

Транспортна модель як інструмент визначення витрати палива транспортним потоком на вулично-дорожній мережі міст

Володимир Тарасюк, канд. техн. наук, доц. ¹ (ORCID: 0000-0003-4762-5668)

¹Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

У роботі розглянуто сучасні підходи до визначення витрати палива транспортним потоком на вулично-дорожній мережі міст з використанням транспортних моделей. Описано процес розрахунку витрати різних видів палива (зокрема бензину, дизелю, електроенергії) для різних типів транспортних засобів з використанням програмного комплексу PTV Visum на основі модуля HBEFA. Наведено основні фактори, які впливають на обсяг витраченого палива транспортним потоком на вулично-дорожній мережі міст та проаналізовано основні підходи до формування нових складів транспортних потоків у транспортній моделі.

Ключові слова: транспортна модель, вулично-дорожня мережа, транспортний потік, витрата палива, PTV Visum, модуль HBEFA.

1. ВСТУП

Сьогодення потребує сучасних підходів до обґрунтування та прийняття ефективних і відповідальних проектних рішень у сфері транспорту та інфраструктури. У світовій та вітчизняній практиці для цього використовують інструменти стратегічного транспортного моделювання, в тому числі транспортні моделі міст.

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 про транспортний попит і пропозицію розраховують наймовірніший розподіл транспортних і пасажирських потоків по вулично-дорожній мережі [1].

Найпоширенішим програмним комплексом для роботи з транспортними моделями міст є PTV Visum [2], який являє собою сучасну інформаційно-аналітичну систему підтримки прийняття рішень і дозволяє здійснювати стратегічне та оперативне транспортне планування, прогнозування інтенсивностей руху, обґрунтування інвестицій у розвиток транспортної інфраструктури, оптимізацію транспортних систем міст і регіонів, а також систематизацію, зберігання та візуалізацію транспортних даних. Даний програмний комплекс інтегрує всіх учасників руху в єдину математичну модель та об'єднує дані геоінформаційних систем та дані про транспортне забезпечення в єдину багаторівневу базу даних [3]. Однією із ключових функцій PTV Visum є визначення обсягів витраченого палива транспортним потоком на вулично-дорожній мережі міст. Дана можливість реалізується з допомогою розрахункового модуля HBEFA (Handbook emission factors for road transport) [4].

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Транспортна модель міста дозволяє здійснювати розрахунок обсягу переміщень для окремих сегментів попиту між різними зонами міста з використанням різних видів транспорту. При цьому, в залежності від специфіки

моделей, розрахунок може здійснюватися для відмінних періодів аналізу («літкових», «міжліткових», середньодобових тощо).

Витрата палива транспортним потоком розраховується окремо для кожної транспортної одиниці за період аналізу, що моделюється. Для легкового та вантажного транспорту, в якості розрахункової, використовується визначена на попередніх етапах сумарна матриця переміщень для одного або кількох сегментів попиту одночасно. Для громадського транспорту для цього визначають кількість службових поїздок рухомих одиниць помаршрутно. Для розрахунку обсягів спожитого палива у транспортній моделі може бути використана будь-яка з процедур перерозподілу, яка застосовується у програмному комплексі PTV Visum.

При розрахунку витрат палива по HBEFA розраховуються показники гарячої емісії та надбавки за «холодний старт» (опціонально). При цьому враховується:

- склад транспортного потоку;
- поздовжній похил;
- рівень обслуговування (LOS);
- статична транспортна ситуація.

Склад транспортного потоку, запропонований HBEFA, класифікується по країнам, календарним рокам та типам транспортних засобів. За замовчуванням, в якості вихідних даних у PTV Visum, використовується склад транспортного потоку для 6 країн, 6 типів транспортних засобів і 5 режимів руху (Рисунок. 1). Ці дані є синтезом багаторічних досліджень Міністерств захисту навколишнього середовища Німеччини, Австрії і Швейцарії та періодично оновлюються.

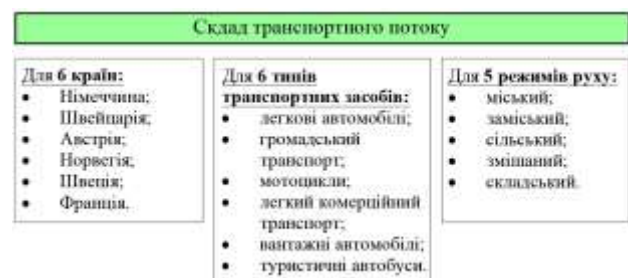


Рисунок. 1. Склад транспортного потоку у PTV Visum

Окрім стандартних автопарків, які є характерними для кожної із 6 наведених країн, у PTV Visum є можливість створювати нові склади транспортних потоків. Це дозволяє враховувати унікальні комбінації автопарків, характерні для конкретної транспортної моделі. Дана можливість забезпечується двома підходами (Рис. 2).

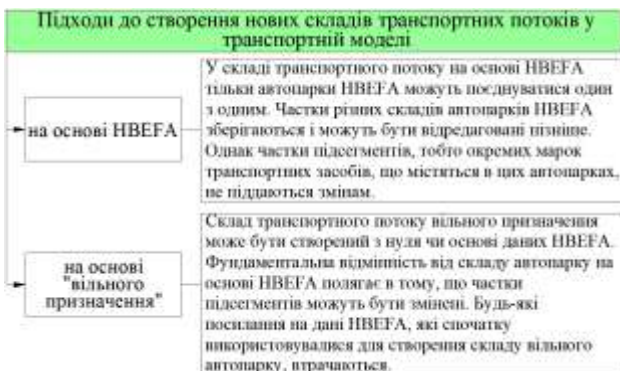


Рисунок. 2. Підходи до створення нових складів транспортних потоків у транспортній моделі

Запропонована класифікація може використовуватись в якості основи для врахування різноманітності транспортних потоків у містах.

Дані про склад транспортного потоку HBEFA наводяться у двох типах списків [4]:

- склад автопарку HBEFA;
- марки транспортних засобів HBEFA

Витрата палива у транспортній моделі розраховується за допомогою процедури розрахунку викидів на основі HBEFA. Процедuru можна розрахувати двома різними способами [4]:

- статично (для періоду аналізу та горизонту аналізу);
- динамічно (додаєтьово за інтервал часу аналізу).

Під час розрахунку витрати палива, як індикатор правдоподібності розрахунків, споживання палива в мережі (кількість/[г]), спожите відповідним сегментом попиту, конвертується у питоме споживання ([л/100км]) для кожного виду палива окремо. Для визначення витрати дизеля та бензину спочатку обсяг спожитого палива ділиться на щільність відповідного типу, а потім пов'язується з пробігом кожного із розрахованих сегментів попиту. Для врахування електромобілів у структурі парку транспортних засобів споживання палива виводиться в МДж (табл. 1).

Таблиця 1: Розрахункові види палива

Вид палива	Одиниці виміру
Бензин	[г], [л/100км]
Дизель	[г], [л/100км]
Електроенергія	[МДж], [МДж/100км]

На даний момент, модуль HBEFA у PTV Visum не дозволяє визначати витрату скрапленого природного газу та зрідженого нафтового газу на автомобільному транспорті.

3. РЕЗУЛЬТАТИ

Отримані обсяги витраченого палива (для кожного виду палива окремо) множаться на інтенсивність руху усіх

сегментів попиту і на довжину відповідних відрізків. Результатом такого розрахунку є витрата палива «гарячого» стану (V_g) для заданої транспортної одиниці відповідного сегменту попиту. При цьому окремо здійснюється розрахунок надбавок на «холодний старт» (V_x) для кожного з видів палива. Для цього по кожному типу транспортних засобів та кожного виду палива підвантажуються відповідні надбавки з бази даних HBEFA. В такому разі сумарні обсяги спожитого палива (V) визначаються за формулою:

$$V = V_g + V_x,$$

де V_g – витрата палива «гарячого стану»;
 V_x – надбавка на «холодний старт».

Отримані показники зберігаються у відповідному атрибуті відрізка. Шляхом сумування розрахункових показників по кожному відрізку встановлюється витрата палива для всієї мережі, яка розглядається у транспортній моделі міста. При цьому обсяг витраченого палива розраховується окремо для кожного його виду.

4. ВИСНОВКИ

Для розрахунку витрати палива транспортним потоком на вулично-дорожній мережі міст доцільно використовувати транспортну модель міста. Такий підхід дозволяє враховувати різні типи транспортних засобів та види спожитого ними палива. При цьому враховуються різні фактори, зокрема склад транспортного потоку, рівень обслуговування, поздовжній ухил тощо. У подальших дослідженнях необхідно дослідити вплив кожного з наведених факторів на показник обсягу спожитого палива транспортним потоком на вулично-дорожній мережі міста.

Список літератури

- [1] Осетрін М.М., Беспалов Д.О., Дорош М.І. Основні принципи транспортного моделювання. *Містобудування та територіальне планування*. 2015. Вип. 57. С. 309-320.
- [2] Тарасюк В.П. Особливості використання транспортного моделювання при визначенні енергетичних витрат на вулично-дорожній мережі міст. *Сталій розвиток інфраструктури авіаційного транспорту: проблеми утримання та відновлення: тези I Всеукраїнської науково-практичної конференції*, м. Київ, 26-28 березня 2024 року, Київ, 2024. С. 84-86.
- [3] Транспортне макромодельювання: конспект лекцій / М.М. Осетрін, В.П. Тарасюк, Д.О. Беспалов. – Київ: КНУБА, 2023. – 48 с.
- [4] PTV VISUM Manual, 2024, PTV Planung Transport Verkehr GmbH, Karlsruhe, Germany.