

УДК 004.9+656

В.Б. Мокін, д-р. техн. наук, проф.,
В.Г. Сторчак, О.В. Гавенко,
І.О. Медведєв

Державний вищий навчальний заклад
 „Вінницький національний технічний університет“,
 м. Вінниця, Україна

НОВИЙ ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

V.B. Mokin, Dr. Sc. (Tech.), Professor,
V.H. Storchak, O.V. Havenko,
I.O. Medvediev

State Higher Educational Institution
 “Vinnytsia National Technical University”, Vinnytsia, Ukraine

A NEW APPROACH TO ORGANIZATION OF A GIS SIMULATION MODEL OF URBAN TRANSPORT SYSTEM

Запропоновано новий підхід до побудови геоінформаційної імітаційної моделі руху транспортних засобів у місті з урахуванням типових особливостей та характеристик центрів тяжіння населення. Запропоновано алгоритми ідентифікації моделі для кожного конкретного центру тяжіння та урахування закономірностей щодо руху транспортних засобів на перехрестях (рух прямо, повороти ліворуч, праворуч). Модель, побудована за цим підходом, дасть змогу передбачити та оцінити додаткове транспортне навантаження, яке виникає внаслідок створення, реконструкції чи закриття центрів тяжіння населення міста (супермаркетів, шкіл, заводів тощо).

Ключові слова: *транспортна мережа, центр тяжіння, транспортний потік, інтенсивність руху транспортних засобів, граф*

Постановка задачі. В останній час, у зв'язку зі стрімким зростанням кількості автомобілів на дорогах, гостро постала задача оптимізації руху транспорту, оскільки це простіше і дешевше, ніж виконання капітально-будівельних робіт із модернізації транспортної мережі. Для вирішення цих задач потрібно розробити імітаційну модель, яка відобразить реальний рух транспорту за заданих умов та за допомогою якої можна передбачати та вирішувати транспортні ускладнення, які виникатимуть на дорогах.

Транспортний потік у містах пропонується розглядати як сукупність транзитного (рух транспортних засобів (ТЗ) крізь місто) та місцевого, який формується безпосередньо в місті. У місцевому потоці пропонується вирізняти постійну складову (наприклад, регулярні маршрутні перевезення) та змінну. Змінну складову, у свою чергу, пропонується розглядати як сукупність руху ТЗ, що ідуть у своїх справах від чи з певних центрів тяжіння населення. Саме моделювання цієї змінної частини місцевого потоку і є найскладнішою задачею.

Центри тяжіння (магазини, школи, заводи, ринки, склади, місця проживання тощо) – це місця, у напрямі до яких чи від яких регулярно підвищується інтенсивність руху транспортних засобів різного типу, а саме:

- місця тяжіння населення щодо отримання освітніх послуг (університети, школи, технікуми тощо);
- місця придбання товарів широкого вжитку (супермаркети, магазини тощо);
- місця оптової закупівлі та вантажних перевезень (склади, гіпермаркети тощо);
- місця розваг населення (театри, дискотеки тощо);
- місця роботи населення (заводи, фабрики тощо);
- місця проживання населення.

Кожен із цих центрів тяжіння має свої особливості та характеристики [1, 2].

Задача, яку слід розв'язати: розробити підхід до побудови геоінформаційної імітаційної моделі транспортної мережі міста з урахуванням типових особливостей та характеристик центрів тяжіння та алгоритми ідентифікації моделі для кожного конкретного центру.

Ідея розв'язання задачі. Ідея підходу полягає в тому, що для кожного типу центрів тяжіння будується типова модель руху ТЗ до них та від них у різний час доби. Потім ця модель адаптується до кожного центру з використанням коефіцієнтів подібності, які визначаються за багатьма критеріями. Модель доповнюється відомостями про розподіл потоків на перехрестях (з якою ймовірністю та в якому напрямку повертають частини потоку на кожному перехресті). Додатково оцінюється та задається закон зміни транзитного потоку та регулярних маршрутних перевезень по місту (електротранспорт, автобуси та маршрутні таксі). Далі всі дані заносяться в ГІС та, з використанням спеціальних програмних засобів, проводиться імітація руху транспортних засобів у заданий час доби.

Для вирішення даної задачі було проведено серію натурних обстежень різних за типом центрів тяжіння. У результаті було отримано дані про те, який відсоток від транспортного потоку прямує до даних точок тяжіння. У залежності від параметрів необстежених місць тяжіння, можна наближено визначити відсоток транспорту, що прямує до них.

До таких параметрів відносять [3]:

1. Тривалість роботи центрів тяжіння.

У залежності від тривалості і графіку роботи змінюються піки та тривалість відвідування.

Також слід врахувати, що між кількістю відвідувачів і тривалістю роботи немає прямої залежності, крім того, кількість відвідувачів змінюється в часі.

2. Розміри центру тяжіння.

Чим більші розміри та площа центру, тим більша кількість людей може бути зацікавлена в ньому. А як наслідок, збільшується кількість людей, які дістануться туди на авто.

3. Віддаленість від зупинок громадського транспорту.

Чим далі знаходиться центр тяжіння від зупинок громадського транспорту, тим більша кількість людей буде використовувати авто, щоб дістатися до центру.

4. Умови для паркування транспорту.

Тобто, наявність або відсутність паркувального майданчика чи місця, де можна залишити авто. Його розмір, стан, наявність охорони, зручність заїзду тощо. Цей параметр вплине на кількість людей, які використають авто для того, щоб дістатись до центру.

5. Вид діяльності центру тяжіння.

У залежності від виду діяльності центру тяжіння залежить як кількість відвідувачів, так і частота відвідування.

6. Наближеність центру до основних автодоріг.

Чим ближче знаходиться центр до основної автодороги, тим легше, а отже, привабливіше дістатись до нього автомобілем.

7. Інтенсивність руху транспорту по найближчих автодорогах.

Враховуючи те, що у певний період часу на паркувальні майданчики однакових за характеристиками центрів заїжджає одна й та сама кількість автомобілів, це утворює пряму залежність між завантаженістю транспортної мережі і кількістю відвідувачів на авто.

Запропонуємо приклади особливостей (щодо характеристик і параметрів), які є основними для деяких видів центрів тяжіння.

Основні параметри центрів тяжіння щодо отримання освітніх послуг (університети, школи, ПТУ, тощо):

- графік роботи, який визначається, головним чином, часом початку та завершення навчального процесу. Також дана характеристика враховує кількість змін навчання, наявність вечірніх курсів тощо і суттєво залежить від робочого плану навчального закладу та його контингенту (учні, студенти, слухачі курсів підвищення кваліфікації, а якщо учні, то якого віку);

- кількість співробітників навчального закладу;
- рівень достатку тих, хто вчиться чи працює в навчальному закладі (питома кількість авто різна у викладачів технікуму та студентів чи викладачів, наприклад, вищого юридичного чи фінансово-економічного закладу).

Основні параметри місць придбання товарів широкого вжитку (супермаркети, магазини, тощо):

- розмір (площа) торгового центру;
- розміри паркувального майданчика, що вплине на кількість осіб, які використають авто для того, щоб дістатись до супермаркету;
- зручність заїзду;
- тривалість роботи, оскільки охоплюється більший потік покупців;

- віддаленість від місць проживання людей, оскільки люди, як правило, купують у найближчому торговому центрі;

- наближеність до автодоріг, що додатково приваблює покупців, які, наприклад, їдуть з роботи додому.

Місця оптової закупівлі та вантажних перевезень (склади, гіпермаркети):

- розміри (площа);
- цінова політика;
- асортимент товару.

Місця розваг населення (театри, дискотеки):

- графік роботи;
- розташування;
- види розваг – більшість розважальних закладів спеціалізуються на деяких певних репертуарах і розраховують на певний контингент відвідувачів (до казино чи до юнацької дискотеки прямує суттєво різна кількість ТЗ).

Місця роботи населення (заводи, фабрики, фірми тощо):

- графік роботи підприємства, що враховує початок та завершення переважної кількості робочих змін;
- кількість працівників;
- рівень оплати праці, від чого залежить питома кількість власних авто у працівників (у працівників ткацької фабрики чи юридичної фірми різний достаток);
- віддаленість від місць проживання населення та громадського транспорту.

Місця проживання населення:

- віддаленість від маршрутів громадського транспорту та його якість (пасажиromісткість та регулярність перевезення), адже це спонукає використовувати свій власний транспорт.

Враховуючи те, що в певний період часу на паркувальні майданчики однакових за характеристиками центрів заїжджає одна й та сама кількість автомобілів, це утворює пряму залежність між завантаженістю транспортної мережі і кількістю відвідувачів на авто.

Визначення додаткової інтенсивності руху транспортних потоків мережі міста, що спричиняють центри тяжіння. Дослідивши додаткове транспортне навантаження, що виникає біля центру тяжіння внаслідок його роботи, можна встановити додаткове транспортне навантаження даного центру тяжіння на всю транспортну мережу. Зрозуміло, що найбільше додаткове навантаження буде біля центру тяжіння і воно буде суттєво зменшуватись зі збільшенням відстані від центру тяжіння.

Уся необхідна інформація зберігається в геоінформаційній системі (ГІС), яка містить шари транспортної мережі міста та центрів тяжіння, а також, у базі даних – коефіцієнти розподілу транспортних потоків на перехрестях. Коефіцієнти розподілу транспортних потоків характеризують процентний розподіл автомобілів на перехресті, тобто, який відсоток транспортних засобів (ТЗ) із заданого напрямку повертає ліворуч, праворуч чи їде прямо. Визначення даних коефіцієнтів можливе лише експериментальним шляхом або за експертними оцінками.

Приклад фрагменту транспортної мережі з двома центрами тяжіння наведено на рис. 1.



Рис. 1. Фрагмент транспортної мережі міста

Для здійснення розрахунків транспортна мережа формалізується в ГІС у вигляді орієнтованого графа, де вершини графа представляють перехрестя, а дуги графа – дороги між ними.

Центри тяжіння, на основі їх географічного розташування, прив'язуються до відповідних дуг графа, які представляють собою дорогу, з якої і в яку ТЗ можуть заїхати та виїхати з паркувального майданчика відповідного центру тяжіння. Якщо паркувальний майданчик центру тяжіння одночасно має виїзд на декілька доріг, то кожний виїзд розглядається окремо.

Орієнтований граф подається у вигляді двовимірної матриці G розміром $n \times n$, де n – кількість перехресть, які будуть оброблятися під час розрахунку додаткової інтенсивності транспортної мережі. Так, для фрагменту транспортної мережі (рис. 1) $n=19$. Елемент G_{ij} – це унікальний номер дуги (напрямку дороги), якщо між перехрестями i та j не існує дороги, то $G_{ij}=0$.

Під час формалізації кожній дузі і вершині графа присвоюється унікальний номер. Формалізована мережа у вигляді графа зображена на рис. 2. Темним кольором виділені дуги, до яких здійснена прив'язка центрів тяжіння.

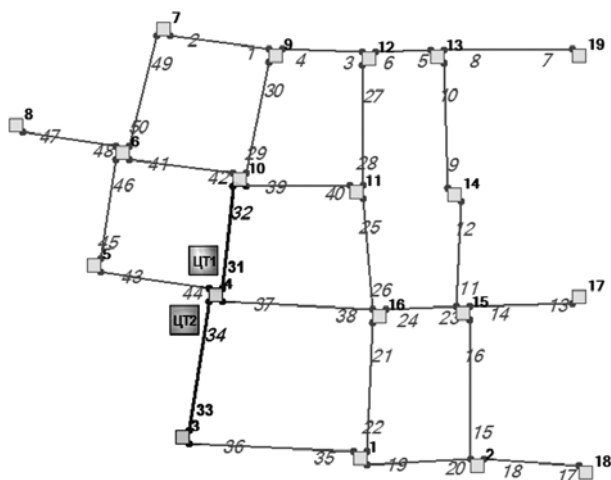


Рис. 2. Формалізація мережі у вигляді графа

Також, кожна вершина графа зберігає інформацію про розподіл автомобілів на перехресті. Розподіл автомобілів на перехресті подається у вигляді двох двовимірних масивів ймовірності: у прямому напрямку – Rk_p та в зворотному – Rk_z , розміром $n \times m$, де n і m – кількість дуг, які входять і виходять у задану вершину графа відповідно, а k – номер перехрестя. Масив ймовірності в прямому напрямку (Rk_p) служить для визначення інтенсивності вихідних потоків транспорту на перехресті на основі вхідних. А масив ймовірностей у зворотному напрямку (Rk_z) служить для визначення інтенсивності вхідних потоків транспорту на перехресті на основі вихідних потоків. Так, наприклад, розподіл ТЗ на перехресті № 4 можна подати за допомогою матриць $R4_p$, та $R4_z$ (див. табл.).

Таблиця

Розподіл автомобілів на перехресті №4

$R4_p$				
№	33	38	32	43
44	$R4_{p[44,33]}$	$R4_{p[44,38]}$	$R4_{p[44,32]}$	$R4_{p[44,43]}$
34	$R4_{p[34,33]}$	$R4_{p[34,38]}$	$R4_{p[34,32]}$	$R4_{p[34,43]}$
37	$R4_{p[37,33]}$	$R4_{p[37,38]}$	$R4_{p[37,32]}$	$R4_{p[37,43]}$
31	$R4_{p[31,33]}$	$R4_{p[31,38]}$	$R4_{p[31,32]}$	$R4_{p[31,43]}$

Причому, сума ймовірностей розподілу ТЗ з кожної дуги, тобто для матриць Rk_p сума кожного рядка таблиці, має дорівнювати одиниці. Аналогічно, для кожного стовпчика матриці Rk_o сума, також, повинна дорівнювати одиниці, тобто на прикладі рядка № 44 у таблиці.

$$R4_{p[44,33]} + R4_{p[44,38]} + R4_{p[44,32]} + R4_{p[44,43]} = 1.$$

На основі відомої матриці Rk_p , заданого перехрестя, а також при відомій інтенсивності всіх напрямків руху, що входять у задане перехрестя, можна однозначно визначити інтенсивність усіх напрямків руху, що виходять з перехрестя.

Наприклад, при відомих інтенсивностях I_{44} , I_{34} , I_{37} , I_{31} , та таблиці розподілу $R4_p$ можна визначити інтенсивності I_{33} , I_{38} , I_{32} , I_{43} . Так, наприклад, інтенсивність I_{33} можна знайти за наступною формулою

$$I_{33} = R4_{p[44,33]} \cdot I_{44} + R4_{p[34,33]} \cdot I_{34} + R4_{p[37,33]} \cdot I_{37} + R4_{p[31,33]} \cdot I_{31}.$$

Аналогічним чином на основі матриці Rk_z а також при відомій інтенсивності всіх напрямків руху, що виходять із заданого перехрестя, можна однозначно визначити інтенсивність усіх напрямків руху, що входять у перехрестя.

Кожний центр тяжіння характеризується двома характеристиками $I_{add}(t)$ та $I_{sub}(t)$, які є інтенсивністю в'їзду транспортного потоку на паркувальний майданчик центру тяжіння та інтенсивністю виїзду з нього, відповідно, у залежності від часу доби. Будемо їх далі називати інтенсивністю притягання та інтенсивністю відштовхування відповідно.

Розрахунок додаткової інтенсивності руху транспортних потоків здійснюється поетапно. На кожному

етапі визначається додаткова інтенсивність руху транспортних потоків, що спричиняється заданим центром тяжіння. А далі загальна додаткова інтенсивність заданого фрагменту транспортної мережі визначається як сума впливів усіх центрів тяжіння.

Розглянемо розрахунок додаткової інтенсивності на прикладі двох центрів тяжіння (рис. 3), де $I_1(t)$ – інтенсивність притягання ТЗ першим центром тяжіння, а $I_2(t)$ – інтенсивність притягання ТЗ другим центром тяжіння.

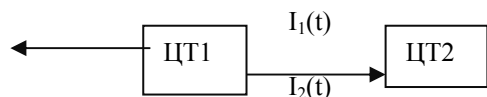


Рис. 3. Центри тяжіння

Оскільки центрів тяжіння – два, то інтенсивність притягання одного центру одночасно є інтенсивністю відштовхування іншого центру. Тобто, додаткову інтенсивність даної транспортної мережі (рис. 3) можна оцінити наступними способами:

- додаткова інтенсивність оцінюється на основі інтенсивності притягання кожного центру тяжіння;
- додаткова інтенсивність оцінюється на основі інтенсивності відштовхування кожного центру тяжіння;
- додаткова інтенсивність оцінюється на основі інтенсивності притягання і відштовхування кожного центру тяжіння.

Для даного фрагменту транспортної мережі всі три підходи будуть працювати коректно, але в реальній транспортній мережі центри тяжіння, між якими рухаються ТЗ, знаходяться на великій відстані.

А оскільки збільшення відстані між центрами тяжіння призводить до зменшення ймовірності наявності їх взаємовпливу, то визначити інтенсивність відштовхування деякого центру тяжіння на основі інтенсивності притягання всіх інших центрів тяжіння неможливо. Тобто, реально оцінити додаткову інтенсивність біля заданого центру тяжіння можливо лише врахуванням його інтенсивності притягання та відштовхування, визначаються експериментально або на основі наближених методів.

Таким чином, визначення додаткової інтенсивності, що спричиняє заданий центр тяжіння, зводиться до знаходження додаткової інтенсивності притягання та додаткової інтенсивності відштовхування заданого центру тяжіння.

Одним із можливих підходів до знаходження додаткової інтенсивності заданої ділянки дороги, що виникає внаслідок притягання заданого центру тяжіння, є введення деякого коефіцієнту r_i , який характеризує вплив заданого центру тяжіння на j -ту ділянку дороги. Тобто, для кожної дуги транспортної мережі визначається коефіцієнт r_j , якщо заданий коефіцієнт менший граничного значення, то він вважається таким, що дорівнює нулю.

Граничне значення є важливою характеристикою, адже його збільшення призводить до зменшення кількості ділянок дороги, на яких проходить визначення додаткової інтенсивності, адже розглядаються лише найближчі транспортні ділянки по відношенню до центру тяжіння, а, з іншої сторони, це призводить до збільшення достовірності отриманих результатів. І навпаки – зменшення граничного значення призводить як до розширення переліку транспортних ділянок, на яких визначається додаткова інтенсивність, так і до зменшення достовірності отриманих результатів.

Суттєвою перевагою такого підходу є те, що на основі визначених коефіцієнтів впливу заданого центру тяжіння на всі ділянки доріг транспортної мережі r_j , можна досить легко отримати додаткову добову інтенсивність впливу заданого центру тяжіння на кожен ділянку транспортної мережі.

Отримання додаткової добової інтенсивності $I_j(t)$ j -ї ділянки дороги зводиться до виконання наступних кроків:

- 1) визначення максимальної інтенсивності притягання заданого центру тяжіння I_{\max} ;
- 2) обрахунок коефіцієнтів r_j , на основі знайденої інтенсивності I_{\max} .

А далі інтенсивність j -ї ділянки дороги знаходиться за допомогою наступної формули

$$I_j(t) = r_j * I_{\text{add}}(t).$$

Обрахунок коефіцієнтів r_j , на основі знайденої інтенсивності I_{\max} , відбувається за допомогою наступного алгоритму:

Крок 1. Усім елементам масиву $V[n]$, де n – кількість дуг графа, присвоюється нульове значення. Дугам, до яких прив'язаний даний центр тяжіння, присвоюється значення $I_{\max}/2$.

Крок 2. Обходячи всі вершини графа на основі розподілу ТЗ на перехрестях Rk_p та масиву $V[N]$, формується масив $V_2[N]$, який є масивом максимальних додаткових інтенсивностей, що обумовлені впливом центру тяжіння.

Крок 3. Значення елементів масиву V_2 присвоюється відповідним значенням елементів масиву V .

Робота алгоритму припиняється, коли додаткова інтенсивність стає меншою заданого граничного значення.

Визначення додаткової інтенсивності транспортної мережі, що виникає внаслідок притягання заданого центру тяжіння, розглянемо на прикладі впливу першого центру тяжіння транспортної мережі (рис. 1).

Нехай добова інтенсивність притягання першого центру тяжіння (ЦТ) представлена у вигляді графіка (рис. 4).

Із графіка інтенсивності притягання (рис. 4) бачимо, що $I_{\max} = 20$. Для спрощення розрахунків припустимо, що на усіх перехрестях ТЗ розподіляються рівномірно, тобто кількість машин, що їдуть ліворуч, прямо і праворуч, для заданого напрямку однакові.

При такому припущенні всі елементи масивів ймовірності $R4_{p[i,j]}=1/3$.

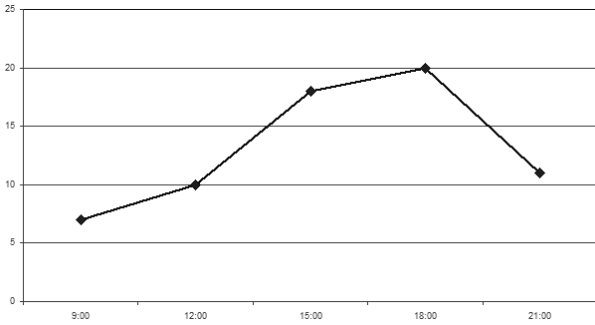


Рис. 4. Добова інтенсивність притягання першого центру тяжіння

Так, після першого кроку алгоритму, значення додаткової інтенсивності на дугах, до яких прив'язаний перший центр тяжіння, дорівнює 10 (рис. 5).

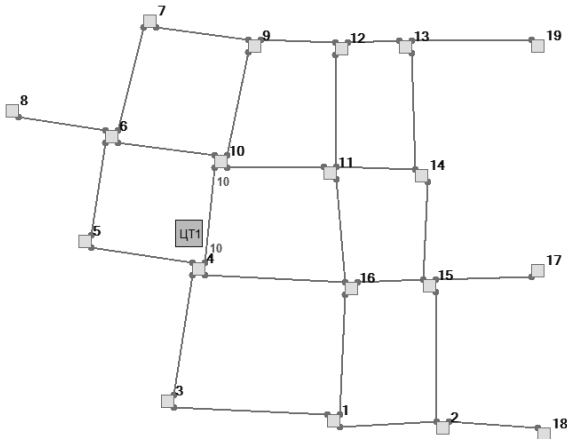


Рис. 5. Результат розрахунку максимального додаткового навантаження ТЗ після 1-ої ітерації

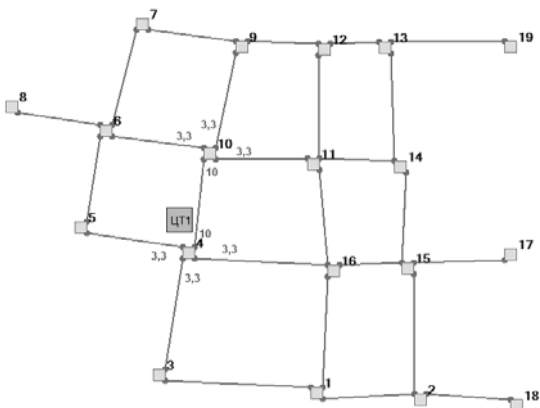


Рис. 6. Результат розрахунку максимального додаткового навантаження ТЗ після другої ітерації

Тобто, це означає, що при інтенсивності відштовхування $I_{max} = 20$ додаткова інтенсивність протилежних смуг, на які можуть виїжджати ТЗ з ЦТ, буде дорівнювати 10.

Далі, на основі розподілу ТЗ на перехрестях 4 та 10, отримаємо максимальну додаткову інтенсивність на наступних прилеглих дорогах (рис. 6).

Далі знов проводимо обрахунок додаткової інтенсивності на суміжних перехрестях (рис. 7).

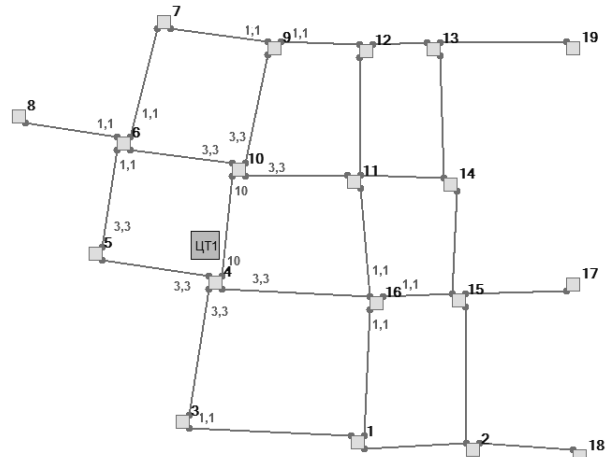


Рис. 7. Результат розрахунку максимального додаткового навантаження ТЗ на дорогах після третьої ітерації

Так, якщо граничне значення дорівнює одиниці, то розрахунок припиняється. А далі для кожної дуги відбувається визначення коефіцієнтів r_j .

$$r_j = I_{max} / I_{jmax}$$

де I_{jmax} – максимальне значення додаткової інтенсивності.

Так, наприклад, коефіцієнт r для дуги між вершинами 4 та 5 дорівнює

$$r = 3,3 / 20 = 0,165.$$

Тобто, додаткову добову інтенсивність на дузі між вершинами 4 та 5 описує наступна формула

$$I(t) = 0,165 * I_{add}(t).$$

Додаткова добова інтенсивність на дузі 4 та 5, обумовлена першим центром тяжіння, зображена на рис. 8.

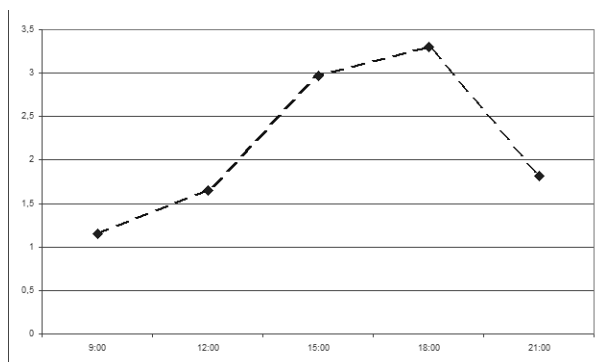


Рис. 8. Додаткова добова інтенсивність на дузі між вершинами 4 та 5

Зі збільшенням відстані від центру тяжіння вплив додаткової інтенсивності суттєво зменшується. Так, максимальне значення додаткової інтенсивності на дузі між вершинами 3 та 1 становить у розглянутому прикладі всього 1,1 ТЗ/год. (рис. 9).

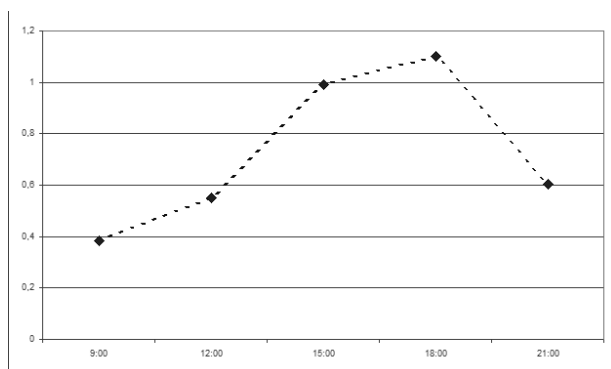


Рис. 9. Додаткова добова інтенсивність на дузі між вершинами 3 та 1

Аналогічним чином визначається додаткова інтенсивність, що виникає внаслідок відштовхування від центру тяжіння. А далі відбувається додавання додаткових інтенсивностей, обумовлених інтенсивностями притягання та відштовхування відповідно до та від заданих центрів тяжіння.

Усі дані вносяться в базу даних та прив'язуються до об'єктів карти ГІС.

Після оцінювання та введення в базу даних параметрів закону зміни транзитного потоку через місто та регулярних маршрутних перевезень по місту (електротранспорт, автобуси та маршрутні такси), з використанням спеціальних програмних засобів, можна проводити імітацію руху транспортних засобів у заданий час доби.

Висновки. Запропонований підхід до визначення додаткової інтенсивності транспортної мережі, обумовлений притяганням та відштовхуванням відповідно до та від центрів тяжіння, дозволяє комплексно підійти до оцінювання впливу центрів тяжіння на

транспортну мережу. На основі даного підходу можна здійснювати моделювання та прогнозування додаткової інтенсивності внаслідок створення, реконструкції чи закриття центрів тяжіння міста. А після оцінювання та введення в базу даних параметрів закону зміни транзитного потоку через місто та регулярних маршрутних перевезень можна проводити повноцінне імітаційне моделювання руху транспортних засобів у заданий час доби в місті.

Список літератури

1. Мокін В. Б. Концепція створення геоінформаційної системи підтримки прийняття рішень для управління транспортною мережею міста / В.Б. Мокін, В. Г. Сторчак // [Вісник Вінницького політехнічного інституту]. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2009. – № 2. – С. 78–83.
2. Кликовштейн Г.И. Организация дорожного движения / Г.И. Кликовштейн, М.Б. Афанасьев // М.: Транспорт, 1997. – 138 с.
3. Сторчак В. Г. Технология побудови інформаційної моделі транспортної мережі міста на основі геоінформаційних моделей її елементів / В.Г. Сторчак, В.Б. Мокін // Міжнародний науково-практичний журнал „Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія“. – 2010 – №2. – С. 64–67.

Предложен новый подход к построению геоинформационной имитационной модели движения транспортных средств в городе с учетом типовых особенностей и характеристик центров тяготения населения. Предложены алгоритмы идентификации модели для каждого конкретного центра тяготения и учета закономерностей движения транспортных средств на перекрестках (движение прямо, повороты влево, вправо). Модель, построенная по этому подходу, позволит предсказать и оценить дополнительную транспортную нагрузку, возникающую вследствие создания, реконструкции или закрытия центров тяготения населения города (супермаркетов, школ, заводов и т.д.).

Ключевые слова: транспортная сеть, центр тяготения, транспортный поток, интенсивность движения транспортных средств, граф

A new approach to organization of a GIS simulation model of a city traffic taking into account typical features and characteristics of the attraction centres are suggested. The algorithms of identification of models for each attraction centre and algorithms taking into account regularity of traffic at crossings (straight, turns left, right) are suggested. The model built by this approach will allow to predict and estimate additional transportation load that arises through the creation, renovation or closing the population attraction centres (supermarkets, schools, factories, etc.).

Keywords: transportation network, attraction centre, traffic flow, traffic vehicle, graph

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.Г. Петруком. Дата надходження рукопису 14.02.11