

Розділ 3 СТВОРЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ

3.1 Цілі моделювання. Етапи створення моделі

Прогнозні транспортні моделі призначені для моделювання обсягів транспортної роботи в мережах при відомому розміщенні потокоутворюючих об'єктів міста. За допомогою прогнозних моделей можна прогнозувати наслідки змін у транспортній мережі міста, що відбуваються в процесі зміни або транспортного попиту, або транспортного пропозиції.

Моделі цього типу застосовуються для підтримки прийняття рішень в області транспортного планування міста, для аналізу наслідків тих чи інших альтернативних проектів розвитку транспортної мережі та ін. [12].

Прогнозні моделі можна розділити на дві групи по основним завданням прогнозування:

- прогнозування в часі;
- прогнозування в просторі.

Основні етапи створення транспортної моделі:

- створення моделі транспортної пропозиції;
- створення моделі транспортного попиту;
- калібрування транспортної моделі.

3.2 Порядок створення транспортної моделі

3.2.1 Створення моделі транспортної пропозиції

Транспортна пропозиція включає в себе інфраструктуру систем транспорту, які включені в транспортну модель. Основними системами транспорту в транспортних моделях зазвичай виступають індивідуальний транспорт і міський пасажирський транспорт загального користування.

Основні елементи транспортної пропозиції для системи індивідуального транспорту [13]:

- «Вузли» (nodes) - перехрестя, перетину;
- «Перегони» (links) - ділянки вулично-дорожньої мережі;

- «Транспортні райони» (zones) - джерела і цілі скоєння кореспонденцій;
- «Примикання» (connectors) - з'єднують центри транспортних районів з мережею індивідуального та громадського транспорту.

Для системи громадського транспорту додатково до даних елементів додаються:

- зупинки громадського транспорту (stops);
- маршрути руху громадського транспорту (lines).

Транспортна пропозиція індивідуального транспорту

Вузли

«Вузли» (nodes) визначають положення перехресть, є початковими і кінцевими точками перегонів.

Для кожного з можливих маневрів на перехресті важливо задати величини затримок при здійсненні даних маневрів. У зв'язку з цим при створенні транспортної пропозиції важливо правильно призначити типи перехресть і задати значення затримок для кожного типу можливих маневрів (поворотів). Значення затримок для різних типів вузлів і маневрів вносяться в меню «Мережа - Стандарти повороту» (Рис. 3.1).

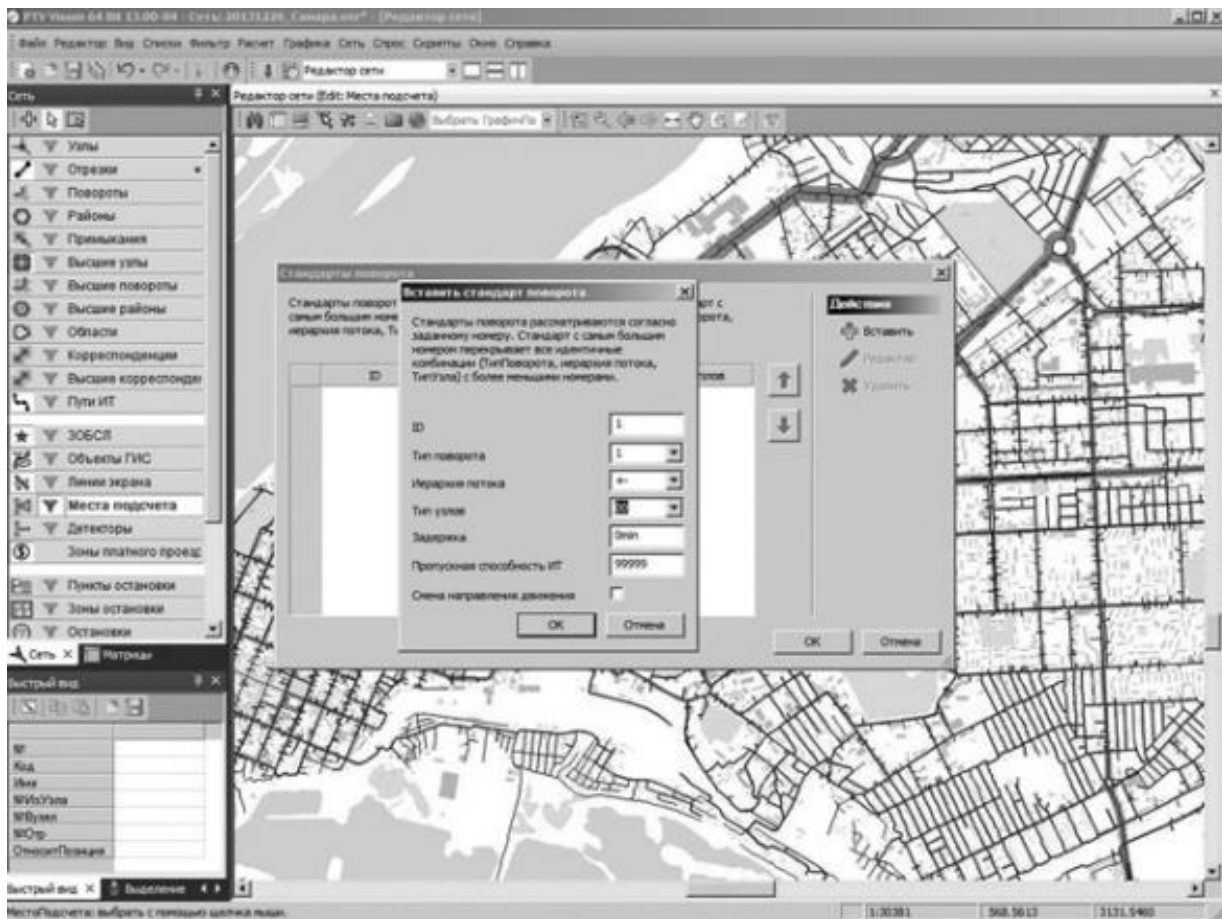


Рис. 3.1 Перехід в меню «Стандарти повороту»

Тут необхідно вибрати (рис. 6):

- тип повороту (прямо, направо, наліво);
- тип вузла (визначається користувачем, наприклад: 1 - регульовані вузли, 2 - нерегульовані вузли);
- ієрархія потоку;
- затримка в секундах;
- пропускна спроможність.

Окрім цього, в редакторі вузла є також наступні вкладки:

1) редактор геометрії вузла: задаються смуги руху і дозволені напрямки руху по цих смугах. Також є можливість задати розширення на перехресті.

2) редактор світлофорного об'єкта: тут задаються фази, сигнальні групи, для кожної сигнальної групи задаються смуги руху, для яких дозволено рух в зазначену фазу. У цьому ж вікні редактора можливо провести оптимізацію фаз світлофорного регулювання для існуючих транспортних потоків.

Відрізки

«Відрізки» (links) - це об'єкти транспортної пропозиції, які описують вулично-дорожню мережу. Відрізки з'єднують вузли і мають напрямок, при цьому, прямий і зворотний напрямки є самостійними об'єктами мережі, яким присвоюється загальний номер відрізка.

Для громадського транспорту тимчасові витрати обчислюються з розкладу руху. Крім того, для громадського транспорту можливо врахувати такі витрати, як час пішохідного підходу, час очікування, час пересадки та інші параметри. Підсумкові тимчасові витрати будуть сумою всіх витрат, як на доступ до зупинки громадського транспорту, так і всередині системи громадського транспорту (рух, пересадка).

Крім того, можливо також врахувати вартість проїзду. PTV Vision® VISUM дозволяє враховувати різні тарифні системи, в тому числі разові квитки та зональну систему. В результаті для кожної поїздки громадського транспорту розраховуються сумарні витрати аналогічно витратам по індивідуальному транспорту в термінах часу або грошовому еквіваленті.

Транспортні райони

«Транспортні райони» (zones) є початковими і кінцевими пунктами транспортного руху. У транспортній моделі кожен транспортний район зведений до центру тяжіння, який через примикання пов'язаний з вулично-дорожньою мережею. Межі транспортних районів показують просторове положення транспортного району, однак вплив на розподіл транспорту надає тільки положення його центру.

Необхідно всю територію міста розбити на транспортні райони, причому їх кількість і розмір залежать від розмірів міста і кількості населення.

Примикання

«Примикання» (connectors, дослівно - «з'єднання») - це об'єкти мережі, які з'єднують центри тяжіння транспортних районів з вулично-дорожньою мережею і містять інформацію про витрати (тимчасових або узагальнених) на доступ від

центру тяжіння транспортного району до систем транспорту, допущених на примиканні. Кожен транспортний район в транспортній моделі має примикання мінімум з одним вузлом мережі.

Для пасажирів громадського транспорту примикання відповідає початковому і кінцевому пішохідному переходу, для нього зазвичай вказується час руху пішки. Примикання громадського транспорту сполучають центр району з вузлом доступу до зупинки.

Транспортна пропозиція міського пасажирського транспорту загального користування

Транспортна модель, виконана в форматі PTV Vision® VISUM, дозволяє моделювати також систему громадського транспорту. В транспортну модель вводяться системи громадського транспорту, види рухомого складу з його характеристиками. Далі створюється маршрутна мережа громадського транспорту. Маршрутна мережа громадського транспорту прокладається по вулично-дорожньої мережі, кожен маршрут проходить по відрізках через вузли та пункти зупинок.

Ієрархія зупинок

Для більш точного і детального моделювання громадського транспорту в PTV Vision® VISUM створюється система зупинок.

При створенні системи зупинок громадського транспорту PTV Vision® VISUM вимагає створення ієрархічної структури: «зупинка» (stop) - «зона зупинки» (stop area) - «пункт зупинки» (stop point).

Для кожного пункту зупинки визначені системи транспорту, для яких дозволено зупинку, посадку і висадку пасажирів.

У разі якщо для пункту зупинки заборонена посадка-висадка будь-якої системи транспорту, далі при прокладці маршрутів цієї системи транспорту такий зупинний пункт не буде включатися в маршрут.

Маршрути, варіанти маршруту, розклад

Після створення системи зупинок в транспортну модель вводяться «маршрути» руху громадського транспорту (lines).

Кожен маршрут в транспортній моделі, виконаної в PTV Vision® VISUM, складається з декількох (зазвичай двох) «варіантів маршруту» (line routes), кожен з яких є одним з напрямків руху маршруту (від початкового пункту зупинки до кінцевого і назад). Один з варіантів зазвичай називається прямим напрямком маршруту, другий - зворотним.

3.2.2 Створення моделі транспортного попиту

В ході побудови моделі транспортного попиту визначаються джерела і цілі транспортного руху, вводяться параметри транспортної рухливості населення, формуються матриці кореспонденцій за видами транспорту і цілям здійснення транспортних кореспонденцій.

Транспортний попит визначається показниками транспортної рухливості населення.

Об'єкти транспортного попиту

Модель транспортного попиту в PTV Vision® VISUM має складну структуру. Для побудови стандартної чотирикрової моделі транспортного попиту спочатку необхідно ввести в транспортну модель існуючі системи транспорту.

У PTV Vision® VISUM є «системи транспорту» (transport systems), які через «сегменти попиту» (demand segments) зв'язуються з «матрицями кореспонденцій» (OD matrix). Сегмент попиту є визначальним для розрахунку попиту. Кожен сегмент попиту має рівно одну матрицю кореспонденцій і може складатися з декількох систем транспорту.

Системи транспорту, режими, сегменти попиту

Для громадського транспорту в транспортну модель введені такі системи транспорту:

- автобус;
- тролейбус;
- трамвай;
- маршрутні таксі.

Для кожного типу одиниць транспортних засобів були введені параметри рухомого складу - загальна місткість і кількість сидячих місць

Шари попиту

Один з основних структурних елементів транспортного попиту - «шар попиту» (demand strata). Мінімально можливий набір шарів попиту містить два шари. Це попит на пересування від дому на роботу і з роботи додому.

У транспортних моделях задані шари попиту, генераторами і споживачами транспортних кореспонденцій в яких є:

- дім;
- робота;
- місце навчання (ВНЗ, ССНЗ);
- інші місця тяжіння.

Джерелом транспортного руху, а отже, необхідними вихідними даними для розрахунку кожного з шарів попиту, в залежності від джерела і мети поїздки, є статистична інформація:

- чисельність населення;
- чисельність працюючого населення;
- кількість робочих місць;
- кількість робочих місць в сфері послуг;
- чисельність навчаючихся;
- кількість навчальних місць у ВНЗ.

Матриці витрат

Розрахунок транспортного попиту проводиться на основі витрат на переміщення між транспортними районами. Такі витрати розраховуються і зберігаються у вигляді «матриць витрат» (skim matrix). Елементи матриці витрат характеризують будь-які витрати, пов'язані з переміщеннями між усіма транспортними районами області дослідження.

В якості витрат для громадського транспорту найчастіше використовується сума наступних витрат:

- час початкового і кінцевого пішохідних підходів;
- час очікування на зупинці;

- час руху всередині рухомого складу;
- час очікування при пересадці;
- час пішохідного переходу при пересадці;
- вартість проїзду.

Матриці кореспонденцій

Під терміном «транспортна кореспонденція» мається на увазі стійко реалізоване за допомогою транспорту переміщення людини (одиниці вантажу) з одного місця в інше.

За методикою [16] розрахунок матриці трудових кореспонденцій виконується в результаті рішення задачі математичного програмування, відомої як модель максимізації ентропії.

В основі алгоритму розрахунку матриць кореспонденцій в PTV Vision® VISUM лежить гравітаційна модель:

$$F_{ij} = k \cdot Q_i \cdot Z_j \cdot P_{ij}, \quad (59)$$

де: F_{ij} - кількість кореспонденцій з району i в район j ;

Q_i, Z_i - величини обсягів відправлень і прибуття трудових кореспонденцій для району i ;

P_{ij} - функція переваги.

3.3 Калібрування транспортної моделі

Після створення моделі транспортної мережі в PTV Vision® VISUM необхідно перевірити достовірність результатів розрахунку, тобто чи відповідає модель реальній ситуації, що спостерігається на вулично-дорожній мережі міста. У процесі калібрування моделі потрібно домогтися максимальної близькості результатів, отриманих на основі моделювання, і даних, зібраних в результаті проведених обстежень параметрів транспортних і пасажирських потоків.

3.3.1 Прив'язка натурних даних про інтенсивність руху транспортних потоків

Для проведення калібрування необхідно попередньо прив'язати натурні дані до об'єктів моделі. У PTV Vision® VISUM зазвичай використовуються об'єкти «місця підрахунку» (count location).

Місця підрахунку - об'єкти мережі, які відзначають позицію на відрізку, де проводиться збір даних для конкретного напрямку відрізка. У кожне місце підрахунку можна вводити будь-яку кількість параметрів - денні, добові, погодинні інтенсивності, при необхідності з розбивкою за видами транспорту.

До кожного місця підрахунку можливо прив'язати наступні параметри:

Вхідні транспортні потоки:

- 1) денна інтенсивність легкового транспорту;
- 2) денна інтенсивність вантажного транспорту;
- 3) денна інтенсивність громадського транспорту;
- 4) інтенсивність в ранкову годину пік для легкового транспорту;
- 5) інтенсивність в ранкову годину пік для вантажного транспорту;
- 6) інтенсивність в ранкову годину пік для громадського транспорту;
- 7) інтенсивність у вечірню годину пік для легкового транспорту;
- 8) інтенсивність у вечірню годину пік для вантажного транспорту;
- 9) інтенсивність у вечірню годину пік для громадського транспорту.

Зазвичай під час калібрування використовуються тільки дані про вхідні транспортні потоки.

3.3.2 Збір вихідних даних про транспортну систему з використанням глобальної мережі Інтернет

Одну з основних проблем при створенні та актуалізації транспортних моделей становить збір вихідних даних. Проблема полягає, перш за все, в тому, що в транспортній системі постійно відбуваються ті чи інші зміни. Оперативно відслідковувати всі зміни, що відбуваються в транспортній системі досить складно. Крім того, транспортні моделі можуть мати неточності, пов'язані з помилками при зборі вихідних даних.

Одним з перспективних джерел отримання необхідних даних є Інтернет. Сучасні технології дозволяють створювати інструменти, за допомогою яких

звичайні жителі міста, учасники дорожнього руху за допомогою спеціальних інтернет-ресурсів можуть вносити в транспортну модель зміни.

3.3.3 Роботи з калібрування і верифікації моделі

Під калібруванням транспортних моделей розуміють широкий набір способів, технологій і інструментів, метою яких є підвищення достовірності моделі, тобто відповідність розрахункових значень основних параметрів моделі спостережуваним станам функціонування транспортної системи.

Основним параметром, за яким здійснюється оцінка якості розрахунку транспортних моделей і їх калібрування, є інтенсивність руху транспортних потоків.

Калібрування транспортної моделі за значеннями інтенсивностей транспортних потоків полягає в послідовному пошуку помилок в транспортній пропозиції, попиті або визначальних співвідношеннях в місцях з найбільшим відхиленням розрахункових значень інтенсивності руху транспортних потоків від натурних.

3.4 Особливості роботи з транспортною моделлю

Основне призначення прогнозних транспортних моделей - це, безумовно, можливість оцінити ті чи інші управлінські рішення, що стосуються транспортних систем, з точки зору якості функціонування даних транспортних систем. Для оцінки кожного управлінського рішення формується свій сценарій. Кожен сценарій включає в себе ті чи інші зміни, пов'язані з розвитком досліджуваної транспортної системи.

3.4.1 Види сценаріїв

Для формулювання кожного зі сценаріїв для їх подальшого моделювання необхідно визначити можливі типи, характеристики і особливості сценаріїв.

Розвиток транспортної системи в просторі

Розвиток транспортної системи в просторі - це розвиток, перш за все, територіальний. Головне питання, на яке відповідають сценарії просторового

розвитку транспортної системи, - це «що буде, якщо ...», як зміниться якість функціонування транспортної системи в одному місці (території міста) при тих чи інших змінах, що відбуваються в іншій частині досліджуваної області.

Часовий період прогнозування - короткострокові і довгострокові сценарії

Часовий період моделювання, короткостроковий або довгостроковий, визначається в залежності від того, для якого транспортного попиту буде проводитися прогнозування.

Так, при короткостроковому прогнозуванні часто формуються сценарії, які включають зміни в транспортній пропозиції. При цьому при розрахунку проводиться тільки процедура перерозподілу по мережі існуючої матриці кореспонденцій. Умовно такий розрахунок можна назвати однокроковим.

Довгострокове прогнозування обов'язково містить і зміни в транспортному попиті, і зміни в транспортній пропозиції. Однак головна особливість довгострокового прогнозування - це зміна параметрів транспортної рухливості населення. У зв'язку з тим, що в довгостроковому прогнозуванні використовується часовий період від 5 років і вище, при розробці сценарію потрібно в обов'язковому порядку враховувати зміну транспортної рухливості населення.