

І.С. Дмитрієва, Д.М. Грищенко

ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ ТА МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ДЕЯКИХ ЇЇ ДІЛЯНОК

Анотація. Можливість експлуатації транспортної мережі у великих містах здебільше не можлива без перевантаження, тому особливо важливою стає задача організації дорожнього руху. В роботі для спроби рішення деяких елементів даної задачі застосовано моделювання роботи ділянок вулично-дорожньої мережі.

Ключові слова: моделювання, вулично-дорожня мережа, транспортні вузли, Simulink, MATLAB.

Вступ та актуальність. В останні десятиріччя у великих містах України вичерпані або близькі до вичерпання можливості експлуатації транспортних мереж без перевантаження, а також можливості їх подальшого розвитку. Це зумовлено тим, що зростає фізична та економічна неможливість розширення пропускної здатності транспортних мереж. Тому особливу важливість набуває проектування вулично-дорожніх мереж (ВДМ), організація руху, оптимізація системи маршрутів громадського транспорту. Рішення таких завдань неможливе без моделювання транспортних мереж [1].

Дійсна користь від моделювання може бути отримана тільки при дотриманні двох умов:

- модель забезпечує коректне відображення властивостей оригіналу, суттєвих з точки зору дослідження;
- модель дозволяє усунути проблеми, притаманні даному реальному об'єкту.

Основна частина. Виділяють п'ять основних завдань застосування технологій інтелектуальних транспортних систем:

1 - оптимізація містобудівних рішень шляхом урахування особливостей організації дорожнього руху на стадіях техніко-економічного обґрунтування;

2 - забезпечення максимальної пропускної спроможності існуючої вулично-дорожньої мережі міста;

3 - пріоритетність рух маршрутних транспортних засобів і автомобілів служб екстреного реагування;

4 - розташування та місткість паркінгів;

5 - зниження екологічного навантаження на місто.

Зрозуміло, програмно-методичне забезпечення інтелектуальних транспортних систем у всіх перерахованих областях передбачає взаємодію всіх завдань. Тим не менше, кожна така система повинна будуватися і функціонувати незалежно, оскільки спроби побудувати «всеосяжну систему» регулювання міського транспорту закінчуються втратою керованості через спотворення пріоритетів.

Математичні моделі, що використовуються для аналізу транспортних мереж, різноманітні за класом вирішуваних завдань, тому неможливо дати конкретну вичерпну класифікацію. У роботі увага приділена імітаційному моделюванню вулично-транспортної мережі, для реалізації чого використано середовище MATLAB (Simulink і SimEvents).

SimEvents - це бібліотека Simulink для моделювання систем з дискретними станами, що використовує теорію черг та систем масового обслуговування. Вона дозволяє створювати імітаційні моделі проходження об'єкта через мережі і черги, забезпечує моделювання системи, яка залежить не від часу, а від дискретних станів. Дозволяє аналізувати такі характеристики продуктивності моделі як інтенсивність потоку, втрата пакетів тощо[2].

Імітаційне моделювання в даній роботі повинно відповідати на питання: як в деталях буде відбуватися рух, якщо відомі в середньому розмір потоку, напрямок його руху і пріоритет обслуговування.

Завдання імітаційного моделювання дорожнім рухом зводиться до поліпшення, окремо або в сукупності, критеріїв якості роботи ВДМ:

– пропускної спроможності критичних складових;

- середньої швидкості на головних напрямках;
- середньої витрати палива.

Специфіка накладає деякі обмеження на технологічні прийоми підвищення показників якості роботи ВДМ. Таких прийомів є шість:

- оптимізація режимів роботи світлофорів;
- організація міських швидкісних доріг з регульованим в'їздом/виїздом;
- інформування учасників руху про складної транспортної ситуації;
- удосконалення систем реагування на інциденти;
- оптимізація зв'язків перехресть;
- обмеження доступу автомобілів до критичних зон (елементів) ВДМ, введення платного в'їзду на найбільш навантажені міські магістралі.

Найефективнішим і тим, що найбільш складно реалізується є оптимізація режимів роботи світлофорів. Таким чином, необхідно створювати світлофорну мережу, яка узгоджено працює і характеристики якої будуть задовольняти наступним вимогам:

- злагоджена робота світлофорних об'єктів повинна бути організована з урахуванням особливостей просторових зв'язків і характеристик вимог транспортних потоків;
- режими роботи світлофорів повинні бути визначені на підставі достовірних статистичних даних про параметри транспортних потоків та оптимізовані, виходячи з навантаження на ВДМ.

В даній роботі було реалізовано розбиття системи, що розглядалась, на елементарні транспортні вузли (пішохідний перехід, Т-перехрестя, Х-перехрестя) і моделювання їх роботи.

Більш детально розглянемо найпростіший елемент вулично-дорожньої мережі - пішохідний перехід ділянки автомобільної дороги з одностороннім рухом (дивись рисунок 1).

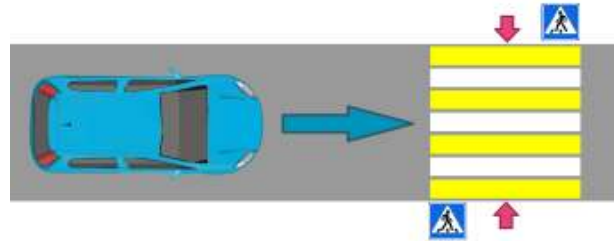


Рисунок 1 - Схема ділянки автомобільної дороги з одностороннім рухом

На обслуговування надходять заявки: автомобілі і пішоходи. Розглядаємо систему як черга з пріоритетом. Заявки на обслуговування від автомобілів надходять частіше, ніж заявки на обслуговування від пішоходів. Пріоритетними є заявки типу «пішохід». Час обслуговування переходом пішохода більше, ніж час обслуговування автомобіля.

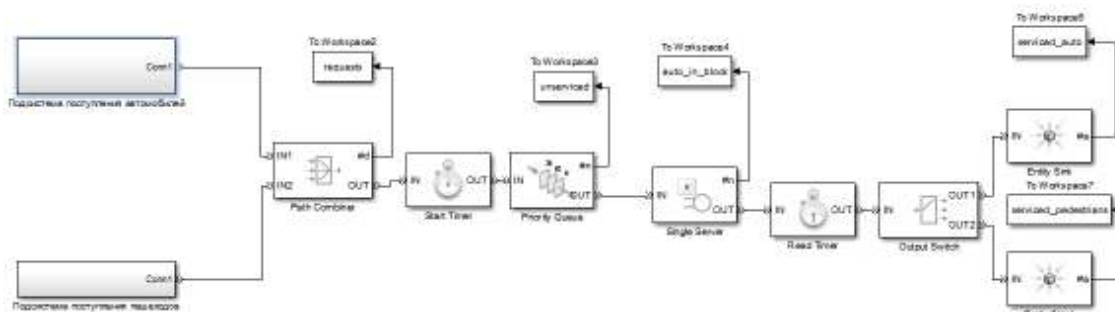


Рисунок 2 - Модель пішоходного переходу, реалізована в середовищі MATLAB

Проведено серію дослідів, в яких заявки типу «пішохід» у всіх дослідях встигали бути обслуговані, в той час як непріоритетні заявки типу «автомобіль» змогли стати обслугованими лише після того, як була знижена інтенсивність надходження як непріоритетних, так і пріоритетних заявок. Це свідчить про те, що параметри розподілу для інтервалу приходу заявок несе дуже велике навантаження на транспортний вузол.

Так само було проведено моделювання ділянки автомобільної дороги з двостороннім рухом, перехрестя типу Т-перехрестя, Х-перехрестя. Результати моделювання були схожими, тобто транспортні вузли несуть

великі перевантаження, і навіть зниження інтенсивності надходження автомобілів не знижує навантаження на транспортний вузол.

Висновок. Оскільки проведені дослідження показали, що на основі статистичних даних спостереження за ділянками автомобільної дороги різних типів немає можливості змоделювати транспортний потік без перевантаження, то для коректної роботи транспортного вузла було прийнято рішення в подальших дослідженнях до їх моделювання додати систему світлофорного регулювання.

ЛІТЕРАТУРА / LITERATURA

1. Швецов В.И., Алиев А.С. Математическое моделирование загрузки транспортных сетей. – М., 2003. – 62с.
2. SimEvents [Електронний ресурс], режим доступу URL: <http://matlab.ru/products/simevents/> вільний (25.02.2020).

REFERENCES

1. Shvetsov V.I., Aliev A.S. Matematicheskoe modelirovanie zagruzki transportnyih setey. – М., 2003. – 62s.
2. SimEvents [Elektronnyi resurs], rezhyim dostupu URL: <http://matlab.ru/products/simevents/vilnyi> (25.02.2020).

Received 14.03.2020.

Accepted 17.03.2020.

Огляд проблеми перевантаження вулично-дорожньої мережі та моделювання роботи деяких її ділянок

Можливість експлуатації транспортної мережі у великих містах здебільше не можлива без перевантаження, тому особливо важливою стає задача організації дорожнього руху. В роботі для спроби рішення деяких елементів даної задачі застосовано моделювання роботи ділянок вулично-дорожньої мережі. Розглянуто особливості складових транспортної мережі та їх зв'язок. У роботі увага приділена імітаційному моделюванню вулично-транспортної мережі, для реалізації чого використано середовище MATLAB (Simulink і SimEvents). В даній роботі було реалізовано розбиття системи, що розглядалась, на елементарні транспортні вузли і зробити моделювання їх роботи. Було проведено моделювання ділянок автомобільної дороги з одностороннім та двостороннім рухом, перехрестя типу Т-перехрестя, Х-перехрестя.

Результати моделювання були схожими, тобто транспортні вузли несуть великі перевантаження, і навіть зниження інтенсивності надходження автомобілів не знижує навантаження на транспортний вузол. Оскільки проведені дослідження показали, що на основі статистичних даних спостереження за ділянками автомобільної дороги різних типів немає можливості змоделювати транспортний потік без перевантаження, то для коректної роботи транспортного вузла було прийнято рішення в подальших дослідженнях до їх моделювання додати систему світлофорного регулювання.

***Overview of the problem of overloading the street transport network
and modeling the operation of some of its sections***

The ability to operate the transport network in large cities is mainly impossible without overload, so the task of organizing traffic becomes especially important. In the work, to try to solve some elements of this problem, modeling of the operation of sections of the road network is applied. The features of the components of the transport network and their connection are considered. Attention is paid to the simulation of the street transport network, for the implementation of which the MATLAB environment (Simulink and SimEvents) is used. In this work, a partition of the system was implemented, it was considered into elementary transport nodes and modeling of their work was done. One-way and two-way road sections, intersections of the T-intersection, X-intersection type were simulated.

The simulation results were similar, that is, transport hubs carry large overloads, and a decrease in the intensity of vehicle inflows does not reduce the load on the transport hub. Since the studies showed that based on the statistical data on monitoring sections of various types of roads, it is not possible to simulate the traffic flow without overload, for the correct operation of the transport hub, it was decided to add a traffic light control system in their further studies.

Дмитриева Ирина Сергеевна – доцент кафедры информационных технологий и систем Национальной металлургической академии Украины.

Грищенко Дарья Михайловна – маг. кафедры информационных технологий и систем Национальной металлургической академии Украины.

Дмитрієва Ірина Сергіївна – доцент кафедри інформаційних технологій і систем Національної металургійної академії України.

Грищенко Дарья Михайлівна – магістр кафедри інформаційних технологій і систем Національної металургійної академії України.

Dmytriieva Iryna - Associate Professor, Department of Information Technologies and Systems, National Metallurgical Academy of Ukraine.

Hryshchenko Daria - master, Department of Information Technologies and Systems, National Metallurgical Academy of Ukraine.