

DOI: 10.32347/2786-7269.2025.11.342-353

УДК 711;625

д.т.н., професор **Гук В.І.**,
vguk@ukr.net, ORCID0000-0003-4198-7027,
Одеська державна академія будівництва та архітектури,
к.т.н., доцент **Запорожцева О.В.**,
zhelen77@ukr.net, ORCID:0000-0002-4975-8643,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ПОНЯТІЙНИЙ АПАРАТ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ ДЛЯ ДИЗАЙНЕРІВ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

Розглядаються ключові терміни та поняття, що стосуються станів (видів руху) транспортних потоків, для їх прикладного застосування в розробці дизайну проєктів вулиць і доріг у міському середовищі. Описуються змінні та параметри транспортного потоку, як фундаментальні (кількість потоку, транспортний шлях, транспортний час), так і похідні за часом, переміщенням і кількістю потоку. Зокрема, розглянуто такі показники, як інтенсивність, швидкість, щільність, інерційність, динамічний габарит та напруженість.

Окрема увага приділяється потенціалам систем: «дорожній потенціал», «транспортний потенціал», а також коефіцієнтам станів системи «дорога – транспортний потік» у межах теорії транспортних потоків.

У роботі видокремлено різні види станів транспортного потоку: нульовий, усталений, рівноважний, періодичний, стійкий, нестійкий. Розглянуто рівняння, змінні станів, траєкторії та портрети станів, а також їх мікро- та макрорівні.

Також наведено класифікацію видів руху: вільний, груповий, насичений, безперервний, оптимальний, граничний, а також розглянуто рівні насичення, оптимальний міський рух, перехідні режими, колонний рух і затори. Виділено види транспортних потоків: нещільний, щільний, квазіпотік, найпростіший і регулярний, а також рівняння, що описують їхні рухи. Ця робота є базою для інтеграції термінів і методів у процеси розробки транспортної інфраструктури, сприяючи ефективному плануванню та організації міського руху.

Ключові слова: транспортний потік; стан; міський рух; кількість потоку; транспортна година; транспортний шлях.

Постановка проблеми. Мета роботи.

Відбудова зруйнованих міст і поселень внаслідок нападу та війни з боку РФ, а також реконструкція існуючих міст, особливо великих,

здійснюватимуться з урахуванням вимог чинних ДБН [4-6,]. Проте ці норми не вдосконалені, оскільки базуються на законах та вимогах, орієнтованих на рух одиночних автомобілів.

Високий рівень автомобілізації населення України трансформувалася міський рух у потоки транспортних засобів, і в майбутньому це явище лише посилюватиметься. Дослідження законів руху транспортних потоків перебуває у сфері інтересів спеціалістів різних галузей. Водночас транспортники часто не знають принципів розбудови та планування міст, тоді як архітектори (урбаністи, дизайнери) не обізнані із законами руху транспортних потоків.

Для того, щоб забезпечити ефективну співпрацю між транспортниками та архітекторами, необхідно створити спільний інформаційний простір, де вони зможуть використовувати однакову термінологію та підходи. Це дозволить впроваджувати спільні рішення у проєктах із розвитку міського середовища. У представленій праці пропонується необхідна інформація та пояснення, які сприятимуть цьому процесу.

Виклад основного матеріалу.

Транспортний потік – це складна система, що включає транспортні засоби, які рухаються, водіїв, проїзну частину, облаштування вулиць і доріг, а також навколишнє середовище. Зворотний зв'язок у цій системі забезпечується діями водіїв, дизайнерами та підсистемою управління дорожнім рухом (АСУД) [3-7, 9-12].

Основним принципом функціонування системи «транспортний потік» є цілісність процесу руху. Первинною характеристикою виступає цілісність потоку, а вторинними – положення та швидкість транспортних засобів (або пішоходів) у складі потоку [3-9].

Стан транспортного потоку визначається як сукупність параметрів, що описують його як динамічну систему. У цьому стані вхідні характеристики потоку в конкретний момент часу дозволяють однозначно визначити будь-яку змінну, яка характеризує транспортний потік у даний момент [3-7].

Нульовий стан характеризується відсутністю руху. Він може спостерігатися як у ситуації повного затору, так і на порожній дорозі [3-7].

Стан, що встановився, передбачає рух транспортного потоку з постійною інтенсивністю та швидкістю протягом досить тривалого періоду.

Рівноважний стан є особливим різновидом стану, коли всі ключові параметри, такі як інтенсивність руху, швидкість, дистанції між транспортними засобами та керуючі дії водіїв, залишаються незмінними [3-7].

Періодичний стан описує рух транспортного потоку із періодичними зупинками, затримками або змінами основних характеристик потоку [3-7].

Стійкий стан – це різновид рівноважного та періодичного станів, що спостерігається протягом певного проміжку часу. У цьому стані значення інтенсивності, швидкості та дистанції залишаються постійними. Стійкий стан може бути миттєвим і виникає, наприклад, під час затору, відсутності руху, а також у ситуаціях, коли транспортний потік рухається магістралями зі світлофорами, встановленими на модульній відстані (500 м) із рівними та скоординованими циклами перемикання сигналів [3,7].

Нестійкий стан – це основний стан руху транспортного потоку, що характеризується постійними змінами інтенсивності, швидкості, дистанції між транспортними засобами, а також впливом різноманітних геометричних елементів міських вулиць і доріг [3,7].

Рівняння станів – це система рівнянь, що описує режими руху транспортного потоку. У даному випадку йдеться про систему диференціальних рівнянь першого порядку, розв'язуваних щодо похідних [3].

Траєкторія станів – це крива, яка описує зміну стану транспортного потоку на площинах «інтенсивність – кількість потоку» або «швидкість – шлях» [3].

«Портрет станів» – це сімейство траєкторій станів, відображених на площинах «інтенсивність – кількість потоку» або «швидкість – шлях». Воно характеризує коливальні процеси руху транспортного потоку, такі як затухаючі чи незатухаючі коливання дистанції, швидкості, інтенсивності, амплітуди та частоти коливань, а також стійкість руху [3].

Мікростан – це стан окремого транспортного засобу, що рухається у транспортному потоці [1,3,10].

Макростан – це стан транспортного потоку як динамічного об'єкта в цілому.

Змінна стану – це математична характеристика транспортного потоку. У просторі змінною є швидкість, а в перерізі вулиці – інтенсивність.

Вільний рух – стан транспортного потоку, за якого відсутній взаємний вплив між автомобілями, що рухаються. Інтервали між транспортними засобами перевищують 9 секунд [3-7,9].

Груповий рух – рух транспортних засобів, організованих у групи. Кількість транспортних засобів у групі складає 9-15 легкових автомобілів або 6-10 тролейбусів чи автобусів [1,3, 7-8].

Безперервний рух – стан транспортного потоку, за якого динамічні габарити транспортних засобів перебувають у безпосередньому контакті, тобто їхній рух взаємопов'язаний [1, 3-4,6,10].

Насичений рух – стан транспортного потоку, що характеризується щільністю понад 50 автомобілів на кілометр, інтервалами між транспортними

засобами менше 5 секунд, а також інтенсивністю руху понад 2000 легкових автомобілів на одну смугу руху [10, 12-13].

Оптимальний рівень насичення – рівень, що відповідає пропускній спроможності вулиць і доріг, забезпечуючи ефективний рух транспортного потоку [6-7,9].

Граничний рівень насичення (затор) – стан транспортного потоку, за якого відбувається повна або миттєва зупинка руху через максимальне завантаження проїжджої частини транспортними засобами [3-7,9].

Оптимальний міський рух – стан транспортного потоку, за якого досягаються оптимальні значення його характеристик: кількості потоку, обсягу руху та кількості транспортних засобів у русі [9-11].

Перехідний режим руху – стан транспортного потоку, що характеризується неперіодичними змінами інтенсивності та швидкості. Такий режим спостерігається в зоні перехресть, крутих поворотів, підйомів, спусків, а також при частих обгонах або через ДТП [7, 10-11].

Колонний рух – різновид насиченого руху, що виникає при щільності транспортного потоку, яка дорівнює або перевищує 70 легкових автомобілів на кілометр, і інтервалах між транспортними засобами, що становлять менше 2 секунд [1,3, 6-7,9].

Нещільний транспортний потік – стан транспортного потоку з низьким рівнем насичення, який спостерігається на початкових значеннях пропускної спроможності [3,7, 10-13].

Щільний транспортний потік – стан насиченого транспортного потоку, що досягає межі пропускної спроможності, але не переходить у затор [3,7,10].

Квазіпотік – гіпотетичний транспортний потік, що вивчається на основі закономірностей руху окремого автомобіля, який розглядається як частина потоку.

Найпростіший потік – потік транспортних засобів, що проходять через переріз проїжджої частини дороги (окрім спостерігача) з різними інтервалами, закономірність розподілу яких описується Пуасонівським законом. Такий потік характеризується стаціонарністю, відсутністю післядії та ординарністю [3, 10-11].

Регулярний потік – різновид насиченого руху, за якого однотипні транспортні засоби проходять через переріз проїжджої частини дороги через рівні інтервали часу [3-8,11].

Рівняння руху – система диференціальних рівнянь першого або другого порядку, яка описує такі параметри, як прискорення, швидкість, зміна положення автомобіля в транспортному потоці, а також зміна інтенсивності та кількості транспортного потоку [3-7,9].

Змінні та параметри транспортного потоку. Фундаментальні.

Кількість потоку (q) – це кількість автомобілів у групі транспортного потоку. Максимальне значення кількості автомобілів у групі відповідає половині оптимального значення щільності транспортного потоку [3-7, 9].

Шлях (L , км або м) – відрізок вулиці або дороги, який долається транспортним потоком під час руху. Шлях одиничної довжини дорівнює одному кілометру. Аналогічно, перегін одиничної довжини – це відстань між перехрестями [3-7, 12].

Модульна відстань між світлофорними об'єктами – стандартна відстань, яка складає 500 метрів.

Диференціальне значення шляху – показник, що демонструє, як із зростанням кількості транспортного потоку на одиничному відрізку шляху збільшується його щільність.

Середня довжина шляху між затримками – це середня відстань, яку долають автомобілі між зупинками біля регульованих перехресть. Цей показник кількісно характеризує якісний стан організації дорожнього руху в місті [1, 3, 7, 12-13, 17].

Середня довжина поїздки у місті характеризує мобільність транспортних засобів [3,7,12].

Транспортний час T (с, хв, год, доба, рік) – тривалість транспортного процесу, тобто. пересування транспортних засобів з перевезення вантажів і пасажирів; характеристика зміни станів змінних транспортного потоку за одиницю часу[3,7,12].

Інтервал – проміжок часу, через який автомобілі поступають на поперечний переріз проїжджої частини вулиці чи дороги [1,3,7,10].

Час реакції– тривалість між необхідністю прийняття рішення та початком виконання прийнятого рішення [1, 3-4,6,13].

Постійна часу τ (с, хв)– характеристика регулярності руху транспортного потоку з постійною швидкістю та рівними інтервалами між автомобілями [3, 6-8, 10-11].

Час очікування ($t_{оч}$)– тривалість затримки (зупинки) у будь-якої перешкоди або сигналу світлофора, що затримує рух [1,3, 10-11,17].

Темп руху tL – (год.км) час обслуговування руху ділянкою дороги. Застосовується в теорії масового обслуговування [3-8,11-12].

Похідні за часом.

Інтенсивність N (авт./год.) – кількість транспортного потоку, що проходить через переріз вулиці чи дороги за одиницю часу. Це основна характеристика поперечного перерізу [3,4,7,10,15-16].

Інтенсивність максимальна N_m – пропускна спроможність поперечного перерізу вулиці та дороги [1,3, 6-7, 10-11,13].

Інтенсивність оптимальна – найбільш раціональні розміри інтенсивності руху транспортного потоку, рівні половині пропускної здатності, при яких транспортний потік рухається з постійною швидкістю і щільністю [3,7,10].

Інтенсивність детермінована – інтенсивність, щодо якої є повна інформація, і тому вона легко апроксимується, як експотенційна, синусоїдальна, негармонічна, комплексна [1, 10-11].

Інтенсивність випадкова – інтенсивність, що описується імовірнісними законами розподілу інтервалів між автомобілями [11].

Інтенсивність існуюча – усереднене значення інтенсивності як середнє квадратичне за одиницю часу [1, 3-7].

Швидкість зміни інтенсивності – прирощення (зменшення) значень інтенсивності за одиницю часу [3-7,10].

Швидкість, V , (км/год., м/с) – зміна положення транспортного потоку за одиницю часу. [1, 3-4, 6-7, 10-17].

Швидкість вільного руху V_o – швидкість транспортного потоку за відсутності взаємного впливу автомобілів [3,7].

Швидкість оптимальна V_{opt} – швидкість транспортного потоку, що дорівнює половині швидкості вільного руху [3, 6-7,11,17].

Швидкість миттєва V_t – середнє арифметичне значення швидкості транспортних засобів потоку за одиницю часу [3-7,11].

Швидкість у просторі V_x – середнє гармонічне значень швидкості транспортних засобів потоку при проходженні ділянки вулиці одиничної довжини [1,3, 6-7,10].

Швидкість існуюча – середнє квадратичне значення періодично змінної швидкості транспортного потоку [1, 3-4, 6-7,10].

Швидкість групова $V_{гp}$ – середнє значення швидкості руху кількості потоку (групи транспортних засобів) [3-7,9].

Прискорення автомобіля, a , (м/с²) – зміна швидкості руху транспортного засобу в часі [1, 3-4, 6, 10, 16-17].

Прискорення потоку, a_n , (м/с²) – зміна швидкості транспортного потоку за зміни його інтенсивності за одиницю часу [1,3,10,11,14].

Прискорення шум, a_s , (м/с²) – середнє відхилення квадратичне прискорення автомобіля в потоці [3,10-12,14].

Швидкоплинність $B\&$ (км/авт.-ч) – швидкість проходження автомобілями відстані, що дорівнює величині їх динамічного габариту [3,7].

Похідні по переміщенню.

Щільність, Q , (авт./км) – характеризує розподіл транспортного потоку в

просторі смугами проїжджої частини вулиць і доріг і швидкість зміни інтенсивності зі зміною швидкості потоку (опір руху всередині потоку)[1, 3-4, 6-7,10, 12].

Щільність максимальна, Q_m , (авт./км) – максимальна кількість автомобілів розподілена на ділянці вулиці або дороги одиничної довжини. Стан затору [1,3-4,6-7,10,12-13].

Щільність оптимальна, Q_{opt} , – раціональне значення щільності, що відповідає рівню пропускної спроможності вулиць і дорівнює половині максимальної щільності[1,3, 6-7, 10-11,13].

Щільності градієнт Q_x (авт./км²) – розподіл збільшення щільності транспортного потоку в просторі вулиці та дороги [3-7,9].

Щільність інверсійна Q^{-1} (км/авт.) – зворотне значення щільності, тобто. динамічний розмір [3-7,11].

Щільність локальна $Q_{гр}$ – щільність кількості потоку (групи автомобілів)[6-7].

Інерційність I (авт.год./км) – характеризує поступову зміну швидкості автомобілів усередині транспортного потоку[3-8].

Інерційність максимальна I_{max} – максимальне значення інерційності, що спостерігається при проходженні габаритної довжини автомобіля через переріз проїзної частини зі швидкістю вільного руху[3-7].

Інерційність диференціальна I – характеризує збільшення кількості потоку зі зростанням швидкості руху всього потоку[3-8].

Потенціали системи «транспортний потік».

Кількість руху D (авт.-км) – величина руху, що здійснює транспортний потік при проходженні ділянок вулиць та доріг [1,3-7,9].

Дорожній потенціал O_d (авт.- км/год) – зовнішня працездатність дороги, що забезпечує рух транспортних засобів [3-7,9],

Транспортний потенціал E_T (авт. км/год) – зовнішня працездатність транспортних засобів щодо перевезення вантажів та пасажирів [3-7,9].

Ексергія системи «транспортний потік» E (авт.км/год.) – загальна зовнішня працездатність дороги та транспортних засобів з перевезення вантажів та пасажирів [3-7,9].

Ексергія максимальна E_m – пропускна спроможність ділянки вулиці або дороги одиничної довжини [3-7, 9].

Робота транспортного потоку H (авт.км/год.) – робота, що виконується транспортним потоком заданої інтенсивності при пересуванні на відстань заданої довжини[2,3-7,9].

Потужність потоку M (авт.км/год.²) – зовнішня працездатність транспортного потоку, що виконується за одиницю часу[3, 6-7,9].

Нерівномірність руху β (км²/год.) – кількісна характеристика якісного стану міського руху, яка визначається як середня дальність руху транспортних засобів між зупинками із заданою швидкістю. У містобудуванні оцінює мобільність руху, в економіці - роботу транспортних засобів з перевезення вантажів та пасажирів на задану відстань із заданою швидкістю сполучення.

Похідні за кількістю потоку.

Напруженість C (км год./авт.) – характеризує частку простору дороги, що припадає однією автомобіль зі збільшенням інтенсивності, у результаті зростає напружений стан водіїв, управляючих транспортними засобами [3,7,9]

Напруженість диференціальна C характеризує зменшення відстані між автомобілями зі зростанням інтенсивності[3, 9].

Динамічний габарит S (км/авт.) – простір вулиці чи дороги, яке займає автомобіль у процесі руху. Характеризує швидкість зменшення швидкості автомобілів зі збільшенням інтенсивності потоку[1,10].

Динамічний габарит диференціальний S характеризує поширення зменшення динамічних габаритів в транспортному потоці зі зростанням інтенсивності[1, 3-4, 6-7, 10, 18].

Коефіцієнти системи «транспортний потік».

Коефіцієнт прискорення руху – характеризує збільшення швидкості руху транспортного потоку зі зростанням швидкості автомобілів [3,7,].

Коефіцієнт уповільнення руху v – характеризує зменшення швидкості руху транспортного потоку зі зростанням його густини.[3,7]

Коефіцієнт приведення μ_i – характеризує зміну динамічного простору різних типів транспортних засобів по відношенню до розрахункового легкового автомобіля.[3,7,19]

Коефіцієнт завантаження ψ – характеризує зайнятість поперечного перерізу дороги автомобілем, що рухається.[3,7,15].

Коефіцієнт затримки γ характеризує ймовірність і тривалість затримки транспортних засобів при проїзді різних пересічень і «вузьких» місць міських вулиць та доріг [3-7,19].

Висновки.

Теорія транспортного потоку – це наукова дисципліна, яка вивчає реальні явища, пов'язані з рухом транспортних потоків, та розвиває теорії, призначені для пояснення цих явищ. Вона застосовує ці теорії для опису змін, які відбудуться при зміні умов руху, та перевіряє передбачення через нові спостереження. З математичної точки зору це добре структурована сукупність характеристик транспортного потоку.

Предмет теорії транспортного потоку – це вивчення особливостей і закономірностей руху транспортних потоків вулицями та дорогами для їхнього

проектування, з метою створення комфортних і безпечних умов руху. Керування рухом здійснюється за допомогою планувальних методів і технічних засобів. Водночас, експертиза, заснована на відповідності проектних рішень застарілим нормативам, визначеним у ДБН [4-6], є не доцільною, оскільки вона стримує розробку сучасних та ефективних рішень. Відсутня інформація про стани та нові характеристики транспортних потоків у нових працях Львівської політехніки [12, 13].

Література

1. Богданов О.І. Дослідження процесу розподілу руху по смугах багатосмугових міських магістралей / О.І. Богданов, С.В. Роман, С. С. Кизим. – К.: КНУБА, 2006. – С. 21–30.
2. Белятинський А.О. Дослідження транспортних потоків в аспекті заторових станів дорожнього руху: монографія / А.О. Белятинський, В.М. Першаков, О.В. Степанчук, Р.В. Кротов. – К.: НАУ, 2015. – 176 с.
3. Гук В.І. Транспортні потоки: теорія та їх застосування в урбаністиці: монографія / В.І. Гук, Ю.М. Шкодовський. – Х.: Золоті сторінки, 2009. – 232 с.
4. ДБН В.2.3-5:2018. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів. На заміну ДБН В.2.3-5-2001; чинний від 2018-09-01. Вид. офіц. Київ: ДП «ДерждорНД», 2018. 61 с.
5. ДБН Б.2.2-12:2019 Планування та забудова територій – Київ. Мін. регіон. України, 2019, 185 с.
6. ДБН В.2.3.-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.– К.: МінрегіонбудУкраїни, 2015. – 82 с.
7. Запорожцева О.В. Взаємозв'язок інтенсивності, швидкості і щільності транспортних потоків на багатосмугових автомагістралях / В.І. Гук, О.В. Запорожцева // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 50. – С. 69–73.
8. Запорожцева Е.В. Распределение интенсивности автопотоков на многополосных магистралях / В.И. Гук, Е.В. Запорожцева // Проблемы розвитку міського середовища: наук.-техн. зб. – 2014. – Вип. 1(11). – С. 339–345.
9. Запорожцева О.В. Удосконалення принципів визначення пропускної спроможності багатосмугових автомагістрале: автореф. дис. канд.техн. наук: 05.22.11. Харків, 2016. 23 с.
10. Пальчик А.М. Транспортні потоки / А.М. Пальчик. – К.: НТУ, 2010.– С. 171.
11. Парасюк В.М., Демків Р.Я., Когут В.М. Безпека дорожнього руху: навч. посіб. Львів: ЛДУВС, 2022. С. 340.
12. Формальчик, Є.Ю. Управління дорожнім рухом на регульованих перехрестях у містах: монографія / Є.Ю. Формальчик, І.А. Могила, В.Е. Трушевський, В.В. Гілевич: за заг. ред. Є.Ю. Формальчика. - Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 236 с.

13. Форнальчик, Є.Ю. Моделювання транспортних потоків [Електронний ресурс]: навчальний посібник / Є.Ю. Форнальчик, В.В. Гілевич, І.А. Могила; за заг. ред. Є.Ю. Форнальчика. — Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2020. — 216 с.
14. Хом'як А.Я. Вивчення характеристик руху транспортних потоків / А.Я. Хом'як, Ю.А. Лісовол // Вісник НТУ. — 2012. — Вип. 26. — С. 102–108.
15. Daganzo U.K. Fundamentals of Transportation Engineering and Traffic Operations / U.K. Daganzo; Chapters 1 and 2. Pergamon Press-Elsevier Science – Oxford, 1997. — Pp. 11-20 and 25-29.
16. Highway Capacity Manual 2000. — Transportation Research Board, National Research Council. — Washington, D.C., USA, 2000. — 1134 p.
17. Kennedy N. Fundamentals of Traffic Engineering / N. Kennedy. — California: University of California Institute of Transportation and Traffic Engineering, 1985. — 315 p.
18. J.Kim. Development and testing of computational procedures for signal timing design at isolated intersections: Ph. D. dissertation / Kim J.; United States. — Florida: University of Florida, 2001. — 157 p.
19. Empirical observations of dynamic traffic flow phenomena on a German autobahn / R.L. Bertini, V. Roger, Lindgren, Dirk Helbing, Martin Shonhof. — 2004. — P. 4–16.
20. Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities, 2011: «Austroads Guide to RoadDesign».
21. The Highways Agency, Scottish Executive Development Dept., The National Assembly for Wales, 2002: «Design Manual for Roads and Bridges».

D.Sc. (Tech.), Professor **Huk Valeriy**,
Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture,
Ph.D. (Tech.), Associate Professor **Zaporozhtseva Olena**,
Kharkiv National Automobile and Highway University

CONCEPTUAL FRAMEWORK OF TRAFFIC FLOWS FOR DESIGNERS IN URBAN ENVIRONMENT PLANNING

The article examines key terms and concepts related to the states (types of movement) of traffic flows for their practical application in street and road design projects in urban environments. It describes traffic flow variables and parameters, including fundamental ones (flow quantity, transport path, transport time) as well as time-, movement-, and flow-dependent derivatives. Specifically, indicators such as intensity, speed, density, inertia, dynamic clearance, and tension are analyzed.

Special attention is given to system potentials: «road potential», «transport potential» and state coefficients of the «road – traffic flow» system within the framework of traffic flow theory.

The study identifies different types of traffic flow states: zero, steady, equilibrium, periodic, stable, and unstable. It explores equations, state variables, trajectories, and state portraits, along with their micro- and macro-level aspects.

Additionally, the classification of movement types is presented, including free, group, saturated, continuous, optimal, and critical movement. Levels of saturation, optimal urban movement, transitional modes, column movement, and traffic congestion are also considered. Various types of traffic flows are distinguished: low-density, high-density, quasi-flow, simplest, and regular, along with equations describing their movement.

This work serves as a foundation for integrating terminology and methods into the processes of transport infrastructure development, contributing to efficient urban traffic planning and organization.

Keywords: traffic flow; condition; urban traffic; flow quantity; traffic hour; transportation route.

REFERENCES

1. Bohdanov O.I. Research on the process of lane distribution on multi-lane urban highways O.I. Bohdanov, S.V. Roman, S.S. Kyzym. – K.: KNUBA, 2006. – Pp. 21–30. {in Ukrainian}
2. Belyatynskiy A.O. Study of traffic flows in the aspect of traffic congestion states: monograph / A.O. Belyatynskiy, V.M. Pershakov, O.V. Stepanchuk, R.V. Krotov. – K.: NAU, 2015. – 176 p. {in Ukrainian}
3. Huk V.I. Traffic Flows: Theory and Their Application in Urban Studies: monograph / V.I. Huk, Yu.M. Shkodovskiy. – Kh.: Zoloti Storinky, 2009. – 232 p. {in Ukrainian}
4. DBN V.2.3-5:2018. State Building Standards of Ukraine. Transport structures. Streets and roads of settlements. Replacing DBN V.2.3-5-2001; effective from 2018-09-01. Official edition. Kyiv: DP "DerzhdorNDI", 2018. – 61 p. {in Ukrainian}
5. DBN B.2.2-12:2019 Planning and Development of Territories – Kyiv. Ministry of Regional Development of Ukraine, 2019. – 185 p. {in Ukrainian}
6. DBN V.2.3.-4:2015. Transport Structures. Highways. Part I. Design. Part II. Construction. – K.: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2015. – 82 p. {in Ukrainian}
7. Zaporozhtseva O.V. Relationship between intensity, speed, and density of traffic flows on multi-lane highways / V.I. Huk, O.V. Zaporozhtseva // Bulletin of KhNADU: collection of scientific papers. – 2010. – Issue 50. – Pp. 69–73. {in Ukrainian}

8. Zaporozhtseva E.V. Distribution of traffic intensity on multi-lane highways / V.I. Huk, E.V. Zaporozhtseva // Problems of Urban Environment Development: scientific and technical collection. – 2014. – Issue 1(11). – Pp. 339–345. {in Ukrainian}
9. Zaporozhtseva O.V. Improvement of principles for determining the capacity of multi-lane highways: Ph.D. thesis abstract: 05.22.11. Kharkiv, 2016. – 23 p. {in Ukrainian}
10. Palchyk A.M. Traffic Flows / A.M. Palchyk. – K.: NTU, 2010. – 171 p. {in Ukrainian}
11. Parasiuk V.M., Demkiv R.Ya., Kohut V.M. Road Traffic Safety: textbook. Lviv: LDUVS, 2022. – 340 p. {in Ukrainian}
12. Fornalchyk Ye.Yu. Road Traffic Management at Signalized Intersections in Cities: monograph / Ye.Yu. Fornalchyk, I.A. Mohyla, V.E. Trushevskiy, V.V. Hilevych; edited by Ye.Yu. Fornalchyk. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2018. – 236 p. {in Ukrainian}
13. Fornalchyk Ye.Yu. Traffic Flow Modeling [Electronic resource]: textbook / Ye.Yu. Fornalchyk, V.V. Hilevych, I.A. Mohyla; edited by Ye.Yu. Fornalchyk. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2020. – 216 p. Khomyak A.Ya. Study of traffic flow characteristics / A.Ya. Khomyak, Yu.A. Lisovol // Bulletin of NTU. – 2012. – Issue 26. – Pp. 102–108. {in Ukrainian}
14. Daganzo U.K. Fundamentals of Transportation Engineering and Traffic Operations / U.K. Daganzo; Chapters 1 and 2. Pergamon Press-Elsevier Science – Oxford, 1997. – Pp. 11–20 and 25–29. {in English}
15. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000. – 1134 p. {in English}
17. Kim J. Development and testing of computational procedures for signal timing design at isolated intersections: Ph.D. dissertation / J. Kim; United States. – Florida: University of Florida, 2001. – 157 p. {in English}
18. Empirical observations of dynamic traffic flow phenomena on a German autobahn / R.L. Bertini, V. Roger, Lindgren, Dirk Helbing, Martin Schönhof. – 2004. – Pp. 4–16. {in English}
19. Empirical observations of dynamic traffic flow phenomena on a German autobahn / R.L. Bertini, V. Roger, Lindgren, Dirk Helbing, Martin Shonhof. – 2004. – P. 4–16. {in English}
20. Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities, 2011: «Austroads Guide to RoadDesign». {in English}
21. The Highways Agency, Scottish Executive Development Dept., The National Assembly for Wales, 2002: «Design Manual for Roads and Bridges». {in English}