



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 13 • № 1 • 2017 С. 40 – 47

Оглядова стаття

УДК 656.11

Транспортні проблеми сучасних міст

В.І. Зацерковний, Л.В. Тустановська, О.В. Кобрін

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 03127, м. Київ, пр. Академіка Глушкова, 2а

Урбанізація міст, збільшення транспортних потоків спричиняє виникнення транспортних проблем та створює негативні наслідки для транспортної мережі міста і для суспільства в цілому. Сучасні великі міста і мегаполіси постійно стикаються з транспортними проблемами, які потребують пошуку правильних, автоматизованих рішень. Умови життя в місті багато в чому залежать від того, наскільки ефективно працює транспортна мережа. Першочерговим завданням транспортної мережі великого міста є забезпечення зручного та швидкого доступу до місця роботи, сфери обслуговування, культурних та освітніх закладів. Одна з найбільш актуальних проблем міського руху — забезпечення пропускної здатності вулично-дорожньої мережі (ВДМ). Труднощі, пов'язані з пропуском транспортних потоків високої інтенсивності, збільшуються великим числом пішохідних потоків. На сьогодні збільшення кількості автомобілів індивідуального користування та зміни структури міста спричиняють ще екологічні проблеми і проблеми стану та якості доріг. Основним засобом управління дорожнім рухом є світлофорна сигналізація, що призначена для почергового пропуску учасників дорожнього руху через певну ділянку вулично-дорожньої мережі, а також для позначення небезпечних ділянок вулиць (доріг). Структура сучасних автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУ-ДР) будується за ієрархічним принципом обробки інформації, який передбачає при виборі загальної організації системи управління виділення декількох взаємно підпорядкованих рівнів управління: локальний, зональний, районний, загальноміський. Транспортні моделі, побудовані на сучасних інформаційних технологіях, представляють собою потужні обчислювальні програмні комплекси, які на основі функціонально-просторових характеристик міста в сукупності з усіма наявними даними розраховують найімовірніший розподіл транспортних і пасажирських потоків по ВДМ. Оскільки транспортна мережа сучасного міста — це просторово-розподілена система, то цілком очевидно, що середовищем моделювання, аналізу і дослідження повинні виступити геоінформаційні технології. Ефективне вирішення проблем транспортних мереж передбачається за допомогою геоінформаційного аналізу та геоінформаційного моделювання, а саме побудови транспортної моделі міста за допомогою геоінформаційних систем.

Ключові слова: транспортна інфраструктура; вулично-дорожня мережа; геоінформаційне моделювання; транспортні проблеми; транспортні потоки; безпека; швидкість; якість; перевезення; транспортне моделювання.

1. ВСТУП

На сьогодні чисельність населення Землі вже становить близько 7,5 млрд. осіб. При цьому, за даними ООН, більше половини населення проживає у містах, і його кількість, за прогнозом, до 2050 року збільшиться до 66% [1]. Процеси зростаючої урбанізації відбуваються і в Україні, незважаючи на зменшення загальної кількості населення (на 170 тис. за 2016 р.). За даними Держкомстату, частка міського населення на 1 січня 2016 р. становила 29 млн 584 тис. (69,19%) і продовжує зростати.

Зростаюча урбанізація та інтенсивна розбудова інфраструктури міст спричиняє порушення екологічної рівноваги, загрожує комфортному проживанню населення, чинить потужний антропогенний вплив на всі компоненти екосистем. Це багато в чому пов'язано з інтенсивним розвитком транспортної мережі. Постійне зростання кількості автомобілів спричиняє загострення цілого ряду проблем, таких як створення раціональної організації дорожнього руху, розміщення місць паркування, забезпечення якості дорожніх покриттів, охорони навколишнього середовища. Вирішення зазначених проблем вимагає системного управління, ефективної організації транспортних потоків і оптимального планування транспортної інфраструктури і свідчить про актуальність даного дослідження.

2. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасні великі міста і мегаполіси постійно стикаються з транспортними проблемами, які потребують пошуку правильних, автоматизованих рішень. Транспортна система міста та регіону входить в загальну систему забезпечення території та має інфраструктурне значення. Метою роботи є проведення геоінформаційного аналізу транспортних мереж, вирішення проблем за допомогою сучасних інструментів транспортного моделювання, планування єдиної транспортної моделі міста за допомогою програмного комплексу та оцінки наслідків прийняття рішень.

Проблеми розвитку транспортної інфраструктури сучасних міст досліджувалась у працях П.Н. Розенштейн-Родан, Є. Симоніс, Є. Шотлер, Д.Р. Рей, Є.Л. Логінова, А.М. Ткаченко, А.А. Багдаєв. Розрахункам у сфері математичного моделювання транспортних потоків присвячені праці В.В. Семенова,

* Зацерковний Віталій Іванович; ✉ vitalii.zatserkovnyi@gmail.com

А.В. Гасникова, С.Л. Кленова, Е.А. Нурминського, Я.А. Холодова, Н.Б. Шамрайта ряду інших. Транспортні проблеми міста також досліджували Д.О. Беспалов, І.Н. Пугачов. Найбільш значущими в цій сфері є праці В.П. Поліщука, В.В. Сільянова, М.Я. Говорущенко, Є.В. Гаврилова, Б.М. Четвертухіна, О.П. Алексеева, В.К. Долі, О.О. Бакуліч, Е.В. Нагорного. Серед іноземних авторів можна назвати С. Віка, Б. Леонарда, Д. Бойса, С. Левіна, С. Нобуакі, А. Мейї, А. Барбардоніса, С. Хейса та ін.

Метою роботи є дослідження транспортної інфраструктури як одного із провідних компонентів економіки України на прикладі м. Києва, оцінка стану транспортної галузі та виявлення проблем за умов неналежного управління транспортним комплексом, а також визначення напрямів розвитку транспортної інфраструктури.

3. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Місто є вузлом автомобільних та залізничних доріг. Умови життя в місті багато в чому залежать від того, наскільки ефективно працює транспортна мережа. Так, наприклад, щоденно мешканцям Києва транспортні послуги надають 2964 автобуси різного класу (361 — звичайний режим, 2603 — режим маршрутного таксі), які працюють в звичайному режимі руху та в режимі маршрутних таксі, 406 тролейбусів, 294 трамвайних вагонів, 645 вагонів метрополітену (3 лінії метрополітену, 51 станція), 60 вагонів міської «електрички». Транспортна мережа міста охоплює 302 автобусних (з них 70 в звичайному режимі, 232 в режимі маршрутного таксі), 37 тролейбусних, 20 трамвайних маршрутів. Комунальне підприємство «Київпастранс» об'єднує у своєму складі 4 тролейбусні і 3 трамвайні депо, а також 8 автобусних парків. Пріоритетне місце в системі транспортних потоків Києва посідає і посідатиме надалі метрополітен.

Бальна завантаженість доріг м. Києва протягом робочого дня представлена на рис. 1.

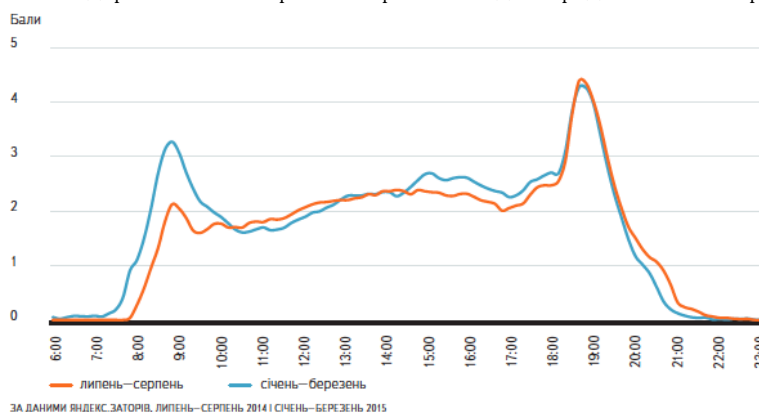


Рис. 1. Бальна завантаженість доріг м. Києва протягом робочого дня

У відсотковому співвідношенні кількість перевезених пасажирів щоденно в середньому складає:

- автобусами (в звичайному режимі) — 17,1%;
- трамваями — 9,4%;
- тролейбусами — 14,6%;
- автобусами (в режимі маршрутного таксі) — 21,9%;
- метрополітеном — 37,0%.

В середньому за добу в місті забезпечується перевезення близько 4 млн. пасажирів.

Сьогодення сучасного міста важко уявити без стабільного функціонування транспортного комплексу. Міський транспорт та міські шляхи ототожнюють із системою кровоносних судин, функція якої полягає в забезпеченні життєдіяльності мегаполіса.

Сучасний ритм життя висуває високі вимоги до рівня мобільності населення. Першочерговим завданням транспортної мережі великого міста є забезпечення зручного та швидкого доступу до місця роботи, сфери обслуговування, культурних та освітніх закладів.

Швидке зростання перевезень і кількості транспортних засобів має низку негативних наслідків. Планувальний розвиток міста припускає розв'язання не тільки архітектурно-планувальних завдань і проблем інженерного обладнання освоюваних територій, але й удосконалення транспортної системи міста, в тому числі вулично-дорожньої мережі (ВДМ).

Гострота транспортної проблеми залежить від розміру міста. На це є дві причини. Перша — підвищення з укрупнення міста щільності розселення, друга — збільшення площі міста і видалення міських шляхів сполучення. Обидві ці причини призводять до одного наслідку: збільшення числа автомобілів, що знаходяться в місті, яким потрібно велика площа для стоянок і густа мережа вулиць з високою пропускною здатністю (рис. 2).

Одна з найбільш актуальних проблем міського руху — забезпечення пропускної здатності ВДМ. На

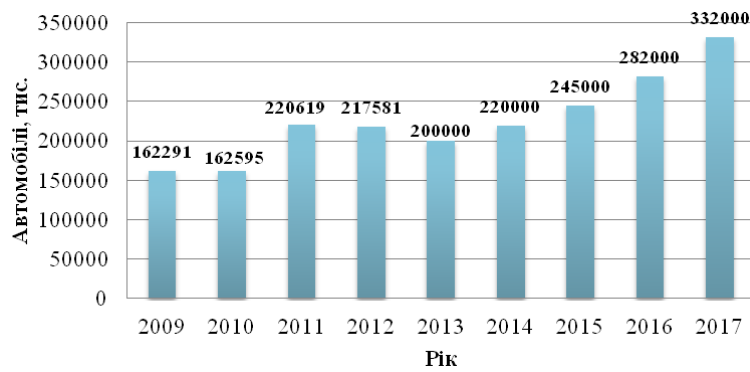


Рис. 2. Динаміка автомобільного ринку України

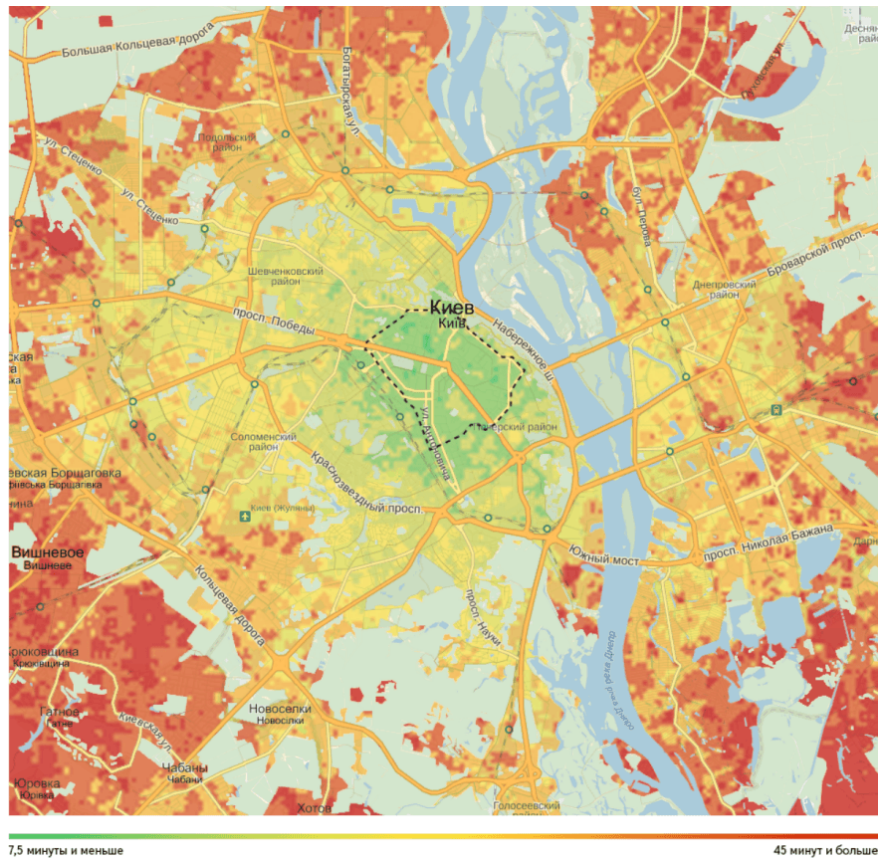


Рис. 3. Карта пропускної здатності м. Києва

рис. 3 як приклад представлена карта пропускної здатності м. Києва, а на рис. 4 — деякі з найбільш завантажених ділянок доріг.

Труднощі, пов'язані з пропуском транспортних потоків високої інтенсивності, збільшуються великим числом пішохідних потоків. Їхня організація руху значно складніша, ніж організація руху автомобілів. Близькість пішохідних потоків до автомобільного і сполучення їхнього руху на одній вулиці є однією з головних причин дорожньо-транспортних випадків у містах.

В першу чергу необхідно визначити об'єми завантаження ВДМ спираючись на правила, за якими водії обирають той чи інший маршрут слідування. Принципи поведінки користувачів транспортної мережі представлені на рис. 5.

Наведені принципи поведінки отримали назву відповідно першого та другого принципів Вардропа [2, 8]. Розподіл транспортних потоків згідно першого принципу говорить про те, що кожний користувач дорожньої мережі має за мету досягнути кінцевого пункту своєї поїздки як можна швидше та обирає маршрут з мінімальними витратами (часовими, фінансовими, моральними тощо) на проїзд. Тому даний принцип також називається оптимізацією користувачів. Другий принцип Вардропа пропонує централізоване управління руху в мережі, прикладом якого є водії маршрутизованого транспорту. Цей принцип називають системною оптимізацією. Незважаючи на те, що принципи потокової рівноваги цитуються як принципи Вардропа, насправді трохи раніше їх сформулювали Ф.Найт [6] та А.Пігу [7], стверджу-

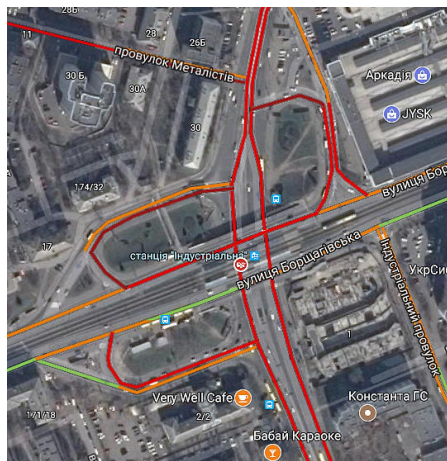
ючи, що всі учасники руху, які прямують з одного вузла мережі в інший, розподіляються за різними маршрутами таким чином, щоб питома вартість поїздки була однаковою для всіх. В ситуації масової автомобілізації більшість учасників дорожнього руху здійснюють поїздки у напрямках «місце проживання — місце роботи» та назад. Тому саме такі поїздки створюють час-пік на ВДМ, викликають основні втрати часу та інших ресурсів, підвищення аварійності, психологічні стреси.

Основним засобом управління дорожнім рухом є світлофорна сигналізація, що призначена для по чергового пропуску учасників дорожнього руху через певну ділянку вулично-дорожньої мережі, а також для позначення небезпечних ділянок вулиць (доріг).

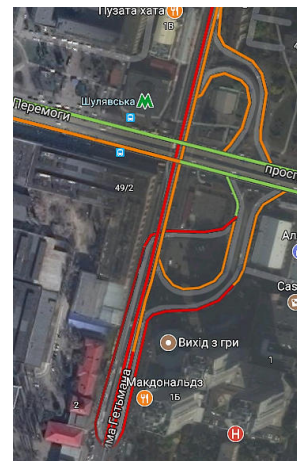
Структура сучасних автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУ-ДР) будується за ієрархічним принципом обробки інформації, який передбачає при виборі загальної організації системи управління виділення декількох взаємно підпорядкованих рівнів управління: локальний, зональний, районний, загальноміський.

Локальне управління передбачає мінімізацію показників ефективності функціонування транспорту на одному перехресті із урахуванням обмежень, які надходять з верхніх рівнів управління. На цьому рівні визначається затримка кожного автомобіля та загальна затримка по кожному напрямку руху. Окрім цього, на даному рівні можливе прийняття рішення по керуванню кожним окремим транспортним засобом, що наближається до перехрестя.

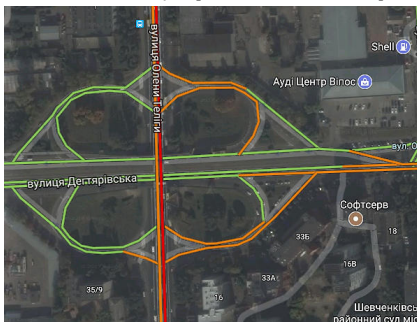
Зональне управління включає в себе формування керуючих впливів для зони, що складається з



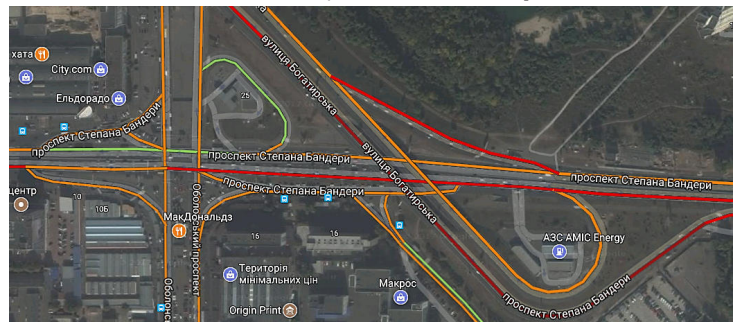
Індустріальний шляхопровід



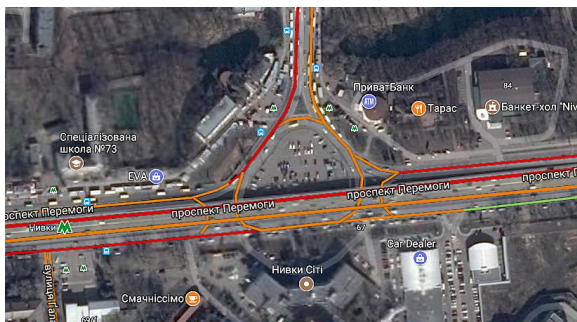
Шулявський шляхопровід



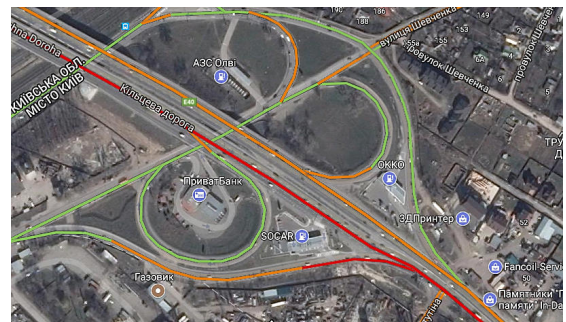
Перетин вул. Дегтярівська і вул. О.Телігі



Проспект С.Бандери



Проспект Перемоги (Нивки)



Жулянський шляхопровід

Рис. 4. Приклади найбільш завантажених ділянок доріг

декількох взаємопов'язаних перехресть. Це може бути магістраль або невелика мережа вулиць (мікрорайон) з перегонами відносно невеликої протяжності. На цьому рівні здійснюється корекція базового плану координованого управління, який надходить з верхнього рівня управління, з мінімізацією показника ефективності управління.

Районне управління передбачає єдине координоване управління в декількох сусідніх зонах. Об'єднання зон у район може бути непостійним. В період стабільних параметрів дорожнього руху в районі діє єдиний план координації, сформований за критерієм мінімізації сукупних затримок і кількості зупинок транспортних засобів.

На загальноміському рівні управління виконується розрахунок базових планів координації, розв'язуються задачі маршрутизації транспортних потоків, попередження та ліквідація заторів, виконуються спеціальні задачі по пріоритетному пропуску окремих транспортних засобів, контролюються показники якості та ефективності управління, справність технічних і програмних засобів АСУ-ДР.

Кожному рівню управління відповідає свій набір можливих структур систем управління, причому кожний нижній рівень є складовою частиною верхнього (рис. 6).

У загальноприйнятій класифікації структур, АСУ-ДР виділяють у залежності від призначення системи трьох рівнів та в залежності від способів управління світлофорною сигналізацією системи трьох типів.

АСУ-ДР 1 — це системи першого (локального) рівня, призначені для застосування на окремому перехресті. Підрозділяються на АСУ-ДР 1-1 — системи жорсткого програмного управління без диспетчерського втручання; АСУ-ДР 1-2 — системи жорсткого програмного управління з можливістю оперативного втручання людини (оператора або інспектора ДАІ), що належить до верхнього рівня; АСУ-ДР 1-3 — системи адаптивного управління з можливою участю оператора;

АСУ-ДР 2 — це системи другого (зонального або невеликого району) рівня. Аналогічно системам першого рівня, поділяються на АСУ-ДР 2-1; АСУ-ДР 2-2; АСУ-ДР 2-3;

АСУ-ДР 3 — це системи третього рівня управління у великому районі або загальноміського рівня. Системи третього рівня не поділяють за типами, оскільки вони в обов'язковому порядку можуть реалізовувати всі зазначені способи управління.

У зв'язку з постійним розвитком теорії та вдосконаленням технічних засобів управління транспортними потоками можливі зміни у класифікації АСУ-ДР.

Світлофорна сигналізація забезпечує роз'їзд транспортних засобів на перехресті вулиць шляхом по чергового надання права руху конфліктуючим транспортним потокам.

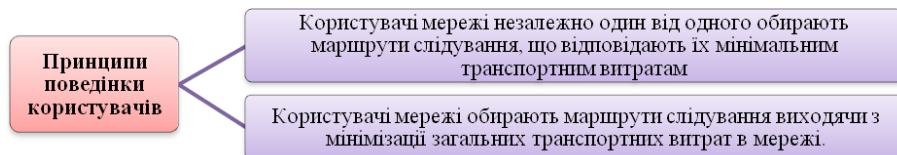


Рис. 5. Принципи поведінки користувачів транспортної мережі

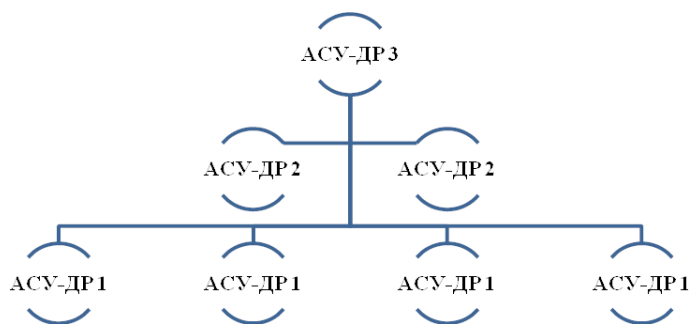


Рис. 6. Схема рівнів управління АСУ-ДР

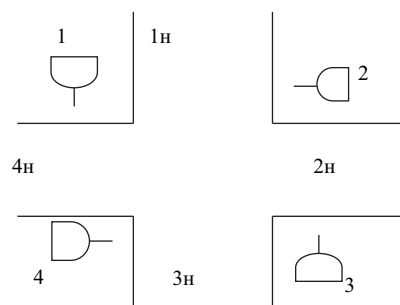


Рис. 7. Схема світлофорного об'єкта



Рис. 8. Діаграма 2-фазного світлофорного циклу

Повна зміна всіх сигналів світлофорів зветься світлофорним циклом. Світлофорний цикл складається з тактів і фаз. Розрізняють такти основні та проміжні. Основним тактом називають проміжок часу, протягом якого в одному напрямку включений сигнал «зелений», а в конфліктуючому напрямку — «червоний». Під час дії «зеленого» сигналу рух дозволений.

Проміжним тактом називається відрізок часу, протягом якого на світлофорах включений «жовтий» сигнал або сполучення «жовтий–червоний». Проміжний такт призначений для того, щоб транспортні засоби, які в момент включення зеленого сигналу вже перетнули стоп-лінію, могли безперешкодно завершити проїзд перехрестя, а транспортні засоби, які перебувають перед стоп-лінією могли встигнути зупинитися до стоп-лінії. Фазою називають послідовність основного такту й наступного за ним проміжного. Мінімальне число фаз регулювання у світлофорному циклі дорівнює двом фазам. Таким чином, у загальному вигляді можна записати:

$$\Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_i = t_{o1} + t_{np1} + t_{o2} + t_{np2} + t_{oi} + t_{pri}, \quad (1)$$

де Φ_i — тривалість фази, t_{oi} — тривалість основного такту, t_{pri} — тривалість проміжного такту.

Припустимі параметри світлофорного циклу:

- 1) мінімальна тривалість основного такту — 6 с;
- 2) мінімальна тривалість проміжного такту — 3 с;
- 3) максимальна тривалість проміжного такту — 6 с;
- 4) мінімальна тривалість циклу — 20 с;
- 5) максимальна тривалість циклу — 120 с.

Структура світлофорного циклу, що використовується для регулювання дорожнього руху на світлофорному об'єкті (рис. 7), може бути представлена графічно у вигляді діаграми світлофорного циклу (рис. 8). Із збільшенням кількості фаз регулювання в світлофорному циклі зменшується кількість конфліктних точок між конфліктуючими транспортними потоками на перехресті, що сприяє підвищенню рівня безпеки руху, але при цьому різко зростають затримки транспортних засобів. Тому найчастіше застосовують дво- та трифазні світлофорні цикли.

Сучасні технічні засоби АСУ-ДР дозволяють реалізувати наступні основні способи управління світлофорною сигналізацією:

- 1) ручне управління — здійснюється інспектором ДАІ в окремих випадках на локальному перехресті (затор, дорожньо-транспортна пригода тощо);
- 2) однопрограмне жорстке управління — здійснюється дорожнім контролером, що працює в автоматичному режимі та виконує безперервне повторення світлофорного циклу з незмінною структурою;
- 3) багатопрограмне жорстке управління — здійснюється дорожнім контролером і передбачає дві або три програми жорсткого управління, розрахованих на різні періоди доби. Зміна програм може здійснюватися у ручному режимі особою, яка відповідає за роботу системи, або автоматично у завданий час;
- 4) адаптивне (гнучке) управління на локальному перехресті — здійснюється дорожнім контролером, до якого підключені детектори транспорту, що вимірюють параметри транспортних потоків на підходах до перехрестя. Тривалість основних тактів світлофорного циклу при цьому способі є змінною і залежить від параметрів транспортних потоків;
- 5) координоване управління — здійснюється групою системних дорожніх контролерів, об'єднаних в АСУ-ДР магістрального або загальноміського рівнів. В залежності від технічної складності системи можливе «жорстке» та адаптивне координовані управління;
- 6) диспетчерське управління — здійснюється оператором пункту управління АСУ-ДР в окремих випадках (заторова ситуація, дорожньо-транспортна пригода, технічна несправність окремих пристроїв системи тощо);
- 7) пріоритетний пропуск транспортних засобів через перехрестя вулиць в разі обладнання їх спеціальним комплектом апаратури;
- 8) включення «зелених вулиць» — оперативна організація маршрутів.

Ще однією з причин виникнення транспортних проблем є той факт, що протягом останніх десяти років стрімко зростає кількість громадських закладів та установ, бізнес-центрів, що в свою чергу призводить до потреби зосередження великої кількості транспорту на певній ділянці ВДМ, а також змін у структурі міста [2]. Основною транспортною проблемою, яка виникає на фоні цього явища, є проблема адаптації транспортних комунікацій до нових містобудівних умов, в яких чітко виражений зв'язок архітектурних об'єктів і транспортних магістралей. Результатом такого поєднання має бути багаторівнева система, що забезпечує комфортне і якісне поєднання внутрішніх і зовнішніх процесів життєдіяльності. Проте невідповідність прийнятих попередніх рішень новим сучасним і прогностичним умовам та вимогам в сфері містобудування разом з відсутністю концепції щодо вирішення транспортних проблем міста можуть стати причиною кризових явищ і невживання термінових заходів загрожує забудовним і транспортним хаосом, втратою керованості розвитку міста, повною деградацією найбільш досконалих та

соціально значущих систем [3].

На сьогодні збільшення кількості автомобілів індивідуального користування та зміни структури міста спричиняють ще екологічну транспортну проблему і проблему стану та якості доріг.

Розробка та прийняття ефективних рішень по раціональному і безпечному використанню різних видів міського транспорту та їх взаємодії для задоволення різних транспортних потреб населення, тобто управління цією складною природно-технічною системою, не може бути ефективною, якщо орієнтуватися тільки на образи, життєвий або професійний досвід осіб, що приймають рішення, закордонний досвід, думку населення і спрощені технології. Потрібно вводити певні показники ефективності функціонування міських транспортних систем, проводити їх кількісну оцінку, вирішувати оптимізаційні задачі. Саме для підтримки прийняття містобудівних рішень, що так чи інакше пов'язані з транспортною системою у всьому світі використовують такий інструмент, як транспортне моделювання.

Транспортна модель — це комп'ютерна прогнозна математична модель, що являє собою базу даних про місто, накладену на геопросторову форму.

Імітаційне моделювання транспортних потоків дозволяє розв'язати ряд необхідних задач для виробітку та узагальнення прийняття рішень в області дорожнього руху.

1. Візуальний аналіз ефективності функціонування існуючої і проектних схем організації дорожнього руху на окремих ділянках ВДМ.

2. Детальний і формалізований розгляд результатів моделювання за декількома параметрами функціонування моделюючої ділянки ВДМ (середня швидкість та середня тривалість затримки кожного ТЗ).

Побудова транспортних моделей дозволить вирішити локальні проблеми міста (оптимізації транспортних потоків). Інформаційні блоки моделі будуть складати єдину базу даних, призначену для безпосередньо зберігання та обробки інформації, необхідної для розрахунку транспортних потоків. Застосовуючи алгоритми розв'язання задач, орієнтованих на розрахунок потреби в пересуваннях і транспортних потоків, будуть утворювати розрахункові блоки моделі.

Транспортна система міста відповідно буде включати картографічну інформацію, дорожню мережу для різних видів транспорту, типи вулиць та доріг, середньорічну добову інтенсивність, пропускну здатність перетинів і перегонів тощо. Блок статистичних даних отримані з інформаційних джерел по перетинах (вузлах) і ділянках доріг між перетинами (перегонів). Завершальним етапом моделювання є виведення різноманітних даних у графічній і табличній формах.

Маючи такий інструмент, як транспортна модель міста, структури державної влади можуть об'єктивно і перевірено виконувати наступні функції:

- 1) експертна кількісна підтримка органів державної влади за всіма питаннями розвитку транспортної інфраструктури в місті на основі всіх зібраних (отриманих) значущих для прогнозування транспортних потоків і транспортної інфраструктури даних;
- 2) розробка транспортних розділів Генерального плану, Комплексної транспортної схеми, комплексної схеми організації дорожнього руху, інтелектуальної транспортної системи міста;
- 3) експертиза всіх проектів, що стосуються транспортних потоків і транспортної інфраструктури.

4. ВИСНОВКИ

Для управління транспортною системою та прийняття оптимальних рішень в галузі транспортного планування необхідні конкретні системні знання про існуючу транспортну ситуацію і можливі сценарії її розвитку. На сьогодні транспортні моделі міста успішно використовують у практичній діяльності міст багатьох країн. Вона виступає сучасним інструментом стратегічного та комплексного вирішення проблем дорожньої мережі, а також управління дорожнім рухом. Головною перевагою транспортної моделі є можливість підтримки довгострокових прогнозів розвитку транспортної інфраструктури міста і це дозволить підняти рівень управлінських рішень. Транспортні моделі, побудовані на сучасних інформаційних технологіях, представляють собою потужні обчислювальні програмні комплекси, які на основі функціонально-просторових характеристик міста в сукупності з усіма наявними даними розраховують найімовірніший розподіл транспортних і пасажирських потоків по ВДМ. Ці розрахунки потім лягають в основу прогнозів розвитку міста та є необхідною аналітичною базою для прийняття рішень з розвитку транспортної інфраструктури міста.

1. World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights. United Nations. — New York, 2014. — 28 p.
2. Гасников А.В., Кленов С.Л. и др. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие — М.: МФТИ, 2010. — 360 с.
3. Криворучко Н.І., Сергеева Є.В. Формування поліфункціональних комплексів у зонах впливу автотранспортних комунікацій // Коммунальное хозяйство городов. — 2009. — № 90. — С.95–104.
4. Прасоленко О.В., Харченко В.Ф. Вплив мережі паркування автомобільного транспорту на параметри руху транспортних потоків // Коммунальное хозяйство городов. — 2006. — № 81. — С.308–313.
5. Семенов В.Т., Карпушин Е.І., Завальний О.В. та ін. Розвиток транспортної схеми міста на основі генерального плану // Коммунальное хозяйство городов. — 2006. — № 69. — С.33–40.

6. Knight F.H. Some fallacies in the interpretation of social cost // The Quarterly Journal of Economics. — 1924. — Vol. 38. — P.582–606.
7. Piugou A.C. The economics of welfare. — 4th edition. — London: MacMillan, 1932. (Русский перевод: *Пигу А.С.* Экономическая теория благосостояния Т. 1–2. Сер. Экономическая мысль Запада. — М.: Прогресс, 1985).
8. Wardrop J. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research // Proceedings of the Institute of Civil Engineers, 1952.
9. Зацерковний В.І., Кобрин О.В. ГІС як засіб ефективного управління транспортними потоками // Вісник Астрономічної школи. — 2015. — Т. 11, № 1. — С.84–90.

Транспортные проблемы современных городов

Зацерковний В.І., Тустановская Л.В., Кобрин О.В.

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, 03127, г. Киев, пр. Академика Глушкова, 2а

Урбанизация городов, увеличение транспортных потоков вызывает возникновение транспортных проблем и создает ряд негативных ситуаций для транспортной сети города и общества в целом. Современные крупные города и мегаполисы постоянно сталкиваются с транспортными проблемами, которые требуют поиска правильных, автоматизированных решений. Условия жизни в городах во многом зависят от того, насколько эффективно работает транспортная сеть. Первоочередной задачей транспортной сети крупного города является обеспечение удобного и быстрого доступа к местам работы, сфере обслуживания, культурным и учебным учреждениям. Одна из наиболее актуальных проблем городского движения — обеспечение пропускной способности улично-дорожной сети (УДМ). Трудности, связанные с пропуском транспортных потоков высокой интенсивности, возрастают из-за большого количества пешеходных потоков. Увеличение количества автомобилей индивидуального пользования и изменение структуры города вызывает еще экологические проблемы и проблемы состояния и качества дорог. Основным средством управления дорожным движением является светофорная сигнализация, предназначенная для первоочередного пропуска участников дорожного движения через определенный участок УДМ, а также для обозначения небезопасных участков улиц (дорог). Структура современных автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУ-ДД) строится по иерархическому принципу обработки информации, который предусматривает при выборе общей организации системы управления выделения нескольких взаимно подчиненных уровней управления: локального, зонального, районного, общегородского. Транспортные модели, основанные на современных информационных технологиях, представляют собой мощные вычислительные программные комплексы, которые на основе функционально-пространственных характеристик города в совокупности со всеми существующими данными рассчитывают наиболее вероятное распределение транспортных и пассажирских потоков по УДМ. Поскольку транспортная сеть современного города — это пространственно-распределенная система, то вполне очевидно, что средой моделирования, анализа и исследования должны выступать геоинформационные технологии. Эффективное разрешение проблем транспортных сетей предусматривается решить с помощью геоинформационного анализа и геоинформационного моделирования, а именно через построение транспортной модели города с помощью геоинформационных систем.

Ключевые слова: транспортная инфраструктура; улично-дорожная сеть; геоинформационное моделирование; транспортные проблемы; транспортные потоки; безопасность; скорость; качество; перевозки; транспортное моделирование.

Transport problems of modern cities

Zatserkovnyi V.I., Tustanovska L.V., Kobryn O.V.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Hlushkova Avenue 2a, 03127 Kyiv, Ukraine

Urbanization of cities, increasing traffic flows causes the emergence of transport problems and creates a number of negative situations for the transport network of the city and society as a whole. Modern large cities and megalopolises are constantly facing transport problems that require finding the right, automatized solutions. The conditions of life in cities depend to a large extent on how efficiently the transport network operates. The primary task of the transport network of a large city is to provide convenient and quick access to work places, service areas, cultural and educational institutions. One of the most urgent problems of the urban traffic is the provision of the street-road network (UDM) capacity. Difficulties connected to the admission of high-intensity traffic flows increase through a large number of pedestrian flows. Increasing the number of individual cars and changing the structure of the city causes on top environmental problems and problems of road condition and quality. The main instrument of traffic management is colour light signaling, designed for the first pass of road users through a certain section of the UDM, and also for determination unsafe sections of streets (roads). The structure of modern automatized traffic management systems (ASM-T) is built on the hierarchical principle of information processing, which while identifying the total management system should operate, foresees the allocation of several mutually subordinate management levels: local, zonal, district, citywide. Transport models based on modern information technologies are powerful computational software complexes that, based on the functional and spatial characteristics of a city, together with all existing data, calculate the most likely distribution of transport and passenger flows by UDM. Since the transport network of a modern city is a space-distributional system, it is quite obvious that geo-information technologies should act as the environment for modeling, analysis and research. Effective resolution of transport network problems is to be solved with the help of geo-information analysis and geo-information modeling, namely through building a transport model of the city with the help of geo-information systems.

Keywords: transport infrastructure; street-road network; geo-information modeling; transport problems; traffic flows, safety; speed; quality; transportation; transport modeling.

Надійшла до редакції / Received	15.07.2017
Виправлена авторами / Revised	11.10.2017
Прийнята до друку / Accepted	25.10.2017