

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Кафедра транспортних технологій і технічного сервісу

02-02-260М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання до практичних завдань
та самостійної роботи з навчальної дисципліни

«Спецкурс за спеціальністю:

Транспортне моделювання: практичний курс»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою 275.03 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»
спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)»
усіх форм навчання

Рекомендовано науково-методичною
радою з якості навчально-наукового
механічного інституту
Протокол № 4 від 31 грудня 2024 р

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних робіт та самостійного вивчення навчальної дисципліни «Спецкурс за спеціальністю: Транспортне моделювання: практичний курс» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» галузі знань 27 «Транспорт» усіх форм навчання [Електронне видання] / Никончук В. М. – Рівне : НУВГП, 2025. – 35 с.

Укладачі: Никончук В. М., професор кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, д.е.н., проф.

Відповідальний за випуск: Никончук В. О., в.о. завідувача кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, д.е.н., проф.

Керівник групи забезпечення
спеціальності 275 «Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)»

Хітров І. О.

© В. М. Никончук, 2025
© НУВГП, 2025

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Загальні положення | 4 |
| 1. Опис навчальної дисципліни | 6 |
| 2. Програма навчальної дисципліни | 7 |
| 3. Методичні рекомендації до виконання практичних робіт | 9 |
| Практичне заняття № 1. Основи створення транспортної моделі міста | 9 |
| Практичне заняття № 2. Створення транспортного попиту та пропозиції | 14 |
| Практичне заняття № 3. Калібрування транспортної моделі | 19 |
| Практичне заняття № 4. Моделювання вулично-дорожньої мережі в хмарному середовищі «Sstreetmix» | 23 |
| 4. Методичні рекомендації до виконання самостійної робіт | 26 |
| 5. Питання гарантованого рівня знань | 28 |
| 6. Рекомендована література | 30 |
| Додатки | 32 |

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Метою навчальної дисципліни є формування системи знань і розуміння концептуальних основ планування міського простору, побудови транспортних моделей та їх аналізу для забезпечення комфортного проживання мешканців міст, зниження та стабілізації впливу транспортної складової на життєдіяльність міст.

Застосування транспортного моделювання сприяє покращенню управління транспортними потоками, оптимізації маршрутних систем і зниженню навантаження на вулично-дорожню мережу.

Завдання дисципліни:

– ознайомлення з основними принципами транспортного моделювання та методами побудови транспортних моделей.

– розробка та оптимізація транспортних моделей для міських територій різного масштабу.

– оцінка ефективності роботи транспортних систем і маршрутних мереж.

– використання сучасних інформаційних технологій і програмних засобів для моделювання транспортних процесів.

– застосування теоретичних знань для вирішення реальних завдань у міському транспорті.

За результатами вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

– основи транспортного планування та принципи побудови транспортних моделей;

– методи прогнозування транспортного попиту та пропозиції в міських умовах;

– сучасні технології для моделювання вулично-дорожніх мереж;

– основні типи транспортних моделей, методи їх калібрування та оцінки ефективності;

– принципи організації та функціонування міських маршрутних систем;

– фактори, що впливають на транспортний потік та ефективність транспортної інфраструктури.

вміти:

–будувати транспортні моделі для міст та інших урбанізованих територій;

–аналізувати ефективність транспортних систем, визначати критичні точки та шляхи їх оптимізації;

–використовувати програмні засоби для моделювання транспортних процесів, зокрема в хмарних середовищах;

–розробляти рекомендації щодо удосконалення транспортної інфраструктури та зниження впливу заторів;

–здійснювати калібрування моделей, порівнюючи результат з фактичними даними та робити висновки щодо точності моделювань.

У рамках цього курсу ви навчитеся застосовувати інструменти моделювання для вирішення конкретних транспортних задач, оптимізувати вулично-дорожню мережу та оцінювати ефективність транспортних потоків, що сприятиме розвитку навичок управління транспортною інфраструктурою міста.

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

| Найменування показників | Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти | Характеристика навчальної дисципліни | |
|--|--|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 4 | Галузь знань 27 “Транспорт” | Вибіркова | |
| Модулів – 1 | Спеціальність: 275 “Транспортні технології (на автомобільному транспорті)” | Рік підготовки | |
| Змістових модулів – 2 | | 4-й | 4-й |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання: <i>не передбачене</i> | | Семестр | |
| Загальна кількість годин – 120 | | 8-й | 8-й |
| | | Лекції | |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 самостійної роботи студента – 4 | Рівень вищої освіти: другий (магістерський) | 20 год. | 2 год. |
| | | Практичні, семінарські | |
| | | 20 год. | 10 год. |
| | | Лабораторні | |
| | | - | - |
| | | Самостійна робота | |
| | | 80 год. | 108 год. |
| | | Індивідуальні завдання: - | |
| | | Форма контролю: | |
| залік | залік | | |

2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Транспортні проблеми міст та їх мобільність населення

Основні транспортні проблеми: затори, забруднення, неефективне використання ресурсів. Аналіз транспортних потоків у міському середовищі: як модель може допомогти у вирішенні цих проблем. Проблема підвищення мобільності населення в містах.

Література: 2,3,9

Тема 2. Функціонування вулично-дорожньої мережі

Роль транспортних станцій та зупинок у маршрутах міських систем. Пропускна здатність. Динамічні моделі. Теоретична та практична пропускна здатність. Фактори, які визначають пропускну здатність. Функція взаємодії. Пропускна здатність вулиць безперервного руху. Перехрестя і кільцеві розв'язки. Пропускна здатність перехрестя. Нерегульовані перехрестя. Світлофорне регулювання. Рівень обслуговування. Спрощення схеми руху.

Література 7,10, 15,16

Тема 3. Транспортні розв'язки

Транспортні розв'язки та їх конфігурація. Каналізування руху. Поліпшення організації руху на перехресті. Конфліктні точки. Недоліки впровадження одностороннього руху. Підходи до регулювання швидкості. Обмеження швидкості: загальні та спеціальні. Організація руху пішоходів. Паркування і стоянки ТЗ. АСУ ДР. Класифікація заходів ОДР.

Література 9,10,11

Тема 4. Основи організації дорожнього руху

Дорожній рух. Організація дорожнього руху. Управління дорожнім рухом. Транспортні проблеми та шляхи їх вирішення. Система «Дорожні умови-Транспортні потоки». Система «А-В-Д-С» та її елементи. Основні елементи процесу управління. Характеристика транспортних потоків. Розподіл інтенсивності руху за різні проміжки часу. Склад ТП. Швидкість руху. Щільність ТП. Часовий інтервал ТЗ в ТП.

Література: 1,3,9,15,16

Тема 5. Вступ до транспортного моделювання міського простору

Основи транспортного моделювання: базові поняття. Роль транспортного моделювання у плануванні міського простору, типи моделей. Методи моделювання. Основні терміни та концепції: транспортні потоки, транспортні моделі, прогнози руху. Програмні продукти для транспортного моделювання.

Література 9,10, 13

Тема 6. Моделювання об'єктів транспортної інфраструктури

Моделювання інфраструктури в міських умовах: створення транспортних розв'язок, транспортних вузлів. ВДМ та параметри її функціонування. Використання хмарних технологій для моделювання: приклади програм, таких як Streetmix. Формування стратегії для оптимізації транспортних потоків.

Література: 9,10,13

Тема 7. Створення транспортної моделі міста

Алгоритми моделювання. Робота з програмними засобами: впровадження інструментів для моделювання, таких як PTV Vissum та інші. Процес створення та калібрування моделей міського транспорту. Паркувальний простір як об'єкт транспортного моделювання

Література: 2,4,7,9

3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Практичне заняття № 1.

Основи створення транспортної моделі міста

Мета роботи: формування навичок збору, обробки та аналізу транспортних даних, а також побудови транспортної моделі з використанням відповідного програмного забезпечення.

Завдання: ознайомитися з інтерфейсом PTV VISUM і базовими поняттями транспортного моделювання.

Теоретичні відомості

PTV Visum — сучасне програмне забезпечення для аналізу, прогнозування та управління транспортними даними на базі ГІС. Його основна мета — забезпечення комплексного моделювання учасників дорожнього руху та їх взаємодій. Завдяки своїм широким можливостям PTV Visum став глобальним стандартом у транспортному плануванні. Це програмне забезпечення використовується для планування та аналізу транспортних систем міст, регіонів або навіть цілих країн. VISUM дозволяє моделювати транспортну інфраструктуру, оцінювати її ефективність, розробляти сценарії розвитку та прогнозувати наслідки змін у транспортній мережі.

В Україні PTV Visum знаходить застосування в розробці рішень для покращення інфраструктури та підвищення якості транспортних послуг.

Базові поняття транспортного моделювання

1. Транспортна мережа - модель транспортної системи, яка складається з вузлів, відрізків, районів та інших елементів. Вузли представляють перехрестя, а відрізки — ділянки доріг.

2. Транспортні райони (Zones) - географічні області, які є джерелами чи цілями транспортних потоків. Кожний район має центр тяжіння, пов'язаний із мережею через примикання (Connectors).

3. Транспортне пропозиція (Supply) - включає всі елементи інфраструктури: дороги, зупинки, маршрути громадського транспорту.

4. Транспортний попит (Demand) - визначає, скільки людей чи вантажів переміщується між районами. Попит описується матрицями кореспонденцій (OD-matrices).

5. Матриці витрат (Skim Matrices) містять інформацію про витрати часу, довжину маршруту чи інші характеристики, необхідні для аналізу чи розподілу попиту.

Основні етапи створення моделі:

1. Створення транспортної мережі (Network Model).
2. Розрахунок транспортного попиту.
3. Розподіл попиту за маршрутами (Assignment).
4. Аналіз результатів.

Практичні завдання

1. Встановити PTV VISUM і підготувати робоче середовище.
2. Створити просту транспортну модель міста (вузли, відрізки, райони).
3. Описати основні параметри моделі (довжина відрізків, пропускна здатність, типи вузлів).
4. Підготувати файл моделі з базовою транспортною мережею.

Для виконання практичних завдань необхідно виконати ряд умов:

- за допомогою натурних спостережень визначити параметри вулично-дорожньої мережі для створення транспортної моделі.
- описати складові базової транспортної моделі міста.
- розрахувати щільність транспортного потоку для заданої ділянки міста.

Хід роботи

1) Встановити PTV VISUM

Щоб встановити студентську версію PTV Visum, дотримуйтесь наступних кроків:

- перейдіть за посиланням: [PTV Visum Student Version](#) (рис.1.1).
- оберіть необхідну версію програмного забезпечення (PTV Visum).
- запустіть завантажений файл (наприклад, *Setup_Visum_x64_Uni_Full*).
- під час установки оберіть бажану мову інтерфейсу для процесу інсталяції та натисніть **ОК**.

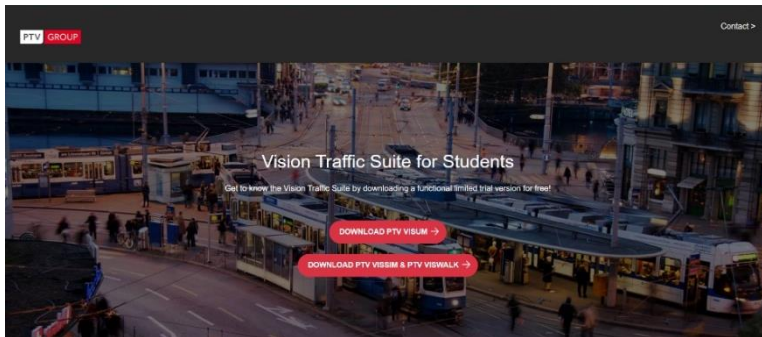


Рис. 1.1. Робоче вікно сайту з завантаження програми

2) Підготувати робоче середовище.

Після інсталяції програми, запустити її та відкрити стартову сторінку (рис. 1.2)

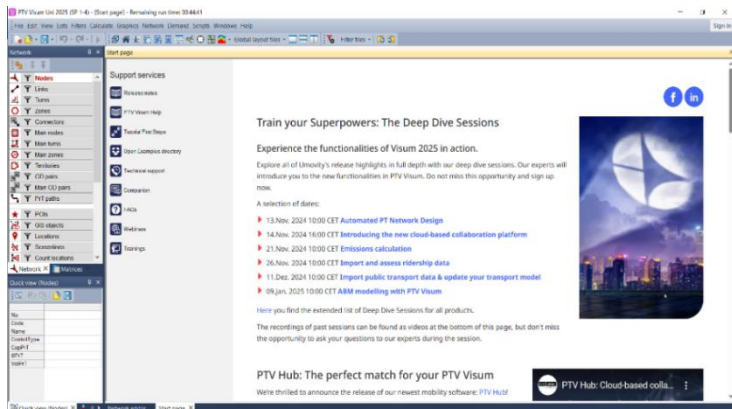



Рис. 1.2. Вікно стартової сторінки

3) За допомогою опції пошук локації  обрати місто, регіон, на прикладі яких будете створювати транспортну модель (рис. 1.3).

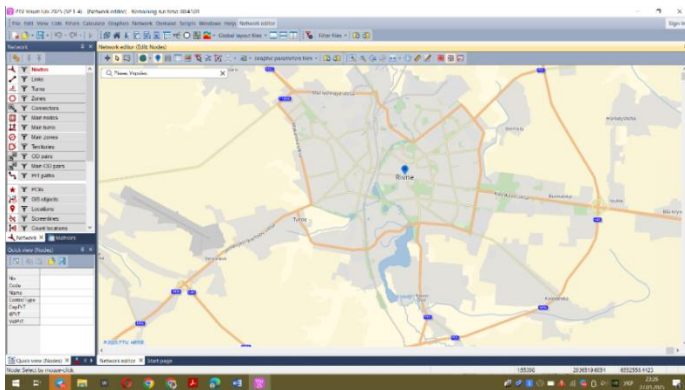


Рис. 1.3. Робоче середовище на прикладі м. Рівне

4) В робочому середовищі створюємо граф вулично-дорожньої мережі. Створення графу вулично-дорожньої мережі передбачає нанесення вузлів та ланок вулично-дорожньої мережі, на яких можуть бути організовані маршрути руху громадського пасажирського транспорту (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Створення графу вулично-дорожньої мережі міста

Призначення місць розташування зупинок обираємо з прив'язкою до діючих зупинок



Рис. 1.5. Позначення зупинок громадського транспорту для обслуговування транспортних районів міста

У програмному комплексі PTV Visum (Student) необхідно відобразити зони пішоїдної доступності для зупинок громадського транспорту (рис. 1.6). У разі виявлення невідповідності вимогам пішоїдної доступності, здійснити коригування їхнього розташування, враховуючи час доступності в межах 10-15 хвилин пішки

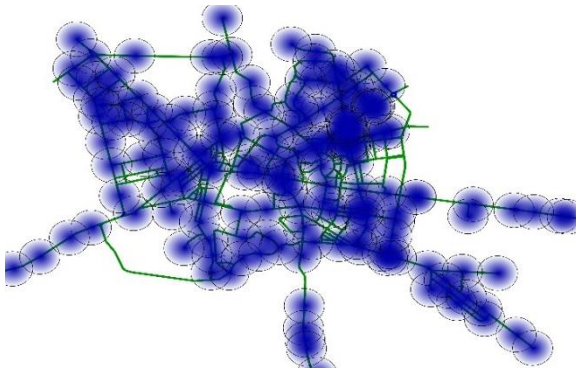


Рис.1.6. Оцінка зон пішоїдної доступності зупинок громадського транспорту

Практичне заняття № 2.

Тема 2. Створення транспортного попиту та пропозиції

Мета роботи: формування навичок створення транспортного пропозиції для міста шляхом розробки моделі транспортної мережі з урахуванням транспортного районування, типів транспорту, налаштування маршрутів громадського транспорту, а також оптимізації доступності та графіків руху.

Завдання:

1. Ознайомитися з методами збору даних про транспортні потоки (натурні спостереження, автоматизовані системи обліку).
2. Проаналізувати отримані дані про транспортний попит (інтенсивність руху, склад транспортного потоку, пікові навантаження).
3. Побудувати матрицю кореспонденцій транспортних потоків.
4. Визначити транспортну пропозицію на основі пропускну здатності вулично-дорожньої мережі.
5. Здійснити перший розрахунок рівня сервісу транспортної системи.

Для виконання практичних завдань необхідно виконати ряд умов:

- визначити транспортний попит для певного району міста.
- розрахувати пропускну здатність дорожнього вузла.
- побудувати матрицю кореспонденцій для заданої транспортної мережі.

Теоретичні відомості

Для створення транспортного пропозиції важливо враховувати кілька ключових аспектів. По-перше, необхідно розробити ефективну транспортну мережу, що включає різні типи доріг, вулиць і транспортних вузлів, а також громадський транспорт. Окремо слід розглянути процес транспортного районування, який

передбачає поділ території на райони з урахуванням інтенсивності руху, типів транспорту та призначення територій.

Одним із основних етапів є створення зон доступності, що визначають, як швидко та зручно можна дістатися до різних об'єктів міста. Для цього враховуються різні види транспорту та фактори, що впливають на швидкість переміщення. Для створення маршрутів громадського транспорту необхідно оптимізувати їх з урахуванням інфраструктури та потреб населення, а також розробити графіки руху для забезпечення зручності пасажирів.

Важливо використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для моделювання транспортних потоків і планування транспортної мережі, що дозволяє врахувати всі аспекти та створити оптимальне транспортне пропозиція для міста

Рекомендовані правила районування території міста в середовищі PTV VISUM:

1. Структура транспортного району повинна бути максимально однорідною за типом забудови та призначенням територій.

2. Центр транспортного району розміщується в геометричному центрі його території.

3. Межі транспортних районів повинні проходити таким чином, щоб не розділяти будівлі, парки або заводські території.

4. Форма транспортного району має дозволяти з'єднання всіх його точок з центром за допомогою прямих ліній, які не перетинають інші точки або частини району.

5. Кількість точок меж транспортного району повинна бути мінімальною, але достатньою для коректного визначення його меж.

6. Транспортний район повинен мати хоча б одну точку з'єднання з транспортною мережею.

7. Річки, озера, кладовища, поля, пустирі та інші малозаселені території не включаються до меж транспортного району.

8. Конфігурація з'єднань транспортних районів з вузлами транспортної мережі визначається виключно їх взаємним розташуванням. Їх кількість має забезпечувати коректне відображення можливих шляхів переміщення.

9. Лікарні, торгові комплекси, стоянки та гаражні комплекси, якщо це можливо, мають бути виділені в окремі транспортні райони.

10. Чим далі від історичного центру міста, тим більша площа може бути у транспортного району.

11. Опис додаткових характеристик транспортних районів різного призначення наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Додаткова характеристика транспортних районів

| Зона (галузева ознака) | Характеристика | |
|---|----------------|---------------------|
| 1. Сельбищна | 1.1 | 1-2 поверхи |
| | 1.2 | 4-5 поверхів |
| | 1.3 | 9-12 поверхів |
| | 1.4 | 16 поверхів і вище |
| 2. Центральна частина міста (адміністративна) | 2.1 | офіси |
| | 2.2 | банки |
| | 2.3 | держустанови |
| 3. Промислова | 3.1 | важка індустрія |
| | 3.2 | легка промисловість |
| | 3.4 | транспорт |
| 4. Торгова | 4.1 | речовий ринок |
| | 4.2 | продуктовий ринок |
| 5. Відпочинку | 5.1 | площа |
| | 5.2 | парк |
| 6. Санітарно-захисна | 6.1 | лісосмуга |
| | 6.2 | сквер |
| 7. Інші | 7.1 | поля |

Практичні завдання

1. Додати транспортні райони та примикання.
2. Визначити зони доступності з урахуванням типів транспорту.
3. Налаштувати маршрути громадського транспорту та їх графіки.

4. Створити матриці витрат для різних видів транспорту.
5. Розрахувати матриці кореспонденцій на основі гравітаційної моделі.
6. Оцінити вплив змін транспортного попиту на навантаження мережі.
7. Підготувати файл моделі з налаштованими маршрутами та зупинками.

Хід роботи

У середовищі PTV VISUM транспортне районування міста є процесом, що включає поділ міської території на окремі зони або райони для більш детального аналізу транспортних потоків, планування маршрутів, управління інфраструктурою та оцінки ефективності транспортних систем.

1. Імпорт даних про місто. Першим кроком є імпорт карти міста та даних про дорожню мережу (вулиці, перехрестя, транспортні вузли, громадські транспортні зупинки тощо).

2. Визначення зон і транспортних районів (рис. 2.1). Після завантаження даних, можна визначити межі різних транспортних районів на основі таких факторів, як щільність забудови, рівень інтенсивності руху, наявність ключових транспортних вузлів (автовокзалів, залізничних станцій, аеропортів) та інфраструктури громадського транспорту.



Рис. 2.1. Поділ території міста на транспортні райони (вузли)

3. Створення транспортних вузлів. Створіть важливі вузли у місцях перехресть, зупинок громадського транспорту, залізничних станцій або інших об'єктів, які є важливими для руху (рис. 2.2).

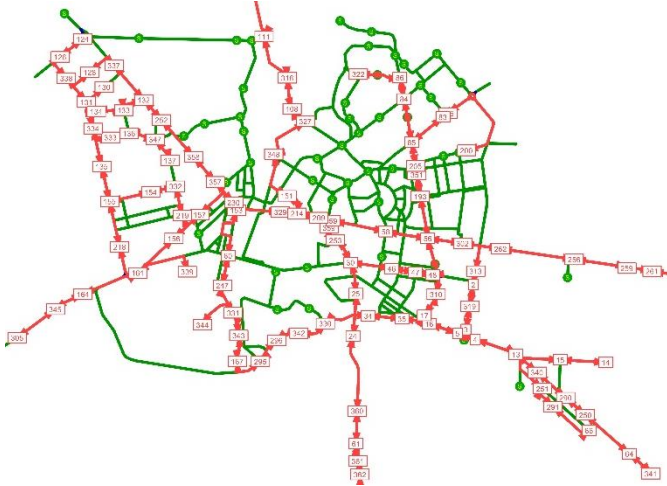


Рис. 2.2. Організація маршрутної системи

4. Розподіл трафіку між районами. Після того, як райони визначені і вузли з'єднані, ви можете використати функції PTV VISUM для моделювання транспортних потоків між цими районами. Це дозволить оцінити, які зони мають найбільший трафік і потребують більшої уваги в плануванні.

5. Аналіз попиту та пропозиції. Визначте транспортні потреби кожного району, ґрунтуючись на даних про інтенсивність руху, використання транспорту, кількість мешканців та комерційних об'єктів. Використовуючи інструменти для планування маршрутів оптимізувати транспортні потоки між районами, визначити найбільш ефективні маршрути для громадського транспорту та автотранспорту.

6. Аналіз та візуалізація результатів.

Практичне заняття № 3

Тема 3. Калібрування транспортної моделі

Мета роботи: оволодіти практичними навичками калібрування транспортних моделей.

Завдання:

1. Ознайомитися з поняттям калібрування транспортної моделі.
2. Визначити основні параметри, що підлягають калібруванню (інтенсивність руху, швидкісні режими, параметри світлофорного регулювання).
3. Виконати калібрування транспортної моделі, використовуючи натурні дані.
4. Провести верифікацію та валідацію моделі.
5. Підготувати звіт про результати калібрування.

Для виконання практичних завдань необхідно виконати ряд умов:

- налаштувати параметри руху транспорту в моделі відповідно до заданих умов.
- порівняти результати моделювання з реальними спостереженнями.
- визначити рівень точності каліброваної моделі.

Теоретичні відомості

Ключовим етапом у розробці транспортної моделі міста є її калібрування. Це процес виконання розрахунків на транспортній моделі, що відображає поточну ситуацію на вулично-дорожній мережі міста. Він включає порівняння отриманих результатів з даними, отриманими під час натурних обстежень транспортних потоків, і виявлення причин будь-яких розбіжностей, які потребують коригування. Калібрування є важливою складовою створення транспортних моделей.

Калібрування транспортної моделі — це процес налаштування моделі для досягнення найбільшої точності в прогнозуванні транспортних потоків, виходячи з реальних даних про стан міської

транспортної інфраструктури.

Процес підвищення якості транспортних моделей охоплює дві ключові складові: транспортний попит, транспортна пропозиція.

У кожній із цих складових здійснюється верифікація та калібрування параметрів у певній послідовності:

Глобальні параметри — це параметри, які характеризують транспортну систему в цілому.

Локальні параметри — це параметри, що відображають особливості окремих частин моделі та їх розподіл у просторі.

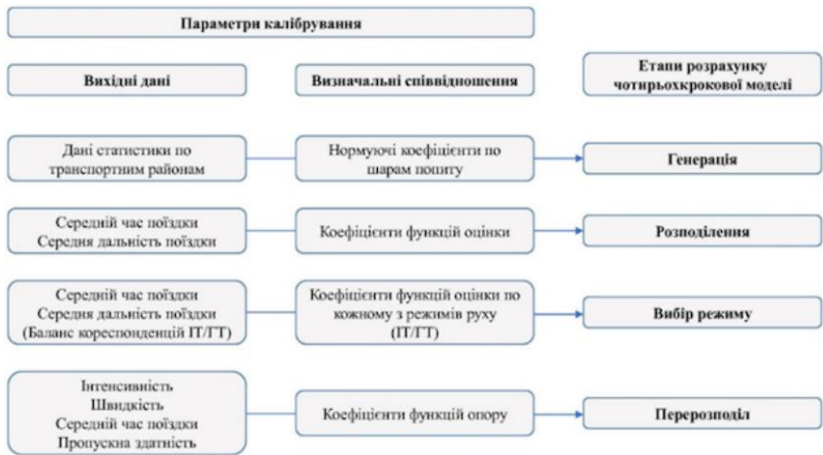


Рис. 1 Структура і послідовність заходів з калібрування транспортної моделі

Покрокове калібрування глобальних і локальних параметрів сприяє підвищенню точності моделі та її узгодженості з реальними транспортними умовами.

Оцінка якості транспортної моделі

Перевірка реалістичності розподілу в транспортній моделі здійснюється через статистичний аналіз, який порівнює спостережувані дані з результатами моделювання.

Для оцінки якості транспортної моделі наступні:

середня абсолютна помилка:

$$\delta_a = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N |X_i - U_i|$$

де X_i – інтенсивність потоку, виміряна на місці підрахунку з номером i ,

U_i – розраховане на основі моделі значення навантаження на дорогу, на якій встановлено місце підрахунку з номером i ,

N – кількість місць підрахунку.

Середня відносна помилка:

$$\delta_r = \frac{\sum_{i=1}^N |X_i - U_i|}{\sum_{i=1}^N X_i} * 100\%$$

де X_i – інтенсивність потоку, виміряна на місці підрахунку з номером i ,

U_i – розраховане на основі моделі значення навантаження на дорогу, на якій встановлено місце підрахунку з номером i ,

N – кількість місць підрахунку.

Окрім розгляду відносних або абсолютних відмінностей, використовується індекс GEN, який визначається за формулою:

$$GEN = \sqrt{\frac{(M - C)^2}{0.5(M + C)}}$$

де M – змодельована інтенсивність руху транспортного потоку;
 C – інтенсивність за результатами дослідження мережі.

Практичні завдання

1. Ознайомитися з поняттям калібрування транспортної моделі.
2. Визначити основні параметри, що підлягають калібруванню (інтенсивність руху, швидкісні режими, параметри світлофорного регулювання).
3. Виконати калібрування транспортної моделі, використовуючи

натурні дані.

4. Провести верифікацію та валідацію моделі.
5. Підготувати звіт про результати калібрування.
- 6.

Хід роботи

Введення вихідних даних. У першому етапі вводимо в модель транспортні дані міста (система доріг, типи відрізків, середньодобова інтенсивність руху тощо).

Верифікація моделі. Перевіряємо коректність отриманих результатів з реальними даними щодо інтенсивності транспортних потоків та визначаємо відповідність розрахункових значень з натурними.

Калібрування параметрів. Проводимо налаштування параметрів моделі, таких як пропускна спроможність, кількість смуг руху, швидкість руху, транспортні маршрути для окремих часових інтервалів.

Оцінка результатів. Аналізуємо отримані дані, визначаємо точність транспортної моделі, проводимо коригування параметрів в залежності від результатів.

Порівняння результатів. Порівнюємо результати роботи моделі з реальними спостереженнями для різних часових інтервалів та з різними транспортними режимами.

Параметри для калібрування транспортної моделі:

Транспортна пропозиція. параметри, що визначають можливості доріг і мережі (типи відрізків, пропускна спроможність, кількість смуг руху, дозволені швидкості).

Транспортний попит. параметри, що визначають рух транспортних засобів по маршрутах, залежно від попиту і зонування (матриця кореспонденцій, часи в дорозі, вибір режиму руху).

Практичне заняття № 4.

Моделювання вулично-дорожньої мережі в хмарному середовищі "Streetmix"

Мета роботи: опанувати навички роботи на платформі "Streetmix" для моделювання вулично-дорожньої мережі та оцінки можливих сценаріїв її оптимізації.

Завдання:

1. Ознайомитися з функціоналом платформи "Streetmix".
2. Розробити базову модель вулично-дорожньої мережі міста.
3. Створити альтернативні варіанти організації дорожнього руху (з урахуванням громадського транспорту, велосипедних доріжок, пішохідних зон).
4. Оцінити ефективність запропонованих варіантів та їх вплив на транспортний потік.
5. Візуалізувати отримані результати та підготувати презентацію.

Для виконання практичних завдань необхідно виконати ряд умов:

- розробити оптимальний дизайн міської вулиці з урахуванням сучасних вимог.
- порівняти ефективність різних схем організації дорожнього руху.
- визначити вплив пішохідної інфраструктури на загальну мобільність міста.

Хід роботи

Перед початком роботи необхідно вивчити функціонал онлайн-платформи "Streetmix". Ця платформа дозволяє створювати візуальні моделі міських вулиць, додаючи різні елементи, такі як автомобільні смуги, велодоріжки, тротуари, громадський транспорт тощо.

Кроки:

- ❖ відвідати вебсайт [Streetmix](#);
- ❖ ознайомитися з інтерфейсом та доступними інструментами;
- ❖ розглянути готові приклади організації вуличного простору;

- ❖ вивчити можливості редагування та налаштування параметрів.

Розробка базової моделі вулично-дорожньої мережі

На цьому етапі необхідно змоделювати типову вулицю міста, беручи до уваги її ширину та поточну організацію дорожнього руху.

Кроки:

- ❖ вибрати конкретну міську вулицю для моделювання;
- ❖ визначити загальну ширину вулиці;
- ❖ додати стандартні елементи: проїжджу частину, узбіччя, пішохідні зони;
- ❖ зафіксувати існуючий стан та структуру вулиці.

Створення альтернативних варіантів організації дорожнього руху

Розробляються кілька можливих сценаріїв оптимізації дорожнього руху з урахуванням громадського транспорту, велосипедних доріжок та пішохідних зон.

Кроки:

- ❖ додати велодоріжки та визначити їх оптимальне розташування;
- ❖ виділити смуги для громадського транспорту (автобуси, трамваї);
- ❖ оптимізувати розміщення пішохідних зон для підвищення доступності;
- ❖ врахувати можливість облаштування зон для паркування.

Оцінка ефективності запропонованих варіантів

Порівнюються розроблені альтернативні моделі за критеріями: пропускна здатність вулиці; зручність для пішоходів та велосипедистів; вплив на екологічну ситуацію; безпека руху.

Кроки:

- ❖ виконати аналіз кожного сценарію;
- ❖ визначити переваги та недоліки кожної моделі;
- ❖ провести порівняння ефективності варіантів.

Візуалізація результатів та підготовка презентації

Підсумки роботи оформлюються у вигляді графічних схем та презентації.

Кроки:

- ❖ зробити знімки екрана створених моделей;

- ❖ скласти коротке пояснення до кожного варіанту;
- ❖ підготувати презентацію для демонстрації результатів моделювання.

На основі проведеного аналізу необхідно визначити найоптимальніший варіант організації дорожнього руху; обґрунтувати вибір запропонованого рішення; надати рекомендації щодо покращення міського простору та мобільності населення.

4. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБИТ

Самостійна робота є важливою складовою навчального процесу, що дозволяє студентам поглиблювати свої знання, вдосконалювати навички аналізу та вирішення практичних завдань.

Під час роботи над кейсами ви будете вчитися створювати транспортні моделі міста, розраховувати і прогнозувати транспортний попит та пропозицію, здійснювати калібрування моделей для точнішого відображення реальних умов, а також працювати з інноваційними платформами для моделювання вулично-дорожньої мережі.

Кейс 1: Створення транспортної моделі для нового житлового району міста. Необхідно врахувати інфраструктуру, можливі проблеми з транспортними перевезеннями та оптимізацію маршрутів для зменшення заторів.

Кейс 2: Моделювання зміни транспортного потоку в результаті введення нової транспортної лінії або модернізації існуючих шляхів (наприклад, введення підземного метро).

Кейс 3: Аналіз транспортного попиту для крупного торгового центру у вихідні дні. Студенти повинні визначити кількість транспорту, що потрібна для обслуговування потоку відвідувачів, і порівняти це з існуючими маршрутами і транспортними засобами.

Кейс 4: Прогнозування зростання транспортного попиту в місті після відкриття нового вокзалу або аеропорту і визначення потреби у нових видах транспорту.

Кейс 5: Калібрування моделі для конкретного міста, враховуючи реальні дані щодо часів поїздок, рівня заторів і дорожніх умов. Порівняння результатів моделювання з фактичними даними для оцінки точності моделі.

Кейс 6: Калібрування моделі для періоду пік та низького сезону, щоб оцінити вплив сезонних коливань попиту на транспортні послуги.

Кейс 7: Створення вуличної мережі для району міста з високою щільністю забудови та обмеженою кількістю просторів для розширення доріг. Оцінка впливу різних варіантів організації руху на час поїздок та безпеку пішоходів.

Кейс 8: Моделювання вулично-дорожньої мережі для нового бізнес-центру в центрі міста з акцентом на оптимізацію паркування, велодоріжок і пішохідних зон у хмарному середовищі.

Кейс 9: Оцінка впливу сезонних подій на транспортні потоки міста. Студенти повинні розробити модель транспортного попиту під час проведення великих заходів, таких як фестивалі, спортивні події або святкові заходи. Врахування змін у потоці пасажирів, необхідність додаткового транспорту і зміни в роботі існуючих маршрутів.

Кейс 10: Аналіз впливу нових інфраструктурних проєктів на міську мобільність. Моделювання змін у транспортних потоках після введення нових мостів, тунелів або об'їзних шляхів. Студенти повинні передбачити, як ці зміни вплинуть на дорожні затори, час поїздки та доступність транспорту для різних груп населення.

5. ПИТАННЯ ГАРАНТОВАНОГО РІВНЯ ЗНАТЬ

1. Основні поняття та терміни транспортного моделювання.
2. Класифікація транспортних моделей.
3. Методи збору та аналізу даних для транспортного моделювання.
4. Принципи побудови мікромоделі вулично-дорожньої мережі.
5. Основні параметри транспортного попиту та пропозиції.
6. Методи оцінки ефективності функціонування транспортної мережі.
7. Калібрування транспортної моделі: цілі, методи та показники.
8. Верифікація та валідація транспортних моделей.
9. Використання платформи "Streetmix" у транспортному моделюванні.
10. Розрахунок пропускної здатності дорожніх вузлів.
11. Принципи створення та аналізу матриці кореспонденцій.
12. Методи оптимізації роботи громадського транспорту.
13. Використання імітаційного моделювання для оцінки ефективності регулювання руху.
14. Основи інтелектуальних транспортних систем та їх роль у моделюванні.
15. Параметри та критерії оцінки безпеки дорожнього руху за допомогою моделювання.
16. Методи прогнозування транспортного попиту.
17. Використання великих даних у транспортному моделюванні.
18. Вплив транспортного моделювання на екологічну ситуацію в містах.
19. Інструменти GIS у транспортному моделюванні.
20. Вплив урбаністичних факторів на транспортну модель міста.
21. Оцінка рівня сервісу дорожньо-транспортної мережі.
22. Методи ідентифікації транспортних вузьких місць.
23. Роль мобільності населення у транспортному плануванні.
24. Застосування штучного інтелекту в транспортному моделюванні.
25. Використання динамічних моделей у транспортному моделюванні.

26. Методи управління транспортними потоками у мегаполісах.
27. Використання цифрових двійників у транспортному моделюванні.
28. Взаємодія пішохідної та транспортної інфраструктури.
29. Аналіз транспортних вузлів із використанням симуляційних моделей.
30. Особливості моделювання транспортної інфраструктури для «розумних» міст.
31. Вплив електромобілів на транспортну модель міста.
32. Планування велосипедної інфраструктури в містах.
33. Аналіз роботи світлофорних об'єктів у транспортних моделях.
34. Використання мультиагентного моделювання у транспортній сфері.
35. Оптимізація маршрутів громадського транспорту за допомогою моделювання.
36. Методи розрахунку часових затримок у дорожньому русі.
37. Використання мобільних додатків для збору даних про транспортні потоки.
38. Розвиток автономного транспорту та його вплив на транспортне моделювання.
39. Використання аерофотозйомки та супутникових даних для транспортного аналізу.
40. Інтеграція різних видів транспорту у комплексні транспортні моделі.

5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Smart software for the future of mobility. URL: <https://www.ptvgroup.com/en/>.

2. PTV Vissum Tips & Tricks. URL: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-uk/training-support/support/ptv-vissim/tipstricks/>.

3. Sustainable Urban Transport Project: Public Transport. URL: <http://sutp.org/en/resources/publications-by-topic/public-transport-44.html>.

4. Capacity Building in Sustainable Urban Transport. URL: <http://capsut.org/resources/onlinelectures/>.

5. Institute for Transportation and Development Policy. URL: <https://www.itdp.org/publications/>.

6. ELTIS Urban Mobility Portal. URL: <http://www.eltis.org/resources/videos>.

7. Пашкевич С.М., Никончук В.М., Кристопчук М.Є. Оцінка пропускної спроможності міської дорожньої мережі з урахуванням пропозиції паркування. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*: Науковий журнал. Луцьк: ЛНТУ, 2023. №2(21). 238 с. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal-mbf/article/view/1221>.

8. Осетрін М. М., Тарасюк В. П., Беспалов Д. О. Транспортне імітаційне моделювання: конспект лекцій. Київ: КНУБА, 2023. 76 с.

9. Давідіч Ю. О., Фалецька Г. І. Конспект лекцій з дисципліни «Моделювання транспортних систем». Харків: ХНУМГ, 2019. 71 с.

10. Безлюбченко О. С., Гордієнко С. М., Завальний О. В. Планування міст і транспорт: навч. посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 271 с.

11. Дзюба О. П., Поліщук В. П., Красильникова О. В. Транспортне планування міст: підручник. Київ: Знання України, 2014.

12. Никончук В. М., Кристопчук М. Є., Хітров І. О., Пашкевич С. М. Теорія та практика розвитку транспортної системи та об'єктів транспортної інфраструктури: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2024. 172 с.

13. Методичні вказівки до виконання практичних завдань та

самостійної роботи з навчальної дисципліни «Транспортне планування міст» [Електронний ресурс] / Никончук В. М., Хітров І. О, Кристопчук М. Є. Рівне: НУВГП, 2023. 31 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/27192/1/02-02-202%D0%9C.pdf>.

14. Форнальчик Є. Ю., Гілевич В. В., Могила І. А. Моделювання транспортних потоків: навчальний посібник [Електронний ресурс] / за заг. ред. Є. Ю. Форнальчика. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2020. 216 с. URL: <http://elib.chdtu.edu.ua/e-books/4244>.

15. ДБН Б.2.2-12:2018 Планування і забудова територій. Київ: Мінрегіон України, 2018. 187 с.

16. ДБН В.2.3-5:2018 Вулиці та дороги населених пунктів. Київ: Мінрегіон України, 2018. 61 с.

ДОДАТКИ

-

Додаток А

Параметри для калібрування транспортної моделі

| Елемент калібровки | Параметр калібровки | Локальний | Глобальний |
|--|---|-----------|------------|
| Транспортна пропозиція | | | |
| Типи відрізків: | – Ранг (головна, другорядна дорога, вулиця); | X | |
| | – Пропускна спроможність; | X | |
| | – Кількість смуг руху (із врахуванням запаркованих автомобілів на відрізках); | X | |
| | – Дозволені швидкості; | X | |
| | – Дозволені системи транспорту. | X | |
| Відрізки: | – № типу; | X | |
| | – Перевірка Vакт і такт. | X | |
| Функції CR (Capacity restraint) для типів відрізків: | Використання CR–функцій для обліку завантаженості на відрізках. | X | |
| Вузли і організація руху: | – Геометрія; | X | |
| | – Тип регулювання; | X | |
| | – Пропускна здатність і t0 IT (затримка на вузлі); | X | |
| | – Головні потоки; | X | |
| | – Параметри поворотів (№ типу, набір систем транспорту, t0 IT). | X | |
| Стандарти поворотів | (затримка і пропускна здатність IT). | X | |
| CR–функції для типів поворотів, вузлів | (в залежності від складності маневру): | X | |
| | – Дозволяє враховувати рівень навантаження на кожному геометричному напрямку. | X | |
| Транспортна мережа: | – Альтернативні шляхи. | X | |
| Обмеження: | – Враховується дальність поїздки, вартість і т.д. | X | |
| | – Перевірка функцій та агрибутів. | X | |
| Коефіцієнт приведення: | – Для систем транспорту IT та ГТ. | X | |

| Примікання | | | |
|--|---|---|--|
| Місцезположення сполучень [5]: | – Сполучення ІТ – до дворових виїздів і місць стоянки ІТ всередині району; | X | |
| | – Сполучення ГТ – до вузлів доступу зон зупинок ГТ всередині району і за його межами. | X | |
| Дозволені системи транспорту: | – Врахування генерування/поглинання пасажиропотоку, який виконує переміщення на певних видах рухомого складу. Наприклад, дозволити рух вантажівок на сполученнях біля магазинів, складів і заборонити (або збільшити час) на сполученнях до звичайних дворових виїздів. | X | |
| Час руху на сполученнях для кожної системи транспорту | | X | |
| Доля ІТ та ГТ на кожному сполученні (при розподілі долями) | – Враховуються конкретні долі від загального об'єму кореспонденцій на кожному сполученні в районі. | X | |
| Матриці | | | |
| Матриці затрат (елементи головних діагоналей) | – Чим менші райони, тим більші повинні бути затрати по діагоналі (затрати на переміщення всередині району). | X | |
| Матриці кореспонденцій (перевірка): | – ModalSplit – розподіл транспортних потоків за видами транспорту; | X | |
| | – Рухомість населення; | X | |
| | – Рівень автомобілізації (кількість автомобілів на 1000 чол.). | X | |
| Заповнення транспортних засобів | (середня кількість чол. при поїздки в ТЗ) для сегментів ІТ. | X | |
| Комбінація матриць для години «пік» | – коригування коефіцієнтів переходу від добових показників. | X | |

| Функції оцінки | | | |
|--|---|---|--|
| Дальність поїздок | | X | |
| Тривалість поїздок | | X | |
| Пропорції між ГТ та ГТ | | X | |
| Вибір затрат (часові, відстані, грошові, швидкісні). | | X | |
| Комбінація затрат: наприклад, для ГТ | – час в дорозі і грошові затрати. | X | |
| Параметри функції оцінки: | – Визначення поведінки людей при виборі цілі і виду транспорту. Калібровка розподілу дальності/часу в дорозі по видах транспорту. | X | |
| Параметри пошуку шляху: | – Розрахунок найкоротших шляхів і затрат на них. | X | |
| Модель утворення транспортного руху | | | |
| Ступені утворення і тяжіння | – Зміна ступенів дозволяє зменшувати / збільшувати загальну кількість генеруючого пасажиропотоку по шарам попиту. | X | |
| Розрахунок транспортного руху кордонних районів | – Налаштування розрахунку; | X | |
| | – Коригування долі транзиту; | X | |
| | – Уточнення обсягів вхідного і вихідного потоків; | X | |
| | – Зміна (уточнення) даних статистики взаємодії по районах; | X | |
| | – Налаштування функцій оцінки. | X | |
| Процедури | | | |
| Кількість ітерацій: | – Для отримання збіжності між попитом і пропозицією необхідно виконувати декілька ітерацій при розрахунку, кількість яких вибирається експертно на етапі первинних розрахунків. | X | |