

## МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

### MONITORING THE INFLUENCE OF THE CALCULATED CHARACTERISTICS OF THE TRAFFIC FLOW ON ROADS

**Ярещенко Н.В., к.т.н., доц. (Харківський національний автомобільно-дорожній університет)**

**Yareshchenko N.V., Ph.D., Associate Professor (Kharkiv National Automobile and Road University)**

*На автомобільному транспорті об'єктом прогнозування та моніторингу є система "Людина - автомобіль – дорога". Всі компоненти системи впливають один на одного. Моніторинг за сукупністю компонентів цієї системи це комплексна система регламентованих нормами періодичних, безперервних, довгострокових спостережень, методів оцінювання і прогнозування розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах з метою виявлення його негативних змін і вироблення рекомендації, щодо їх запобігання та усунення.*

*In road transport, the object of forecasting and monitoring is the system "Man-car-road". All components of the system influence each other. System component monitoring – a complex system regulated by the standards of periodic, continuous, long-term observations, methods of evaluation, and forecasting of the calculated characteristics of the traffic flow on roads to identify its negative changes and develop recommendations for their prevention, elimination, or weakening.*

*The article describes the prognostication of the mathematical model of the system "man-automobile-road" evolution is suggested.*

*This article suggests modeling the evolution system at the organizational stage that allows using the model's language. To give a qualitative estimation of the system "man-automobile-road" when they are closed.*

*The conducted research made it possible to propose the application of the methodology of the analysis of the functioning environment to build a toolkit for the evaluation and optimization of decisions regarding the impact of the calculated characteristics of the traffic flow and the identification of negative factors that affect the road.*

*Studies of changes and development of this system have shown that during the time interval of its existence, the system periodically goes through closed and open states in terms of organization.*

*The article describes the prognostication of the calculated characteristics of the traffic flow on roads of the system "man-automobile- road".*

*The subject of the study is the influence of the calculated characteristics of the traffic flow on roads.*

*The purpose is to develop a method for predicting design characteristics of the traffic flow on roads and detection of negative impact on roads.*

*And develop a method for predicting design characteristics of the traffic flow on roads and detection of negative impact on roads.*

*Materials and methods are the results of world and domestic scientific research, system analysis, mathematical modeling, and method of analysis of the functioning of the environment.*

*The conducted research has made the use of data envelopment analysis methodology to build assessment tools and optimize environmental solutions on the impact of calculated characteristics of the traffic flow on roads and detection of negative factors that affect the road.*

*Ключові слова: автомобільна дорога, розрахункові характеристики, математична модель, автомобіль, система.*

*Keywords: highway, calculated characteristics, mathematical model, automobile, system.*

Вплив воєнних дій на території України значно вплинув на стан покриттів автомобільних доріг. Навантаження на автомобільні дороги та їх руйнування привило до того, що 25 тисяч кілометрів доріг пошкоджено, з яких 8,8 тисячі кілометрів – державних також зруйновано 326 мостів та шляхопроводів, 140 – на автошляхах державного значення. [1]

На автомобільному транспорті об'єктом прогнозування та моніторингу є система "Людина – автомобіль - дорога".

Об'єкт дослідження – система "Людина – автомобіль - дорога".

Предмет дослідження – вплив розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах.

Мета – вивчення можливості застосування методу аналізу середовища функціонування для визначення і розробки методу прогнозування розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах та виявлення негативного впливу на автомобільну дорогу.

Матеріалами й методами є результати світових і вітчизняних наукових досліджень, системний аналіз, математичне моделювання, метод аналізу функціонування середовища.

Проведені дослідження дозволили запропонувати застосування методології аналізу середовища функціонування для побудови інструментарію оцінювання та оптимізації рішень щодо впливу розрахункових характеристик транспортного потоку та виявлення негативних факторів, які впливають на автомобільну дорогу.

Дослідження змін та розвитку цієї системи показали, що в інтервалі часу її існування система періодично проходить замкнуті та розімкнуті в організаційному відношенні стани.

Методика прогнозування розрахункових характеристик, таких як навантаження, швидкість та інтенсивність руху дає можливість моніторингу цих розрахункових характеристик, з метою виявлення негативних змін та вироблення рекомендацій, щодо їх запобігання та усунення.

При розробці проектів та будівництва нової автомобільної дороги, чи реконструкції вже існуючої, необхідно наукове обґрунтування перспективних характеристик – навантаження, швидкостей та інтенсивності руху. [2]

Автомобільні дороги проєктуються на довгу перспективу. Відповідно [3] мінімальний перспективний період роботи капітального жорсткого дорожнього одягу складає 25 років. Відповідно з нормами розрахунковий період експлуатації дороги складає 20 років. [4] Це визначає потрібний термін прогнозування розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах.

Система "Людина – автомобіль - дорога" складається з трьох компонентів

Перший компонент системи – людина. Вплив людини на систему, як окремого компонента, може характеризуватися через фактичне навантаження автомобіля, тобто навантаження, яке впливає на дорогу від рухомих засобів. Перейти від конструктивних навантажень до фактичних можна через коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля. В даному випадку коефіцієнт використання вантажопідйомності відображає вклад людини в цю систему.

Другий компонент системи – автомобіль. Автомобіль може характеризуватися конструктивними навантаженнями, тобто навантаженням на вісь, які закладені заводом виробником. Конструктивні навантаження залежать від вантажопідйомності транспортних засобів та їх ваги. [5]

Третій компонент системи – дорога. Відображенням впливу автомобіля на дорогу є зміна розрахункових навантажень, оскільки останні характеризують можливості дороги по пропуску транспортних засобів певної ваги.

Дане експериментальне дослідження потрібно розглядати як певний етап в розробці прогнозу моделі визначення впливу розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах з змінною стратегією на різних його ступенях.

Метою майбутніх досліджень є розроблення та впровадження комплексної основи, яка може виміряти відносну ефективність різних стратегій будівництва доріг та технічного обслуговування доріг під час їх експлуатації. Враховуючи численні входи, виходи та результати, що характеризують процес обслуговування доріг та неконтрольовані фактори,

такі як клімат, дорожній рух, тощо, і які впливають на продуктивність такого процесу.

Мета публікації полягає у вивченні можливості застосування методу аналізу середовища функціонування – методології порівняльного аналізу діяльності складних технічних, економічних і соціальних систем для визначення ефективних варіантів зменшення негативного впливу на автомобільні дороги.

Основна мета моніторингу розрахункових характеристик транспортного потоку полягає у керуванні впливом та мінімізації негативного впливу на автомобільні дороги.

Дані, зібрані методами моніторингу можуть бути введені у системи управління базами даних, де їх можна класифікувати, проаналізувати, візуалізувати та створити діючі відомості, що сприяють прийняттю обґрунтованих рішень. [7]

Перспективне планування розвитку транспортної інфраструктури неможливе без технічних характеристик компонентів автомобільного транспорту.[8] Розробка таких прогнозів потребує процесів, що прогнозуються.

Стосовно до автомобільного транспорту об'єктом прогнозування є стан системи "Людина – автомобіль - дорога".

Розроблена математична модель прогнозування розрахункових характеристик транспортного потоку, методики прогнозування параметрів стану компонентів системи.

Наступна робота є однією з ланок розробки прогнозу необхідних розрахункових характеристик транспортного потоку.

Для прикладу візьмемо одну з розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах швидкість руху.

Для транспортного потоку початкова швидкість руху визначається як групова норма швидкості [5]

$$V_{ГН} = V_{r0} = \sum_{i=1}^I V_{Hi} d_i \quad (1)$$

де  $V_{ГН}$  - групова норма швидкості руху;

$V_{r0}$  - початкова швидкість руху транспортного потоку;

$V_{Hi}$  - індивідуальна норма швидкості руху  $i$ -того автомобіля в транспортному потоці;

$d_i$  - доля автомобілів  $i$ -того типу (марки) в транспортному потоці;

$I$  - число автомобілів в транспортному потоці (групі).

Групова норма швидкості руху  $V_{ГН}$  може розглядатися як початкова лише для даних дорожніх умов, для даної дороги. Якщо розглядати мережу доріг, то в якості початкової можна використовувати соціальну норму швидкості руху, яка визначається за формулою

$$V_{CH} = V_{C0} = \sum_{m=1}^M V_{ГНm} d_m \quad (2)$$

де  $V_{CH}$  - соціальна норма швидкості руху;

$V_{C0}$  - початкова швидкість руху в мережі доріг;

$V_{ГНm}$  - групова норма швидкості руху транспортного потоку на  $m$ -тої дороги;

$d_m$  - доля доріг  $m$ -того типу в структурі розглянутої мережі доріг;

$M$  - число доріг в транспортної мережі.

Кінцева групова норма швидкості руху визначається як

$$V_{ЗГ} = V_{ГН} = \sum_{i=1}^I V_{Hci} d_i \quad (3)$$

Аналогічно кінцева соціальна норма швидкості руху дорівнює

$$V_{ЗC} = V_{CH} = \sum_{m=1}^M V_{ЗГm} d_m \quad (4)$$

Розглянуті параметри моделі прогнозування швидкостей руху дозволяють представити цю модель у вигляді:

- для поодинокого автомобіля

$$V(t) = V_{H0}(1 - P_r) + V_{HC} P_r \quad (5)$$

- для транспортного потоку

$$V(t) = V_{ГH0}(1 - P_r) + P_r \sum_{i=1}^I V_{Hci} d_i \quad (6)$$

- для мережі доріг

$$V(t) = V_{ch0}(1 - P_r) + P_r \sum_{m=1}^M V_{3rm} d_m \quad (7)$$

Ця модель прогнозування швидкостей руху може бути використана для будь якої розрахункової характеристики транспортного потоку на автомобільних дорогах.

Це стосується також і навантаження на дорогу, що на даний час є дуже актуальним.

Навантаження на дорогу, які були запроектовані в довоєнний час, наразі не відповідають дійсності. Вони значно зросли. І це не може не впливати на стан дорожнього покриття.

Теоретичний розрахунок навантаження на вісь носить приблизний характер, тому потрібно враховувати, що отримані за його допомогою значення мають похибку приблизно 10 відсотків. [9]

У міжнародних перевезеннях питання нормативів навантаження на вісь вантажного автомобіля стоїть дуже гостро, тому що вантаж перевозиться через різні країни. Тому дорога на Міжнародних транспортних коридорах повинна бути такої якості, щоб витримувала будь яке навантаження.

Моніторинг впливу розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах допоможе вирішити це питання.

За результатами дослідження доведено, що переваги моніторингу впливу розрахункових характеристик транспортного потоку полягають у його здатності покращувати якість автомобільних доріг, досліджуючи взаємозв'язок компонентів системи. Прогнозування розрахункових характеристик, таких як навантаження, швидкість та інтенсивність руху дає можливість моніторингу цих розрахункових характеристик виявити негативні зміни та виробити рекомендації, щодо їх запобігання та усунення.

## References

1. <https://trans.info/ua/udar-po-dorogah-ukrayini-25-tis-km-zruynovano-bilshist-obyektiv-dovedetsya-buduvati-z-nulya-324170>
2. DBN V. 2.3 - 4. – 20000. Avtomobilni dorogi. Dergkom budivnitstva, architekturu ta gutlovoi politiku Ukrainu. Kuiv. OOO Alefa, 2000, -117 s.
3. Sobko V.M., Sidun U.V., Karasiova K.O., Proektuvania avtomobilnuch dorig. Lvivska politechnica, 2019, - 228 s.

4. Stepura V.S., Belyatunskiy A.O., Kugal N.V. Osnovu eksploatacii avtomobilnich dorog I aerodromov. Kuiv, 2014, - 204 s.
5. Yareshchenko N.V. Dvogostrokove prognozuvania shvudkostey ruhu na avtomobilnuch dorogach, avtoref. dis. kand. techn. nauk, Kharkov, 1999, - 17 s.
6. Musienko I.V. Dvogostrokove prognozuvania rozrachunkovuh navantagen na avtomobilnuch dorogach, avtoref. dis. kand. techn. nauk, Kuiv, 2004, - 21 s.
7. Monitoring vpluvu avtomobilnuch dorjg Ukrainu na prurodne seredovushche. Koncha P.A., Sokolova N.M., Avtomobilni dorogi I dorogne budivnutstvo, №.112, - s.112-122
8. Kiyashko I.V., Storogenko M.S., Zinchenko V.M., Prusenko E.D. Organizacia, planuvania ta upravlinia, Navchalnuy posibnuk. Kharkiv, KHNADU, 2003, - 236 s.
9. Athanasius Nikola ides, Highway Engineering, CRC Press, 2017, - 924 s.

### **Література**

1. <https://trans.info/ua/udar-po-dorogah-ukrayini-25-tis-km-zruynovano-bilshist-obyektiv-dovedetsya-buduvati-z-nulya-324170>
2. ДБН В.2.3-4-20000. Автомобільні дороги. Держком будівництва, архітектури та житлової політики України.- Київ, ООО, Алефа, 2000. – 117 с.
3. Собко Ю.М., Сідун Ю.В., Карасьова Л.О. Проектування автомобільних доріг. – Львівська політехніка, 2019,- 228 с.
43. Степура В.С., Белятинський А.О., Кужаль Н.В. Основи експлуатації автомобільних доріг і аеродромів. – Київ, 2014, - 204 с.
5. Автореферат Ярещенко Н.В. Довгострокове прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах. – Харків, 1999, -17 с.
6. Автореферат Мусієнко І.В. Довгострокове прогнозування розрахункових навантажень на автомобільних дорогах. – Київ, 2004, -23 с.
7. Моніторинг впливу автомобільних доріг на природне середовище. Конча П.А., Соколова Н.М., Науковий журнал "Автомобільні дороги і дорожнє будівництво" №.112, - Київ, 2022, -112-122.
8. Кіяшко І.В., Стороженко М.С., Зінченко В.М., Прусенко Є.Д. Дорожнє виробництво. Організація планування та управління. Навчальний посібник. – Харків, 2003, -236 с.
9. Athanasius Nikola ides. Highway Engineering. CRC Press, 2017, -924 s.