

8. Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах (ОДМ) для опытного применения [Текст]: утверждено распоряжением Росавтодора № ОС-555-р от 19 июня 2003 / Росавтодор. — Москва, 2003. — 87 с.
9. Buckley, D. J. A Semi-Poisson Model of Traffic Flow [Text] / D. J. Buckley // Transportation Science. — 1968. — Vol. 2, № 2. — P. 107–133. doi:10.1287/trsc.2.2.107
10. Рассел, С. Искусственный интеллект: современный подход (AIMA-2) [Текст]: пер. с англ. / С. Рассел, П. Норвиг. — 2-е изд. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. — 1408 с.

#### ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Проанализированы существующие методы прогнозирования интенсивности транспортных потоков. Для определения перспективной интенсивности транспортных потоков при проведении аудита дорожной безопасности на этапе планирования автомобильных дорог, предложено применять балансовый метод прогнозирования. Предложен подход к прогнозированию состава транспортного потока, который базируется на вероятностных методах прогнозирования и может быть применен при проведении аудита дорожной безопасности.

**Ключевые слова:** аудит дорожной безопасности, состав транспортного потока, прогнозирование, интенсивность транспортного потока.

*Абрамова Людмила Сергіївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра організації і безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.*

*Ширін Валерій Вікторович, кандидат технічних наук, кафедра організації і безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна, e-mail: shirin-valeriy@yandex.ru.*

*Абрамова Людмила Сергеевна, кандидат технических наук, доцент, кафедра организации и безопасности дорожного движения, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина.*

*Ширин Валерий Викторович, кандидат технических наук, кафедра организации и безопасности дорожного движения, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Украина.*

*Abramova Lyudmila, Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine.*

*Shirin Valery, Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine, e-mail: shirin-valeriy@yandex.ru*

УДК 656.078.12

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.52010

**Огій О. В.,  
Рубан Д. П.,  
Голубов О. С.,  
Підгорний М. В.**

## КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ВИРІШЕННЯ ПИТАННЯ ЩОДО ІНТЕГРАЦІЇ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТА МІСЬКОГО ПЛАНУВАННЯ

*Розвиток міст і приміських територій, обумовлений процесом урбанізації, характеризується небувалым зростанням використання приватних автомобілів і паралельним розвитком транспортної інфраструктури. У статті розглядаються шляхи вирішення проблеми збільшення площі забудови міста і пов'язаного з цим зростанням необхідності збільшення пасажирських перевезень громадським транспортом на прикладі великих міст розвинутих країн світу.*

**Ключові слова:** транспортна система, громадський транспорт, інтеграція.

### 1. Вступ

Як відомо, транспортні системи завжди мали вплив на моделі розвитку міст. Так сторіччя тому громадський транспорт був одним із основних факторів, що впливав на структуру міста — із щільними і компактними центрами і вуличною сіткою, орієнтованою перш за все на громадський транспорт та пішоходів. Міста розвивались в основному вздовж станцій метро і трамвайних ліній. Розростання міст за рахунок сільської місцевості і розрізнені ділянки забудови з низькою щільністю населення, а також будівництво гіпермаркетів і торгових комплексів вздовж шосе збільшили потребу в автомобілях та запустили коло автомобільної залежності по спіралі: автомобільні пробки, забруднення, зростання транспортних витрат для суспільства, втрата цінних рекреаційних зон, деградація ґрунтів, знищення природних екосистем, вплив на клімат, погіршення якості життя, соціальна ізоляція — ось лише деякі з негативних наслідків.

Нова міська забудова характеризувалась низькою щільністю населення і окремо розташованими об'єктами. Житлові будинки на одну сім'ю, промислові зони та торговельні комплекси будувались без особливого врахування зручності їх розташування, оскільки їх доступність могла б бути забезпечена за рахунок будівництва автодоріг. Громадський транспорт, пішоходи та велосипеди не вважались суттєвими факторами, які потрібно б було врахувати [1–3]. Саме цим обґрунтовується актуальність проведеного дослідження.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Однак з початком ХХІ століття збільшення викидів шкідливих речовин від автотранспорту стали серйозним приводом для хвилювання. Стандарти якості повітря, що встановлені в Євросоюзі [4–6], виявилися несумісними з інтенсивним рухом і пробками, які створюють потоки автомобілів, які щоденно вранці їдуть з приміських

територій в центр міста. Суспільство зрозуміло потребу знизити негативні наслідки мобільності, не приносячи при цьому в жертву якість життя або економічну конкурентоздатність.

В якості відправної точки важливо відпрацювати єдиний погляд на громадський транспорт і міський розвиток. Для цього необхідно узгодити основи політики планування міського будівництва і розвитку громадського транспорту, що неможливо без деякої форми інституційної координації між департаментами міського планування і громадського транспорту. Ключовим фактором успіху є забезпечення взаєморозуміння між всіма учасниками процесу і дисциплінами, яких в минулому просто не вистачало. В сучасних містах, де мобільність все більше набуває регіональний характер, необхідний глобальний погляд на проблеми громадського транспорту і територіального розвитку [7]. Вивченню даного питання присвячені праці англійських, польських, румунських науковців [8–10].

### 3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

*Об'єкт дослідження* — інтеграція громадського транспорту в структуру міста.

*Мета дослідження* — вибір підходів до інтеграції міської інфраструктури і розвиток транспорту.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Вибрати підхід до інтеграції громадського транспорту в міську структуру.
2. Вибрати критерії оцінки проектних рішень при проектуванні великих міст.
3. Розрахувати кількість регульованих перехресть.

### 4. Результати дослідження інтеграції громадського транспорту та планування міста

Монпельє і Тулуза розробили концепції, які заохочують комплексний підхід до вирішення питань розвитку громадського транспорту і будівництва міста; міністерства США також намагаються іти в цьому ж напрямку.

Інтеграція будівництва міста і розвиток транспорту в Монпельє заснована на таких головних факторах:

- трамвай, дуже популярний вид транспорту, переваги якого (покращення екології, облагородження міського ландшафту і покращення якості життя) оцінили не тільки пасажирів, але і всі жителі міста;
- проста і прозора політична структура;
- план міського розвитку, заснований на трамвайній сітці і відомий всім зацікавленим державним і приватним організаціям.

Завчасне доведення планів до відома всіх зацікавлених сторін є основним принципом діяльності муніципалітету. Наприклад, 90 % приватних і громадських зон міського розвитку, розташовується вздовж однієї з ліній, так як учасники цих проектів знають, що безпосередня близькість до трамвайної лінії є беззаперечною перевагою. Завчасна інформація про плани і впевненість в їх виконанні більш ефективні, ніж правові обмеження.

Забудовники об'єктів приватної власності відіграють ключову роль в розвитку міського ландшафту. Особливо важливо заохочувати сумісню розробку проектів, в яких розвиток громадського транспорту враховано спочатку.

Одним з можливих шляхів досягнення цього є обов'язкове затвердження будівництва міста управлінням громадського транспорту на предмет його інтегрованості, як це відбувається в Каталонії.

Декрет стосується міських об'єктів, що генерують більше ніж 5000 щоденних поїздок. В цьому випадку забудовник зобов'язаний скласти прогноз рівнів мобільності, прорахувати частку різних видів транспорту і кількість пасажирів, що перевозяться кожним видом транспорту. На цій основі забудовник повинен потім розробити план корегувальних заходів для зменшення негативного впливу на мобільність. Планувальник повинен забезпечити гармонійний зв'язок різних способів пересування (пішки, на велосипеді, на громадському і особистому транспорті), з'єднання головних транспортних вузлів і відповідність мінімальним технічним вимогам. Іншими словами, декрет вимагає, щоб пішохідним та велосипедним доріжкам приділялась така ж увага, як і автомобільним дорогам, і щоб всі способи пересування аналізувались і планувались узгоджено. Декрет також передбачає необхідність обладнання в житлових кварталах паркувань на мінімальну кількість місць.

Інтеграція громадського транспорту в міську структуру допомагає відродити міські території і забезпечує підтримку життєвої активності в центрах міст. Модернізація громадського транспорту не лише покращує транспортні можливості, але і створює краще міське середовище. В багатьох випадках модернізація стає імпульсом для появлення нових ліній легкорейкового транспорту, як в Торонто, або за рахунок зміни планування традиційного міста та покращенню послуг громадського транспорту у відповідності з концепцією «мегаквартилу».

Згідно офіційному плану ніяких нових доріг в Торонто будуватись не буде. Замість цього все зростання попиту на пасажирські перевезення буде задоволено за рахунок громадського транспорту. Нові житлові будинки, робочі місця будуть сконцентровані навколо існуючих станцій швидкісного транспорту і основних коридорів громадського транспорту. План також передбачає підвищення привабливості і надійності громадського транспорту за рахунок надання йому пріоритету на міських вулицях. Історично розширення системи здійснювалось за рахунок продовження ліній метро. Однак новий план привів планувальників і політиків до висновку, що легкорейковий транспорт є ідеальним рішенням для організації швидкісного пасажирського транспортного сполучення.

З точки зору структури більшість міст будувались навколо кварталу як основної одиниці міської системи. Більша частина громадської території утворена за рахунок вільного простору між кварталами. Одним з найбільших прорахунків у відношенні приватного транспорту є надання наскрізного доступу транспортним засобам до всіх вулиць міста, що призводить до конфлікту з іншими засобами пересування.

У практиці, як правило, при проектуванні великих міст, використовується багато критеріїв. У ряді випадків їх вдається тим або іншим чином звести до одного критерію (простору між кварталами) і тим самим повернутися до випадку однокритеріальної оптимізації. Найпростіший спосіб такого зведення полягає в так званому зважуванні критеріїв. Якщо  $f_1(x), \dots, f_n(x)$  — цільові функції, що виражають значення використовуваних

критеріїв, то для кожної з них, з відносною важливістю критеріїв, вибирається позитивний ваговий коефіцієнт  $\lambda$ . Операція зважування критеріїв (цільових функцій)  $f_1(x), \dots, f_n(x)$  полягає в заміні їх єдиним критерієм (цільовою функцією)  $f(x) = \lambda_1 f_1(x) + \dots + \lambda_n f_n(x)$ .

Вирішення даної проблеми може бути в створенні нової одиниці ділення міської території, яка враховує особливості міста та автомобільного руху. Мегаквартир розмірами, наприклад  $400 \times 400$  м, що складається з деяких кварталів менших розмірів. В рамках сітки осьових доріг зелені сигнали світлофорів були б більш ефективними на 400-метрових ділянках доріг. При цьому кількість правих і лівих поворотів значно зменшилась, оскільки повороти дозволені лише в кінці кожної ділянки. Повороти наряду зі світлофорами є основними причинами втрати швидкості.

Задача про визначення кількості світлофорів формулюється в такий спосіб. Нехай в місті мається  $n$  місць, які потрібно контролювати і  $n$  світлофорів, кожен з яких може контролювати лише одне місце. Швидкість контролю світлофором  $i$  місця  $j$  пов'язана з затримкою реакції світлофора на запит  $c_{ij}$ ,  $i, j = 1 \dots n$ .

Потрібно знайти місця розташування усіх світлофорів в місті, які дозволять контролювати рух транспортних засобів, з мінімальною сумарною затримкою, при цьому світлофор контролює тільки одне перехрестя міста, що досліджується і кожне перехрестя міста контролюється тільки одним світлофором.

Для формулювання задачі в термінах цілочисельного програмування введемо змінну  $x_{ij}$ , таку, що:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{якщо } i \text{ світлофор контролює } j \text{ перехрестя,} \\ 0 & \text{в протилежному випадку.} \end{cases}$$

Очевидно, змінна  $x_{ij}$  повинна задовольняти умовам:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1 \dots n, \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1 \dots n. \quad (2)$$

Отже формально задача полягає в знаходженні чисел  $x_{ij}$ , що задовольняють умовам (1), (2) і мінімізуючи вираз:

$$C = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij}. \quad (3)$$

Неважко побачити, що в силу умови  $x_{ij} = \{0, 1\}$  поставлена задача є цілочисельною. Для її вирішення застосовують звичайні комбінаторні методи, наприклад, метод гілок і меж.

Виділення деяких доріг для транспортних засобів і обмеження швидкості в межах мегаквартир звільнили б від 60 до 70 % простору. Виділення паркувальних місць дозволить автомобілістам залишати свої машини на невеликій відстані від місць призначення (близько 300 м).

Щоб в максимальній мірі обмежити рух в границях мегаквартир, може бути використана система шлагбаумів, для забезпечення деякої гнучкості.

При цьому доступ був би дозволений лише особистим автомобілям місцевих жителів, автомобілям аварійних служб, а також для інших цілей в певні узгоджені години.

Місця для паркування автомобілів на узбіччях доріг по мірі будівництва, в тому числі і підземних, автостоянок були б поступово скорочені. Система паркувань в дворах повинна забезпечити потреби місцевих жителів. Швидкість автомобілів всередині мегаквартир може бути пристосована до інтересів пішоходів (до 10 км/год.).

Концепція мегаквартир є спробою «примирення» всіх видів транспорту, інтегрувати мобільність і зробити місто більш привабливим для життя, скоротивши використання приватних автомобілів, збільшивши використання громадського транспорту та забезпечивши більш сприятливі умови для пішоходів та велосипедистів.

Нові житлові або офісні квартали часто розміщуються на околицях міст. Будівництво багатфункціональних приміських комплексів з щільною забудовою вздовж високоякісної сітки громадського транспорту з гарним зв'язком з центром є неодмінною умовою зниження потреби в автомобільній залежності в приміських районах. Наприклад, в Парижі компаніям пропонується інноваційна послуга по підбору оптимального місцезнаходження.

## 5. Обговорення результатів дослідження інтеграції громадського транспорту та планування міста

При плануванні нових районів великих міст України необхідно враховувати досвід провідних країн світу. Нині в багатьох містах спостерігаються ускладнення автомобільного руху, особливо в години-пік, викликані в тому числі громадським транспортом, що знаходиться на зупинках вулиць, заважаючи таким чином вільному проїзду легковим автомобілям. У зв'язку з цим необхідно здійснити нову оцінку пасажиропотоків з метою розвантаження основних транспортних автомагістралей міст. Найкращим варіантом є розширення мережі ліній метрополітенів та створення нових станцій, що дозволить замінити наземний громадський транспорт підземним, який не лише розвантажить транспортні потоки, але і покращить екологічну ситуацію у великих містах.

Запропонований в статті підхід до інтеграції громадського транспорту та міського планування дає ряд переваг. Розумне керування територіальним розвитком скорочує потребу в переміщеннях, високоякісний громадський транспорт може легко задовольнити решту частини потреб в переїздах. Ведучу роль в просуванні цієї політики відіграють Управління громадського транспорту. Райони, де впроваджуються такі інтегровані проекти, стають все більш доступними, що веде за собою інші соціально-економічні вигоди.

## 6. Висновки

У результаті проведених досліджень:

1. Запропоновано підхід до інтеграції громадського транспорту в міську структуру. Інтеграція громадського транспорту в міську структуру допомагає відродити міські території і забезпечує підтримку життєвої активності в центрах міст.

2. У практиці, як правило, при проектуванні великих міст, використовується багато критеріїв. У ряді

випадків авторами пропонується звести до одного критерію (простору між кварталами) і тим самим застосувати однокритеріальну оптимізацію.

3. Запропоновано метод розрахунку необхідної кількості світлофорів для регулювання перехресть.

#### Література

1. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Текст]. — Введ. 1990-01-01. — М., 1994. — 110 с.
2. СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения [Текст]. — Введ. 1990-01-01. — М., 1992. — 88 с.
3. ВСН 62-91. Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей инвалидов и маломобильных групп населения [Текст]. — Введ. 1992-01-01. — М., 1993. — 90 с.
4. Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air [Electronic resource]. — OJ L 23. — 26.01.2005. — P. 3–16. — Available at: \www/URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32004L0107>
5. Air quality guidelines — global update 2005 [Electronic resource] // World Health Organization. — Available at: \www/URL: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/outdoorair\\_aqg/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/outdoorair_aqg/en/)
6. Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe [Electronic resource]. — OJ L 152. — 11.06.2008. — P. 1–44. — Available at: \www/URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32008L0050>
7. Безлюбченко, О. С. Планування і благоустрій міст [Текст] / О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черносова. — Х.: ХНАМГ, 2013. — 204 с.
8. May, A. D. The principles of integration in urban transport strategies [Text] / A. D. May, C. Kelly, S. Shepherd // Transport Policy. — 2006. — Vol. 13, № 4. — P. 319–327. doi:10.1016/j.tranpol.2005.12.005
9. Soleska, K. Integration of public transport in polish and EU documents and examples of solutions for integration of public transport in Poland and in the world [Text] / K. Soleska // Transport Problems. — 2011. — Vol. 6, № 4. — P. 23–34.
10. Cernaianu, N. Transport Network in Concept European Road [Text] / N. Cernaianu, V. Stegrouiu, C. Stegaroiu // Asian Journal of Business Management. — 2010. — Vol. 2, № 4. — P. 89–93.

#### КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ВОПРОСА ИНТЕГРАЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА И ГОРОДСКОЙ ПЛАНИРОВКИ

Развитие городов и пригородных территорий, обусловленный процессом урбанизации, характеризуется небывалым ростом использования частных автомобилей и параллельным развитием транспортной инфраструктуры. В статье рассматриваются пути решения проблемы увеличения площади застройки города и связанного с этим ростом необходимости увеличения пассажирских перевозок общественным транспортом на примере больших городов развитых стран мира.

**Ключевые слова:** транспортная система, общественный транспорт, интеграция.

*Огий Олександр Вікторович, кафедра автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет, Україна, e-mail: ogiy111@ukr.net.*

*Рубан Дмитро Петрович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет, Україна.*

*Голубов Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, доцент, Київ, Україна, e-mail: golas\_as@ukr.net.*

*Підгорний Микола Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет, Україна.*

*Огий Александр Викторович, кафедра автомобилей и технологий их эксплуатации, Черкасский государственный технологический университет, Украина.*

*Рубан Дмитрий Петрович, кандидат технических наук, доцент, кафедра автомобилей и технологий их эксплуатации, Черкасский государственный технологический университет, Украина.*

*Голубов Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, Киев, Украина.*

*Пидгорный Николай Владимирович, кандидат технических наук, доцент, кафедра автомобилей и технологий их эксплуатации, Черкасский государственный технологический университет, Украина.*

*Ogiy Oleksandr, Cherkasy State Technological University, Ukraine, e-mail: ogiy111@ukr.net.*

*Ruban Dmitriy, Cherkasky State Technological University, Ukraine.*

*Golubov Alexander, Kyiv, Ukraine, e-mail: golas\_as@ukr.net.*

*Pidhornyy Mykola, Cherkasy State Technological University, Ukraine*