

УДК 656.13.07 : 65.001.573

## ПРИКЛАДНІ СІТЛОГІСТИЧНІ РІШЕННЯ В УМОВАХ УРБАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА

*А. О. Лямзін*, канд. техн. наук, доц.; *І. М. Майорова*, д-р екон. наук, проф.;  
*М. С. Мнацаканян*, асистент; *Є. О. Український*, асистент

Державний вищий навчальний заклад  
«Приазовський державний технічний університет»  
e-mail: alyamzin@yandex.ua

*Запропоновано системний підхід розвитку транспортних мереж у міському середовищі. Розроблено класифікатор прикладних сітлогістичних рішень в умовах урбанізації міських транспортних мереж.*

**Ключові слова:** міське середовище, процес урбанізації транспортних мереж, архітектура транспортних мереж, гіпермережа фізичного простору, двохшарова модель, класифікатор прикладних сітлогістичних рішень.

*The system approach development of transport networks in urban environments. Designed classifier applied city logistics solutions urbanization urban transport networks.*

**Keywords:** urban environment, process of an urbanization of transport networks, architecture of transport networks, hyper network of physical space, two-layer model, qualifier applied city logistics of decisions.

### Постановка проблеми

Проблема реалізації інноваційних — сітлогістичних рішень, спрямованих на розвиток транспортної мережі в умовах міського середовища, зумовлена особливостями, які її характеризують, і можливостями концепцій формування та розвитку великих муніципальних утворень

### Аналіз досліджень і публікацій

Міське середовище — це складна територіальна складова, що забезпечує задоволення попиту соціуму, а також муніципальних і промислових суб'єктів життєдіяльності міських утворень з обов'язковим забезпеченням регенераційного потенціалу природних ресурсів цього середовища. Територія міського середовища має свій ландшафт з його рельєфом і геологією, клімат, водні об'єкти, рослинність і тварини, ґрунти, природні комплекси.

Для деяких територій у міському середовищі характерне історичне минуле («запах» старовини, ефект присутності знаменитості тощо). Властивості (функції) цих територій можуть слугувати маркою, товарним знаком.

Серед територій у міському середовищі можна виділити декілька базових видів (рис. 1):

1. *Території господарської забудови*, що містять, магазини, контори, склади та ін. Це територія, в межах якої встановлюється режим використання земель, що обмежує будівництво і господарську діяльність [1].

2. *Рекреаційні території* — традиційно використовувана природна або спеціально організована територія, де мешканці населеного пункту

проводять години дозвілля (парки, сквери, національні парки та ін.) [1].

3. *Промислова територія*. На території промислових територій розміщуються: промислові підприємства, теплоелектроцентралі, великі електропідстанції, лінії електропередач, газопроводи, нафтопроводи, великі гаражі і автобази, науково-дослідні інститути з дослідними виробництвами, навчальні центри з підготовки і перепідготовки кадрів та інші об'єкти, пов'язані з науково-технічним обслуговуванням підприємства. До її складу входять резервні території для розміщення нових об'єктів промислового будівництва, санітарно-захисні зони, зелені насадження, паркові зони, громадські центри, передзаводські зони [1].

4. *Селітебна територія* — частина території населеного пункту, призначена для розміщення житлової, громадської (суспільно-діловий) і рекреаційної зон, а також окремих частин інженерної і транспортної інфраструктур, інших об'єктів.

5. *Транспортний каркас у міському середовищі* — складна архітектурна композиція транспортних мереж, що класифікується за трьома основними типами [2]:

Перший тип (а) характеризує транспортний каркас центральних районів міст зі скверами та міськими парками.

Каркас другого типу (б) має структуру транспортної мережі на кордонах адміністративних міських районів.

Третій тип каркасу (в) характерний для житлових та селітебних секторів міста.



1



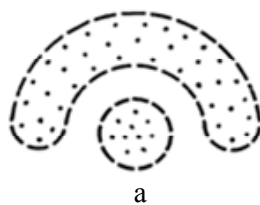
2



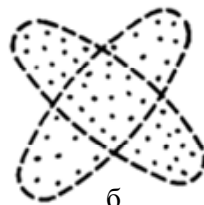
3



4



а



б



в

• — транспортна одиниця (рухомий склад)

Рис. 1. Базові складові міського середовища

Основними функціями транспортної мережі в міському середовищі є: комунікаційне обслуговування міської території і здійснення взаємодії між елементами територіальної структури (вузлами, центрами, зонами, районами), вона служить конфігуратором територіальних систем господарства і населення. Конфігурація транспортної мережі значною мірою впливає на «рисунку» території і розселення [1; 2; 3]. Процес розвитку транспортних мереж у промислових районах міського ландшафту ґрунтується на комплексному застосуванні двох моделей — галузевій і базовій. Цей підхід дав змогу застосувати сильні сторони моделей розвитку, а саме: 1) використання міських земельних ресурсів, розташованих уздовж транспортної осі (секторів); 2) розміщення елементів

транспортної мережі (вулиць, провулків і ін.) в ядрах міських промислових районів для утворення галузевої агломерації [3].

Вивчення морфології міського середовища (просторового пристрою) і її урбанізації Відображає факт того, що автомобільні і залізничні шляхи, що є елементами транспортної мережі, існують набагато довше за інші елементи міста, наприклад, будівель і споруд і тому оцінка ефективності розвитку їх структурних і динамічних властивостей має надзвичайно важливе значення для вироблення загальних принципів розвитку транспортних мереж у міському середовищі [3; 4; 5; 6]. У процесі урбанізації транспортної мережі в міському середовищі можна виділити чотири етапи [5; 6] (рис. 2).

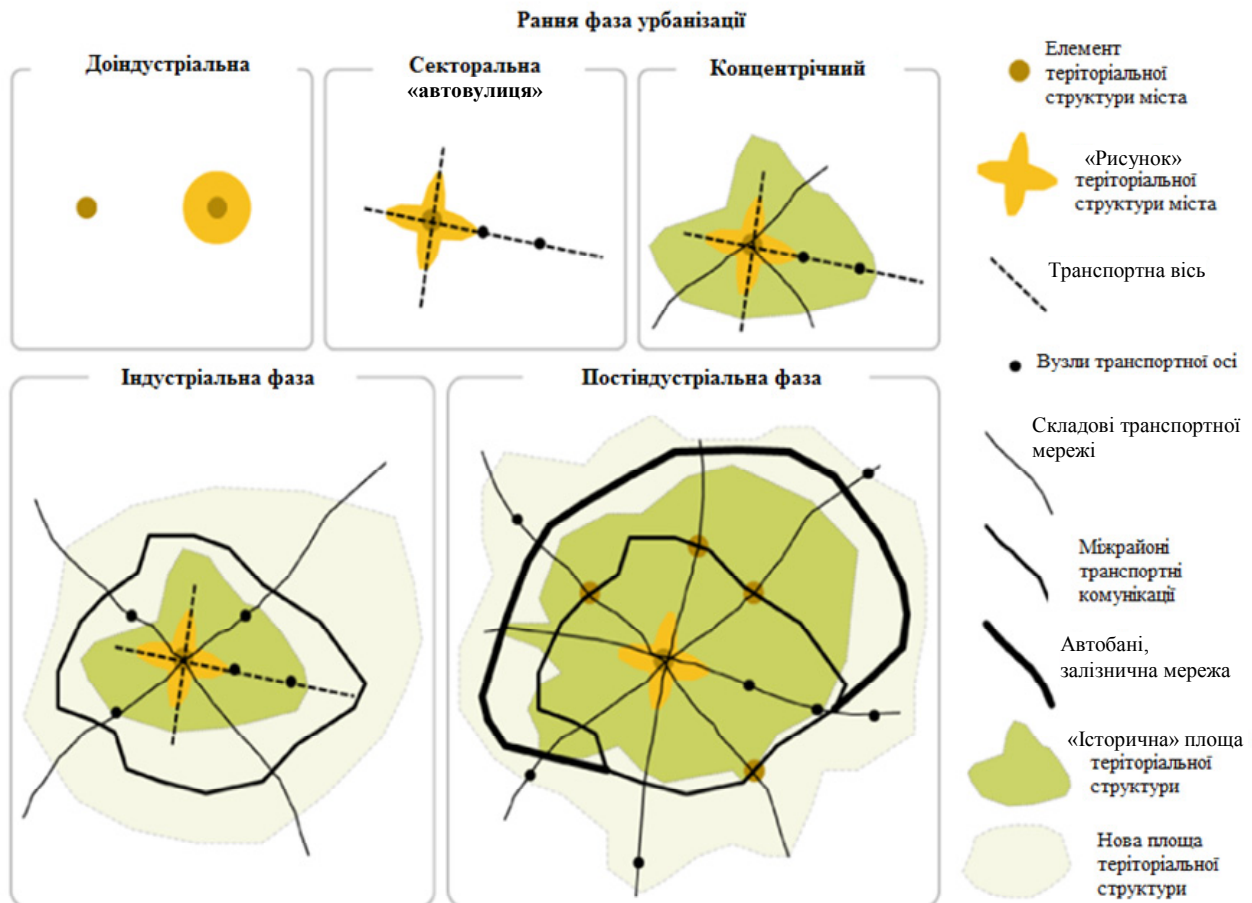


Рис. 2. Схематизація процесу урбанізації транспортних мереж у міському середовищі

1. Доіндустріальний період (1800–1918), повністю пов'язаний з сільськогосподарською економікою і практичною відсутністю транспортної інфраструктури. Доіндустріальна фаза. Концентричний розвиток землекористування з сильною дією чинника відстані між елементами територіальної структури міста. Основна характеристика міста і його районів — компактність.

2. Рання фаза урбанізації (1918–1945). Поява залізниці, невеликих центрів промислового виробництва, поступове поширення невеликих сільських поселень навколо історичних центрів. Рання фаза урбанізації включає два складові процеси: *секторальний*: розвиток сектора уздовж основних ліній.

Розширення міст у нові житлові квартали у формі вуличних автомобільних ліній і приміських залізничних станцій; *концентричний розвиток*. Ця нова форма мобільності включає процес ширшого спектру приміського розвитку.

3. Індустріальна фаза (1945–1990): розвиток різних галузей, зростання населення регіону, поява швидкісних магістралей. Індустріальна фаза: концентричний розвиток з підтримкою створення нового дачного простору, що складається з будинків для однієї сім'ї.

4. Постіндустріальна фаза (1990–2012). Спад темпів промислового розвитку, виникнення центру урбанізації, зростання мобільності населення завдяки появі швидкісного транспорту. Постіндустріальна фаза: характеризується появою субцентрів (вантажних сіл) уздовж основних дорожніх перехресть. Автомобіль став головною подією, яка впливає на процес формування життєвих циклів суб'єктів міст, що забезпечують життєдіяльність. Слід зазначити, що основними конфігурантами транспортної мережі міських промислових районів, які визначають їх ефективність, є автомобільні і залізничні комунікації (рис. 3).

У міському середовищу використовуються різні види взаємодії перелічених вище видів транспорту в умовах обмежених можливостей транспортних комунікацій. На ефективність розвитку транспортних мереж чинять дію безліч організаційно-технічних показників, а також чинники зовнішнього середовища (до чинників зовнішнього середовища належать дії інших систем, а також сітілогічного середовища в цілому на дану систему). Нижче наведено лінгвістичну оцінку досліджуваних конфігурантів на прикладі промислових районів м. Маріуполя.

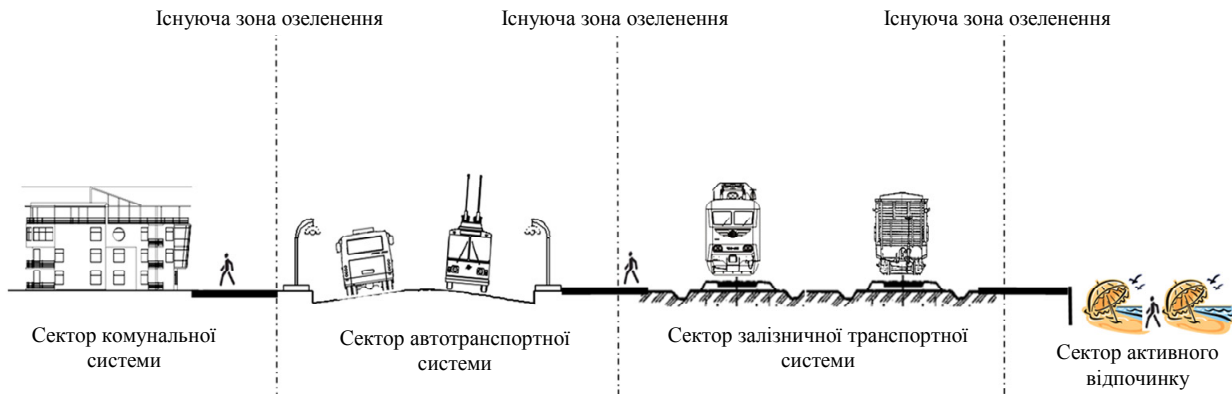


Рис. 3. Основні конфігуранти транспортної мережі в міському середовищі (на прикладі м. Маріуполь)

*Залізнична складова* [7]. Маріупольська гілка залізниці формувалася в середині минулого століття, коли про комфортність міського середовища не було відомо. Найважливішим завданням було максимально швидко прокласти саме залізницю, щоб забезпечити доставку матеріалів і вантажів до градоутворювальних підприємств.

Окрім основної гілки, аналізовані промислові райони пронизали десятки дрібних залізничних шляхів. Це під'їзні шляхи, які колись зв'язували, або досі зв'язують місцеві підприємства з головною залізничною магістраллю, і розгалужена мережа залізниць таких великих промислових підприємств, як ПАО «МКАЗОВСТАЛЬ», ПАО «ММК ім. Ілліча», ВАТ «Азовмаш» (рис. 4, а). Залізниця промислових районів має ряд недоліків. По-перше, вона відокремлює від центру великі житлові райони. По-друге, залізничний переїзд — це завжди пробка, або як мінімум затор.

Навіть якщо рух через нього не перекритий, автомобілі завжди мають удвічі знижувати швидкість. Якщо при під'їзді до шляхів вона становить приблизно 45–50 км/год, то через рейки транспорт проїжджає вже зі швидкістю 25–30 км/год.

По-третє, залізниця, яка проходить фактично через центр міста, — це потенційна небезпека для людей і автомобілів.

*Автотранспортна складова.* Кількісний аналіз розвитку автодорожніх мереж промислових районів великих міст (наприклад, м. Маріуполь) за останні декілька десятиліть має такі закономірності. Сумарне число вузлів (перехресть) виросло з 255 в 1940 р. до більше 5000 в 2012 р. При цьому швидкість зростання числа вузлів була низькою в період 1940–1950 рр., високою в період 1960–1980 рр. і знову низькою з 1990 по 2013 роки (рис. 4, б).

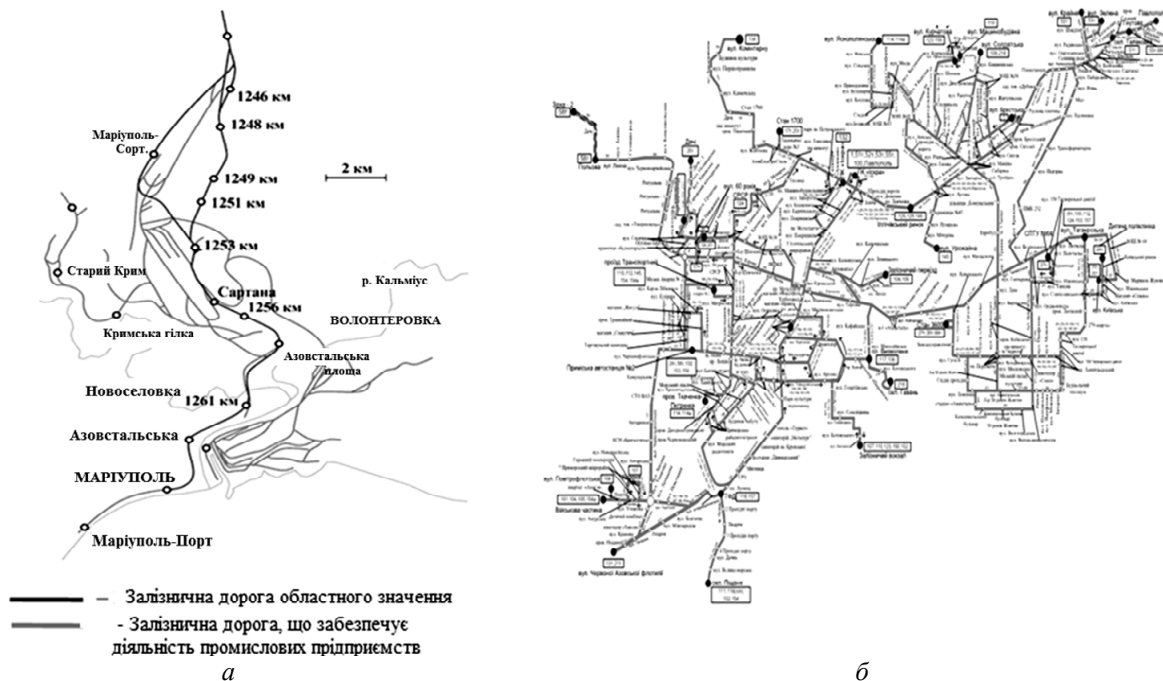


Рис. 4. Скелетна схема архітектури і автомобільних залізниць у міському середовищі (на прикладі м. Маріуполя)

### Загальна модель вирішення проблеми

Оцінка ефективності розвитку (урбанізації) транспортних мереж у міському середовищі з наступним прийняттям сітілогістичних. (організаційних, технічних і технологічних) рішень повинна ґрунтуватися на застосуванні системного підходу та системному розгляді кожного етапу, кожної проблеми.

Практика реалізації інноваційних рішень у сфері транспортного процесу і транспортних мереж у міському середовищі дозволяє визначити як найбільш ефективної концепції — концепцію «інтерmodalності» [9].

Суть цієї концепції полягає у створенні інтерmodalних, збалансованих і скоординованих транспортних систем, що приводить до формування міського середовища більш «зручного» для життя, так званих «інтерmodalних міст».

Системний підхід, застосований до формування таких інтелектуальних міських систем, може базуватися на застосуванні методики «гіпермережі фізичного простору індустріальних центрів», запропоновані авторами робіт [9; 10].

Основа методики полягає у формуванні складної багаторівневої транспортної мережі, яка регулюється за допомогою інтелектуальних систем і об'єднує в собі міські комунікації всіх класів.

Гіпермережа може бути зображена у вигляді двошарової моделі, побудованої на базі евристичного алгоритму вибору пріоритетних маршрутів (рис. 5).

При цьому як первинний шар виступає «фізична мережа» (гілки гіпермережі відповідають міській мережі), а вторинний шар — «логістична мережа» (кожне ребро логістичної мережі складається з безлічі гілок фізичної мережі і має задану пропускну спроможність).

Гіпермережа фізичного простору [9] більш адекватно описує складність і ієрархічність сучасних міських транспортних мереж.

Розв'язок задач на гіпермережах, з урахуванням динаміки функціонування в часі, дозволить отримати результати охоплюють всі аспекти функціонування сітілогістичних районів.

Наочне відображення взаємодії компонентів сітілогістичної системи дає уявлення міської мережі як складної системи у вигляді графа гіпермережі міста  $HS = (X; V; R; P; F; W)$ , що включає такі об'єкти (рис. 5) [10]:

$X = (x_1; \dots; x_n)$  — безліч вершин (перехрестя і розв'язки);

$V = (v_1; \dots; v_g)$  — безліч гілок (дороги місцевого значення);

$R = (r_1; \dots; r_m)$  — безліч ребер (маршрути прямування).



Рис. 5. Схема двошарової моделі гіпермережі транспортної системи міста

Нижче наведено елементи таблиці класифікатора прикладних сітілогістичних рішень в умовах урбанізації транспортних мереж міського середовища (таблиця). Інформаційний базис таблиці містить такі складові: лінгвістичну оцінку етапу урбанізації; сітілогістичне рішення і реалізовані в них принципи, характерні для даного етапу урбанізації; переваги реалізації прикладних сітілогістичних рішень на певому етапі урбанізації.

### Висновок

Запропонований класифікатор прикладних сітілогістичних рішень дозволить оперативно вирішувати проблему забезпечення ефективності транспортних систем у міському середовищі.

**Класифікатор прикладних сітілогістичних рішень в умовах урбанізації  
транспортних мереж міського середовища  
[розробка авторів]**

Назва та умовне позначення класу сітілогістичних рішень	Характеристика етапу урбанізації / часовий відрізок етапу /	Сітілогістичні рішення (реалізовані принципи)	Територіальна структура де прийнятий комплекс сітілогістичних рішень	Переваги	Зауваження
Вантажні центри (сіті порти) і консолідована доставка В	 <p>Постіндустріальний /1990-2012/</p> <p>Спад темпів промислового розвитку, виникнення центру урбанізації, зростання мобільності населення завдяки появі швидкісного транспорту. Постіндустріальна фаза. Характеризується поява субцентрів (вантажних сіл) вздовж основних дорожніх артерій. Автомобіль став головною подією, що впливає на процес формування життєвих циклів суб'єктів забезпечують життєдіяльність міст.</p>	Мультимодальні вантажні центри (Забезпечення функціонального зонування транспортної мережі муніципальних утворень)	Італія, Німеччина	<ul style="list-style-type: none"> <li>Підвищена ймовірність використання екологічно більш чистих видів транспорту: залізничного та водного транспорту.</li> <li>Розширення можливостей для консолідованої доставки, яка дозволить знизити комерційні поїздки автомобілів в центр міста.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Дуже ефективний стимул для стійкого розвитку міських вантажних систем, але впровадження на практиці утруднена.</li> <li>Високі витрати на інвестиції.</li> <li>Велика площа не потрібна.</li> <li>Для досягнення успіху необхідна тісна співпраця з приватним сектором.</li> <li>Необхідно наявність достатньої освіти - знань про переваги консолідованої доставки.</li> <li>Високі витрати на інвестиції.</li> <li>Велика площа не потрібна.</li> </ul>
		Вантажні міські центри (Забезпечення функціонального зонування транспортної мережі муніципальних утворень)	Німеччина, Японія		
		Бізнес групи розвитку, таких як оптові ринки в Японії. (Забезпечення функціонального зонування транспортної мережі муніципальних утворень)	Японія, Україна		

### ЛІТЕРАТУРА

1. [Електронний ресурс]. — Режим доступу до джерела: <https://ru.wikipedia.org>

2. Николаенко И. В. Оценка транспортной доступности объектов в городской логистике / И. В. Николаенко, А. А. Лямзин // TRANSPORT PROBLEMS 2013: V International Scientific Conference Katowice, Poland, 24–28 June 2013 y. — Katowice: The Silesian University of Technology, 2013. — N. 1. — P. 370–375.

3. Губенко В. К. Эффективность маршрутной сети промышленных районов в условиях городской логистики / В. К. Губенко, М. В. Хара, А. А. Лямзин, Е. А. Романенко // TRANSPORT PROBLEMS 2013: V International Scientific Conference Katowice, Poland, 24-28 June 2013 y. — Katowice: The Silesian University of Technology, 2013. — N.1. — P. 150–156.

4. *Complexity Theories of Cities Have Come of Age*. Editors: Juval Portugali, Han Meger, Egbert Stolk, Ekim TanSpringer, Berlin, Heidelberg, 2012.

5. Batty M. & Longley O.A. *Fractal Cities: A Geometry, Form and Function* (Academic Press, San Diego CA, 1994).

6. Southworth M. & Ben-Joseph E. *Streets and Shaping of Towns and Cities*. (Island Press, Washington DC. USA, 2003).

7. Strano E., Nicosia V., and Barthelemy M. Elementary processes governing evolution of road networks. *Scientific Reports*. 2:296. DOI: 10.1-38/step00296.

8. Губенко В. К. Логистика надежности и экологичности вагонопотоков промпредприятий сити-районов: монография / В. К. Губенко, М. В. Хара, А. А. Лямзин. — Донецк : ООО «Цифрова типографія», 2014. — 383 с.

9. Yana Nefyodova, Maria Mnatsakanian. City-logistics system modeling of traffic flows under conditions of fuzzy factors. VI INTERNATIONAL CONFERENCE/ Poland / 493–500 с.

10. Невфёдова Я. И. Моделирование транспортных потоков системы индустриального центра / Я. И. Невфёдова, М. С. Мнацаканян // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту, 2013. № 3. — С. 4–11.

Стаття надійшла до редакції 28.08.2014.