

Технічні науки

УДК 656.13

Афонін Максим Олександрович

*асистент кафедри транспортних технологій
Національний університет "Львівська політехніка"*

Афонин Максим Александрович

*ассистент кафедры транспортных технологий
Национальный университет "Львовская политехника"*

Afonin Maksym

*Assistant of Transport Technologies Department
Lviv Polytechnic National University*

Постранський Тарас Миколайович

*кандидат технічних наук,
асистент кафедри транспортних технологій
Національний університет "Львівська політехніка"*

Постранский Тарас Николаевич

*кандидат технических наук,
ассистент кафедры транспортных технологий
Национальный университет "Львовская политехника"*

Postranskyy Taras

*Candidate of Technical Sciences,
Assistant of Transport Technologies Department
Lviv Polytechnic National University*

Рогальський Роман Богданович

*кандидат технічних наук,
старший викладач кафедри транспортних технологій
Національний університет "Львівська політехніка"*

Рогальский Роман Богданович

*кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры транспортных технологий
Национальный университет "Львовская политехника"*

Rogalsky Roman

*Candidate of Technical Sciences,
Senior Lecturer of Transport Technologies Department
Lviv Polytechnic National University*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТІ «ІНТЕНСИВНІСТЬ –
ЩІЛЬНІСТЬ» ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В РЕАЛЬНИХ
УМОВАХ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ «ИНТЕНСИВНОСТЬ –
ПЛОТНОСТЬ» ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В РЕАЛЬНЫХ
УСЛОВИЯХ**

**RESEARCH OF THE "INTENSITY – DENSITY" DEPENDENCE FOR
TRAFFIC FLOWS IN REAL CONDITIONS**

***Анотація.** Проведені дослідження зміни інтенсивності транспортних потоків від їх щільності та зроблено порівняння отриманих результатів з даними математичного та імітаційного моделювання.*

***Ключові слова:** транспортний потік, моделювання, швидкість руху.*

***Аннотация.** Проведенные исследования изменения интенсивности транспортных потоков от их плотности и сделано сравнение полученных результатов с данными математического и имитационного моделирования.*

***Ключевые слова:** транспортный поток, моделирование, скорость движения.*

Summary. *Studies of changes in the intensity of traffic flows from their density were carried out. The results obtained were compared with the data of mathematical and simulation modeling.*

Key words: *traffic flow, modeling, velocity.*

Багаторічний досвід наукових випробувань і практичних спостережень за транспортними потоками дозволив розробити відповідні об'єктивні показники. В міру вдосконалення методів та приладів для вивчення і аналізу транспортного потоку кількість показників, які використовуються в організації дорожнього руху, продовжує невпинно зростати. Найбільш необхідними і вживаними є інтенсивність потоку, його склад, швидкість руху, щільність, дорожні умови, наявність засобів регулювання руху.

Спільний вплив всіх цих чинників, які постійно змінюються вздовж дороги, суттєво ускладнюють розуміння і виявлення закономірностей руху потоку. Ще більше ускладнення спричиняє наявність водія в процесі руху, поведінка якого досить непередбачувана.

Саме тому, моделювання транспортного потоку має велике значення, адже є основним вирішенням різних проблем. Сама по собі модель представляє ідеалізований опис процесу. Основними перевагами моделювання є: пришвидшення вирішення задач; можливість вирішення задач, які не вирішуються аналітично; дослідження і імітація потоків автомобілів без експериментів; прогноз поведінки потоку. Застосування моделювання необхідно при відсутності аналітичного рішення, при великому об'ємі розрахунків, при дослідженні тяжких взаємодій в транспортному потоці.

При розробці теоретичних моделей транспортних потоків велике значення має експериментальне вивчення руху потоків автомобілів в реальних дорожніх умовах. При вивченні режимів руху, та інших

показників потоку можуть застосовуватися секундоміри, фото, відео, аерозйомка, ходові лабораторії.

Математичне моделювання дорожнього руху глибоко розглядалось у роботах [1,2]. В основному, теоретичні моделі поділяються залежно від фізичних і математичних законів на яких вони базуються [3]. Найчастіше для опису лінійних процесів руху використовують динамічний габарит транспортних засобів [1] за яким можливо визначити щільність потоку автомобілів, а вплив багатосмуговості проїзної частини описується коефіцієнтами, які враховують зменшення пропускної здатності перерізу магістральних вулиць за рахунок наявності маневру зміни смуги руху [2]. Такі закономірності використовувались в цій роботі для побудови математичної моделі стану транспортного потоку (залежність інтенсивності руху від щільності).

В науковій літературі описано ряд різних систем імітаційного моделювання транспортних мереж, зокрема Aimsun, Paramics, Autobahn, Ihsdm, Integration, Plansim-t, Flexsyт, Transims, SimTraffic, Vissim та ін. [4].

Модель, яка використовується у Vissim, є модифікованою версією попередніх двох, розроблених компанією Wiedemann (Weidemann74 і 99 моделей) і належить до сімейства психофізичних. В їх основі закладені закономірності сприйняття водіями інтервалів у транспортних потоках та функції прийняття рішень [5-6]. В цей час Vissim є найбільш зручним та популярним засобом імітаційного моделювання дорожнього руху.

Перед початком збору та аналізу даних про закономірність «інтенсивність – щільність» приділена увага дослідженням швидкісних режимів на ділянках вулиць з різною кількістю смуг руху в одному напрямку (від 1 до 3). Це є необхідним для того, щоб задавати цей параметр в математичні та імітаційні моделі. Розподіл миттєвих швидкостей на ділянках вулиць наведений на рис. 1.

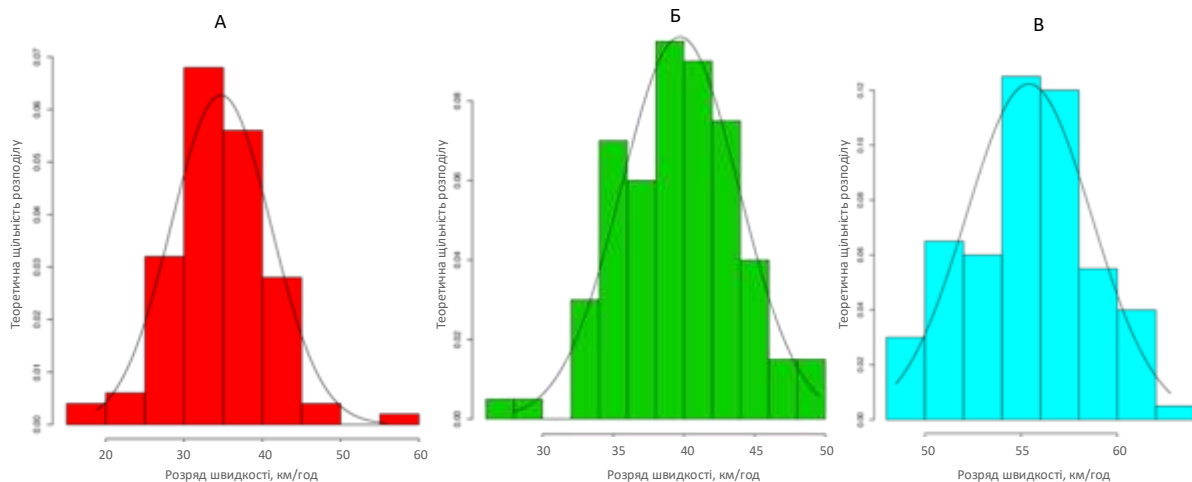


Рис. 1. Розподіл миттєвих швидкостей руху транспортних засобів на ділянках вулиць:

А – з однією смугою руху; Б – з двома смугами руху; В – з трьома смугами руху

Результати досліджень миттєвих швидкостей показали, що математичне сподівання цієї величини для односмугової ділянки вулиці становить 34,7 км/год, для двохсмугової – 39,7 км/год, а для трьохсмугової – 55,4 км/год. Середньоквадратичне відхилення становить 6,35, 4,15 та 3,26 км/год відповідно.

Ці значення миттєвих швидкостей руху введені в математичну та імітаційну модель транспортних потоків на різних ділянках вулично-дорожньої мережі. Залежності інтенсивності руху від щільності потоку, отримані в результаті натурних досліджень та моделювання, зображені на рис. 2.

Відповідно до отриманих результатів, можна зазначити, що дані теоретичних моделей сильно відрізняються від реальних умов. На це є ряд причин: врахування жорсткої прив'язки динамічного габариту автомобілів до дистанції між ними, застарілі підходи у розрахунках динамічних особливостей автомобілів, які відрізняються від сучасних, тощо. Ці недоліки є усуненими у імітаційних моделях, оскільки інтервал між автомобілями обирається в гнучкому режимі, також враховані динамічні характеристики більш сучасних автомобілів.

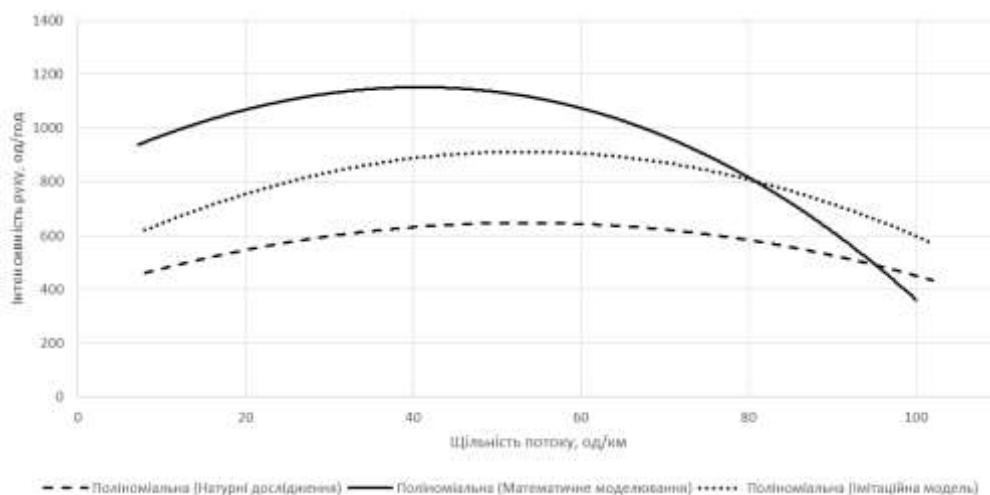


Рис. 2. Залежність інтенсивності руху від щільності потоку автомобілів на односмуговій ділянці міської вулиці за сталого швидкісного режиму

Згідно з отриманою залежністю, максимальна інтенсивність руху при математичному моделюванні становить 1170 од/год, із застосуванням імітаційного моделювання – 920 од/год, а в реальних умовах – 610 од/год. Це спостерігається при значеннях щільності транспортного потоку 40, 55 і 50 од/год відповідно.

На рис. 3 зображено результати досліджень для ділянки вулиці із двома смугами руху в одному напрямку.

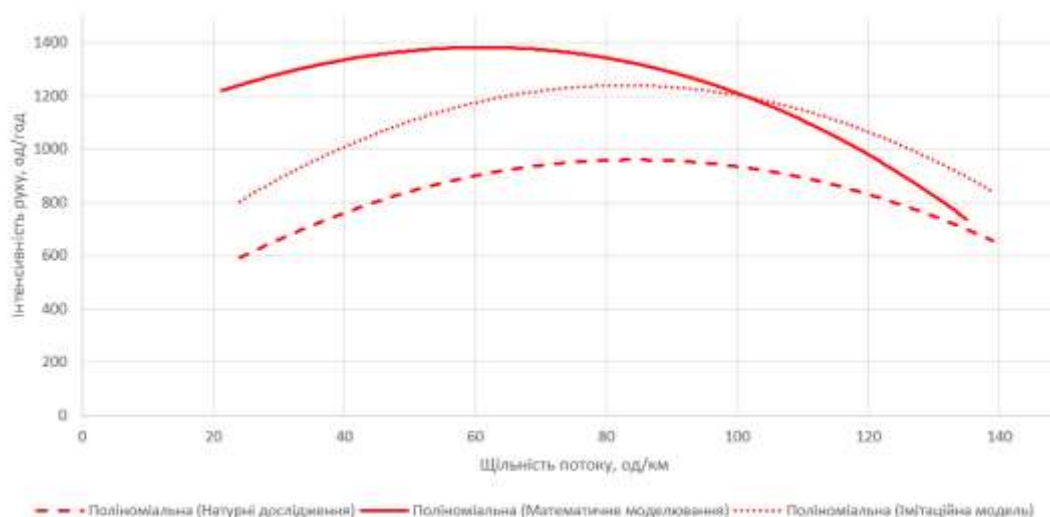


Рис. 3. Залежність інтенсивності руху від щільності потоку автомобілів на двохсмуговій ділянці міської вулиці за сталого швидкісного режиму

На двохсмуговій ділянці вулиці спостерігається підвищення інтенсивності руху на 30-40% в залежності від отриманих даних, за сталого швидкісного режиму. Максимальна інтенсивність транспортного потоку спостерігається при щільності 60-80 од/км.

Результати досліджень і моделювання для трьохсмугової ділянки міської вулиці зображені на рис. 4.

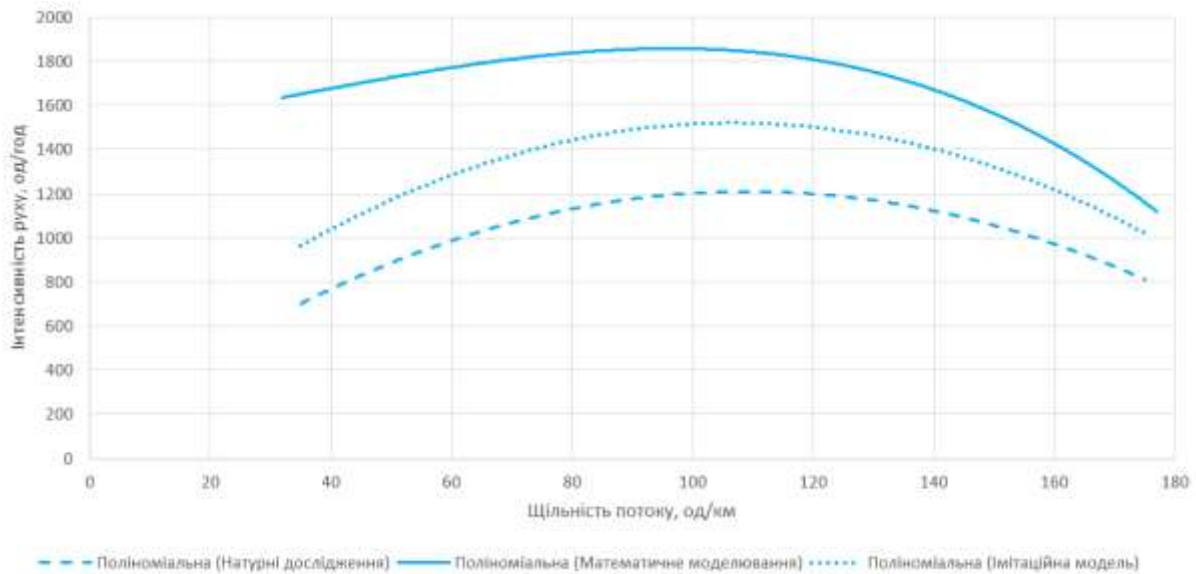


Рис. 4. Залежність інтенсивності руху від щільності потоку автомобілів на трьохсмуговій ділянці міської вулиці за сталого швидкісного режиму

Досліджувана залежність для трьохсмугової ділянки магістральної вулиці має таку саму форму як і попередні дві та частково відтворюють основну діаграму транспортного потоку. Варто зазначити, що за таких умов, фактична інтенсивність руху є на 30% вищою, ніж на двохсмуговій ділянці вулиці. Як і в попередніх випадках, найменшу розбіжність з реальними даними показують результати імітаційного моделювання.

Аналіз досліджень показав, що математичне моделювання, в цей час, є найменш точним методом оцінки транспортних потоків, оскільки його результати мають відхилення у 30-50%. Цей показник є значно меншим для імітаційного моделювання і становить 15-30%. Зважаючи на те, що для збільшення точності моделей транспортного потоку є необхідним

врахування більшої кількості чинників, які впливають на характер руху автомобілів, засоби імітаційного моделювання мають кращий потенціал. Це пояснюється тим, що більшість комп'ютерних програм, призначених для моделювання дорожнього руху передбачають можливість зміни вхідних параметрів, які відповідають за поведінку окремих транспортних засобів у потоці. В той час, математичний опис цього явища є досить трудомістким та потребує тривалого проміжку часу для підтвердження його адекватності.

Література

1. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В. В. Сильянов. М. : Транспорт, 1977. 303 с.
2. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. М. : Транспорт, 1990. 240 с.
3. Пальчик А.М. Транспортні потоки : монографія. / А.М. Пальчик. К. : НТУ, 2010. 171 с.
4. Теленик С. Ф. Концепция моделирования и управления движением транспортных средств / С.Ф. Теленик, В.Н. Томашевський // Автомобильный транспорт. Сб. Науч. Трудов. Вып. 1, 1998. Харьков: ХГАДТУ, 1998. С. 98-100. International Scientific Journal <http://www.inter-nauka.com/>
5. Barcelo J. Microscopic traffic simulation: A tool for the design, analysis and evaluation of intelligent transport systems. Journal of Intelligent and Robotic Systems, Volume 41, Numbers 2-3, January 2005. PP. 173-203.
6. Dowling, R. Guideline for Calibration of Micro-simulation Models: Framework and Applications. Transportation Research Record, 2004. 1876: PP. 1-9.