

ПРОГНОЗУВАННЯ ШВИДКОСТЕЙ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Григорова Т.М.

Харківська національна академія міського господарства

Вступ. Сучасний стан розвитку України характеризується постійно збільшуваним темпом росту рівня автомобілізації з одночасною зміною складу транспортного потоку та його технічних характеристик [1]. Така ситуація загострює потребу в адекватному прогнозуванні розрахункових характеристик автомобільних доріг у довгостроковій перспективі, які, в свою чергу, повинні ґрунтуватися на результатах науково обґрунтованих прогнозів швидкостей руху сучасних транспортних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основним інструментом більшості методів прогнозування швидкостей руху є схема екстраполяції, що включає вивчення тимчасових рядів, складених з упорядкованих у часі наборів вимірів фактичних швидкостей. Часовий ряд представляється у вигляді [1]:

$$V_t = y_t \pm \varepsilon_t, \quad (1)$$

де V_t – швидкість руху в момент часу t ; y_t – детермінований компонент процесу (тренд);

ε_t – випадковий компонент процесу.

Як модель тренда використовують лінійну, степеневу, експонентну й логістичну функції. Іноді використовують квадратичну функцію й кубічні сплайни. Вибір функції в кожному конкретному випадку здійснюється за рядом критеріїв, наприклад по дисперсії, кореляційному співвідношенню та іншим. Оцінка постійних коефіцієнтів моделі тренда здійснюється за методом найменших квадратів.

Прикладом таких моделей може служити модель Бареля, який для опису зв'язку швидкості з часом використав напівлогарифмічну функцію. Аналогічна модель Фельнера, який використав для опису того ж зв'язку логарифмічну модель. До числа екстраполяційних можна також віднести модель Д. Пуарье, який запропонував для опису тих самих процесів використати кубічні сплайни [1].

Постановка проблеми. Метою проведених досліджень є аналіз можливості використання існуючих методів прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах з урахуванням еволюції системи «людина – автомобіль – дорога».

Основний матеріал. Екстраполяція в принципі придатна для прогнозування процесів, що мають високий ступінь інерційності. Зміна швидкостей руху не є таким процесом, і тому використання екстраполяції призводить до значних похибок у практиці довгострокового прогнозування.

Пошук факторів, що впливають на зміну швидкостей руху в часі, дозволив установити, що найважливішим з них є інтенсивність руху. Тому перші математичні моделі, що описують зв'язок швидкості з інтенсивністю руху, представлено у вигляді однофакторної регресії. Аналогічною є модель визначення суспільно-необхідної швидкості руху [1].

Розглянуті моделі описують «жорсткі» раз і назавжди задані структури. Разом з тим, характер розглянутих функціональних залежностей може бути складніший. Тому при прогнозуванні

доцільно використати так називані функції із гнучкою структурою, форма якої може змінюватися й автоматично пристосовуватися до досліджуваного процесу. Функція із гнучкою структурою вказує не тільки залежність одного фактора від іншого, але й власну тенденцію розвитку кожного фактора. Функція із гнучкою структурою запропонована Н.К. Куликовим [2].

Прогнозування швидкостей руху методами екстраполяції тенденцій і методом однофакторної регресії має характерні недоліки. Так, при прогнозуванні методом екстраполяції тенденцій відсутнє врахування причинності, а при однофакторній регресії – недоврахування власних тенденцій розвитку факторів-функції й фактору-аргументу. Тому іноді ці два методи поєднують і використовують так звані факторно-часові функції [2]. У останніх як фактор функції виступає швидкість руху, а як аргументи – час і інтенсивність руху або обсяг перевезень.

Необхідність врахування впливу на швидкість руху різноманітних факторів (у тому числі й погодно-кліматичних умов) призвела до розробки багатофакторних регресійних моделей: модель Каца А.В., Раснянського Д.И., Сегеркранца В.М., Ренкина В.У., Клафи П. і ін. [3-5].

Застосування багатофакторних моделей підвищило надійність короткострокових і середньострокових прогнозів швидкостей руху. Найменш надійним і в цьому випадку виявляється довгостроковий прогноз, що пов'язане з тим, що в цих моделях передбачається рівноцінність вихідної інформації – початкових значень факторів. У реальній практиці поводження процесу більшою мірою визначаються пізніми спостереженнями. Усвідомлення цієї обставини породило так зване «дисконтування» при визначенні коефіцієнтів моделі. Під дисконтуванням розуміють зменшення цінності більш ранньої інформації.

У випадку визначення коефіцієнтів моделі за методом найменших квадратів дисконтування здійснюється шляхом введення певних вагових коефіцієнтів у модель тренда. Постійні коефіцієнти моделі (її параметри) визначаються з умови [1]:

$$S = \sum_{i=1}^n \beta_i (y_i - \bar{y})^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

де S - дисперсія.

Вагові коефіцієнти β_i задаються заздалегідь у числовій формі або у вигляді функціональної залежності. Ця залежність вибирається дослідником довільно. Звичайно передбачається, що ваги β_i убувають відповідно "віку" спостережень.

Іншим способом врахування зміни коефіцієнтів багатофакторної моделі є побудова динамічних моделей. Методику побудови динамічних моделей прогнозування розроблено А.А. Френкелем [1]. Основний зміст цієї методики зводиться до наступного. Передбачається, що вплив основних факторів на досліджуваний показник не залишається постійним у часі. Основні переваги даної методики полягають в розширенні границь і вдосконалюванні глибини аналізу головної тенденції. Однак подання коефіцієнтів регресії у вигляді функцій часу нічого не говорить про зміст тих причин, які приводять до цих змін. Іншим недоліком запропонованої методики є те, що з її допомогою неможливо оцінити випадкові й імовірнісні компоненти досліджуваного процесу.

Крім розглянутих для прогнозування швидкостей використовують математичні моделі руху окремих автомобілів.

Відхилення фактичних швидкостей від теоретичних змусило шукати шляхи для врахування впливу людини на ступінь відкриття дросельної заслінки. А.В. Ионовим була запропонована емпірична формула, що враховує вплив на людину й швидкість руху позовжнього ухилу. Э.В. Гавриловим у рівняння руху введено адитивну програмну силу (збільшення сили тяги

або гальмівної сили), що залежить від мотиваційних сил [6]. Це дозволило враховувати вплив всієї сукупності факторів (26 факторів середовища руху).

Висновки

Врахування впливу різних факторів середовища на швидкість руху автомобіля дозволив підвищити точність прогнозування швидкостей руху на етапі проектування доріг. Однак і в цьому випадку не враховується, що за період будівництва дороги й усього строку її служби може змінитися склад транспортного потоку, характеристики дороги і навіть психологічні характеристики людини. У результаті прогноз швидкостей руху здійснюється для даних автомобілів, даної дороги й даної людини без врахування їхньої еволюції. Це припустимо при розробці короткострокових і середньострокових прогнозів, але приводить до істотних погрешностей при рішенні завдань довгострокового прогнозування.

Література

1. Григоров М.А., Гаврилов Э.В., Доля В.К. Прогнозирование расчетных характеристик для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог. Одесса.: 2006. – 190 с.
2. Мандрица В.М., Краев В.Н. Прогнозирование перевозок грузов на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1981. – 152 с.
3. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1984. – 287 с.
4. Сегеркранц В.М. Исследование свойств транспортного потока при проектировании режимов скоростей. Таллин: Труды Таллинского политехнического института, № 470, 1979. – С. 3-15.
5. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения. Справочник. Пер. с англ./ В.У. Рэнкин, П.К. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
6. Гаврилов Э.В., Гридчин А.М., Ряпухин В.Н. Системное проектирование автомобильных дорог. – Москва-Белгород: Изд. АСВ, 1998. – 138 с.