

## ВИКОРИСТАННЯ ПІДХОДІВ КВАЛІМЕТРІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ДАНИХ ПАСПОРТИЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

### USING QUALIMETRY APPROACHES TO ASSESS THE QUALITY OF ROAD CERTIFICATION DATA



**Тимошук Олександр Юрійович**, аспірант, Державне агентство автомобільних доріг України, начальник Відділу інноваційного розвитку, e-mail: [tymoshchuk.uad@gmail.com](mailto:tymoshchuk.uad@gmail.com), тел. +38 (097) 648-50-29

<https://orcid.org/0000-0002-9230-1200>

**Анотація.** У статті розглянуто можливість використання підходів кваліметрії при визначенні вагомості факторів впливу на ефективність використання даних паспортизації автомобільних доріг. Розроблена ієрархічна кваліметрична модель для аналізу даних паспорта з урахуванням обраних критеріїв оцінки (суттєвість, якість вхідних даних тощо). На основі розробленої моделі запропоновано алгоритми оцінки даних паспортизації за допомогою критерія ефективності структури паспорта автомобільної дороги.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, кваліметрія, паспортизація, рівні якості, технічні показники.

**Вступ.** На сьогодні дорожня галузь України перебуває у стадії відновлення та спостерігається поступове збільшення фінансування будівельних робіт та кількості побудованих та відремонтованих кілометрів автомобільних доріг. Відповідно до вимог [1] при введенні в експлуатацію автомобільної дороги (окремої ділянки) або при зміні її геометричних параметрів виконують роботи з паспортизації – комплекс польових вишукувань та камеральних робіт зі створення паспорта або внесення змін до нього.

Структура паспорта є досить об'ємною та потребує значних матеріально-технічних ресурсів для збору даних про усі параметри автомобільної дороги відповідно до вимог [2]. Також є певна кількість технічних показників, що входять до складу паспорта автомобільної дороги, дані про які необхідно оновлювати з певною періодичністю відповідно до вимог [1, 3].

Існуючі підходи до виконання робіт з паспортизації автомобільних доріг України є дещо застарілими та не враховують сучасний рівень розвитку техніки та технологій зі збору фізичних даних та їх моніторингу. Тому це спонукає до пошуку шляхів удосконалення структури даних, що характеризують стан автомобільних доріг, з урахуванням також і сучасних вимог до систем управління в дорожньому будівництві.

**Основна частина.** Наразі відповідно до [2] множина даних про стан об'єктів інфраструктури складається майже з 1,5 тис. технічних показників, що містять інформацію про 40 окремих елементах об'єктів. Аналіз рівня використання множини таких даних при прийнятті управлінських рішень в дорожній галузі не перевищує 20 % від їх загальної кількості [4].

Для підвищення рівня ефективності використання даних паспортизації в управлінні мережею автомобільних доріг необхідно удосконалити підходи до методів збору технічних показників. Для цього, враховуючи ієрархічну складність структури паспорта та наявність багатьох факторів, що впливають на ефективність виконання робіт, доцільним є використання підходів кваліметрії, що дозволяють визначити вагомість таких факторів впливу з урахуванням багатопараметричності вхідної інформації – даних паспорта автомобільної дороги.

Одним із напрямків застосування підходів кваліметрії є розроблена модель оцінки якісного стану автомобільної дороги з урахуванням моделі вагомостей параметрів та конструктивних елементів [1].

Кваліметрична модель для визначення ефективності використання даних паспортизації з урахуванням обраних критеріїв оцінки (суттєвість, якість даних) наведена на рисунку 1. На першому рівні ( $R_1$ ) встановлюється множина даних, що визначається при паспортизації автомобільних доріг (перелік технічних показників  $M_1, M_2, \dots, M_n$ ). На другому рівні ( $R_2$ ) виконується групування (віднесення) показників до конкретних об'єктів автомобільної дороги ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ ), які характеризують її конструктивні елементи або функціональний стан.

На наступному рівні ( $R_3$ ) визначається вагомість даних з використанням кількісних та якісних критеріїв оцінки. Третій рівень кваліметричної моделі є одним із ключових, оскільки дозволяє проаналізувати рівень використання даних паспортизації автомобільних доріг існуючими програмно-аналітичними комплексами (далі – ПАК).

Четвертий рівень ( $R_4$ ) кваліметричної моделі використовується для оцінки даних паспортизації з урахуванням функціональних особливостей автомобільної дороги за наступними групами показників: цільові, експлуатаційні, ергономічні, надійнісні, естетичні та щодо безпеки руху

На п'ятому рівні ( $R_5$ ) встановлюється комплексний показник ефективності даних ( $E_D$ ), що характеризує доцільність збору та використання окремих даних (технічних показників) при паспортизації автомобільних доріг на етапі експлуатації.

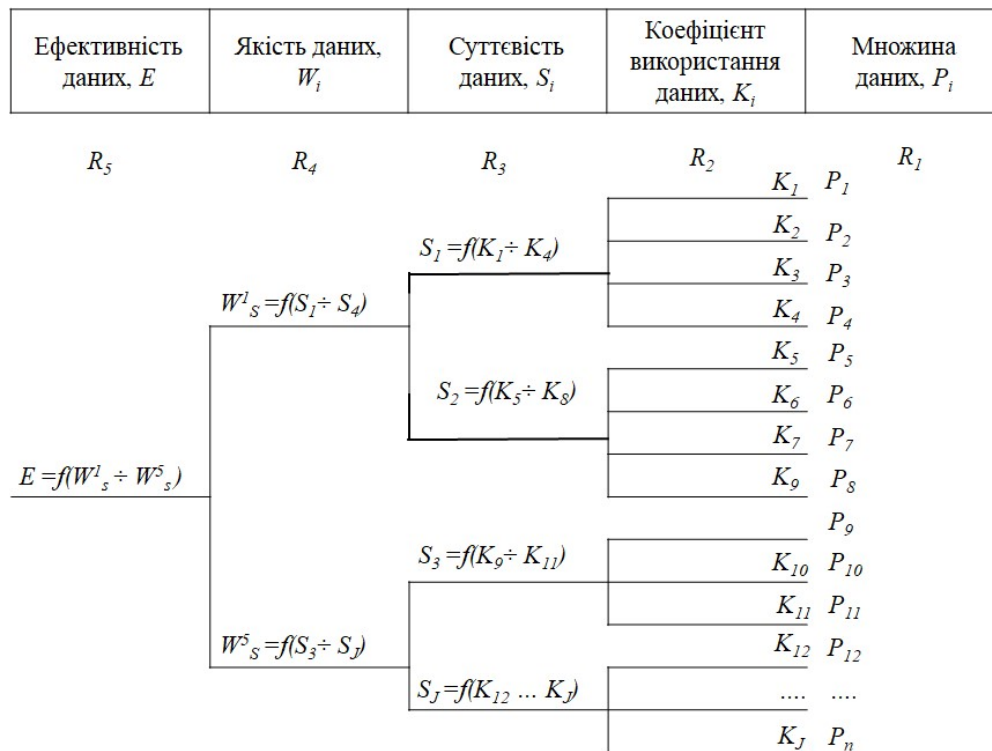


Рисунок 1 – Кваліметрична модель визначення ефективності використання даних паспортизації з урахуванням критеріїв оцінки їх якості

Figure 1 – Qualimetric model for determining the effectiveness of the use of certification data, taking into account the criteria for assessing their quality

Відповідно до запропонованої кваліметричної моделі та з урахуванням алгоритмів визначення ефективності даних паспортизації, визначається критерій ефективності ( $K_E$ ) структури паспорта автомобільної дороги.

Для цього використовують підходи методу Монте-Карло на прикладі визначення NPV (чиста приведена вартість) різних стратегій (алгоритмів) виконання робіт з паспортизації.

У якості індикатора виконання поставлених задач при удосконаленні паспортизації автомобільних доріг використовується 90-й та 95-й процентиль розподілення NPV стратегії, тобто необхідно максимізувати таке значення критерія ефективності ( $K_E$ ), якого можна досягнути або перевищити з 90-% та 95-% вірогідністю.

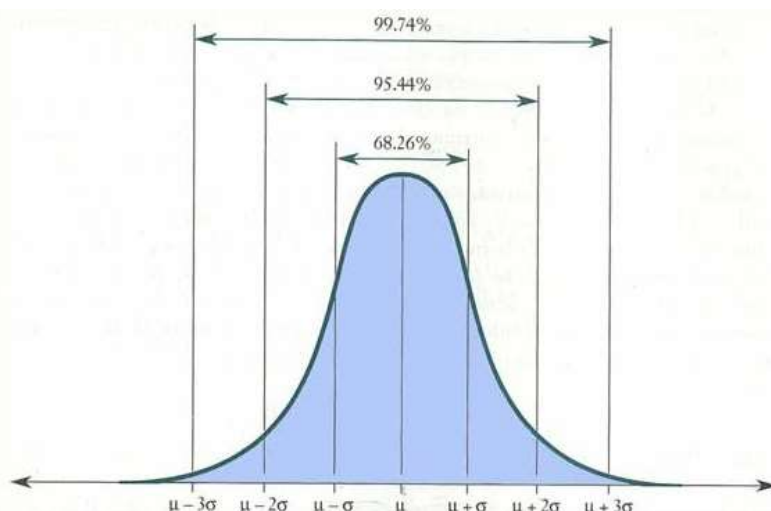


Рисунок 2 – Графічне відображення процентилів розподілення NPV стратегії

Figure 2 – Graphical representation of the percentiles of the NPV strategy distribution

## 2. Економіко-математична модель удосконалення паспортизації автомобільних доріг

В основу удосконалення паспортизації покладено підвищення ефективності виконання робіт за рахунок оптимізації переліку технічних показників про автомобільну дорогу.

Загальний вигляд економіко-математичної моделі при використанні найпоширенішого критерію оцінки – ефективності ( $K_E$ ), має такий вигляд:

$$K_E = (E, C) \rightarrow \max \quad (1)$$

де  $E$  та  $C$  – узагальнені оцінки «ефекту» від паспортизації та «витрат» на паспортизацію автомобільних доріг.

Оцінка ефективності за критерієм  $K_E$  зводиться до одного з двох випадків:

а) задається нижня межа ефективності робіт з паспортизації автомобільних доріг. В цьому випадку завдання встановлюється так: виконати роботи із заданою ефективністю, що має мінімальну «вартість». Економіко-математична модель виглядає таким чином:

$$F(M_i) \rightarrow \text{opt} \text{ при } E_{min}, R_i \rightarrow \max \quad (2)$$

де  $M_i$  – мінімальна кількість технічних показників при нижній межі ефективності  $E_{min}$  виконання робіт з паспортизації;

$R_i$  – ранг показника: визначається на основі аналізу за кількісними та якісними критеріями оптимізації (удосконалення) паспорта автомобільної дороги;

$E_{min}$  – нижня межа ефективності робіт з паспортизації (визначається на основі кваліметричної моделі даних;

б) задається верхня межа витрат на паспортизацію автомобільних доріг. Необхідно зібрати дані про технічні показники з максимальною ефективністю, тобто:

$$F(M_i, R_i) \leq C_{max} \text{ при } E_{max} \quad (3)$$

де  $C_{max}$  – задана верхня межа витрат робіт з паспортизацію автомобільних доріг.

Реалізація моделі полягає у визначенні мінімально допустимих множин значень  $M_i$  при оптимальних значеннях  $R_i$ . При цьому має бути вирішена одна із задач виду (Варіант 1) чи (Варіант 2), або проранжовані у відповідності до обраного критерію альтернативні варіанти виконання робіт з паспортизації автомобільних доріг та з них обраний найкращий варіант.

**3. Алгоритми удосконалення паспортизації автомобільних доріг при різних рівнях оптимізації**

Відповідно до економіко-математичної моделі удосконалення паспортизації автомобільних доріг з урахуванням прийнятих обмежень щодо ефективності виконання робіт (рівень ефективності та витрати), розроблено 2 алгоритми визначення ефективності даних паспортизації – встановлення значення  $K_E$ .

*Алгоритм при заданій нижній межі ефективності робіт з паспортизації автомобільних доріг*

Нижня межа ефективності визначається при оптимальній кількості технічних показників паспорта автомобільної дороги

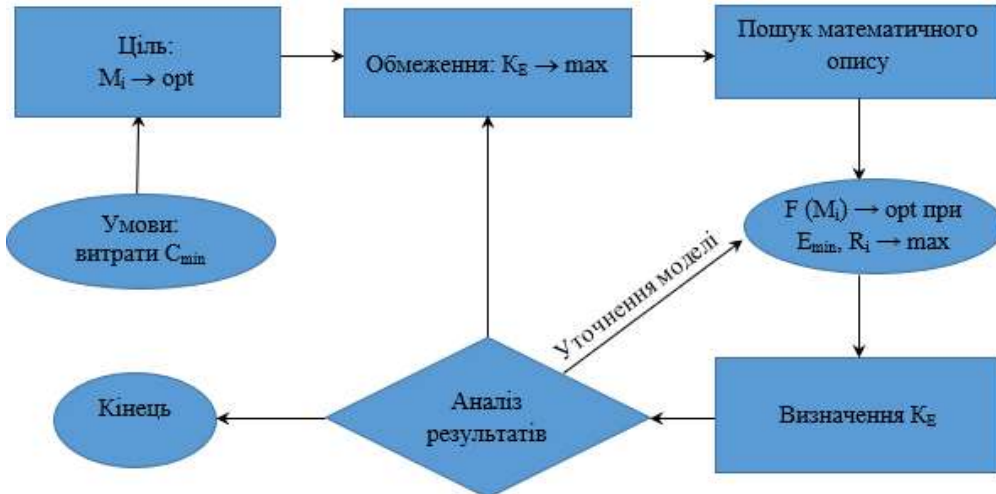


Рисунок 3 – Алгоритм визначення мінімальної ефективності даних паспортизації при оптимальній кількості технічних показників паспорта

Figure 3 – Algorithm for determining the minimum efficiency of certification data with the optimal number of technical indicators of the passport

*Алгоритм при заданій верхній межі витрат на роботи з паспортизації автомобільних доріг*

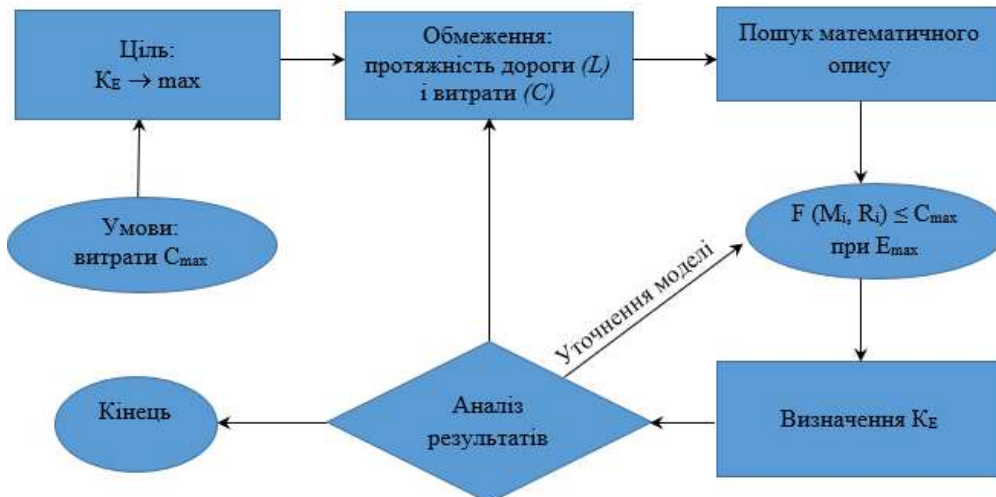


Рисунок 4 – Алгоритм визначення максимальної ефективності даних паспортизації при оптимальній кількості технічних показників паспорта

Figure 4 – Algorithm for determining the maximum efficiency of certification data with the optimal number of technical indicators of the passport

Верхня межа ефективності визначається при мінімальній кількості технічних показників паспорта.

Нижня межа вартості – мінімальні витрати на паспортизацію, при якій ефективність функціонування ПАК знаходиться на рівні 90 % від максимального значення.

Верхня межа вартості - максимальні витрати на паспортизацію, при якій ефективність функціонування ПАК знаходиться на рівні 95 % максимального значення.

Результуюча функція ефективності (критерій ефективності  $K_E$ ) паспортизації автомобільних доріг має вигляд:

$$K_E = f(B, C, K_j^{\text{заг}}, S, R_{\text{заг}}) \rightarrow \max \quad (4)$$

де  $B$  – витрати часу на збір даних про автомобільну дорогу (польові вишукування);

$C$  – вартість обробки, систематизації, аналізу та наповнення даних паспорта автомобільної дороги (камеральні роботи);

$K_j^{\text{заг}}$  – коефіцієнт використання технічних показників;

$R_{\text{заг}}$  – ранг технічних показників;

$S_i$  – рівень вагомості технічних показників.

### Висновки

1. Розроблена ієрархічна кваліметрична модель для аналізу даних паспорта з урахуванням обраних критеріїв оцінки (суттєвість, якість вхідних даних тощо), що дозволить підвищити ефективність використання даних паспортизації автомобільних доріг.

2. Запропоновано економіко-математичну модель удосконалення паспортизації автомобільних доріг, що враховує основні фактори, які впливають на кінцевий результат - ефективність паспортизації та витрати на виконання робіт.

3. Відповідно до запропонованої економіко-математичної моделі удосконалення паспортизації автомобільних доріг з урахуванням прийнятих обмежень щодо ефективності виконання робіт (рівень ефективності та витрати), розроблено 2 алгоритми визначення ефективності даних паспортизації.

### Перелік посилань

1. П-Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України

2. СОУ 42.1-37641918-038:2016 Паспорт автомобільної дороги

3. ДСТУ 3587–97. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану

4. Пальчик А.М., Тимошук О.Ю. Аналіз структури даних, що характеризують поточний стан автомобільних доріг. Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво». К.: НТУ, 2018. – Вип. 103, С. 084 – 089.

5. Сиденко В. М., Рокас С. Ю. Управление качеством в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1981.

6. Slavinska, O., Stozhka, V., Kharchenko, A., Bubela, A., Kvatadze, A. Development of a model of the weight of motor roads parameters as part of the information and management system of monetary evaluation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019, 1/9 (Vol.97), P. 46–59. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156519>

7. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с

8. Тихомирова А. Н., Сидоренко Е. В. Модификация метода анализа иерархий Т. Саати для расчета весов критериев при оценке инновационных проектов // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6009>

9. Кавешников Н. Т. Управление качеством продукции (на примере выполнения дорожно-строительных работ): учеб. пос. М.: Московский государственный университет природообустройства, 2000.

10. Data collection technologies for road management. Christopher R. Bennett, Hernán de Solminihas, Alondra Chamorro / The World Bank, Washington, DC. - Transport Note, No. 30 May 2006

## USING QUALIMETRY APPROACHES TO ASSESS THE QUALITY OF ROAD CERTIFICATION DATA

**Tymoshchuk Oleksandr Y.**, postgraduate, State Agency of Roads of Ukraine, head of the department of innovative development, e-mail: [tymoshchuk.uad@gmail.com](mailto:tymoshchuk.uad@gmail.com), tel. +38 (044) 287-31-23, Ukraine, 03150, Kyiv, Fizkultury street 57, Office 502.

**Abstract.** The article considers the possibility of using qualimetry approaches in determining the importance of factors influencing the effectiveness of the use of road certification data. A hierarchical qualimetric model has been developed for the analysis of passport data considering the selected evaluation criteria (materiality, quality of input data, etc.). Based on the developed model, algorithms for estimating certification data using the criterion of efficiency of the highway passport structure are proposed.

**Keywords:** road, qualimetry, certification, quality levels, technical indicators.

### References

1. P-H.1-218-113:2009 Tekhnichni pravyla remontu ta utrymannia avtomobilnykh dorih zahalnoho korystuvannia Ukrainy
2. SOU 42.1-37641918-038:2016 Pasport avtomobilnoi dorohy
3. DSTU 3587-97. Bezpeka dorozhnogo rukhu. Avtomobilni dorohy, vulytsi ta zaliznychni pereizdy. Vymohy do ekspluatatsiinoho stanu
4. Palchyk A.M., Tymoshchuk O.Iu. Analiz struktury danykh, shcho kharakteryzuiut potochnyi stan avtomobilnykh dorih. Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk «Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo». K.: NTU, 2018. – Vyp. 103, S. 084 – 089.
5. Sydenko V. M., Rokac S. Yu. Upravlenye kachestvom v dorozhnom stroytelstve. M.: Transport, 1981.
6. Slavinska, O., Stozhka, V., Kharchenko, A., Bubela, A., Kvatadze, A. Development of a model of the weight of motor roads parameters as part of the information and management system of monetary evaluation. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2019, 1/9 (Vol.97), P. 46–59. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156519>
7. Saaty T. Pryniatye rashchenyi. Metod analiza yerarkhyi. – M.: Radyo y sviaz, 1993. – 320 s
8. Tykhomyrova A. N., Sydorenko E. V. Modyfykatsiya metoda analiza yerarkhyi T. Saaty dlia rascheta vesov kryteryev pry otsenke ynnovatsyonnykh proektov // Sovremennyye problemy nauky y obrazovaniya. 2012. № 2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6009>
9. Kaveshnykov N. T. Upravlenye kachestvom produktsyy (na prymerе vypolneniya dorozhno-stroytelnykh rabot): ucheb. pos. M.: Moskovskiy gosudarstvennyy unyversytet pryrodoobustroistva, 2000.
10. Data collection technologies for road management. Christopher R. Bennett, Hernán de Solminihaç, Alondra Chamorro / The World Bank, Washington, DC. - Transport Note, No. 30 May 2006