова логістика, транспортний потік, метод статистичної перевірки гіпотез.

Demyanchuk B. O., Ugolnikov O. P., Obertas V. F. SELECTION OF SAMPLES OF CARS WITH THE NECESSARY PARAMETERS OF PASSABILITY AND SPEED FOR THE TRANSPORT FLOW OF MILITARY LOGISTICS

Abstract. The article deals with the following questions: tasks and hypotheses about options for selecting samples of cars with the required levels of their passability and speed indicators; the list and specifics of determining the probabilities of implementation of variants of selected models of cars with the required levels of their passability and speed indicators of each; necessary conditions for improving vehicles; the list and specifics of determining the probabilities of implementing variants of car samples with the required levels of their passability and speed indicators of each; algorithms for determining the quantitative values of the elements of the reliability matrix for the selection of cars with the required characteristics of passability and speed, depending on the conditions of movement; an example of estimating

the quantitative values of the elements of the reliability matrix for the selection of cars with the required characteristics of passability and speed, depending on the conditions of movement. The authors came to the conclusion that a high level of blurring of the signs of patency and speed of military vehicles (VAT) increases the error of the prediction of the reliability of the implementation of options for the selection of vehicles for the movement of the flow of material resources, taking into account difficult road conditions. Along with this, the sum of the elements of each line of the reliability matrix is the sum of the probabilities of correct and incorrect identification of one particular variant of vehicles with the required characteristics of passability and speed. That is, each row is the probability of a complete group of phenomena, so it is always equal to one. A reliability matrix with such properties is called stochastic. Checking the presence of this property is an effective means of controlling the correct solution of the task of predicting the implementation of vehicle selection options, in conditions of blurring of the features of the options, when this task is solved by the method of statistical hypothesis testing.

Key words: military automotive equipment, military logistics, transport flow, method of statistical testing of hypotheses.

Вступ. Залежно від дорожніх умов майбутнього пересування транспортного потоку, важливим завданням начальника логістики та начальника автомобільної служби військової частини стає відбір зразків автомобілів із потрібними показниками прохідності та швидкості для транспортного потоку військової логістики.

Науково обгрунтоване вирішення цього завдання в матеріалах публікацій трапляється нечасто, а в разі складних гіпотез про доцільні варіанти відбору рішення практично відсутні. Нарешті, у випадках, коли ознаки, які кількісно характеризують варіанти, є статистично розмитими, а також якщо вони перетинаються, публікацій, мабуть, загалом немає.

Метою статті є засвоєння методичного апарату на базі статистичної перевірки гіпотез для вибору потрібних транспортних засобів у конкретних дорожніх умовах запланованого пересування транспортного потоку, сприяння прагненням для оцінки наслідків рішень, які ухвалюються.

Завдання та гіпотези щодо варіантів відбору зразків автомобілів із потрібними рівнями показників їхньої прохідності та швидкості. Побудову моделі для прогнозування реалізації варіантів зразків автомобілів, що є альтернативними, в умовах гіпотез, що конкурують, доцільно здійснювати на основі двох ознак кожного варіанту:

– *ознака перша* – потрібний рівень показника прохідності зразків автомобілів;

– *ознака друга* – потрібний рівень показника швидкості зразків автомобілів.

Нехай існують (для чотирьох дорожніх умов пересування) різні, наприклад 4 варіанти

реалізації видів VAT, під час відбору VAT на запропоновані варіанти пересування.

Ознаки варіантів є кількостями альтернативних варіантів, що перетинаються попарно:

– P_1 – ознака *рівня прохідності* зразків VAT, що обрані для пересування потоку;

– P_2 – ознака *рівня швидкості* зразків VAT, що обрані для пересування потоку.

Варіанти реалізації рівнів прохідності та швидкості зразків VAT, залежно від конкретних потреб, доцільно надати у вигляді:

1. Малий рівень і прохідності автомобілів P_1 , і швидкості P_2 (гіпотези A1 та B1 для реалізації 1-го варіанту відбору).

2. Малий рівень прохідності автомобілів P_1 і великий – швидкості P_2 (гіпотези A1 та B2 для реалізації 2-го варіанту відбору).

3. Великий рівень і прохідності автомобілів P_1 , і швидкості P_2 (гіпотези A2 та B2 для реалізації 3-го варіанту відбору).

4. Великий рівень прохідності P_1 і малий – швидкості P_2 (гіпотези A2 та B1 для реалізації 4-го варіанту відбору автомобілів для пересування у складі потоку).

Перелік і особливості визначення ймовірностей реалізації варіантів зразків автомобілів із потрібними рівнями показників їх прохідності та швидкості кожного. У практиці обсяги результатів відбору є розмитими, їхні умови густини завжди розподілені за законом Релея та мають вигляд (рис. 1 та 2):

$$f_i \left(\frac{P_1}{A_i} \right) = \frac{P_1}{\alpha_i^2} \exp \left(-\frac{P_1^2}{2\alpha_i^2} \right), \quad i = 1, 2;$$

$$\varphi_j \left(\frac{P_2}{B_j} \right) = \frac{P_2}{\beta_j^2} \exp \left(-\frac{P_2^2}{2\beta_j^2} \right), \quad j = 1, 2. \quad (1)$$

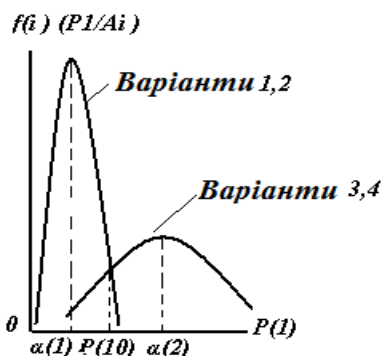


Рис. 1. Густина ймовірностей обсягів відбору, згідно з 1-м, 2-м і 3-у, 4-м варіантами рівнів ознак ВАТ із заданою прохідністю

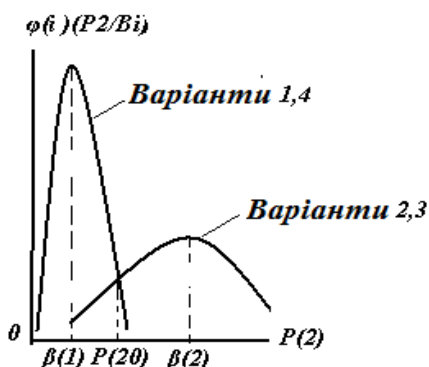


Рис. 2. Густина ймовірностей обсягів відбору, згідно з 1-м, 4-м і 2-м, 3-м варіантами рівнів ознак ВАТ із заданою швидкістю

Прогнозування ймовірності реалізації кожного з варіантів доцільно здійснити в декілька етапів шляхом:

А) визначення порогових значень P_{10} і P_{20} параметрів за критерієм ідеального спостереження, за формулами:

$$\left(\frac{P_{10}}{A_1}\right) = f_2\left(\frac{P_{10}}{A_2}\right); \quad \varphi_1\left(\frac{P_{20}}{B_1}\right) = \varphi_2\left(\frac{P_{20}}{B_2}\right). \quad (2)$$

Рішення, згідно із (2), мають вигляд:

$$P_{10} = 2\alpha_1\alpha_2 \left[\frac{\ln \alpha_1 - \ln \alpha_2}{\alpha_1^2 - \alpha_2^2} \right]^{0,5};$$

$$P_{20} = 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0,5}. \quad (3)$$

Б) об'єднання C_{ij} чотирьох гіпотез A_i та B_j , що перетинаються, та визначення двовимірних густин ознак, за алгоритмами

$$C_{ij} = A_i \cap B_j, \quad i = 1, 2; \quad j = 1, 2;$$

$$\Psi_{ij}\left(\frac{P_1}{A_i}, \frac{P_2}{B_j}\right) = f_i\left(\frac{P_1}{A_i}\right) \cdot \varphi_j\left(\frac{P_2}{B_j}\right), \quad (4)$$

$$i = 1, 2; \quad j = 1, 2;$$

В) визначення ймовірностей реалізації кожного із 4-х варіантів відбору у вигляді результатів обчислення відповідних інтегральних співмножників:

$$F_{11}^{11} = R_1^1 \cdot N_1^1 =$$

$$= \left[\int_0^{P_{10}} f_1\left(\frac{x}{A_1}\right) dx \right] \cdot \left[\int_0^{P_{20}} \varphi_1\left(\frac{y}{B_1}\right) dy \right];$$

для варіанту – 1;

$$F_{12}^{12} = R_1^1 (1 - N_1^2) =$$

$$= \left[\int_0^{P_{10}} f_1\left(\frac{x}{A_1}\right) dx \right] \cdot \left[1 - \int_0^{P_{20}} \varphi_2\left(\frac{y}{B_2}\right) dy \right];$$

для варіанту – 2;

$$F_{22}^{22} = (1 - R_1^2)(1 - N_1^2) =$$

$$= \left[1 - \int_0^{P_{10}} f_2\left(\frac{x}{A_2}\right) dx \right] \cdot \left[1 - \int_0^{P_{20}} \varphi_2\left(\frac{y}{B_2}\right) dy \right];$$

для варіанту – 3;

$$F_{21}^{21} = (1 - R_1^2) N_1^1 =$$

$$= \left[1 - \int_0^{P_{10}} f_2\left(\frac{x}{A_2}\right) dx \right] \cdot \left[\int_0^{P_{20}} \varphi_1\left(\frac{y}{B_1}\right) dy \right]; \quad (5)$$

для варіанту – 4.

Підставимо у формули (5) відповідні густини розподілу ймовірностей, згідно із (2) та (5), а також підставимо порогові рівні інтегрування, згідно із (3), отримаємо ймовірності правильної реалізації кожного з указаних 4-х варіантів відбору транспортних засобів для пересування транспортних потоків.

Далі, у наступному підрозділі, потрібно вирішувати подібне, але більш об'ємне завдання, а саме, визначення ймовірностей

помилкових реалізацій кожного із 4-х варіантів. Зараз доцільно підкреслити, що кожному з варіантів притаманні три помилкові ймовірності, але їх навіть підсумкові рівні, в умовах типових рівнів розмитості ознак прохідності та швидкості, помилкові рівні ймовірностей завжди суттєво менше, ніж рівні ймовірностей правильної реалізації варіантів.

Типове перетинання розподілів ймовірностей ознак варіантів відбору транспортних засобів, під час підготовки до пересування транспортних потоків з урахуванням особливостей місцевості та маршруту пересування, суттєво ускладнює завдання достовірного вирішення завдання цього відбору всім посадовцям *омбр*.

Застосування *методу статистичної перевірки гіпотез* гарантує і посадовцям автомобільної служби *омбр*, і посадовцям тилового забезпечення дії військ успішне і досить достовірне вирішення таких завдань науково обґрунтованого відбору та підготовки потрібних автомобілів для конкретних умов пересування.

Перелік і особливості визначення ймовірностей реалізації варіантів зразків автомобілів із потрібними рівнями показників їх прохідності та швидкості кожного. Далі потрібне застосування алгоритму побудови стохастичної матриці достовірності, яка містить: чотири рядки та чотири стовбці елементів; її діагональні елементи є величинами ймовірностей правильного прогнозування реалізації варіантів відбору транспортних засобів для транспортного потоку.

Три інші елементи кожного рядка є ймовірностями помилкового прогнозування реалізації варіантів відбору цих транспортних засобів для транспортного потоку.

Побудова цієї матриці здійснюється на конкретному прикладі застосування алгоритму відбору транспортних засобів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості для транспортного потоку.

Окрім того, метою також є отримання практичних навичок для прогнозування наслідків ухвалених технічних рішень.

У підрозділі показані зразки обчислення інтегралів: від густин розподілу ймовірнос-

тей парних перетинань варіантів відбору транспортних засобів; показані результати обчислення добутків співмножників, що перетинаються, тобто тих, що спостерігаються на графіках густин, які спостерігаються, як функції різнорідних ознак (прохідності та швидкості).

Саме ці результати обчислень використовуються далі для побудови матриці достовірності прогнозування реалізації варіантів відбору транспортних засобів. Сума всіх елементів будь-якого рядка цієї матриці завжди дорівнює одиниці, тому що ця підсумкова ймовірність усіх елементів рядка є ймовірністю повної групи явищ для кожного із чотирьох варіантів відбору.

Цей чинник підкреслює висновок про те, що під час обчислення достовірності реалізації кожного з варіантів відбору необхідно обчислювати не тільки величини ймовірності правильного відбору конкретного варіанту, але і три різнорідні помилки прогнозування саме цього варіанту із чотирьох.

Отже, алгоритм обчислення потребує суттєвих витрат часу, тому доцільним є створення та практичне застосування для цього програмного продукту, який реалізується за допомогою персональної ЕОМ.

У статті більш докладно розглянемо алгоритм визначення елементів матриці достовірності відбору автомобілів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості, залежно від умов здійснення пересування.

Алгоритми визначення елементів матриці достовірності відбору автомобілів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості, залежно від умов здійснення пересування. Беручи до уваги конкретний вид функцій f_i φ_p , отримаємо умовні ймовірності, тобто елементи матриці достовірності забезпечення АТ з потрібними ТТХ у вигляді:

ймовірності:

правдивості гіпотези А1: неправдивості А1:

$$R_1^1 = \int_0^{P_{10}} \frac{P_1}{\alpha_1^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_1^2}\right] dP_1 =$$

$$= 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_1^2}\right]; R_2^1 = \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_1^2}\right]; \quad (6)$$

імовірності:
правдивості гіпотези В1: неправдивості В1

$$N_1^1 = \int_0^{P_0} \frac{P_2}{\beta_1^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_1^2}\right] dP_2 =$$

$$= 1 - \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right]; N_2^1 = \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_1^2}\right]; \quad (7)$$

імовірності:
неправдивості гіпотези А2: правдивості А2:

$$R_1^2 = \int_0^{P_0} \frac{P_1}{\alpha_2^2} \exp\left[-\frac{P_1^2}{2\alpha_2^2}\right] dP_1 =$$

$$= 1 - \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_2^2}\right]; R_2^2 = \exp\left[-\frac{P_{10}^2}{2\alpha_2^2}\right]; \quad (8)$$

імовірності:
неправдивості гіпотези В2: правдивості В2:

$$N_1^2 = \int_0^{P_0} \frac{P_2}{\beta_2^2} \exp\left[-\frac{P_2^2}{2\beta_2^2}\right] dP_2 =$$

$$= 1 - \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_2^2}\right]; N_2^2 = \exp\left[-\frac{P_{20}^2}{2\beta_2^2}\right]. \quad (9)$$

Сукупність цих імовірностей визначає побудову всіх елементів матриці достовірності та сприяє визначенню деяких узагальнених імовірностей.

Безумовна ймовірність правильного прогнозування реалізації, згідно з формулами (6–9), дорівнює:

$$D =$$

$$= \frac{1}{4} [R_1^1 N_1^1 + R_1^1 (1 - N_1^2) + (1 - R_1^2) N_1^1 + (1 - R_1^2) (1 - N_1^2)], \quad (10)$$

а помилкового прогнозування: $Q = 1 - D$, (11)
звичайно маємо: $Q \ll D$.

Приклад визначення кількісних величин елементів матриці достовірності відбору автомобілів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості, залежно від умов здійснення пересування. Нехай установлено, що найбільш імовірні значення ознак, тобто очікуваних обсягів кожного з варіантів, відомі та дорівнюють (див. рисунки 1 і 2):

1) для варіанту 1 і варіанту 2 деяка середня відносна очікувана кількість автомобілів зі збільшеною прохідністю є близькою до нульової: $\alpha_1 = 0,041$;

2) для варіанту 3 та варіанту 4 середня відносна очікувана кількість автомобілів зі збільшеною прохідністю істотно вище: $\alpha_2 = 0,653$;

3) для варіанту 1 і варіанту 4 середня відносна очікувана кількість автомобілів зі збільшеною швидкістю є задовільною та дорівнює: $\beta_1 = 0,301$;

4) для варіанту 2 та варіанту 3 середня відносна очікувана кількість автомобілів зі збільшеною швидкістю помітно вище і дорівнює: $\beta_2 = 0,778$.

Тому порогові величини дорівнюють:

$$P_{10} = 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0,5} = 0,14;$$

$$P_{20} = 2\beta_1\beta_2 \left[\frac{\ln \beta_1 - \ln \beta_2}{\beta_1^2 - \beta_2^2} \right]^{0,5} = 0,7.$$

Достовірності прогнозування реалізації кожного з варіантів, відповідно до діагоналі матриці достовірності прогнозування, згідно із (6–9), дорівнюють:

$$1) R_1^1 N_1^1 = 0,89; 2) R_1^1 (1 - N_1^2) = 0,87;$$

$$3) (1 - R_1^2) (1 - N_1^2) = 0,85; 4) (1 - R_1^2) N_1^1 = 0,87.$$

Тобто ймовірності реалізації варіантів відбору обчислені за формулами у вигляді:

$$F_{11}^{11} = R_1^1 \cdot N_1^1 =$$

$$= \left[\int_0^{P_{10}} f_1 \left(\frac{x}{A_1} \right) dx \right] \cdot \left[\int_0^{P_{20}} \Phi_1 \left(\frac{y}{B_1} \right) dy \right] = 0,89,$$

для вар. 1;

$$F_{12}^{12} = R_1^1 (1 - N_1^2) =$$

$$= \left[\int_0^{P_{10}} f_1 \left(\frac{x}{A_1} \right) dx \right] \cdot \left[1 - \int_0^{P_{20}} \Phi_2 \left(\frac{y}{B_2} \right) dy \right] = 0,87,$$

для вар. 2;

$$F_{22}^{22} = (1 - R_1^2) (1 - N_1^2) =$$

$$\left[1 - \int_0^{P_{10}} f_2 \left(\frac{x}{A_2} \right) dx \right] \cdot \left[\int_0^{P_{20}} \Phi_2 \left(\frac{y}{B_2} \right) dy \right] = 0,85,$$

для вар. 3;

$$F_{21}^{21} = (1 - R_1^2) N_1^1 =$$

$$= \left[1 - \int_0^{P_{10}} f_2 \left(\frac{x}{A_2} \right) dx \right] \cdot \left[\int_0^{P_{20}} \Phi_1 \left(\frac{y}{B_1} \right) dy \right] = 0,873,$$

для вар. 4.

Безумовна ймовірність правильного прогнозування реалізації варіантів, згідно з (10, 11):

$$D = \frac{1}{4} [R_1^1 N_1^1 + R_1^1 (1 - N_1^2) + (1 - R_1^2) N_1^1 + (1 - R_1^2) (1 - N_1^2)] = 0,87,$$

а помилкового прогнозування: $Q = 1 - D = 0,13$.
 $Q \ll D$.

Властивості матриці достовірності прогнозування реалізації варіантів відбору транспортних засобів із потрібними прохідністю та швидкістю. Властивості матриці, згідно із прикладом, нескладно виявити:

$$F = \begin{pmatrix} R_1^1 N_1^1 & R_1^1 (1 - N_1^1) & (1 - R_1^1) N_1^1 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^1) \\ R_1^1 N_1^2 & R_1^1 (1 - N_1^2) & (1 - R_1^1) N_1^2 & (1 - R_1^1) (1 - N_1^2) \\ R_1^2 N_1^1 & R_1^2 (1 - N_1^1) & (1 - R_1^2) N_1^1 & (1 - R_1^2) (1 - N_1^1) \\ R_1^2 N_1^2 & R_1^2 (1 - N_1^2) & (1 - R_1^2) N_1^2 & (1 - R_1^2) (1 - N_1^2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,89 & 0,09 & 0,01 & 0,01 \\ 0,11 & 0,87 & 0,01 & 0,01 \\ 0,01 & 0,01 & 0,87 & 0,11 \\ 0,01 & 0,02 & 0,12 & 0,85 \end{pmatrix}.$$

Висновки

1. Великий рівень розмитості ознак прохідності та швидкості ВАТ збільшує помилку прогнозу достовірності реалізації варіантів відбору транспортних засобів для пересування потоку матеріальних засобів, з урахуванням складних дорожніх умов.

2. Сума елементів кожного рядка матриці достовірності є сумою ймовірностей правильного та помилкового визначення одного конкретного варіанту транспортних засобів із потрібними характеристиками прохідності та швидкості. Тобто кожний рядок є ймовірністю повної групи явищ, тому він завжди дорівнює одиниці.

3. Матрицю достовірності з такими властивостями називають *стохастичною*. Перевірення наявності цієї властивості є ефективним засобом контролю правильного вирішення завдання прогнозування реалізації варіантів відбору транспортних засобів в умовах розмитості ознак варіантів, коли це завдання вирішується методом *статистичної перевірки гіпотез*.

Література:

1. Автомобільні дороги. ДБН В.2.3-4: 2015. Київ, 2015. 104 с.
2. Офіційний сайт Міністерства інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/>.
3. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
4. Устенко М.О. Основні проблеми транспортної логістики. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2010. № 29. С. 2–5.
5. Карпінський Б.І. Транспортна система України в контексті європейської інтеграції. *Економіка України*. 1998. № 7. С. 17–23.

References:

1. Derzhavni budivelni normy Ukrainy (2015). Avtomobilni dorohy [Automobile roads]. DBN V.2.3-4. Kyiv. 104 p. [in Ukrainian].
2. Ministerstvo infrastruktury Ukrainy (n.d.). Ofitsiyniy sait Ministerstva infrastruktury Ukrainy [Official website of the Ministry of Infrastructure of Ukraine]. Retrieved from: <https://mtu.gov.ua/> [in Ukrainian].
3. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (n.d.). Ofitsiyniy sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua/> [in Ukrainian].
4. Ustenko, M.O. (2010). Osnovni problemy transportnoi lohistyky [Basic problems of transport logistics]. *Herald of the economy of transport and industry*. № 29. Pp. 2–5 [in Ukrainian].
5. Karpinsky, B.I. (1998). Transportna systema Ukrainy v konteksti yevropeiskoi intehratsii [Transport system of Ukraine in the context of European integration]. *Economy of Ukraine*. № 7. Pp. 17–23 [in Ukrainian].