

УДК 656.13

О.В. Степанчук, к.т.н., А.О. Белятинський, д.т.н., О.І. Пилипенко, к.т.н.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТУ НА ВУЛИЦЯХ І ДОРОГАХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ

Національний авіаційний університет

У статті проведено узагальнення існуючих методів із прогнозування рівня інтенсивності руху транспортних засобів на вулицях і дорогах населених пунктів.

Ключові слова: Автотранспортний засіб, інтенсивність руху, рівень автомобілізації.

Постановка проблеми

Історично склалося так, що дорожня мережа міста і характер житлової забудови сформувалися без урахування розвитку такого потужного антропогенного чинника, як автомобіль. Особливо неприємні умови створилися в центральних частинах міст, де висока густина дорожньої мережі і забудови. Рух транспортних засобів у цій зоні характерний вимушеними зупинками біля світлофорів та на нерегульованих перехрестях. Усе це призводить до зниження швидкості руху, виникнення заторів, збільшення затрат часу на переміщення, а отже, призводить і до зниження продуктивності роботи автомобільного транспорту, до негативного психологічного впливу на учасників дорожнього руху, до збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод, що, в свою чергу, спричинює травмування та загибель людей на дорозі.

Вирішення цих проблем має певні складності. Це викликане швидкими темпами росту кількості автомобілів і значним відставанням у будівництві та реконструкції перетинів, примикань, а також вулиць та доріг населених пунктів.

Мета статті

Метою роботи є узагальнення існуючих напрацювань із прогнозування рівня інтенсивності руху транспортних засобів на вулицях і дорогах населених пунктів.

Основна частина

Розвиток транспорту в сучасних умовах пов'язаний із зростанням продуктивних сил будь-якої країни і зовнішніми її зв'язками. Зростання обсягів виробництва, розвиток інфраструктури, удосконалення транспортних засобів сприяли різкому збільшенню обсягів перевезень, що призвело до значного збільшення кількості транспортних засобів.

Але при цьому чітко прослідковується нерівномірність розподілу кількості автомобілів на 1000 мешканців. Так на сьогодні кількість автомобілів для різних країн є такою: США-750, Франція-550, Англія-500, Німеччина-490, Японія-380, Росія-90, Китай -8, Індія-5, країни Північної Африки-1[1].

В Україні інтенсивний ріст парку транспортних засобів розпочався в 1990-х роках і стабільно продовжується. Такий швидкий ріст відбувається, головним чином, за рахунок збільшення кількості легкових автомобілів, яких зареєстровано сьогодні понад 8 млн. За останні роки збільшення кількості автомобільного транспорту призвело до непередбачуваних проблем у містах України, що виявляються у створенні заторів на вулично-дорожній мережі, стоянками транспортних засобів на проїзній частині і тротуарах, негативними викидами відпрацьованих газів, шумовим впливом і т.п.

Основні причини цих проблем:

- значне збільшення кількості міського автомобільного транспорту, а особливо приватних легкових автомобілів;
- вичерпання пропускної спроможності вулично-дорожньої мережі міста, яка проектувалася в період, коли кількість автомобільного транспорту була незначною;
- відсутність сучасної системи управління, організації і контролю за рухом транспортних засобів і пішоходів.

На сьогоднішній день вирішення цієї проблеми вимагає оптимізації руху транспортних засобів на вулично-дорожній мережі міст, що включає комплекс планувальних, інженерно-технічних, управлінських та організаційних заходів.

Найбільш економічно ефективними в таких умовах є застосування заходів з управління і організації дорожнього руху, а саме оптимізація дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міст України. Автотранспортні потоки є визначальними при оцінці пропускної здатності вулично-дорожній мережі.

Транспортний потік розуміють як сукупність транспортних засобів, що рухаються. Основними характеристиками транспортного потоку, що описують його кількість і якість є:

- інтенсивність руху;
- склад транспортного потоку;
- швидкість руху;
- щільність потоку;
- часовий інтервал слідування;
- дистанція між транспортними засобами.

Однією з основних характеристик транспортного потоку є інтенсивність руху. Розподіл інтенсивності руху в часі є важливим показником щодо формування транспортних потоків на вулицях і дорогах.

Інтенсивність руху - це кількість автомобілів, що проходить за одиницю часу через перетин дороги в певному напрямі.

Оскільки інтенсивність транспортного потоку звичайно визначають в перетині і вона може змінюватися від перетину доперетину, тому в системі «автомобіль — водій — дорога — середовище» - це характеристика перетину. Інтенсивність може змінюватися від 0 до максимального значення N_{\max} — до рівня пропускної спроможності.

На практиці при вирішенні задач з організації руху транспортних потоків вивчається інтенсивність за секунду (інтервал) (авт/с), за хвилину (авт/хв) (світлофорний цикл), за 5-15 хв. від години, за годину «пик» (авт/год). У техніко-економічних розрахунках використовується інтенсивність за добу, тиждень, місяць, рік[1].

Аналізуючи отримані значення інтенсивності руху за визначений період, можна заздалегідь здійснити прогноз щодо транспортного навантаження на відповідну ділянку вулиці або транспортний вузол.

Прогнозування інтенсивності руху транспортних засобів у містах включає три взаємодоповнюючих джерела інформації про майбутнє:

- прогнозування кількості транспортних засобів;
- оцінку стану вулично-дорожньої мережі міста;
- можливі перспективні напрямки проведення заходів по вирішенню транспортних проблем у містах.

Ефективність засобів організації руху, що застосовуються, багато в чому залежить від правильності визначення перспективної інтенсивності руху по дорозі. Велике значення має організація мережі облікових пунктів.

При розробці методу прогнозування інтенсивності руху на основі облікових даних за попередній період до нього пред'являються наступні вимоги: простота застосування; одночасне використання розрахунків даних обліку рухів і зведених даних про чисельність автомобільного парку; можливість обліку різних закономірностей зміни числа легкових і вантажних автомобілів.

Прогнозування інтенсивності руху можна виконувати, наприклад, у такому порядку:

1. Виділяються розрахункові зони (райони тяжіння) з можливо однорідною соціально-економічною структурою; для цієї зони визначаються всі параметри, що представляють інтерес при прогнозуванні.
2. Число легкових і вантажних автомобілів у різні роки попереднього періоду визначається окремо для розрахункової зони.
3. Ці дані наносяться на графік, де по осі абсцис відкладається час, а по осі ординат чисельність парку легкових автомобілів у вигляді крапок, через які проводять плавну криву і графічно екстраполюють її до значення перспективної чисельності парку легкових автомобілів (рис.1).

Для кожного облікового пункту визначають середню інтенсивність руху в період з 15 до 19 години в робочі дні і довжину однорідної по інтенсивності руху ділянки дороги, на якій розташований обліковий пункт. Знаючи ці дані, знаходимо інтенсивність руху для розрахункової зони [2]

$$\bar{Q}_k = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{q}_{k,i} I_{k,i}}{\sum_{i=1}^n I_{k,i}} \quad (5)$$

де $\bar{q}_{k,i}$ - середня інтенсивність руху легкових автомобілів на обліковому пункті i у рік k ; $I_{k,i}$ - довжина однорідної по інтенсивності ділянки дороги, на якій розташований обліковий пункт i ; \bar{Q}_k - середньозважена для розрахункової зони інтенсивність руху легкових автомобілів у рік k ; \bar{Q}_k^* - те ж саме, отримане шляхом інтерполяції або екстраполяції.

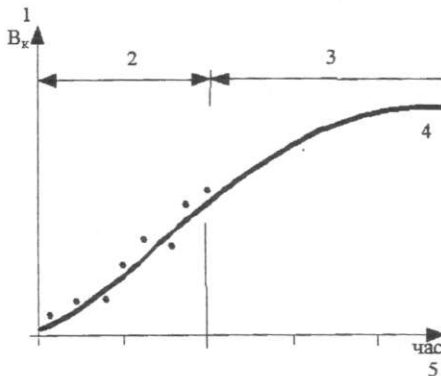


Рис. 1. Зміна в часі числа легкових автомобілів: 1 число легкових автомобілів V_k ; 2-інтерполяція; 3-екстраполяція; 4- межа на перспективу; 5- роки, k

На основі прогнозованих даних на перспективний рік, використовуючи значення \bar{Q}_k^* , визначаємо середньозважену інтенсивність руху легкових автомобілів для розрахункової зони у рік.

$$Q_k^* = f_k B_x^* \quad (6)$$

Середня інтенсивність руху легкових автомобілів у робочий день року x може бути розрахована по формулі:

$$\bar{q}_{x,i} = \frac{\bar{Q}_x \bar{q}_{k+n,i}}{\bar{Q}_{k+n}} \quad (7)$$

індексом $k+n$ позначені значення, що відповідають останньому року обліку руху в обліковому пункті i .

Такий метод прогнозування інтенсивності руху є наближенням і має ті ж недоліки, що й інші методи, при застосуванні яких закономірності, установлені для порівняно короткого відрізка часу, поширюються на більш

пізні, нерідко тривалі, періоди. Усунення таких недоліків вимагає розробки значно складніших і трудомістких методів розрахунку, що ставлять вищі вимоги до обсягу і якості вихідних даних.

Прогнозування кількості транспортних засобів у містах дає можливість вчасно передбачити і впровадити заходи по вирішенню транспортних проблем, направлених на підвищення пропускної здатності вулично-дорожньої мережі міст.

Прогнозування необхідне для з'ясування умов функціонування транспортної системи міста, а також для передбачення наслідків реалізації містобудівних рішень (тобто передбачити систему управління ними).

Основним моментом прогнозування характеристик транспортного потоку у місті є прогнозування розвитку автомобілізації і визначення її оптимального рівня. Як видно [3], автомобілізація залежить від швидкості росту і пропорційна досягнутому рівню:

$$\frac{dA}{dt} = kA \quad (k > 0) \quad (8)$$

Такий розвиток проходить по експоненційному закону

$$A = ae^{kt} \quad (9)$$

де a -початковий рівень автомобілізації, k -показник росту.

Показник росту k є функцією двох категорій: матеріальних і людських ресурсів (абсолютний ріст) і відносною ефективністю даного виду транспорту серед інших (відносний ріст).

На даний час у найпотужніших автомобільних державах світу спостерігається тенденція переходу розвитку рівня автомобілізації від експоненційного росту до логістичного [3]:

$$\frac{dA}{dt} = kA(B - A) \quad (10) \quad (0 < A < B, k > 0)$$

Рішення цього рівняння називається логістичною кривою:

$$A = \frac{aBe^{kt}}{(B - a) + ae^{kt}} \quad (11)$$

У початковій стадії, коли $A \ll B$, логістична крива співпадає з експонентою. При $A=B/2$, логістична крива має точку перегину, в якій змінює знак похідної. Значення логістичної кривої в границях при $t \rightarrow \infty$ прямує до значення B рис.1.[3].

Таким чином, розвиток автомобілізації обмежується верхньою границею B , яка визначається наявними у суспільстві реальними матеріальними і людськими ресурсами, економічною вигодою і рівнем загального технічного розвитку.

Розглядаючи графік зростання автотранспортних засобів, рис. 2, спостерігається закономірність експоненціального зростання. Експоненціальне зростання [4], починаючи з невеликих чисел, призводить до велетенських величин, які збільшуються з блискавичною швидкістю.

Зміна кількості транспортних засобів на перспективу не може відбуватися безкінечно, а збільшення або зменшення його величини обмежується можливою межею. Так, при прогнозуванні збільшення кількості індивідуального транспорту, може бути використана сігмоїдальна крива, що описує збільшення показника автомобілізації міста.

При цьому число легкових автомобілів на перспективу розраховують, приймаючи n -якості граничного рівня автомобілізації (1 автомобіль на трьох жителів) і не беручи до уваги зміну числа жителів у розрахунковій зоні. Процес інтенсивного зростання індивідуальних автотранспортних засобів в Україні не може продовжуватись необмежено. Це залежить від чисельності населення, що проживає в країні, його купівельної спроможності в придбанні автотранспорту, а також фінансових витрат, які виникнуть при експлуатації і утриманні автотранспортних засобів.

Темп зростання кількості автотранспортних засобів буде продовжуватись, поки не досягне сталого значення, яке не перевищить "ємнісного" значення. В подальшому буде відбуватися тільки процес періодичної заміни автотранспортних засобів населенням.

Можна вважати, що рівень автомобілізації для України треба прогнозувати з розрахунку один автомобіль на сім'ю, що відповідно становитиме 330-370 транспортних засобів на 1000 жителів[5].

Висновки

Для подальшого проведення і прийняття заходів із будівництва і реконструкції транспортної мережі, щоб не відбулося моральне старіння вулично-дорожньої мережі і транспортних розв'язок, треба виходити не від прогнозу кількості АТЗ, а від "ємнісного" значення. Прийняття такого значення дасть можливість повноцінно передбачити всі можливі негаразди, які можуть виникнути за певний період часу на вулично-дорожній мережі.

Список використаних джерел

1. Гук В.І., Шкодовський Ю.М. Транспортні потоки: теорія її застосування в урбаністиці-Х.: Золоті сторінки, 2009.-232с.
2. Weinspach K. Prognose des Strassenverkehrs auf der Grundlage von Strassenverkehrszählungen.// „Strassen-Verkehrstechnik“, - 1974.-№4.-P.107-112.
3. Иванов В.Н. Прогнозирование и автомобилизация.//Прогнозирование и транспорт. М.: «Знание», -№12 -1973. –С.7-34.
4. Лаврик В.І. Методи математичного моделювання в екології. К.: Фітосоціоцентр, 1998.-131с.
5. Осітнянко А.П. Методи аналізу соціально-демографічної структури населення міста. // Містобудування та територіальне планування. К.: КНУБА. 2001.-№9.-С.151-175.
6. Мандрица В.М., Краев В.Н. Прогнозирование перевозок грузов на автомобильном транспорте, М. Транспорт., 1981, 152с.
7. Основы экономического и социального прогнозирования / Под ред. В.Н. Мосина, Д.М. Крука. М.: Высшая школа, 1985.

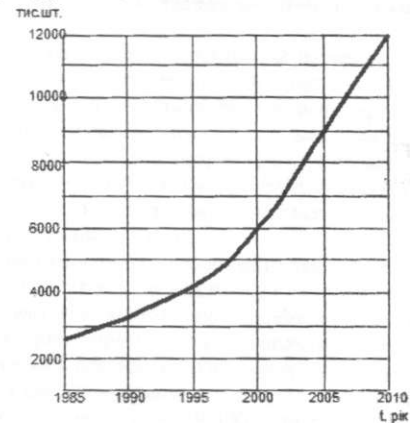


Рис. 2. Темп зростання автотранспортних засобів на території України за період 1985-2010 роки.