

technical sciences : Collective monograph. Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2021. С. 624-642.

10. Шишкін О.О. Керування структуроутворенням бетону застосуванням суміші поверхнево-активних речовин. *Вісник Львівського національного університету природокористування. Серія Архітектура та будівництво*, Львів : ЛНУП, 2023. №24. С. 22-30. DOI: <https://doi.org/10.31734/architecture2023.24.085>.

[https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-33](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-33)

УДК 629.113:072

ДИНАМІКА РОЗРАХУНКОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

DYNAMICS OF CALCULATED CHARACTERISTICS ON MOTOR 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)**

В еволюції системи Людина – Автомобіль – Дорога - Середовище є три етапи перетворення. Кожна система має свої замкнуті та розімкнені етапи розвитку. Кожний етап включає в себе три періоди замкнутого та три періоди розімкненого стану системи. Теж саме ми можемо спостерігати у будь якій системі, зокрема і в динаміці розрахункових характеристик транспортного потоку. Пропонується розглянути динаміку зміни розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах.

There are three stages of transformation in the evolution of the Human - Car - Road - Environment system. Each system has its closed and open stages of development. Each stage includes three periods of the closed and three periods of the open state of the system. We can observe the same in any system, in particular, in the dynamics of the calculated characteristics of the traffic flow. It is proposed to consider the dynamics of changes in the calculated characteristics of traffic flow on highways.

Estimated traffic speeds are used to justify the plan and longitudinal profile of the road. Road elements are determined from the conditions for ensuring the safe movement of single passenger cars at the calculated speed. The higher the calculated speed, the higher the level of operational quality of the road. Therefore, the dynamics of the estimated speed can be used to judge the patterns of the evolution of highways.

The calculated speeds for roads of the 1st category in terms of absolute values are close to the weighted average speeds of production cars. This can be especially clearly traced in the second and third periods of the open state of the considered stage of evolution.

This makes it possible to use the laws of the dynamics of the design speed of passenger cars for the forecast of the estimated speeds.

Economic factors can lead to change. The increment in the calculated speed cannot be extended to subsequent stages of evolution, since this period had significant disruptions. It is advisable to take the coefficient of increase in the design speed of a given period for subsequent forecasts based on the design speed of passenger cars in the first stabilization period

Since standards for the construction of highways are introduced by decree, during the period of their validity the design speeds do not change. Consequently, during periods of stabilization of design speeds, the coefficient of their increase does not change and remains equal to unity.

Analysis of this dynamics shows that the change in the design speeds of cars over time is wave-like. Periods of steady growth in speeds are followed by periods of stabilization. During periods of stabilization, design changes to vehicles are carried out. In subsequent periods of steady growth in speeds, the possibilities of these changes are realized.

The duration of periods of a closed state within each cycle of the system's evolution decreases, and the periods of an open state increases in accordance with an arithmetic progression.

The duration of periods of the closed state within each stage decreases, and the periods of the open state increases in accordance with an arithmetic progression.

Each subsequent period of the closed state is two times less than the previous one, each subsequent period of the open state is twice as long as the previous one.

The first periods of closed and open states during the transition from stage to stage are also halved.

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

Key words: calculated characteristics, automobile, highway, mathematical model, system.

В еволюції системи Людина – Автомобіль – Дорога - Середовище є три етапи перетворення. Кожна система має свої замкнені та розімкнені етапи розвитку. Кожний етап включає в себе три періоди замкнутого та три періоди розімкнутого стану системи. Теж саме ми можемо спостерігати у будь якій системі, зокрема і в динаміці розрахункових характеристик транспортного потоку на автомобільних дорогах.

Розрахункові швидкості руху використовуються для обґрунтування плану та повздовжнього профілю дороги. Елементи доріг визначаються з умов забезпечення безпечного руху одиночних легкових автомобілів з розрахунковою швидкістю. Чим вище розрахункова швидкість, тим вище рівень експлуатаційної якості дороги. Тому за динамікою розрахункової швидкості можна судити про закономірності еволюції автомобільних доріг.

На рис. 1 показано зміну значень розрахункових швидкостей за результатами досліджень.

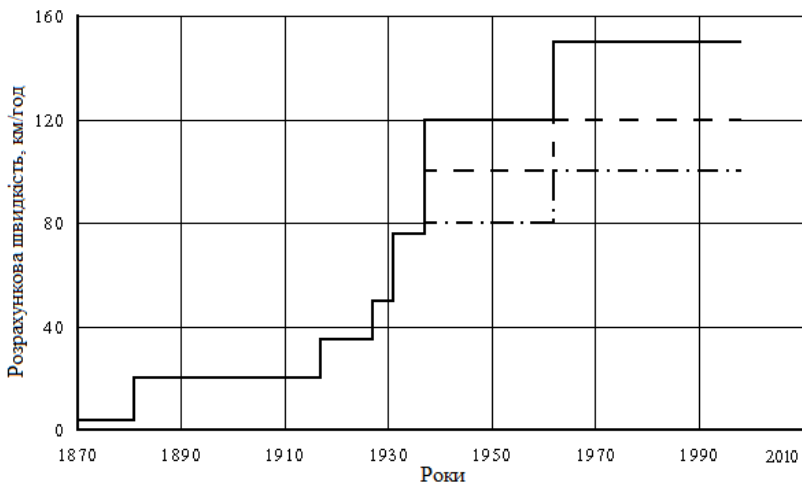


Рисунок 1 - Динаміка розрахункових швидкостей:

- дороги I категорії;
- - - дороги II категорії;
- . - . дороги III категорії

Дані рис. 1 отримані на основі діючих технічних норм та правил [1].

Аналіз цих даних показує, що періоди стабілізації розрахункових швидкостей руху співпадають з такими ж періодами у динаміці конструктивних швидкостей серійних та рекордних автомобілів.

Розрахункові швидкості для доріг I-ї категорії за абсолютними значеннями наближаються до середньозважених швидкостей серійних автомобілів. Особливо чітко це можна прослідкувати у другому та третьому періодах розімкнутого стану етапу еволюції, що розглядається. Це дозволяє використовувати закономірності динаміки конструктивних швидкостей руху легкових автомобілів для прогнозу розрахункових швидкостей руху.

Економічні фактори можуть призвести до змін. Приріст розрахункової швидкості не може поширюватися на наступні етапи еволюції, так як даний період має значні збої. Коефіцієнт приросту розрахункової швидкості даного періоду для наступного прогнозу приймають з конструктивної швидкості легкових автомобілів у перший період стабілізації

$$k_{pa} = 120/75 = 1,5.$$

Тоді емпіричний зв'язок коефіцієнта приросту розрахункової швидкості з номером замкненого періоду на даному етапі еволюції системи може бути представленим у такому вигляді (рис. 2)

$$k_{pa} = 3 - 2,125213(n-1) + 0,6251012(n-1)^2 \quad (1)$$

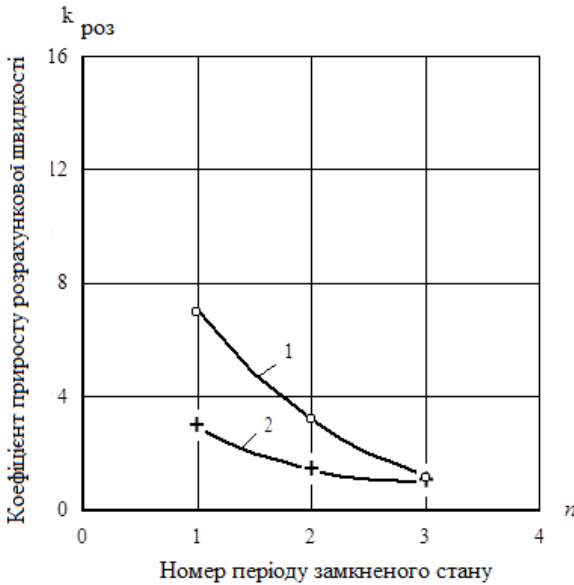


Рисунок 2 - Зв'язок коефіцієнта приросту розрахункової швидкості з номером замкнутого періоду:
1 – фактичний; 2 – для наступного прогнозу

Так як нормативи на будівництво автомобільних доріг вводяться декретно, то в період їх дії розрахункові швидкості не змінюються. Відповідно, в періоди стабілізації розрахункових швидкостей коефіцієнт їх приросту не змінюється та залишається рівним одиниці.

При досягненні стану автомобільної дороги, який забезпечує виконання умови

$$V_{\Sigma H} = V_{H1} = V_{H2},$$

подальший ріст швидкостей руху можливий лише у випадку зміни максимально можливої конструктивної швидкості автомобіля $V_{шт}$. Дійсно, в такому стані стосовно дослідженням Е.В.Гаврилова [2]:

$$V_{H1} \cong 2/3(V_{шт}),$$

$$V_{П} = V_{шт}. \quad (2)$$

Закономірності зміни конструктивних швидкостей руху автомобілів є можливим вивчити на прикладі історії росту абсолютних рекордів швидкостей за даними FIA (Federation International de L'Automobile). Ці дані отримані з WEB-сторінки Internet [3].

Динаміка конструктивних швидкостей руху автомобілів представлена на рис.3

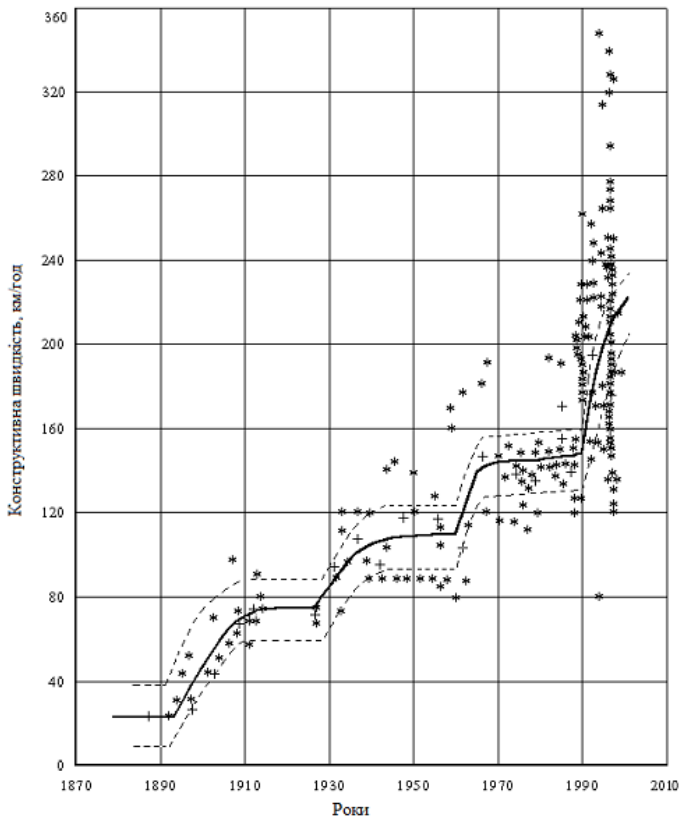


Рис. 3 - Динаміка конструктивних швидкостей легкових автомобілів на дорогах :

- * - конструктивна швидкість в рік появи в складі транспортних потоків;
- + - середня конструктивна швидкість за 5-ти річний період;
- - вирівнюючи крива за методом ковзної середньої;
- - межі довірчого коридору.

Аналіз даної динаміки показує, що зміни конструктивних швидкостей автомобілів у часі носять хвилеподібний характер [4].

Періоди стійкого росту швидкостей змінюються періодами їх стабілізації.

У періоди стабілізації здійснюються конструктивні зміни автомобілів. У наступні періоди стійкого росту швидкостей реалізуються можливості цих змін.

Тривалість періодів замкненого стану у межах кожного циклу еволюції системи зменшується, а періодів розімкненого стану збільшується відповідно до арифметичної прогресії, [5]

$$\begin{aligned}T_{n+1} &= T_n/2, \\ T_{m+1} &= 2t_m,\end{aligned}\tag{3}$$

де T - тривалість періоду стійкого росту конструктивної швидкості автомобіля, роки;

t - тривалість періоду стабілізації конструктивної швидкості, роки;

n - номер періоду стійкого росту швидкостей в циклі еволюції системи;

m - номер періоду стабілізації швидкостей в циклі еволюції системи.

Аналогічно змінюються перші періоди замкненого стану системи при переході від циклу до циклу [6]

$$T_{k+1(1)} = T_k(1)/2,\tag{4}$$

де k - номер циклу еволюції;

(1) - індекс.

Перші періоди розімкненого стану системи при переході від циклу до циклу еволюції також зменшуються:

$$t_{k+1(1)} = t_k(1)/2.\tag{5}$$

Приріст рекордних швидкостей у періоди розімкненого стану системи зростає при переході до замкненого періоду. Коефіцієнт приросту рекордної швидкості за період розімкненого стану пов'язаний з лінійною залежністю з номером періоду розімкненого стану еволюції системи.

$$k_p = 1 + 0,0135 m,\tag{6}$$

де k - коефіцієнт приросту рекордної швидкості руху автомобіля у період розімкненого стану,

$$k_p = V_{mk}/V_{m0},\tag{7}$$

де V_{m0}, V_{mk} - рекордні швидкості руху в першій та останній роки m -ного періоду розімкненого стану.

Приріст швидкостей руху у періоди замкнутого стану зменшується при переході з етапу на етап.

Коефіцієнт приросту швидкості руху в перші періоди замкнутого стану зменшується при переході до послідовних циклів еволюції системи відповідно до залежності

$$k_p(1) = 21 - 6a, \quad (8)$$

де $k_p(1)$ - коефіцієнт приросту швидкості в першому періоді замкнутого стану.

Коефіцієнт приросту конструктивної швидкості легкових автомобілів зменшується при переході до послідовних періодів замкнутого стану на кожному етапі еволюції системи ЛАДС відповідно до формул:

1-й етап

$$K_k = 6 - 3,321425(n-1) + 0,5357195(n-1)^2$$

2-й етап

$$K_k = 3 - 2,125213(n-1) + 0,6251012(n-1)^2 \quad (9)$$

Аналіз формул (9) показує, що при переході з етапу на етап величина ($K_k - 1$) зменшується у два рази. Тому можна припустити, що на третьому етапі еволюції системи ЛАДС коефіцієнт приросту конструктивної швидкості у періоди замкнутого стану будуть змінюватися відповідно до формули

$$K_k = 1,5 - 0,3125076(n-1) + 0,06250393(n-1)^2 \quad (10)$$

де n - номер періоду замкнутого стану в межах даного етапу еволюції.

Коефіцієнт приросту конструктивної швидкості у періоди розімкненого стану системи ЛАДС зростає відповідно до формули

$$K_k = 1 + 0,0075 m, \quad (11)$$

де m - номер періоду розімкненого стану в межах даного етапу еволюції.

Закономірність (11) зберігається на всіх етапах еволюції системи ЛАДС.

Аналіз родословної розвитку автомобілебудування підтверджує думку про те, що в періоди розвитку розімкненого стану системи здійснюються основні винаходи, відкриття, конструктивні зміни автомобіля, що визначає

прогрес у динаміці рекордних швидкостей руху в наступні періоди замкненого стану. Проведені дослідження дозволили припустити, що за динамікою розрахункових характеристик можна судити про закономірності еволюції автомобільних доріг.

References

1. DBN V. 2.3 - 4. – 20000. Avtomobilni dorogi. Dergkom budivnitstva, architekturnu ta gutlovoi politiku Ukrainu. Kuiv. OOO Alefa, 2000, -117 s.
2. Gavrilov E.V., Dmutrichenko M.F., Sistemologiya na transporti. Organizaciya doroznogo ruju. Vud-vo Znanny Ukrainu.2007.-450 s.
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/_/Rekordy_shvidkosti_na_avtomobili.
4. Polischuk V.P., Dzuba O.P. Teoraya transportnogo potoku. Metodu I modeli organizacii doroznogo ruju. Vud-vo Znanny Ukrainu. 2008. -175 s.
5. Klepenko V.U., Golez V.L., Vischa matematika v prikladaj I zadachaj. Navchalnij posibnik. Vidavnitvo Zentr uchbovoy literature. 2021. 594 s.
6. Gavrilov E. V., Gridin A.M., Rypujin V.M. Sistemne proektuvania avtomobilnij dorog. Vid. ASB. 1998. -138 s.

Список використаної літератури

1. ДБН В.2.3-4-20000. Автомобільні дороги. Держком будівництва, архітектури та житлової політики України.- Київ, ООО, Алефа, 2000. – 117 с.
2. Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху. Вид-во Знання України, 2007. -450 с.
3. https://uk.wikipedia.org/wiki/_/Rekordy_shvidkosti_na_avtomobili.
4. Поліщук В.П., Дзюба О.П. Теорія транспортного потоку. Методи і моделі організації дорожнього руху. Вид-во Знання України. 2008. -175 с.
5. Клепенко В.Ю., Голець В.Л., Вища математика в прикладах і задачах. Навчальний посібник. Видавництво Центр учбової літератури. 2021. 594 с.
6. Гаврилов Е.В., Грідін А.М., Ряпухін В.М. Системне проектування автомобільних доріг. Вид. АСБ, 1998 р., - 138 с.