

УДК 625.7

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ НА ОСНОВІ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

**С.В. Мироненко, доц., к.т.н., А.С. Венгер, викладач, С.В. Атмажов, викладач,
Одеський національний політехнічний університет**

Анотація. Розглядаються основні показники транспортного потоку для визначення пропускної здатності та рівня завантаження на прикладі вулично-дорожньої мережі у Приморському районі міста Одеси.

Ключові слова: пропускна здатність, вулично-дорожня мережа, транспортні засоби, інтенсивність, організація дорожнього руху, автомобіль.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

**С.В. Мироненко, доц., к.т.н., А.С. Венгер, преп., С.В. Атмажов, преп.,
Одесский национальный политехнический университет**

Аннотация. Рассмотрены основные показатели транспортного потока для определения пропускной способности и уровня загруженности на примере улично-дорожной сети в Приморском районе города Одессы.

Ключевые слова: пропускная способность, улично-дорожная сеть, транспортные средства, интенсивность, организация дорожного движения, автомобиль.

TRAFFIC MODELING BASED ON ROAD CAPACITY OF THE ROAD NETWORK

**S. Myronenko, Assoc. Prof., Ph. D. (Eng.), A. Venger, Instr., S. Atmazhov, Instr.,
Odessa National Polytechnic University**

Abstract. The article examines the key indicators of traffic flow to determine the throughput and the level of traffic congestion on example of the road network in Prymorskyi district of Odessa.

Key words: road capacity, road network, vehicle, intensity, traffic management, car.

Вступ

Автомобільний транспорт міцно увійшов у сучасне життя, забезпечуючи великий обсяг перевезень у всіх сферах людської діяльності. Автомобільні перевезення стали невід'ємною ланкою транспортного процесу практично на всіх видах транспорту [1–10].

Збільшення інтенсивності руху транспорту, зміна структури і швидкісних режимів транспортних потоків висувають усе більш жорсткі вимоги до засобів керування й організації

руху для забезпечення необхідного рівня ефективності й безпеки дорожнього руху. Для цього повинна бути створена оптимальна за довжиною, щільністю й транспортно-експлуатаційними показниками вулично-дорожня мережа. Однак досвід найбільш розвинутих країн показує, що недостатньо побудувати дороги, необхідно здійснювати на них постійну цілеспрямовану діяльність із планування, оснащення спеціальними технічними пристроями організації дорожнього руху й оперативного керування рухом [1–4, 6–10].

Значне зростання автомобільного парку, обсягу перевезень веде до збільшення інтенсивності руху, що в умовах міст з історично сформованою забудовою призводить до виникнення транспортної проблеми.

Особливо гостро вона відчувається у вузлових пунктах вулично-дорожньої мережі. Тут збільшуються транспортні затримки, утворюються черги і затори, що викликають зниження швидкості сполучення, невиправдану перевитрату палива та підвищене зношування вузлів і агрегатів транспортних засобів [1].

Аналіз публікацій

У роботах сучасних фахівців у галузі транспорту описані різні способи регулювання руху на складних вузлах доріг і швидкісних магістралях, а також методи проектування економічних транспортних систем із високою пропускну здатністю. Методики розрахунку пропускну здатності наведені у книгах Булавина Л.В. [3], Клінковштейна Г.І. [5], Коноплянко В.І. [6], Силіянова В.В. [8] та інших авторів. Для цього дослідження були обрані методи натурних спостережень [5].

Мета і постановка завдання

Метою роботи є виконання аналізу пропускну здатності на прикладі вулично-дорожньої мережі Приморського району міста Одеси для оцінки завантаження доріг рухом.

Дослідження якості транспортного обслуговування

Найважливішим критерієм, що характеризує функціонування шляхів сполучення, є їх пропускну здатність. У теорії проектування автомобільних доріг і працях з організації руху застосовується термін «пропускну здатність дороги». Найпростіше визначення цього поняття зводиться до того, що під пропускну здатністю дороги розуміють максимально можливе число автомобілів, яке може пройти через перетин дороги за одиницю часу. Визначення фактичної пропускну здатності є можливим лише на діючих дорогах. Ці дані мають особливо велике практичне значення, оскільки дозволяють реально оцінити пропускну здатність при забезпеченні певного рівня швидкості й безпеки руху [11].

Залежно від мети дослідження можуть бути використані різні методи визначення характеристик дорожнього руху: документальні, натурні, методи моделювання [3–8].

Для оцінки пропускну здатності було обрано наступні вулиці Приморського району міста Одеси: Катерининська, Рішельєвська, Пушкінська, Канатна, Грещька та Велика Арнаутська. Ці вулиці були обрані у зв'язку з тим, що вони є транзитними артеріями історичного центру міста. Саме по них відбувається рух до основного пасажиро- та транспортно-утворюючого вузла – залізничного вокзалу. Історичний центр міста має прямокутну схему забудови, що дало змогу по вулицях Рішельєвській, Пушкінській та Великій Арнаутській організувати односторонній рух. Схема вулично-дорожньої мережі подана на рис. 1.

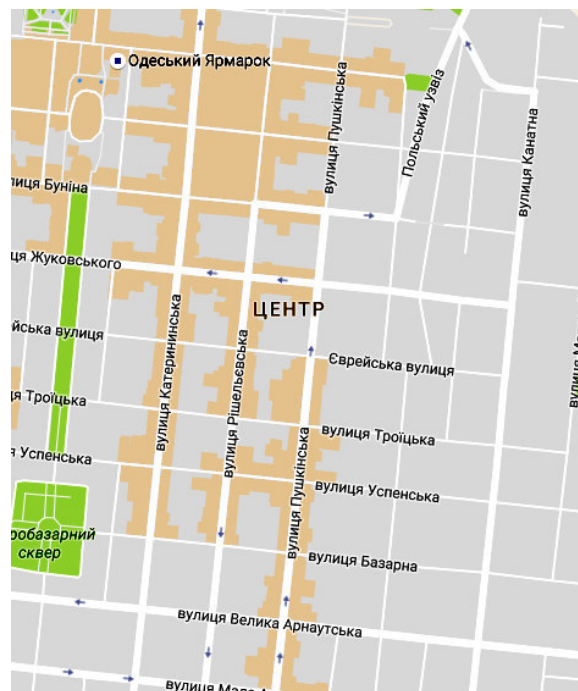


Рис. 1. Схема вулично-дорожньої мережі

Для оцінювання пропускну здатності були використані методи натурних обстежень, що базуються на проведенні безпосередніх вимірів характеристик дорожнього руху в різних місцях вулично-дорожньої мережі (ВДМ).

Інформацію про швидкість руху, склад транспортного потоку та інтенсивність руху було зібрано шляхом безпосередніх спостережень з 18.04.2016 р. по 24.04.2016 р. у різні години доби для отримання максимально достовірних даних.

Дані щодо складу транспортного потоку та інтенсивності руху, отримані в різні дні тижня та в різні години доби, були оптимізовані та подані у вигляді графіків (рис. 2–7).

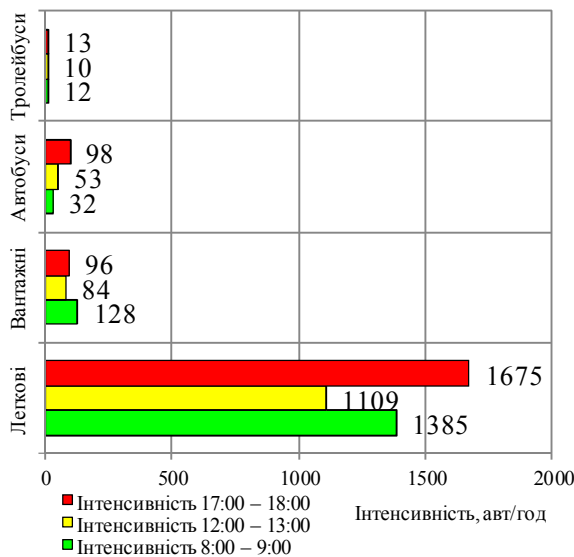


Рис. 2. Графік складу транспортного потоку та інтенсивності руху в різні дні тижня для вулиці Катерининської

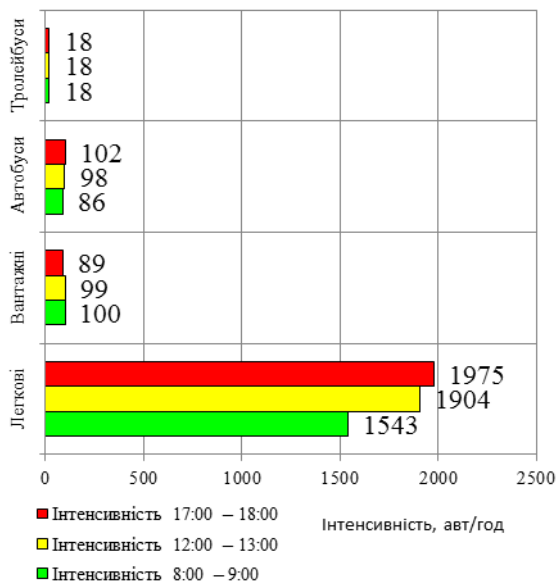


Рис. 3. Графік складу транспортного потоку та інтенсивності руху в різні дні тижня для вулиці Рішельєвської

Під час натурних обстежень також було вивчено характеристики дорожніх умов, а саме кількість смуг руху, швидкість руху, тип покриття вулиць (Катерининська, Рішельєвська, Пушкінська, Канатна, Грецька та Велика Арнаутська), що подані у табл. 1.

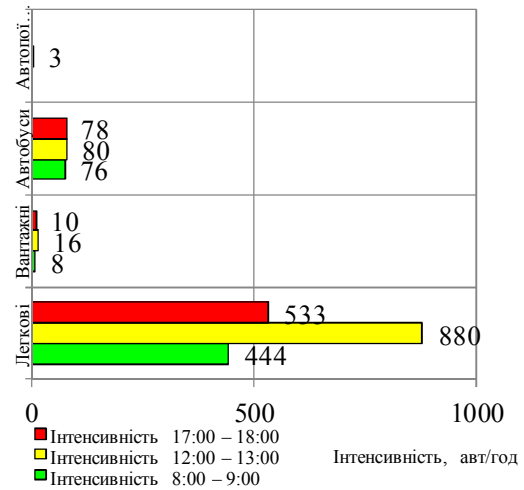


Рис. 4. Графік складу транспортного потоку та інтенсивності руху в різні дні тижня для вулиці Пушкінської

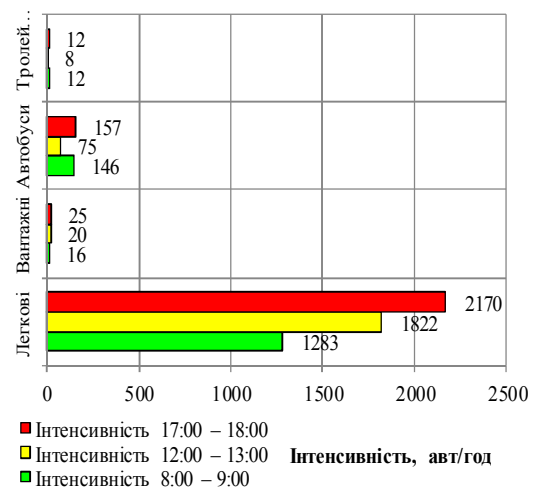


Рис. 5. Графік складу транспортного потоку та інтенсивності руху в різні дні тижня для вулиці Канатної

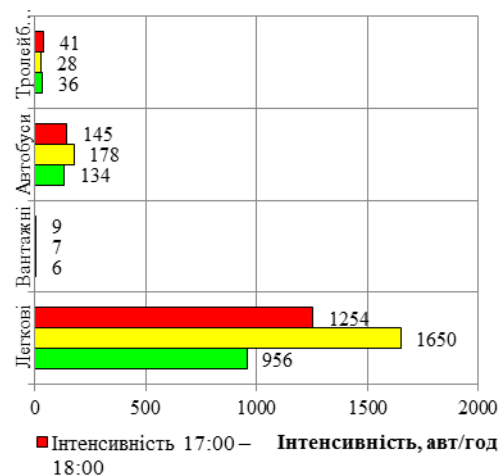


Рис. 6. Графік складу транспортного потоку та інтенсивності руху в різні дні тижня для вулиці Грецької

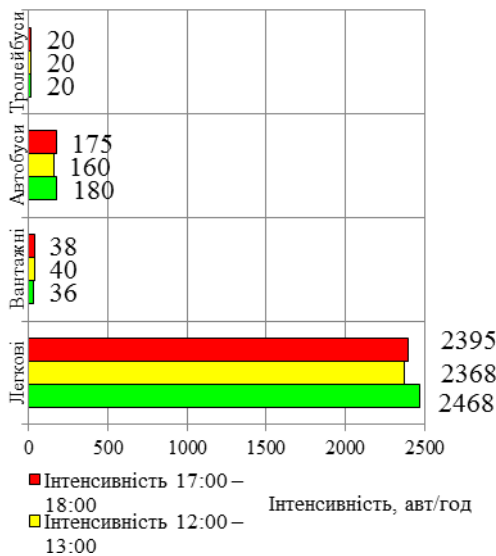


Рис. 7. Графік складу транспортного потоку та інтенсивності руху в різні дні тижня для вулиці Великої Арнаутської

Таблиця 1 Характеристики дорожніх умов

Назва вулиці	Кількість смуг руху, шт	Швидкість руху, км/год	Тип покриття
1	2	3	4
Катерининська	4	41	асфальтобетонне
Рішельєвська	4	32	асфальтобетонне
Пушкінська	3	30	бруківка
Канатна	3	28	асфальтобетонне
Грецька	2	26	асфальтобетонне
Велика Арнаутська	3	35	асфальтобетонне

Проведене дослідження дало об’єктивну картину найбільш важливих кореспонденцій. Пости спостереження (позначені римськими цифрами на рис. 8) розташовані в характерних точках (фокусах тяжіння транспортних потоків) розглянутої вулично-дорожньої мережі.

У матриці (рис. 9) подано основну, отриману в результаті обстеження, інформацію: в чисельнику – інтенсивність транспортного потоку N_a , авт/год; у знаменнику – швидкості сполучення v_c , км/год, по головних напрямках [11].

Наступним етапом виконання дослідження стала оцінка ступеня завантаження розглянутої ділянки дороги. Для цього необхідно розрахувати пропускну здатність вулично-дорожньої мережі.

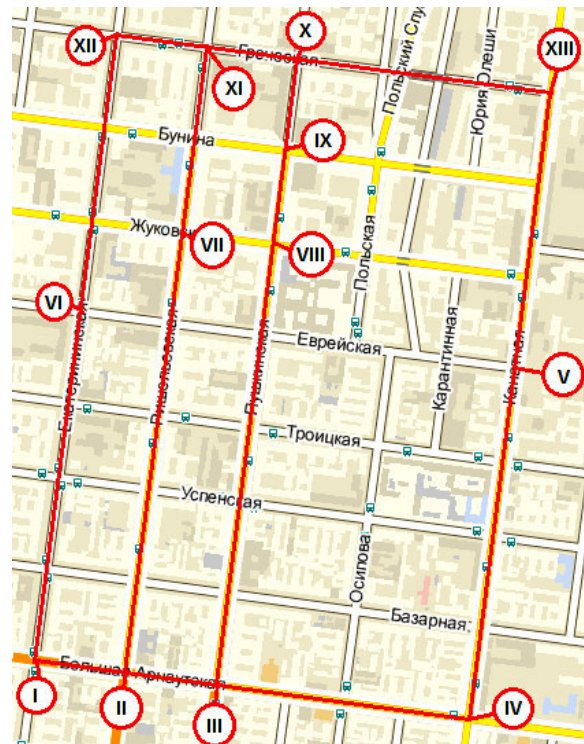


Рис. 8. Схема розміщення контрольних постів

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
I						895							
II	1882					32							
III		1497						1700					
IV			1409		2184								
V				36	28							424	
VI	827			1009		1033							979
VII				33	30								38
VIII		2188			592								41
IX		31			40								
X					42			2272					
XI					40			31					
XII									2364				
XIII									30				
I										1863			340
II										26			52
III											1583		
IV											29		
V													
VI													
VII													
VIII													
IX													
X													
XI													
XII													
XIII													

Рис. 9. Матриця кореспонденції

Розрахункова пропускну здатність багато-смугової проїзної частини дороги P_M [5] визначається за формулою

$$P_M = P_n \cdot n \cdot \varepsilon \cdot \alpha, \quad (1)$$

де P_n – розрахункова пропускну здатність однієї смуги руху, од./год, 1070–1340 од./год; n – кількість смуг; ε – коефіцієнт розподілення транспортних засобів по ширині проїзної частини, 0,95–0,85; α – коефіцієнт, що враховує вплив перетину, 0,4–0,6.

Розрахункова пропускну здатність подана в табл. 2.

Таблиця 2 Розрахункова пропускна здатність

Назва вулиці	Розрахункова пропускна здатність, од./год
Катерининська	2440
Рішельєвська	2440
Пушкінська	1830
Канатна	1830
Грецька	1220
Велика Арнаутська	1830

Рівень завантаження дороги оцінюється коефіцієнтом завантаження z , [14] який є від-

ношенням інтенсивності руху до пропускної здатності розглянутої ділянки вулиці чи дороги. Таким чином, в даному випадку для кожного напрямку руху рівень завантаження визначається за формулою

$$z = \frac{N_{\text{пр}}}{P_M}. \quad (2)$$

Отримані натурні та розрахункові результати інтенсивності та пропускної здатності для порівняння зведені в табл. 3.

Таблиця 3 Розрахунок рівня завантаження вулично-дорожньої мережі рухом

Назва вулиці	Інтенсивність авт./год	Розрахункова пропускна здатність, од./год	Рівень завантаження, z	Стан потоку
Катерининська	979	2440	0,40 (Б)	частково зв'язний
Рішельєвська	2704	2440	1,11 (Г – б)	щільний насичений
Пушкінська	2364	1830	1,29 (Г – б)	щільний насичений
Канатна	2184	1830	1,19 (Г – б)	щільний насичений
Грецька	1863	1220	1,53 (Г – б)	щільний насичений
Велика Арнаутська	1882	1830	1,03 (Г – б)	щільний насичений

Аналіз отриманих результатів показав, що стан потоку є насиченим. Це означає, що потік рухається із зупинками, виникають затори. Тож це питання потребує ретельного дослідження, оскільки є основою для обґрунтування та прогнозування пропускної здатності вулично-дорожньої мережі.

Висновки

У ході дослідження було виконано аналіз пропускної здатності вулично-дорожньої мережі Приморського району міста Одеси.

Вибіркове дослідження показало, що ВДМ Приморського району міста Одеси потребує повної реконструкції. Для вдосконалення організації дорожнього руху в першу чергу необхідна побудова моделі транспортної мережі: характеристика положень і призначення вулично-дорожньої мережі як системи транспортних і пішохідних зв'язків між елементами планувальної структури міста; аналіз планувальної схеми ВДМ міста; складання діаграми вантажопотоків; визначення три-

валості вантажних операцій на пунктах; розрахунок інтенсивності, рівня завантаження та щільності транспортного потоку, визначення пропускної здатності доріг, інтервалу руху, часу та швидкості сполучення на маршрутах з метою покращення організації руху міського пасажирського транспорту; визначення перспективного плану роботи пасажирської транспортної системи міста за допомогою моделювання транспортної мережі міста; складання топологічної схеми міста; визначення ємності транспортних районів; розрахунок пасажиропотоків на мережі.

Для оперативної ОДР необхідно вирішити проблему з майданчиками для паркування. Дослідження показало, що дорожні знаки про заборону зупинки і стоянки взагалі не впливають на водіїв, отже, необхідно вживати більш жорстких заходів, а саме: використовувати евакуатори та систему штрафів. Це дасть змогу збільшити пропускну здатність ВДМ на 20–30 % без великих капіталовкладень.

Література

1. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов. Ч. 1. / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 368 с.
 2. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог: учебник для вузов. Ч. 2. / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 416 с.
 3. Булавина Л.В. Розрахунок пропускної здатності магістралей і вузлів / Л.В. Булавина. – Екатеринбург: ДНЗ ВПО УДТУ, 2009. – 44 с.
 4. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими / Д. Дрю; пер. с англ. – М.: Транспорт, 1972. – 423 с.
 5. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 1992. – 208 с.
 6. Коноплянко В.И. Организация и безопасность дорожного движения / В.И. Коноплянко. – М.: Транспорт, 1991. – 184 с.
 7. Лобанов Е.М. Транспортная планировка городов / Е.М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
 8. Сильянов В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / В.В. Сильянов. – М.: Транспорт, 1973. – 304 с.
 9. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін.; за заг. ред. М.Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2007. – 452 с. – (5 кн. / Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.; кн. 4).
 10. Хомяк Я.В. Организация дорожного движения / Я.В. Хомяк. – К.: Вища школа, 1986. – 272 с.
- Рецензент: П.Ф. Горбачов, професор, д.т.н., ХНАДУ.
-