Я.В.Лотиш, В.В.Стельмащук, В.В.Лотиш, Я.Р.Лелик
Луцький національний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ З ВРАХУВАННЯМ ГАБАРИТІВ НАДВЕЛИКИХ АВТОБУСІВ

Запропоновано імітаційну модель прогнозування автомобільного руху, прогнозування величини заторів на регульованих світлофорах, визначення середньої швидкість автомобільного потоку з врахуванням надвеликих автобусів.
Ключові слова: *імітаційна модель, прогнозування, надвеликі автобуси*

Предложена имитационная модель прогнозирования автомобильного движения, прогнозирование величины заторов на регулируемых светофорах, определение средней скорость автомобильного потока с учетом сверхбольших автобусов.
Ключевые слова*: имитационная модель, прогнозирование, сверхбольшие автобусы*

The simulation model of road traffic forecasting, prediction of jam magnitude on regulated traffic lights, determining the average speed of vehicle flow considering extra-large buses are proposed.
Keywords: *simulation model, forecasting, extra-large buses*

Однією з головних проблем сучасного великого міста є глобальна криза нормального функціонування міського середовища внаслідок структурного росту рівня автомобілізації, перенасичення дорожньо-вуличної мережі транспортними потоками. Це приводить до різкого погіршення показників транспортного обслуговування населення, виникненню транспортних заторів, росту рівня шуму і забруднення навколишнього середовища, фактичного зниження середньої швидкості пересування, зростанню енергетичних витрат, збільшенню числа жертв дорожньо-транспортних пригод.

За даними міжнародного союзу громадського транспорту, міський наземний суспільний транспорт вимагає при однаковій провізній спроможності в 20 разів менше площі дорожньої мережі в порівнянні з індивідуальними легковими автомобілями. Сучасний автобус у 5 разів менше забруднює атмосферу і вимагає в декілька разів менше енергетичних витрат у розрахунку на одного перевезеного пасажира в порівнянні з індивідуальним легковим автомобілем.

Ідея застосування надвеликих автобусів (довжиною 15м) представляється доцільною, оскільки дозволяє зекономити на деяких речах, а саме:

1. Автобус має меншу габаритну довжину, та, як наслідок, займає менше місця на дорозі та на зупинці, хоча пасажиромісткість ненабагато менша, ніж у зчленованих автобусів;

2. Автобус не має причепа, тому для його керування достатньо водійських прав категорії “Д”;

3. За рахунок відсутності вузла зчленування спрощується його електрообладнання, система опалення, гальмова система та ін., в цілому знижується число деталей, що призводить до зниження вартості автобуса на 30-35%;

4. Існує ряд міських маршрутів, на яких застосування 12-метрових автобусів призведе до перевантаження машин, а застосування 18-метрових зчленованих автобусів може призвести до недозавантаження автобусів, або до збільшення інтервалів руху.

Також слід зауважити що, необгрунтоване зростання кількості автобусів малого класу призводить до погіршення транспортної ситуації на вулицях міста, перевантаженості посадочних майданчиків автобусами, збільшення вірогідності виникнення дорожньо-транспортних пригод, зростання кількості викидів токсичних речовин у навколишнє середовище.

Використання яких же автобусів є доцільним в містах України?

Одним з можливих підходів який дасть відповідь на це питання є використання моделей руху.

При моделюванні автомобільного руху фахівці зіткнулись з вибором між макроскопічним моделюванням руху, розглядаючи потоки як неперервний, та моделювання потоку як набіру взаємодіючих часток.

Макроскопічні моделі володіють тією перевагою, що математично компактні і описують потік системою диференційних рівнянь. Цей підхід має багато спільного з гідро- і газодинамікою, теорією інформації, і підходить більше для систем, які складаються з відносно однорідних частинок з обмеженими і передбачуваними взаємодіями. Транспортний потік розглядається як

© Я.В.Лотиш, В.В.Стельмащук, В.В.Лотиш, Я.Р.Лелик

течія «рідини», із специфічними властивостями, утвореними автомобілями, що рухаються. При цьому рух окремих автомобілів не розглядається [1],[2],[3].

Макроскопічні моделі мають ряд суттєвих недоліків, оскільки вони не враховують розміри окремих автомобілів, Наприклад, при деяких значеннях параметрів ці моделі можуть давати густину, що перевищує максимально допустиму.

З недавнього часу з'явилась література, в якій транспортний потік представляється потоком взаємодіючих частинок. Спосіб опису цих взаємодій визначає тип і властивості моделей.

Розрізняють наступні типи моделей:

- моделі засновані на детермінованому описі поведінки часток.

При описі руху в термінах моделі слідування за лідером [4] істотним моментом є припущення про те, що рух веденого транспортного засобу певним чином пов'язаний з переміщенням головного автомобіля.

- кінетичні моделі, засновані на статистичному описі поведінки великої кількості часток. Використовують в основному для обґрунтування вибору макроскопічних рівнянь руху.

- клітинкові автомати - підхід, заснований на стохастичному описі динаміки окремих часток. В моделях цього класу всі неперервні величини, такі як інтенсивність потоку, швидкість протяжність дороги замінюються дискретними. Цей підхід є новим в теорії транспортного потоку і інтенсивно розвивається в даний час [5].

Однією з перших моделей з застосуванням клітинкових автоматів є модель NaSch [6] – для опису одновимірного руху на шосе. Ця модель може відтворювати основні явища, з якими стикаються в реальному русі, наприклад випадок заторів.

Недоліком даної моделі є відсутність світлофорів, що обмежує її використання для моделювання міського руху.

Такого недоліку позбавлена модель ChSch [7]. В даній моделі транспортні засоби можуть рухатись тільки з заходу на схід на горизонтальних вулицях або з півдня на північ на вертикальних. Окрім цього прийнято, що світлофор періодично переключається в регулярних інтервалах T. Кожний транспортний засіб здатний просуватись вперед поки не досягне місця, де відстань до світлофора попереду меньша ніж швидкість. Якщо індикатор зелений поді продовжується переміщення, в іншому випадку зупинка.

В рамках даного підходу пропонується клітинкова модель вулично-дорожньої мережі центру міста Луцька з конкретизацією даних для двох Т-подібних перетинів магістральних вулиць: Паркова – проспект Волі та проспект Волі – вулиця Вінніченка. Цей вузол цетру міста є аварійно небезпечним, через недостатню видимість та інтенсивність руху .

У моделі задаються наступні параметри: густина потоку, період світлофору (час горіння зеленого (або червоного) і жовтого світла), початкова швидкість кожного автомобіля, розподіл транспортних засобів відповідно до їх габаритів, розміри модельованої частини дороги. Основною метою моделювання при цьому є адекватне відображення наступних показників:

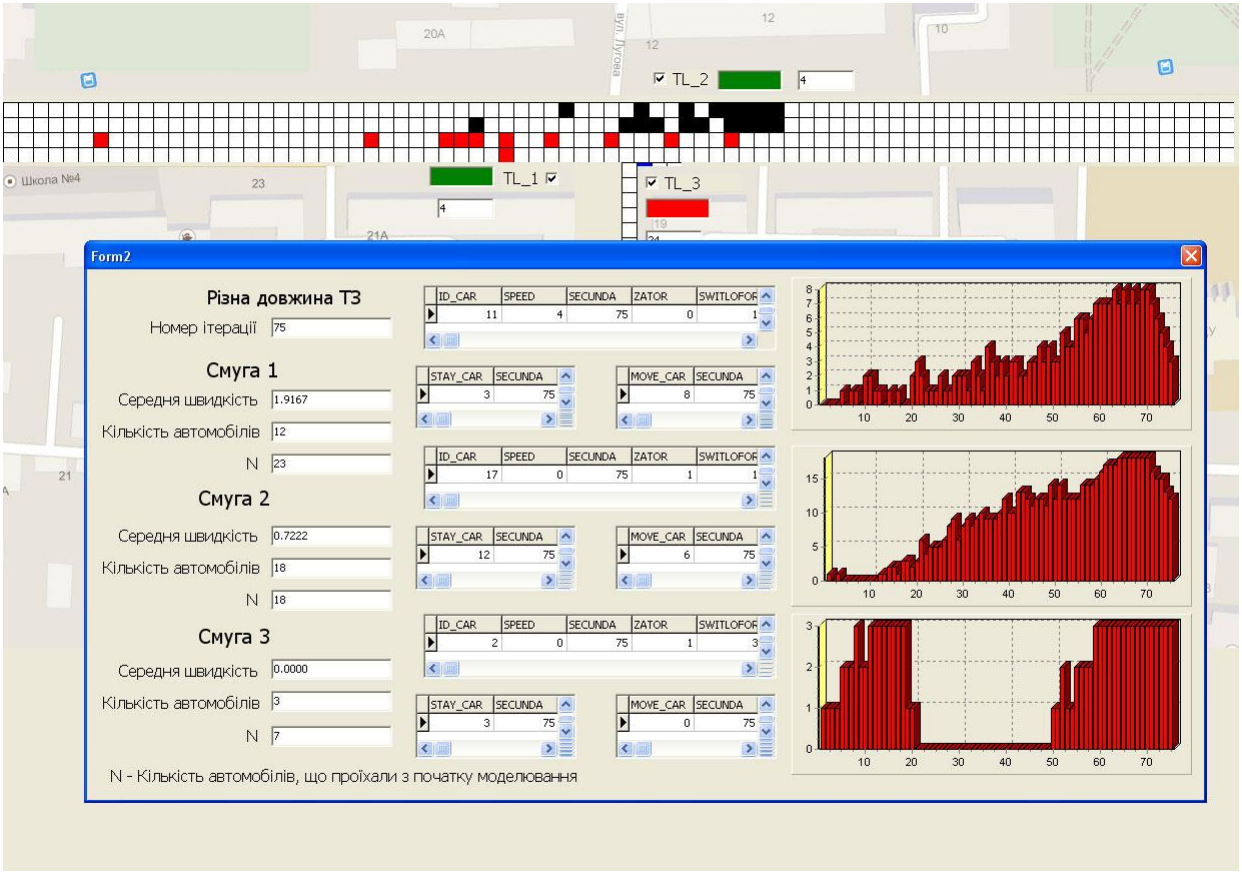
1. Час проїзду заданої ділянки дороги.
2. Час простою в заторах.
3. Середня швидкість руху.
4. Інтенсивність автомобільного потоку.

Оновлення клітинкового автомата відбувається послідовно:

1. Спочатку визначається необхідність і можливість зміни смуги для кожного транспортного засобу. Якщо маневр необхідний і здійсненний, відбувається переміщення машини вбік. Переміщення може проводитися як вліво, так і вправо - наприклад, при перестроюванні з лівої смуги у праву і навпаки на двосмуговій дорозі. Таким чином, оцінка необхідності і можливості маневру ведеться на суміжній смузі, якщо ширина дороги і поточне положення транспортного засобу дозволяють це зробити. Етап реалізується на основі поточної конфігурації у вигляді паралельного оновлення.

2. На кожній смузі проводиться незалежне оновлення відповідно до правил визначення нового місцезнаходження автомобіля. Тут також використовується конфігурація, отримана на першому етапі і враховується попереднє положення транспортного засобу та його швидкість [8].

© Я.В.Лотиш, В.В.Стельмащук, В.В.Лотиш, Я.Р.Лелик



Розроблена система дозволяє моделювати автомобільний рух, відслідковувати інтенсивність руху, величину заторів на регульованих світлофорами ділянках дороги, середню швидкість автомобільного потоку з врахуванням надвеликих автобусів.

1. Lighthill M.J., Whitham G.B., Proc. R. Soc. Lond. A229 (1955).
2. Уизем Дж. Линейные и нелинейные волны./М.: Мир.,1977.
3. Смирнов Н.Н., Киселев А.Б., Никитин В.Ф.,Юмашев М.В. Математическое моделирование транспортных потоков // Мех-мат МГУ, 1999 г.
4. Шевцов В.И. Математическое моделирование транспортных потоков // Автоматика и телемеханика. – 2003. - № 11.
5. Chowdhury D., Santen L., Schadschneider A. Statistical physics of vehicular traffic and some related systems // Phys. Rep. -
6. 2000. - Vol. 329. - P. 199-329.
7. Nagel K., Schreckenberg J., Phys. I 2, 2221 (1992).
8. Chowdhury D., Schadschneider A., Phys. Rev. E59, R1311 (1999).
9. В.В. Лотиш, И.А. Кузьмин, Я.В. Лотиш Имитационное моделирование транспортных потоков при пересечении перекрестков / Лотиш В,В., Кузьмин И.А., Лотиш Я.В. ./ Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: Организация автомобильных перевозок и безопасность дорожного движения. Материалы IX международной заочной научно-технической конференции. 31 октября 2013 года, стр. 124-129
10. Тоффоли Т. , Марголус Н. Машины клеточных автоматов: Пер. с англ. - М.: Мир, 1991 - 280 с.
11. Лотиш В.В. Клітинкові автомати. Програмна реалізація. Луцьк. 2012. – 112 с.

© Я.В.Лотиш, В.В.Стельмащук, В.В.Лотиш, Я.Р.Лелик