УДК 656.13

М.Ю. Євчук, М.В. Бойків
*Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна*

# ДИНАМІКА РУХУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ НА ДІЛЯНЦІ ДОРІГ З УРАХУВАННЯМ ОБЛАШТУВАННЯ ПЕРЕХРЕСТЬ

*У роботі розглянуто особливості зміни динаміки транспортного потоку на ділянці дороги з урахуванням наявності перехресть та геометричних особливостей дороги. Для аналізу обрано ділянку автомобільної дороги міжнародного значення М-06 у межах кільцевої дороги м. Львова. Проведене дослідження спрямоване на оцінку швидкісного режиму транспортного потоку на підходах до перехресть різного типу та виду регулювання. Встановлено, що на формування нерівномірності швидкісного режиму суттєво впливають геометричні параметри дороги, зокрема наявність криволінійних елементів у плані та профілі, поздовжніх ухилів, а також значна частка вантажного транспорту у складі транспортного потоку.*

***Ключові слова**: ділянка дороги, перехрестя, швидкість руху, транспортний потік, умови руху.*

*The paper examines the features of traffic flow dynamics on a road section considering the presence of intersections and the geometric characteristics of the roadway. A section of the international highway M-06 within the ring road of the city of Lviv was selected for the analysis. The conducted study is aimed at assessing the speed regime of the traffic flow on approaches to intersections of different types and traffic control modes. It was established that the irregularity of the speed regime is significantly influenced by the geometric parameters of the roadway, in particular the presence of horizontal and vertical curves, longitudinal grades, as well as a high share of freight transport within the traffic flow.*

***Key words**: road section, intersection, traffic speed, traffic flow, traffic conditions.*

Динаміка руху транспортного потоку на ділянках доріг безпосередньо залежить від організації та облаштування перехресть, які є основними місцями затримок, формування черг та конфліктних точок. Ефективність функціонування ділянки дороги визначається узгодженістю режиму роботи перехресть, які відрізняються між собою видом регулювання, конфігурацією та наявністю окремо виділених смуг для здійснення поворотних маневрів.

Зі зростанням інтенсивності руху транспортних засобів на автомобільних дорогах міжнародного значення, зокрема на ділянках кільцевої дороги м. Львова, суттєво підвищується навантаження на існуючі перехрестя та ділянки, що безпосередньо впливає на рівень безпеки дорожнього руху. Особливістю таких доріг є значна частка транзитного та вантажного транспорту, високі швидкості руху, нерівномірність транспортних потоків та наявність великої кількості потенційних конфліктних ситуацій у місцях примикання другорядних доріг. В таких умовах обмеженої можливості розширення існуючої дороги і транспортної інфраструктури особливої актуальності набуває застосування організаційних методів керування транспортними потоками.

Для розробки будь-яких заходів із підвищення безпечних режимів руху транспортних потоків потрібна необхідність глибокого розуміння чинників, що впливають на динаміку руху транспортного потоку, швидкісний режим та затримки транспортних засобів на ділянках автомобільних доріг. Це є важливою умовою для розроблення ефективних заходів організації дорожнього руху та управління транспортними системами. Значний вплив на формування режимів руху мають світлофорні цикли регульованих перехресть, конфліктність транспортних потоків, частка вантажного транспорту та умови маневрування транспортних засобів на окремих ділянках дороги [1].

Досліджувана ділянка автомобільної дороги міжнародного значення М-06 характеризується підвищеним рівнем потенційної небезпеки дорожнього руху, де відбувається велика кількість ДТП [2], що обумовлено значною інтенсивністю транспортних потоків, високими швидкостями руху та наявністю великої кількості конфліктних точок на перехрестях і примиканнях.

Найбільший вплив на безпеку руху мають конфлікти під час виконання лівоповоротних маневрів, небезпечні обгони, ускладнений виїзд із другорядних доріг, а також взаємодія транспортних потоків різних напрямків [3]. На окремих ділянках та в зоні регульованих перехресть спостерігається формування затримок і черг на головному напрямку доріг, особливо у пікові періоди руху, що додатково підвищує ризик виникнення аварійних ситуацій. Також значна частка

транзитного та вантажного транспорту у поєднанні з особливостями геометрії дороги, примиканнями та зонами в'їзду-виїзду формує складні умови руху та підвищує ймовірність виникнення конфліктних ситуацій в межах досліджуваної ділянки дороги.

Саме тому дослідження зміни швидкісного режиму транспортного потоку на ділянці дороги із врахуванням всіх перехресть, примикань і їх видів регулювання є вкрай важливим для подальшого розвитку ефективних рішень у сфері ефективності функціонування доріг міжнародного значення.

У даній роботі для збору інформації про динаміку руху транспортного потоку взято ділянку кільцевої дороги м. Львів, по якій проходить дорога міжнародного значення М-06, зокрема від населеного пункту Пасіки–Зубрицькі до населеного пункту Гамаліївка. Довжина даної ділянки дороги складає 17850 м і сумарно на ній налічується 11 перехресть і примикань (рис. 1).

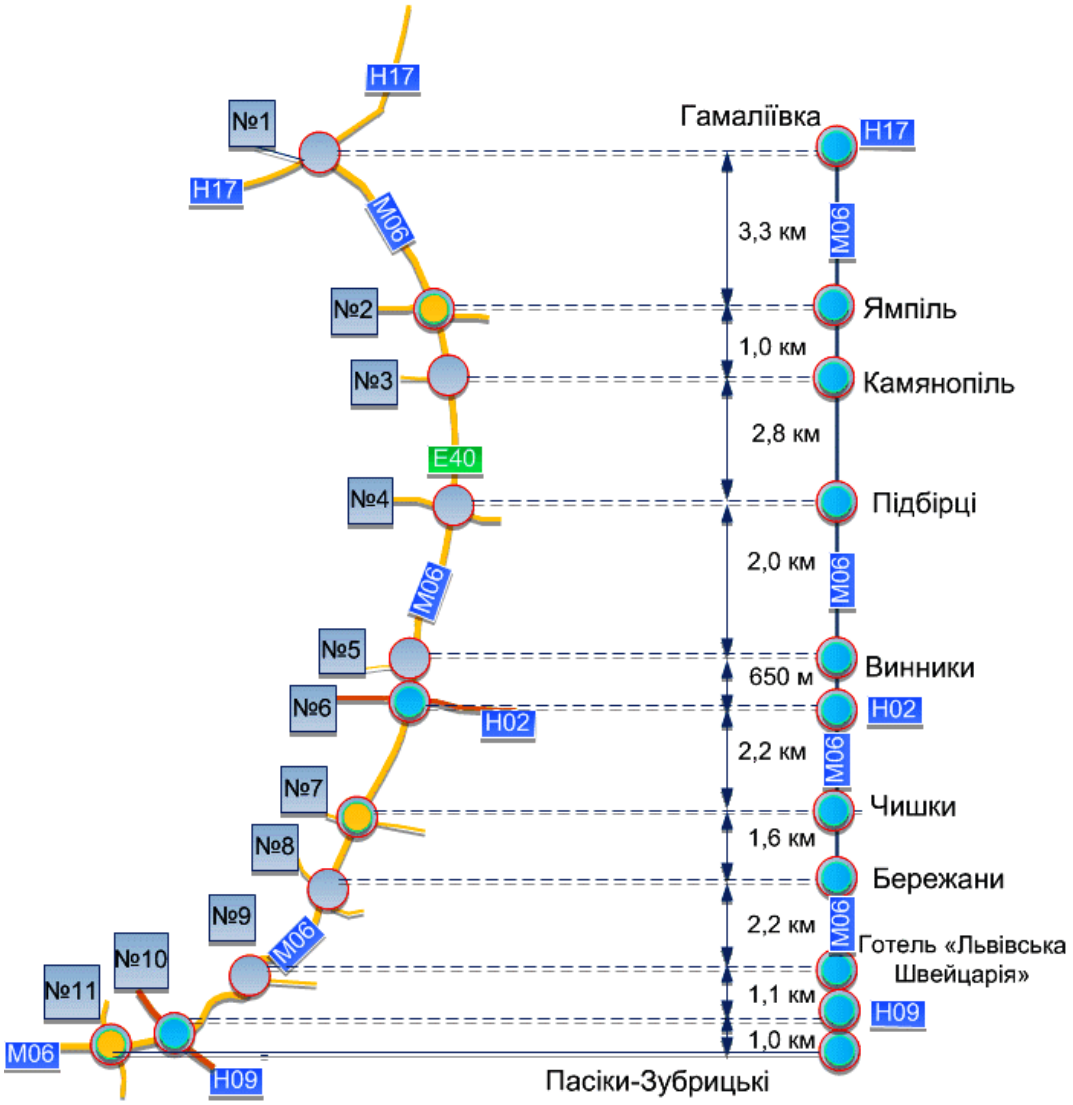


*Рис. 1. Схема ділянки дороги міжнародного значення М-06*

За допомогою натурних досліджень та безпосереднього обліку показників пройденого шляху автомобіля на ділянці кожного з відрізків доріг встановлено довжину між кожним перехрестям. За допомогою реєстрації режиму руху транспортного потоку встановлено зміну швидкості руху на ділянці дороги та підходах до перехресть. Відстань між перехрестями коливається від 650 м до 3300 м. На даній ділянці міжнародної дороги є дві розв'язки у різних рівнях, по три регульованих і нерегульованих перехрестя та 3 нерегульовані примикання. На всій протяжності ділянки існують криві у плані та профілі, а також на окремих відрізках спостерігаються значні поздовжні ухили дороги. Такі умови зумовлені, зокрема, наявністю мостів і шляхопроводів, особливостями рельєфу місцевості та конфігурацією траси автомобільної дороги. Зазначені геометричні параметри суттєво

впливають на режими руху транспортного потоку, зміну швидкості транспортних засобів, умови виконання маневрів та рівень безпеки дорожнього руху, особливо за наявності значної частки вантажного транспорту у потоці.

На основі аналізу зафіксованих даних руху транспортного потоку та статистичних методів проаналізовано закономірності зміни швидкості руху транспортних потоків між перехрестями. Це дозволяє визначити просторово-часові характеристики змішаного транспортного потоку та особливості формування швидкості руху транспортного потоку на ділянці доріг.

Загальні результати дослідження швидкості руху досліджуваній ділянці дороги міжнародного значення представлені на рис. 2. Побудовані гістограми дозволяють порівняти швидкості руху обох напрямків руху (прямого і зворотного), що дає змогу оцінити їхні характеристики на цьому відрізку дороги та визначити чинники, які впливають на коливання швидкісних характеристик.

У прямому напрямку рух здійснювався від перехрестя №1 (населений пункт Гамаліївка) до перехрестя №10 (населений пункт Пасіки-Зубрицькі). Для даного напрямку характерні ділянки зі значним поздовжнім ухилом на підйом, де організовано рух по двох смугах. У зворотному напрямку рух транспортних засобів здійснюється на спуск по одній смузі.

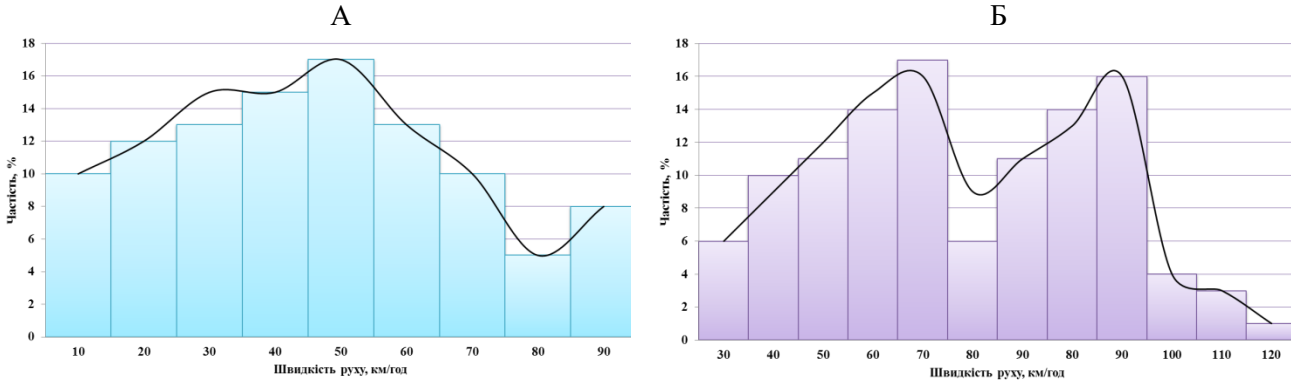


*Рис. 2. Результати дослідження швидкостей руху на ділянці дороги міжнародного значення М-06: А – для прямого напрямку руху; Б – для зворотного напрямку руху*

Отримані гістограми свідчать про нерівномірний характер руху транспортного потоку та наявність значних коливань швидкості руху транспортних засобів на досліджуваній ділянці дороги у прямому і зворотному напрямках руху. Розподіл швидкостей має нерівномірний характер, що вказує на формування декількох груп транспортних засобів із різними режимами руху. Нижчі швидкості характерні для транспортних засобів, які рухаються в умовах впливу перехресть, локальних затримок, маневрування та обмеженої пропускної здатності ділянки, тоді як вищі швидкості формуються на ділянках між перехрестями із безперервним режимом руху. Під час дослідження не бралась до уваги швидкість проїзду перехрестя, а тільки швидкість на підході до перехрестя, оскільки на ділянці дороги міжнародного значення М-06 існують регульовані перехрестя, які зупиняють весь транспортний потік. Таке спостерігається у випадку, коли транспортний засіб прибув до перехрестя на заборонний сигнал або в зоні перехрестя зупинився автомобіль, який очікує здійснення лівоповоротного маневру з головної дороги у зв'язку із інтенсивним потоком транспортних потоків зустрічного напрямку.

Додатковий вплив на нерівномірність швидкісного режиму на ділянці міжнародної дороги мають геометричні параметри дороги, наявність криволінійних елементів у плані та профілі, поздовжні ухили, а також значна частка вантажного транспорту у потоці. У результаті транспортний потік характеризується зміною щільності та швидкості руху на окремих ділянках дороги, що призводить до формування хвиль сповільнення, локальних прискорень та нестабільності режимів руху. Така неоднорідність транспортного потоку суттєво впливає на рівень безпеки дорожнього руху, умови маневрування транспортних засобів та ефективність функціонування автомобільної дороги міжнародного значення.

Згідно результатів дослідження для транспортних потоків, що рухаються на підйом, гістограма швидкостей матиме інший характер розподілу (рис. 2, А). У таких умовах спостерігається загальне зниження швидкості руху, особливо для вантажного транспорту, що обумовлено впливом поздовжнього ухилу на динамічні характеристики транспортних засобів. Основна частина транспортного потоку концентрується у зоні нижчих швидкостей, а розподіл набуває більш асиметричної форми зі зміщенням пікових значень у бік менших швидкостей руху.

Результати також вказують, що вплив особливостей ділянок руху, типу і виду перехресть був незначним за низького рівня завантаження дороги рухом, однак ставав суттєвим при рості транспортного потоку до пропускної здатності. Найбільше це проявлялось за наявності перехресть і ділянок із значним повздовжнім ухилом, а також відсутністю окремих смуг для поворотних маневрів у зоні перехрестя.

Динаміка руху транспортного потоку на досліджуваній ділянці дороги характеризується значною нерівномірністю швидкісних режимів та зміною параметрів руху залежно від дорожніх умов, типів перехресть і режимів регулювання. Додатковий вплив на формування транспортного потоку мають світлофорні цикли регульованих перехресть, примикання другорядних доріг, ділянки з криволінійними елементами в плані та профілі, а також наявність поздовжніх ухилів і зон злиття транспортних потоків. Значна частка вантажного та транзитного транспорту спричиняє виникнення локальних уповільнень, формування черг і зміну швидкості руху між окремими перехрестями і ділянками. У результаті на ділянці формується нестабільний транспортний потік із суттєвими коливаннями швидкості та щільності руху, що впливає на рівень безпеки дорожнього руху, затримки транспортних засобів та ефективність функціонування автомобільної дороги міжнародного значення.

Вивчення цих аспектів дозволить у подальшому розробити практичні рекомендації щодо оптимізації ділянок доріг з різним типом перехресть, видом регулювання та умовами руху, що сприятиме підвищенню ефективності використання транспортної інфраструктури, підвищенню безпеки руху та покращенню умов руху для всіх учасників.

1. Бойків Р. В. Аналіз граничних часових інтервалів на нерегульованому перехресті з інтенсивним лівоповоротним потоком // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2025. № 1(24). С. 112–120. DOI: https://doi.org/10.36910/automash.v1i24.1715.

2. Matviichuk, T. (2026). Quantitative Characteristics of Road Traffic Accidents on the “Yampil M-06” Road Section. Social Development and Security, 16(1), 264-288. https://doi.org/10.33445/sds.2025.16.1.20.

3. Бойків М. В., Євчук М. Ю. Оцінка небезпеки на перехресті зі всіма дозволеними маневрами руху на ділянці автодороги М-06 (532–533 км). Комунальне господарство міст. Серія: Інформаційні технології та інженерія. 2025. Т. 6 (194). С. 412–419. DOI: https://doi.org/10.33042/3083-6727-2025-6-194-412-419.

*ЄВЧУК Мирослав Юрійович – аспірант кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: myroslav.yu.yevchuk@lpnu.ua.*
*БОЙКІВ Микола Васильович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: v. mykola.v.boikiv@lpnu.ua.*