

Енергетична оцінка як критерій обґрунтування вибору інженерно-планувального рішення перетинів міських магістралей

Володимир Тарасюк

Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський просп. 31, Київ, Україна, 03037
tarasyuk90@gmail.com, orcid.org/0000-0003-4762-5668

DOI:10.32347/2310-0516.2018.11.22-30

Анотація. Сучасний стан і якість роботи автомобільного транспорту багато в чому визначається ефективністю роботи міського транспорту на вулично-дорожній мережі міст. Від якісних показників його роботи, в значній мірі, залежить економічний розвиток міст, рівень комфортності та умов життєдіяльності людей у населених пунктах країни. Оскільки рівень ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста значною мірою визначається ефективністю функціонування місць максимальної концентрації транспортних потоків – транспортно-планувальних вузлів, то особливу увагу потрібно привернути саме до цих елементів вулично-дорожньої мережі міста. В зв'язку з цим аналіз та дослідження енерговитрат транспортного потоку як одного із критеріїв оцінки вибору інженерно-планувального рішення транспортно-планувальних вузлів є актуальним напрямом для подальших наукових досліджень. При цьому оптимізація їх планувальних рішень розглядається лише як одна із складових при системному підході до мінімізації транспортних енерговитрат як на вулично-дорожній мережі міст, так і в транспортному комплексі України в цілому.

В даній роботі розглянуто енергетичну оцінку як один критеріїв обґрунтування вибору інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей на прикладі транспортно-планувального вузла на перетині Кільцева дорога – проспект Перемоги – проспект Академіка Палладіна у місті Києві. Для здійснення відповідної оцінки використовується раніше запропонована модель оцінки впливу енерговитрат транспортного потоку на обґрунтування



Володимир Тарасюк
аспірант кафедри міського будівництва

вибору інженерно-планувального рішення перетину міських магістралей з врахуванням впливу окремих проектних параметрів, які характеризують вибір їх планувальних рішень, в порівнянні з моделлю визначення транспортних енерговитрат з допомогою інструменту для імітаційного моделювання – програмного комплексу PTV Vissim.

Ключові слова. Транспортний потік, розрахункова модель, транспортні енерговитрати, перетин міських магістралей, транспортно-планувальний вузол.

ВСТУП

Енергоефективність є пріоритетним напрямом енергетичної політики більшості країн світу. З огляду на важливість проблеми заощадження енергії в глобальному масштабі, практично у всіх країнах проводяться різні заходи, покликані зменшити кількість споживаної енергії у всіх сферах життя суспільства. В Україні також значна увага приділяється питанню енергоефективності, яка знаходить своє відображення у чинних законодавчих та нормативних документах. Адже в умовах значної зовніш-

ньюекономічної залежності України від постачальників енергоносіїв (частка імпорту в структурі поставок первинних видів енергоносіїв в різні роки становила від 53 до 72% [1]) енергозбереження в транспортній галузі набуває особливої актуальності для загального підвищення економічної ефективності економіки країни.

Оскільки однією з найбільших та найенергоємніших галузей економіки України є транспортна, то особлива увага привертається саме до даної галузі. В структурі транспорту України частка автомобільного виду транспорту становить близько 85% [2], тому при вирішенні проблеми ефективного енергоспоживання на транспорті особливу увагу потрібно звернути саме на даний вид транспорту. Оскільки місцями максимальної концентрації транспортних потоків (ТП) є перетини міських магістралей (ПММ), то особливу увагу потрібно привертати саме до цих елементів вулично-дорожньої мережі міст (ВДМ).

МЕТА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Існуюча оцінка ефективності інженерно-планувальних рішень (ІПР) ПММ орієнтується на вирішення соціально-економічних, економічних та екологічних питань. Ефективність оцінки, з точки зору соціально-економічного критерію, виражається у забезпеченні первинних потреб суспільства, однією з яких є транспортна якість обслуговування. Економічний та екологічний критерії ефективності оцінки ВДМ полягають у мінімізації основних, відповідно техніко-економічних та екологічних показників.

На сьогодні, транспортні енерговитрати (в грошовому еквіваленті) враховуються при визначенні річних транспортних витрат через собівартість однієї машино-години як одного із критеріїв оцінки ефективності роботи перетинів. Однак через постійне зростання вартості енергоносіїв, інфляцію і т.д. енергетична оцінка ПММ повинна виступати окремим критерієм оцінки ефективності функціонування ПММ.

Проблему економії споживання енерго-ресурсів в міських умовах руху вчені-містобудівники розглядали тільки поверхнево, через «призму» інших показників. Так, Осетрін М.М., Солуха Б.В., Солуха І.Б., Шилова Т.О., Фукс Г.Б. розглядали транспортні енерговитрати як складову формування екологічної ситуації на ВДМ міста [3; 4]. Фільваров Г.Й., Плешкановська А.М., Крижановський В.П., Бистряков І.К. розглядали шляхи мінімізації енерговитрат з точки зору оптимізації комплексної забудови міських територій [5; 6]. Велике значення для дослідження проблеми економії енергії на транспорті мають роботи закордонних дослідників, серед яких Kerner B.S., Rehborn H., Hall F.L., Helbing D., Lighthill M.J., Whitham G.B., Nagel K., Schreckenberg M. [7-11].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПОЯСНЕННЯ

У попередніх працях автора [12, 13] було розроблено і запропоновано для реалізації модель оцінки транспортних енерговитрат як окремого критерію ефективності функціонування ПММ. На основі даної моделі здійснено оцінку (з точки зору енерговитрат ТП) транспортно-планувального вузла (ТПВ) на перетині Кільцева дорога – проспект Перемоги – проспект Академіка Палладіна у м. Києві. Даний транспортний вузол розташований у IV зоні міста Києва на території Святошинського адміністративного району (Рис. 1). Залежно від організації руху транспортних засобів та пішоходів і рекомендованих розрахункових швидкостей на лівоповоротних з'їздах він відноситься до III класу вузлів з повною розв'язкою в різних рівнях, де усі прямі ТП безперервні та відокремлені, а поворотні потоки безперервні, але мають ділянки суміщення. Пішохідний рух безперервний, відокремлений на перехрещенні з прямими та основними потоками, безперервний та нерегульований на перехрещенні з іншими потоками. Рух транспорту організовано по транспортному вузлу в двох рівнях у вигляді «листа конюшини».

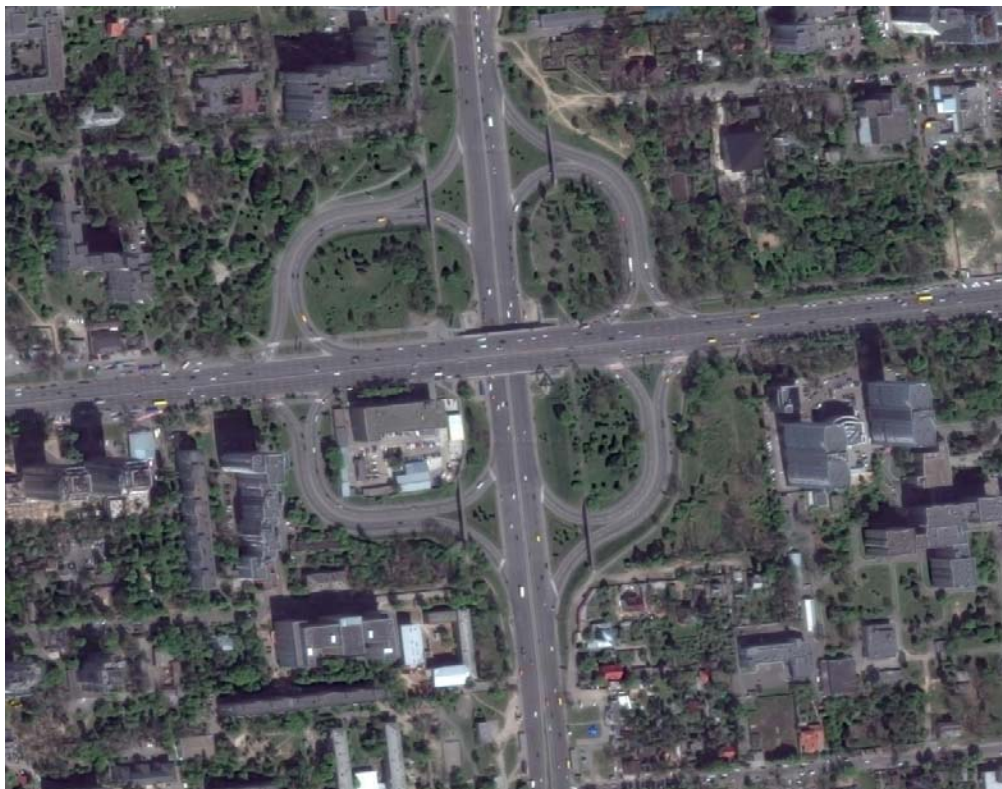


Рис.1. Ситуаційний план транспортного вузла
Fig.1. Situational plan of the transport hub

Основні напрямки руху на підходах (проспект Перемоги, Кільцева дорога, проспект Академіка Палладіна) – 8 смуг руху; на шляхопроводі – 8 смуг руху; з'їзди та заїзди – по 2 смуги руху. Ухил на прямих напрямках є рівномірним на всій довжині та дорівнює: напрям 2-4 – 5‰, напрям 1-3 – 8‰, вертикальні криві – відсутні. На з'їздах величина ухилів є різною:

- лівоповоротні: 2-1 – 35‰; 1-4 – 24‰; 4-3 – 18‰; 3-2 – 23‰;

- правоповоротні: 3-4 – 30‰; 4-1 – 23‰; 1-2 – 10‰; 2-3 – 18‰.

Частка лівоповоротних ТП коливається в межах 19...31%, а розрахункова швидкість на лівоповоротних з'їздах – 34...40км/год.

Радіуси горизонтальних кривих поворотних з'їздів відрізняються. В зв'язку з цим розрахункова швидкість в їх межах також відрізняється:

- лівоповоротні: 2-1 – 48...60м
 $(V_p=34...38\text{км/год.})$; 1-4 – 40...56м
 $(V_p=32...37\text{км/год.})$; 4-3 – 40...65м
 $(V_p=32...40\text{км/год.})$; 3-2 – 50м;
 $(V_p=35\text{км/год.})$;

- правоповоротні: 3-4 – 45...85м
 $(V_p=33...45\text{км/год.})$; 4-1 – 50...85м
 $(V_p=35...45\text{км/год.})$; 1-2 – 45...82м
 $(V_p=33...45\text{км/год.})$; 2-3 – 52...85м
 $(V_p=36...45\text{км/год.})$.

Під час натурних обстежень, які були проведені 14 вересня 2016 року (середа) з 11.00 по 12.00, визначено інтенсивність руху транспорт в межах перетину (Табл. 1).

Максимальна інтенсивність руху транспорту проявляється у пікові періоди («години пік»). Тому для здійснення об'єктивної енергетичної оцінки ПММ необхідно оперувати саме піковими інтенсивностями ТП. Для їх визначення спочатку було розраховано сумарну добову інтенсивність руху транспорту в межах ТПВ на перетині Кільцева дорога – проспект Перемоги – проспект Академіка Палладіна у м. Києві за формулою [14]:

$$N_{dob} = N_{a-b} * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5, \quad (1)$$

де N_{a-b} – величина інтенсивності руху транспорту на заданому напрямку руху,

авт./год.; K_1 – коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності (1,0);

$$K_2 = \frac{100}{K_2}, \quad (2)$$

де K_2 – коефіцієнт нерівності руху транспорту по годинам доби (6,92); K_3 – коефіцієнт нерівності руху транспорту по дням тижня (0,867); K_4 – коефіцієнт нерівності руху транспорту по місяцям року (0,848); K_5 – коефіцієнт врахування дорожнього руху в період з 24.00 по 06.00 (1,03).

Інтенсивність руху транспорту в «годину пік» дорівнює [14]:

$$N_{max} = \frac{N_{dob.} * \beta * K_n}{100}, \quad (3)$$

де β – коефіцієнт добової нерівномірності руху транспорту. Визначається на основі проведених натурних обстежень, або вихідних матеріалів та коливається в межах 0,07...0,15. В даній роботі приймається $\beta = 0,1$; K_n – коефіцієнти приведення ТЗ до легкового автомобіля.

Разом з тим при визначенні енерговитрат ТП використовуються коефіцієнти приве-

дення ТЗ до одиничного автомобіля за характеристикою енергетичних витрат, які дозволяють враховувати специфіку кожного з типів ТЗ (легковий, вантажний та пасажирський) [13]. Розподіл пікових ТП по елементам ТПВ з врахуванням їх приведення ТЗ до одиничного автомобіля за показником транспортних енерговитрат наведено на Рис. 2.

У складі ТП по всім напрямкам переважає легковий транспорт:

- з входу 1 питома вага легкового транспорту складає 81,8% (3369 авт./год.), вантажного – 12,4% (511 авт./год.), пасажирського – 5,8% (239 авт./год.);

- з входу 2 питома вага легкового транспорту складає 84,1% (3549 авт./год.), вантажного – 11,3% (477 авт./год.), пасажирського – 4,6% (194 авт./год.);

- з входу 3 питома вага легкового транспорту складає 77,6% (2235 авт./год.), вантажного – 15,6% (449 авт./год.), пасажирського – 6,8% (196 авт./год.);

- з входу 4 питома вага легкового транспорту складає – 80,5% (2899 авт./год.), вантажного – 13,4% (483 авт./год.), пасажирського – 6,1% (219 авт./год.).

Табл. 1. Інтенсивність руху транспорту в межах перетину

Table 1. Intensity of traffic within the intersection

Напрямок руху		Інтенсивність руху ТЗ по напрямкам, авт./год.				
		Легкові	Вантажні	Пасажирські	Всього (по типам ТЗ)	Всього
Вхід 1	1-2	645	155	49	849 (22,5%)	3764 (100%)
	1-3	1716	246	112	2074 (55,1%)	
	1-4	717	67	57	841 (22,4%)	
Вхід 2	2-1	811	112	49	972 (25,2%)	3856 (100%)
	2-3	734	130	38	902 (23,4%)	
	2-4	1699	193	90	1982 (51,4%)	
Вхід 3	3-1	1571	223	100	1894 (72,0%)	2631 (100%)
	3-2	312	134	52	498 (18,9%)	
	3-4	160	52	27	239 (9,1%)	
Вхід 4	4-1	196	74	53	323 (9,8%)	3290 (100%)
	4-2	1550	284	98	1932 (58,7%)	
	4-3	904	82	49	1035 (31,5%)	
Всього					13541	

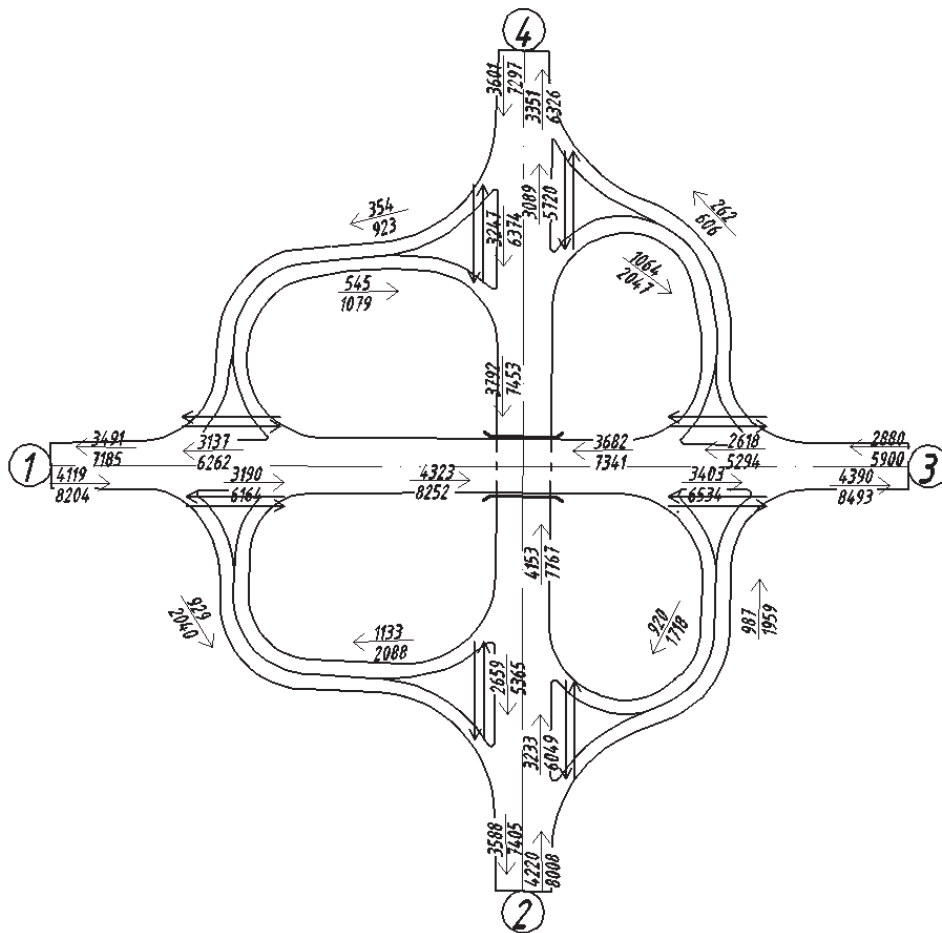


Рис.2. Розрахункова схема транспортного вузла.

Умовні позначення: \rightarrow – напрямок руху пішоходів; $\xrightarrow{3446}$ – інтенсивність руху транспорту в «годину пік», авт./год.; $\xrightarrow{3452}$ – приведені транспортні засоби до одиничного автомобіля за показником транспортних енерговитрат, прив.авт./ год.

Fig.2. Analytical model of the transport hub.

Conventions: \rightarrow – pedestrian direction; $\xrightarrow{3446}$ – traffic intensity in the rush hour (cars per hour); $\xrightarrow{3452}$ – reduced vehicles to a single car in terms of transport energy consumption (private cars per hour).

Для перевірки достовірності оцінки транспортних енерговитрат в межах ТПВ на перетині проспект Перемоги – Кільцева дорога – проспект Академіка Палладіна у м. Києві з допомогою запропонованої моделі [13] вона використовується в порівнянні з моделлю визначення транспортних енерговитрат з допомогою програмного комплексу PTV Vissim, який дозволяє описувати певні конкретні ситуації руху ТЗ на ділянках транспортної мережі [15-17]. Імітаційне моделювання дозволяє враховувати все різноманіття транспортних ситуацій та їх стохастичне проявлення, що робить цей спосіб моделювання найбільш реалістич-

ним [18-20].

Енерговитрати одного легкового автомобіля ($V_{об.} < 1,5\text{л}$) з бензиновим двигуном (E_m) становлять 2,9 МДж/км [13]. Транспортні енерговитрати даного ТЗ з врахуванням довжини пройденого шляху на відповідному напрямку руху дорівнюють:

$$E_1 = E_m * L, \quad (4)$$

де L – довжина досліджуваної ділянки шляху, км. Визначається шляхом вимірювання довжини шляху на заданому напрямку руху ТЗ.

Енерговитрати для кожного з типів ТЗ окремо (легкові; вантажні та пасажирські ТЗ) на заданому напрямку руху дорівнюють:

$$E_{min} = E * N_1 * K_{np.} + E * N_2 * K_{np.} + \dots + E * N_N * K_{np.}, \quad (5)$$

де N_1, N_2, \dots, N_N – інтенсивність ТЗ певного типу з певним видом спожитого палива, авт./год. Розподіл ТЗ за видом спожитого палива приймається згідно [13]. $K_{np.}$ – коефіцієнти приведення ТП до одиничного автомобіля за показником транспортних енерговитрат [13].

Остаточний показник енерговитрат ТП на заданому напрямку руху дорівнює сумі показників транспортних енерговитрат легкових, вантажних та пасажирських ТЗ:

$$E_3 = E_l + E_b + E_n; \quad (6)$$

де E_l, E_b, E_n – показники транспортних енерговитрат відповідно легкових, вантажних та пасажирських ТЗ на заданому напрямку руху.

Енерговитрати ТП в межах ТПВ в «годину пік» дорівнюють:

$$E_{nep} = E_{3.1-2} + E_{3.1-3} + \dots + E_{3.m-n}; \quad (7)$$

де $E_{3.1-2}, E_{3.1-3}, E_{3.m-n}$ – транспортні енерговитрати в межах кожного із напрямків руху в межах ТПВ.

При створенні моделі імітації руху транспорту у програмному комплексі PTV Vissim вводяться такі вихідні дані [21]:

- Інтенсивність руху ТЗ по напрямкам у авт./год.;
- Структура ТП:
 - для легкових автомобілів та автобусів – наповненість ТЗ;
 - для вантажних – потужність і вага ТЗ;
 - Бажана швидкість для усіх типів ТЗ окремо на кожній окремій ділянці шляху;
 - Пріоритетність руху по напрямкам;
 - Характеристика зупинок громадського транспорту;
 - Цикл світлофорного регулювання;

- Геометричні параметри ТПВ:
 - межі вузла;
 - кількість та ширина смуг руху;
 - ухили;
 - радіуси горизонтальних кривих;
 - кут примикання з'їзду;
 - характеристика перехідно-швидкісних смуг (при наявності).

Імітаційне моделювання руху транспорту в межах ТПВ з використанням програмного комплексу PTV Vissim дозволяє розраховувати транспортні енерговитрати окремо для кожного із заданих напрямків руху. Для переводу обчислених величин транспортних енерговитрат в єдині порівняльні одиниці (МДж) з показником транспортних енерговитрат в запропонованій моделі будемо використовувати раніше встановлені дані по структурі ТП за видом спожитого палива у м. Києві [13]. Результати розрахунку енерговитрат ТП в межах перетину Кільцева дорога – проспект Перемоги – проспект Академіка Палладіна у м. Києві наведено у Табл. 2.

Табл. 2. Транспортні енерговитрати в межах транспортного вузла
Table 2. Transport energy costs within the transport hub

Метод розрахунку	Транспортні енерговитрати, МДж
Запропонована модель	130078
PTV Vissim	114978

Графічне відображення результатів оцінки наведено на Рис. 3.

Для обґрунтування можливості використання запропонованої моделі було порівняно результати проведеного дослідження. Різниця між результатами теоретичних розрахунків по визначенню транспортних енерговитрат в межах перетину Кільцева дорога – проспект Перемоги – проспект Академіка Палладіна, порашовані з допомогою двох моделей становить:

$$\Delta = \frac{130078 - 114978}{130078} * 100 = 12\% . \quad (8)$$

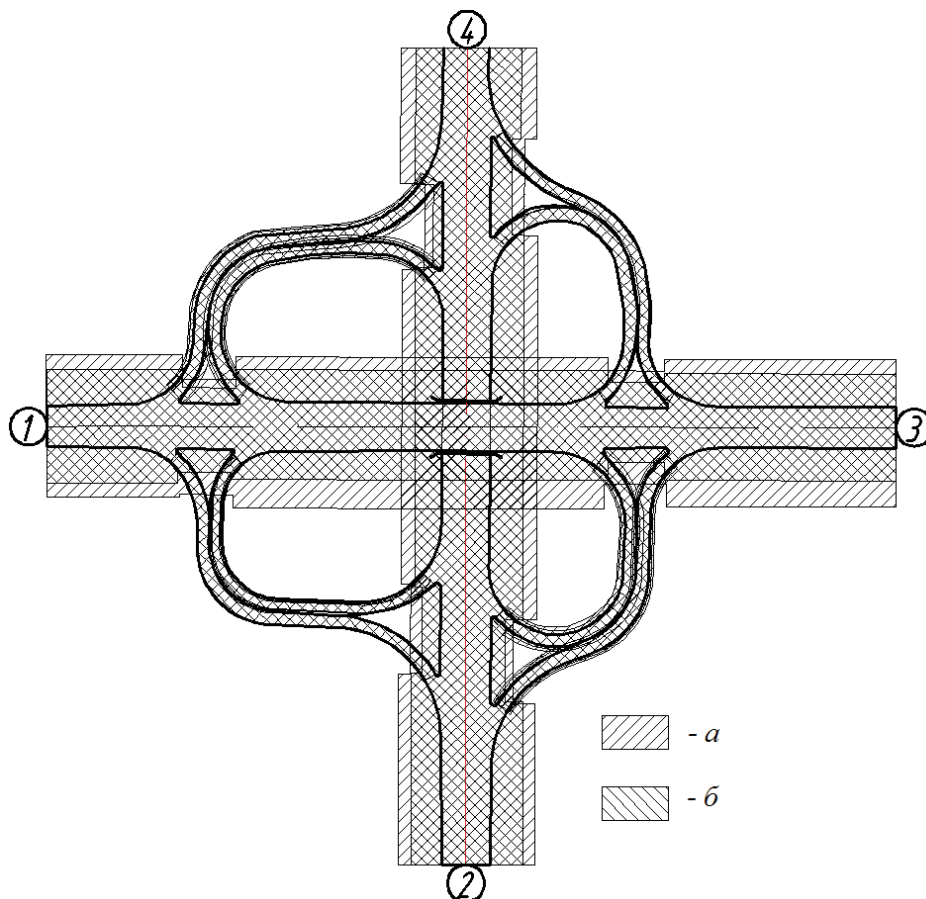


Рис.3. Транспортні енерговитрати, визначені двома методами: *a* – з допомогою запропонованої моделі; *б* – з допомогою програмного комплексу PTV Vissim.

Fig.3. Transport energy costs determined by two methods: *a* – using the proposed model; *b* – using the PTV Vissim software application.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНТАЦІЇ

ЛІТЕРАТУРА

Співставлення результатів оцінки транспортних енерговитрат в межах ПММ з допомогою різних моделей дає певну оціночну розбіжність, яка може бути спричинена похибками у обох моделях визначення транспортних енерговитрат. Але оскільки розроблена модель ґрунтується на існуючих науково-обґрунтованих моделях визначення витрати палива на окремих елементах плану та профілю, то отриманий показник транспортних енерговитрат в межах вузла не характеризується значною похибкою. Однією із можливих основних причин розбіжностей у остаточному показнику транспортних енерговитрат є неможливість регулювання виду спожитого палива різними типами ТЗ у програмному комплексі PTV Vissim. Уточнення впливу даного параметру потребує подальшого дослідження.

1. **Огиенко А., Штепа Е., Огиенко Н.** Исследование энергетических возможностей Украины в рамках Таможенного Союза. MOTROL. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE – 2013, Vol.15, No. 2, 87–92.
2. **Новікова А.М., Мироненко В.П.** Шляхи розвитку транспортно-дорожнього комплексу України в освоєнні економічних зв'язків. *Автошляховик України*. 2007. №1. С. 2-4.
3. **Солуха Б.В., Фукс Г.Б.** Міська екологія. К. : КНУБА, 2003, 337 с.
4. **Осетрін М.М., Солуха Б.В., Шилова Т.О.** Екологічна оцінка перетинів міських магістралей у різних рівнях. К. : КНУБА, 2010. 108 с.
5. **Фильваров Г.И., Крыжановский В.П. Быстряков И.К.** Экономия энергоресурсов в градостроительстве. К. : Будівельник, 1985. 104 с.

6. **Плешкановська А.М., Фільваров Г.Й.** Містобудівні аспекти національної політики в галузі ефективного використання енергії. *Досвід та перспективи розвитку міст України*. Вип. 16. К.: Ін-т "Діпромісто", 2009. с. 51-62.
7. **Hall F.L.** Traffic Stream Characteristics. *Traffic Flow Theory – 1992*. Vol. 165, 7–15.
8. **Helbing D.** Traffic and related self-driven many-particle systems. *Rev. Mod. Phys – 2001*, Vol. 73, 1067–1141. doi.org/10.1103/RevModPhys.73.1067
9. **Kerner B.S., Rehborn H.** Experimental properties of complexity in traffic flow. *Phys. Rev. E – 1996*, Vol. 53, 4275–4278. doi.org/10.1103/PhysRevE.53.R4275
10. **Lighthill M.J., Whitham G.B.** On kinematic waves: A Theory of traffic flow on long crowded roads. *Proc. Roy. Soc. A. – 1955*, Vol. 229, 281–345. doi.org/10.1098/rspa.1955.0089
11. **Nagel K., Schreckenberg M.** A cellular automaton model for freeway traffic. *J. Phys. I (France)*. 1992. Vol. 2, 2221–2229. doi.org/10.1051/jp1:1992277
12. **Tarasiuk V.** Assessment of Transport Energy Consumption when Designing Off-Ramps of Flyunder Crossings. *Motrol. Commission Of Motorization And Energetics In Agriculture – 2016*, Vol. 18, No.10, 75-84.
13. **Тарасюк В.П.** Визначення коефіцієнтів приведення транспортних засобів за характеристикою енергетичних витрат. *Містобудування та територіальне планування*. К., 2014. Вип. 53. С. 527-533.
14. **Рейцен Є.О.** Транспортні системи міст: методичні вказівки до практичних занять і виконання курсової роботи. К.: КНУБА, 2011. 64с.
15. **Cremer M., Papageorgiou M.** Parameter identification for a traffic flow model. *Automatica – 1981*, Vol. 17, 837–843. doi.org/10.1016/0005-1098(81)90071-6
16. **Daganzo C. F.** The cell transmission model: A dynamic representation of highway traffic consistent with the hydrodynamic theory. *Transp. Res. B*. 1981, Vol. 28, 269–287. doi.org/10.1016/0191-2615(94)90002-7
17. **Cremer M., Meiner F.** Traffic prediction and optimization using an efficient macroscopic simulation tool. *Modelling and Simulation 1993. Ed. Pave A., Soc. Comput. Simulation Int.*, Ghent, – 1993, 515–519.
18. **Hensher A., Kenneth J.Button.** Handbook of Transport Modelling. Amsterdam, Pergamon, 2000, 690 p. doi.org/10.1108/9780857245670
19. **Banks J.** Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. New York, John Wiley & Sons, 1998, 304 p. doi.org/10.1002/9780470172445
20. **Kerner B.S.** Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control: The Long Road to Three-Phase Traffic Theory: 1st Ed., 2009, XIII, 265p. doi.org/10.1007/978-3-642-02605-8
21. **VISSIM 4.0** [user manual] Visual Solutions Inc, 487 Groton Road, Westford, 2010 – 494.

REFERENCES

1. **Ohiienko, A., Shtepa, E., Ohiienko, N. (2013).** Issledovaniye energeticheskikh vozmozhnostey Ukrainy v ramkakh Tamozhennogo Soyuzu [Research of Energetic Opportunities of Ukraine within the Customs Union]. *Motrol: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, 15(2), 87-92 (in Russian).
2. **Novikova A.M., Myronenko V.P. (2007).** Shlyakhi rozvitku transportno-dorozhnogo kompleksu Ukraini v osvoenni ekonomichnikh zv'yazkiv [Ways of development of the road complex of Ukraine in development of economic ties]. *Avtozhliakhovyk Ukrainy*, 1, 2-4 (in Ukrainian).
3. **Solukha B.V., Fuks G.B. (2003).** Miska ekolohiia [Urban Ecology]. Kyiv, KNUCA, 337 (in Ukrainian).
4. **Osetrin M.M., Solukha B.V., Shylova T.O. (2010).** Ekolohichna otsinka peretyniv miskykh mahistranei u riznykh rivniakh [Environmental Evaluation of City Main Road Crossing on Different Levels]. Kyiv, KNUCA, 108 (in Ukrainian).
5. **Filvarov G.I., Kryzhanovskii V.P., Bystryakov I.K. (1985).** Ekonomiya energoresursov v gradostroitelstve [Saving energy in urban planning]. Kyiv: Budivel'nik, 104 (in Russian).
6. **Pleshkanovskaya A.M., Filvarov G.Y. (2009).** Mistobudivni aspekty natsionalnoi polityky v haluzi efektyvnoho vykorystannia enerhii [Urban development aspects of national energy efficiency policy]. *Experience and Prospects for the Development of Ukrainian Cities*. Issue 16, 51-62 (in Ukrainian).
7. **Hall F.L. (1992).** Traffic Stream Characteristics. *Traffic Flow Theory*, V. 165, 7–15.
8. **Helbing D. (2001).** Traffic and related self-driven many-particle systems. *Rev. Mod. Phys*, V. 73, 1067–1141. doi.org/10.1103/RevModPhys.73.1067

9. **Kerner B.S., Rehborn H. (1996).** Experimental properties of complexity in traffic flow. *Phys. Rev. E.*, V. 53, 4275–4278. doi.org/10.1103/PhysRevE.53.R4275
10. **Lighthill M.J., Whitham G.B. (1955).** On kinematic waves: A Theory of traffic flow on long crowded roads. *Proc. Roy. Soc. A.*, V. 229, 281–345. doi.org/10.1098/rspa.1955.0089
11. **Nagel K., Schreckenberg M. (1992).** A cellular automaton model for freeway traffic. *J. Phys. I (France)*, V. 2, 2221–2229. doi.org/10.1051/jp1:1992277
12. **Tarasiuk V. (2016).** Assessment of Transport Energy Consumption when Designing Off-Ramps of Flyunder Crossings. *Motrol. Commission Of Motorization And Energetics In Agriculture*, Vol. 18, No.10, 75-84.
13. **Tarasiuk, V. P. (2014).** Determination of Coefficients of Vehicles Involving According to the Characteristic of Energy Consumption. *Town building and spatial planning*, Kyiv, KNUCA, Vol. 53, 527-533 (in Ukrainian).
14. **Reitsen E.O. (2011).** Transportni systemy mist: metodychni vkazivky do praktychnykh zaniat i vykonannia kursovoi roboty [Transportation systems of cities: methodical instructions for practical classes and coursework]. Kyiv, KNUCA, 64 (in Ukrainian).
15. **Cremer M., Papageorgiou M. (1981).** Parameter identification for a traffic flow model. *Automatica*, V. 17, 837–843. doi.org/10.1016/0005-1098(81)90071-6
16. **Daganzo C. F. (1994).** The cell transmission model: A dynamic representation of highway traffic consistent with the hydrodynamic theory. *Transpn. Res. B.*, 28, 269–287. doi.org/10.1016/0191-2615(94)90002-7
17. **Cremer M., Meiner F. (1993).** Traffic prediction and optimization using an efficient macroscopic simulation tool. *Modelling and Simulation 1993*. Ed. Pave A., Soc. Comput. Simulation Int., Ghent, 515–519.
18. **Hensher A., Kenneth J.Button. (2000).** *Handbook of Transport Modelling*. Amsterdam, Pergamon, 690. doi.org/10.1108/9780857245670
19. **Banks J. (1998).** *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice*. New York, John Wiley&Sons, 304. doi.org/10.1002/9780470172445
20. **Kerner B.S. (2009).** Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control: The Long Road to Three-Phase Traffic Theory: 1st Edition., XIII, 265. doi.org/10.1007/978-3-642-02605-8
21. **VISSIM 4.0 (2010).** [user manual] Visual Solutions Inc, 487 Groton Road, Westford, 494.

The energy assessment as a criteria for justification of the choice of engineering and planning solution of intersection of city highways

Tarasiuk Volodymyr

Summary. The actual state and quality of road transport operations largely depend on the efficiency of city transport on the road network. The economic development of cities, the level of comfort and living conditions of people in the settlements of the country hinge on the quality indicators of its operation. Since the level of efficiency of the city's road network heavily depends on the effectiveness of points of maximum concentration of traffic – transport and planning nodes, special attention should be paid specifically to these elements of the city's road network. In this regard, the analysis and research of energy consumption of the traffic flow as one of the criteria for assessing the choice of engineering solutions for transport and planning nodes is an actual direction for further scientific research. At the same time, the optimization of their planning decisions is considered only as one of the components in the system approach to minimizing the transport energy costs both in the road network of cities and in the transport sector of Ukraine as a whole.

This paper considers the energy estimation as one of the criteria for justifying the choice of the engineering solution for the intersection of city highways by the example of a transport and planning hub at the intersection of the Kiltseva Doroga – Prospekt Peremohy – Prospekt Akademika Palladina in Kyiv. To carry out the relevant assessment, a model is used to estimate the impact of energy consumption of the transport stream on the rationale for choosing an engineering and planning solution for intersecting city highways, taking into account the influence of individual design parameters characterizing the choice of their planning decisions, as compared to the model for determining the transport energy consumption with the help of the simulation tool, PTV Vissim software application.

Keywords: traffic flow, prediction model, transport energy costs, Intersection of city highways, transport and planning hub.