

УДК 656.13

Григоров М.А., інж.

Служба автомобільних доріг в Одеській області, м. Одеса

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТЕЙ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Розглянуто аналіз методів прогнозування інтенсивностей руху на автомобільних дорогах. Результатом проведених досліджень є висновки щодо переваг та недоліків існуючих методів прогнозування інтенсивностей руху та можливостей їх застосування в сучасних умовах.

Вступ

Сучасний стан розвитку України характеризується постійно зростаючим темпом росту рівня автомобілізації, з одночасною зміною складу транспортного потоку та його характеристик [1]. Така ситуація загострює потребу в адекватному прогнозуванні розрахункових характеристик автомобільних доріг у довгостроковій перспективі. Створення відповідних моделей прогнозування повинно базуватися на результатах наукових досліджень інтенсивностей дорожнього руху.

Постановка задачі

Метою проведених досліджень є аналіз методів прогнозування інтенсивності дорожнього руху стосовно можливості їхнього застосування для довгострокового прогнозування.

Основний матеріал

Аналіз існуючих методів і підходів щодо вирішення проблеми прогнозування інтенсивності дорожнього руху дозволив визначити основні групи цих методів (на основі [2-6]). Схематично визначені групи наведено на рисунку 1. З метою визначення недоліків та переваг існуючих методів та доцільності застосування їх у сучасних умовах проведемо аналіз груп методів та підходів в межах кожної групи.

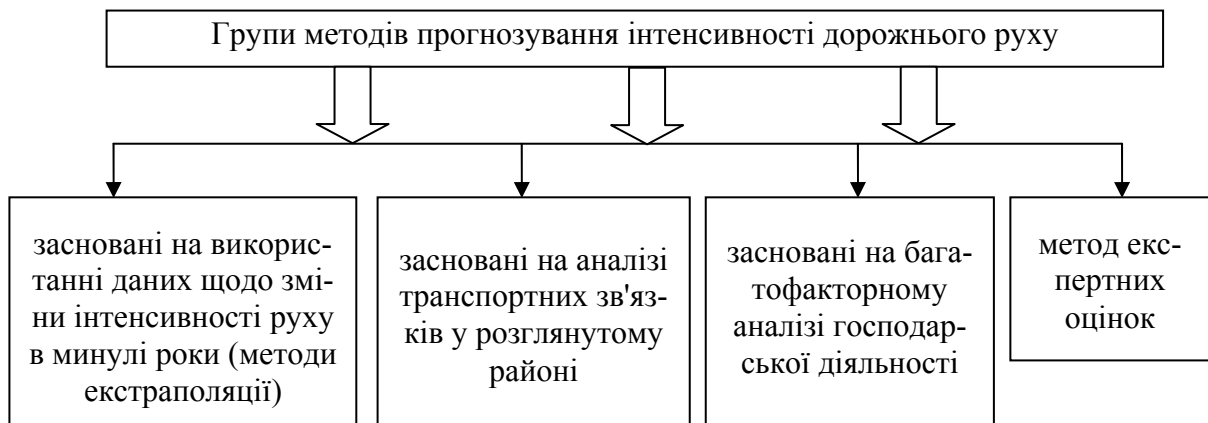


Рис.1. Групи методів прогнозування інтенсивності дорожнього руху

Методи екстраполяції використовують наступні моделі динаміки інтенсивності руху: лінійний закон росту інтенсивності; рівняння складних відсотків; експонентні й статечні рівняння; логістичні криві.

Лінійна модель заснована на застосуванні рівняння

$$N_t = N_0(1 + pt), \quad (1)$$

де N_0 — інтенсивність руху у вихідному році; N_t — інтенсивність руху в розрахунковому році; p — середні темпи росту за останні 10-15 років; t — розрахунковий рік.

Максимально припустимий строк прогнозування за допомогою лінійної моделі не перевищує 5 років. Областю застосування є організація руху на дорогах низьких категорій.

Модель, що використовує рівняння складних відсотків, заснована на застосуванні формули

$$N_t = N_0 \left(1 + \frac{p}{100} \right)^{n-1}, \quad (2)$$

де n — число років, на які прогнозується інтенсивність.

Дана модель також використовується для рішення проектних завдань організації дорожнього руху на дорогах низьких категорій. Період прогнозування при цьому сягає 7 років. У випадку рішення завдань капітального ремонту й реконструкції доріг цей період може сягати 10 років.

Модифікацією даного методу є метод «ДерждорНДІ», заснований на застосуванні наступної залежності:

$$N_t = N_0 \prod_1^{t-1} \left(1 + \frac{\Delta N_t}{100} \right), \quad (3)$$

де ΔN_t — темпи відносного приросту інтенсивності руху, що визначаються за формулою

$$\Delta N_t = b_0 + \frac{b_1}{\sqrt[3]{t-1}}, \quad (4)$$

де b_0 й b_1 - емпіричні коефіцієнти, обумовлені залежно від первісного темпу відносного приросту.

Метод «ДерждорНДІ» використовується для середньострокових прогнозів при рішенні завдань організації руху, капітального ремонту й реконструкції доріг всіх категорій. Період прогнозування 10-15 років.

Екстраполяційні й статечні моделі засновані на застосуванні наступних рівнянь:

$$N_t = N_0 e^{pt}; \quad (5)$$

$$N_t = N_0 q^t; \quad (6)$$

$$N_t = N_0 t^\alpha, \quad (7)$$

$$N_t = (at^3 + a_1 t^2 + a_2 t + a_0)^{1/n}, \quad (8)$$

де α - показник ступеня; a_0, a, a_1, a_2 - емпіричні коефіцієнти; t - розрахунковий рік; n - загальне число років прогнозування.

Експонентні й ступеневі моделі використовуються для короткострокових прогнозів в області організації руху. Період прогнозування досягає 5 років.

Моделі прогнозування інтенсивності руху, засновані на логістичній кривій, виходять із припущення, що динаміка інтенсивності руху підлегла диференціальному рівнянню виду:

$$\frac{dN}{dt} = cN(P - N), \quad (9)$$

де N — інтенсивність руху; P — пропускна здатність дороги; c — постійна; t — період часу.

Рішення цього рівняння має вигляд

$$N = \frac{P}{1 + b_2 e^{kct}}. \quad (10)$$

Рівняння (10) являє собою S -образну логістичну криву з асимптотами $N = 0$ при $t \rightarrow -\infty$ й при $t \rightarrow +\infty$.

Згідно з даними В. В. Сильянова рівняння (10) може бути приведене до виду [1]:

$$N_t = \frac{PN_0}{N_0 + (P - N_0)e^{-Pmt/(P-N_0)}}, \quad (11)$$

де $m = c(P - N_0)$; N_0 - інтенсивність руху при $t = 0$;

$$N_0(1 + k) = P \text{ при } t \rightarrow +\infty.$$

Аналіз рівняння (11) показує, що існує критичний момент часу t_k , коли темп росту інтенсивності руху починає зменшуватися

$$t_k = \ln \frac{1}{N_0} \left(\frac{P - N_0}{Pm} \right). \quad (12)$$

Логістична крива застосовується переважно для довгострокових прогнозів при рішенні завдань реконструкції й проектування доріг. Логістичну криву часто застосовують для прогнозування загальних показників розвитку автомобільного транспорту, наприклад кількості автомобілів на душу населення, як в окремих районах, так і в середньому по країні [3, 5]. Період прогнозування 15-25 років.

Методи, засновані на аналізі транспортних зв'язків у розглянутому районі базуються на всебічному обліку вантажних і пасажирських перевезень, які передбачається здійснювати по споруджуваній дорозі. Розрахунковий обсяг перевезень на місяць "пік" визначається для кожного вантажооборотного пункту, що обслуговується даною дорогою або її ділянкою. При цьому обсяг перевезень для окремих ділянок дороги визначають шляхом послідовного підсумовування обсягів вантажних і пасажирських перевезень, що надходять із попередніх ділянок дороги.

Методи, засновані на аналізі вантажних і пасажирських перевезень у районі прокладання проектованої дороги, використовуються для довгострокового прогнозування з періодом прогнозування 20 років.

Методи, засновані на багатofакторному аналізі господарської діяльності базуються на кореляційному й регресійному аналізах. Для прогнозування інтенсивності руху використовуються рівняння множинної регресії у вигляді

$$N_t = A_1 x_1 + A_2 x_2 + A_3 x_3 + \dots + A_n x_n + B, \quad (13)$$

де $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ — коефіцієнти регресії; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ — фактори руху, що впливають на інтенсивність.

У кількість факторів включають: обсяг валової продукції сільськогосподарського виробництва; обсяг валової продукції промислового виробництва; чисельність населення; кількість автомобілів; щільність мережі автомобільних доріг із твердим покриттям; обсяг будівельно-монтажних робіт [3,4].

Основним недоліком багатofакторних моделей є неможливість використання отриманих залежностей у різних районах країни. Ці залежності використовуються тільки для районів, де були зібрані дані про їхній економічний розвиток.

Метод експертних оцінок застосовується як доповнення до інших методів довгострокового прогнозування. Період прогнозування 25 років. Застосовані у прогнозуванні методики експертних оцінок розділяють на індивідуальні й колективні.

Індивідуальні експертні методики засновані на використанні незалежних думок експертів-фахівців відповідного профілю. У структурі цих методик виділяють дві групи: інтерв'ю та аналітичні експертні оцінки.

Методики колективних експертних оцінок ґрунтуються на принципах виявлення колективної думки експертів про перспективи розвитку об'єкта прогнозування. Експертні оцінки виходять у результаті роботи спеціальних комісій, коли групи експертів обговорюють ту або іншу проблему з метою узгодження і вироблення єдиної думки. Недоліком цього підходу є той факт, що група експертів у своїх судженнях керується, в основному, логікою компромісу.

Вимоги до точності прогнозу інтенсивності руху визначаються цілями прогнозування. За даними В.В. Сильянова достатніми точностями оцінки інтенсивності руху можуть бути наступні: при виборі категорії доріг — до 30%; при визначенні числа смуг руху — до 30%; при конструюванні дорожнього одягу — 15-27%; при виборі методів і засобів регулювання дорожнього руху — до 20% [2]. Для забезпечення розглянутої точності прогнозів необхідно оперувати даними обліку фактичної інтенсивності руху за 10-15 років.

Висновки

Розглянуті методи прогнозування інтенсивності руху можуть застосовуватися для розробки прогнозу росту інтенсивності руху в сучасних умовах формування транспортних потоків.

Аналіз існуючих методів прогнозування показує, що період прогнозування надійних кількісних оцінок інтенсивності руху не перевищує 15 років. Кількісні методи довгострокового прогнозування інтенсивності руху (з прогнозуванням 20-30 років) відсутні. Пропозиції використати для цієї мети логістичну криву виявляються неприйнятними у випадку відсутності прогнозу строків якісного перетворення автотранспортної системи в цілому.

Список літератури

1. Григоров М.А., Гаврилов Э.В., Доля В.К. Прогнозирование расчетных характеристик для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог. — Одесса, 2006. — 190 с.
2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. — М.: Транспорт, 1977. — 303 с.
3. Каганович В.Е., Пашкин В.К. Прогнозирование интенсивности движения методами математической статистики// Повышение транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог Казахской ССР. — Алма-Ата: ЦБНТИ Минавтодора КазССР, 1971. — С. 67-91.
4. Романенко И.А. Техничко-экономические основы проектирования сетей автомобильных дорог. — М.: Высшая школа, 1975. — 267 с.
5. Мандрица В.М., Краев В.Н. Прогнозирование перевозок грузов на автомобильном транспорте. — М.: Транспорт, 1981. — 152 с.
6. Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпунин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. — Москва-Белгород: Изд. АСВ, 1998. — 138 с.

Стаття надійшла до редакції 25.10.07

© Григоров М.А., 2007