

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РУХОМ ТРАНСПОРТУ ТА СУЧАСНІ ЗАСОБИ І МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ЕФЕКТИВНОСТІ

Черенко В. В., студент гр. ТДз-61-19

Науковий керівник: Семченко Н. О., канд.техн.наук, доц.

Розвиток цифрових технологій і технічних засобів отримання оперативної інформації та реалізації ухвалених рішень сприяє впровадженню АСУДР. Основними функціями АСУДР є:

- адаптивне управління світлофорами і іншими елементами регулювання дорожнього руху;
- збір, зберігання і візуалізація даних, зібраних з різних датчиків, підключених до системи;
- інформування водіїв про зміну ситуації на дорозі і, таким чином, досягнення рівномірного розподілу навантаження на вулично-дорожній мережі (ВДМ).

Проаналізувавши основні напрями роботи і цілі, які досягаються за допомогою АСУДР, можна відмітити, що вони не вирішують задачі розвитку ВДМ, а, навпаки, в основному працюють тільки в рамках дорожньо-транспортної мережі, що склалася, і надають лише засоби локального регулювання.

Безумовно, системи такого роду необхідні, але для задоволення зростаючих потреб суспільства стратегічною задачею при упровадженні подібних систем і інших рішень, направлених на регулювання дорожнього руху з метою підвищення ефективності роботи ВДМ, повинна бути задача розвитку транспортної мережі міста.

Крім того, вартість створення і експлуатації таких систем дуже велика і не завжди виправдана, особливо для міст, що не мають достатніх засобів автоматичного стеження за дорожньою ситуацією. Проте системи подібного роду все ж таки можуть бути успішно використані, але часто тільки в обмежений часовий проміжок.

Для оцінки і аналізу роботи транспортної мережі міста крім АСУДР також застосовуються більш дешеві і гнучкі засоби, такі як різні математичні моделі і програмні продукти на їх основі.

Можна виділити основні види математичних моделей, вживаних для аналізу і оптимізації роботи транспортних мереж і потоків [1]:

1. Прогнозні моделі об'єму транспортних кореспонденцій між потокоутворюючими об'єктами.
2. Моделі динаміки транспортних потоків.
3. Оптимізаційні моделі.

Прогнозні моделі в своїй концепції спираються на граф зв'язків об'єктів дорожньої інфраструктури, матриці кореспонденції, ітеративне повторення кроків моделі.

Моделі динаміки транспортних потоків діляться на наступні сімейства:

- макроскопічні моделі;

- мікроскопічні моделі;
- мезоскопічні моделі.

Докладний аналіз представлених сімейств моделей можна знайти в роботах [1-3].

На відміну від АСУДР програмні засоби моделювання роботи топології ВДМ, в основному, не вимагають великих капіталовкладень. Проте результати моделювання, які вони надають після деякого калібрування, часто є досить адекватними і дозволяють оцінити характеристики транспортних розв'язок і магістралей, наприклад CORSIM, SUMO.

Пакети на основі мезоскопічних і макроскопічних моделей за рахунок можливостей, які вони надають, і рівня деталізації, на якому працюють, дозволяють вирішувати такі задачі, як планування транспортної інфраструктури, графічна обробка мережі, аналіз і оцінка транспортної мережі, прогноз ефекту запланованих заходів [4]. Але, навіть не зважаючи на те, що вони не працюють на рівні кожного окремого транспортного засобу (ТЗ), все ж таки часто вони використовуються як базові моделі при створенні платформ для транспортних інформаційних систем.

Багато пакетів, що підтримують мікромоделювання, дозволяють створювати транспортні схеми і накладати їх на карти (такі карти служать фоновими зображеннями, на які наносяться транспортні мережі міст), наприклад Aimsun. У більшості пакетів для мікромоделювання існує можливість встановлювати максимальну і мінімальну швидкість руху, типи дорожніх ділянок, їх пропускну здатність і т. ін. [4]. Незаперечною перевагою мікромоделей є їх робота на рівні кожного окремого ТЗ, що дозволяє вирішувати більш широкий круг задач, ніж у моделей, що розглядають транспортний потік, як щось неподільне.

На підставі огляду програмних і математичних інструментів транспортного моделювання можна зробити висновок про різноманітність і розвиток програмних засобів і математичних моделей, що використовуються для аналізу транспортних мереж, а також про їх незавершеність і слабку координацію теорії і практики.

При дослідженні таких складних явищ, як транспортні потоки, слід шукати можливості ефективного синтезу різноманітних математичних підходів, керуючись тим, наскільки ці підходи або їх комбінації дозволяють просунутися в рішенні найактуальніших теоретичних і практичних задач транспортного моделювання [4].

Зрештою розвиток ВДМ є необхідною складовою зваженого стратегічного плану управління дорожньою інфраструктурою міста.

Одних засобів моделювання недостатньо для ефективного розвитку ВДМ міст, також необхідна злагоджена спільна робота всіх груп осіб, зацікавлених в підвищенні якості транспортного сполучення міста. Яскравим прикладом подібного роду продуктивної кооперації є упровадження аналітичної системи PTV Vision VISSIM у Німеччині. Над вдосконаленням транспортної системи працюють не тільки державні структури, але й приватні перевізники, установи громадського транспорту та зовнішні

проектні організації. Кожна частина цього ланцюжка виконує свою частину роботи, що дозволяє одержати цілісний план транспортного розвитку міста і реалізовувати його впровадження на практиці на всіх етапах, дотримуючи баланс інтересів.

Разом з методами організації архітектури дорожньо-транспортної мережі і технологіями інтелектуального регулювання дорожнього руху не останню роль в вирішенні проблем переобтяженості транспортної інфраструктури грають методи інформування учасників дорожнього руху про поточну ситуацію на дорогах. Вони дозволяють водіям ухвалювати більш зважені рішення при виборі маршруту, що в цілому позитивно впливає на рівномірність розподілу навантаження на транспортну мережу і є одним з дієвих методів підвищення ефективності роботи систем управління рухом транспорту без істотного ускладнення внутрішньої логіки роботи таких систем як АСУДР.

Інформування учасників дорожнього руху про дорожню ситуацію цілком успішно працює в багатьох країнах. При перевантаженні основних вулиць надаються відомості про об'їзні маршрути. У тому числі доступна інформація про парковки, дозволені напрями руху, де також можуть бути вказані назви районів і вулиць. Передаючими інформацію елементами служать багатопозиційні дорожні знаки, світлові табло з інформацією, що обновляється, а також спеціальні відео і радіоканали.

На даний момент вже існують технології, які дозволяють об'єднувати транспортні засоби в єдину мережу, використовуючи вбудовані в них комп'ютерні чипи. Створені спеціальні радары і прилади радіопередження, які допомагають уникнути зіткнення на дорозі. В процесі впровадження технології, що дозволяють блокувати запуск двигуна автомобіля, у випадку якщо водій знаходиться в стані алкогольного або іншого сп'яніння. Супутникові технології, різноманітні навігаційні системи і системи визначення місцезнаходження транспортного засобу стають звичним явищем, допомагаючи водію знаходити дорогу в незнайомому місті або викликати допомогу простим натисненням кнопки. Широке поширення набувають пристрої, що автоматично повідомляють екстрені служби у випадку спрацьовуванні подушок безпеки, угоні транспортного засобу і т. ін.

Одна з британських компаній розробила «транспортні відеокамери», які повинні підвищити безпеку на дорогах, перш за все за рахунок регулювання швидкості потоку транспортних засобів. Нові пристрої представляють собою вмонтованими в дорожнє полотно маячками, що світяться, які за допомогою відеокамери визначають швидкість автомобілів, знос їх покришок і ідентифікують номерні знаки. Коли швидкість автомобіля, що наближається, виміряна, пристрій починає працювати подібно світлофору: світлодіоди подають автомобілістам світлові сигнали від червоного до зеленого.

З початку 2006 року в Японії на автомобілях з'явилися «розумні» номери, оснащені вбудованим мікрочіпом, що запам'ятовує і передає інформацію про власника, номер автомобіля, його розмір і місце реєстрації.

Метою експерименту є обмеження за допомогою сучасних технологій скупчення автомобілів у час пік на центральних магістралях японських міст. В перспективі власникам автомобілів, охочим потрапити в центр міста у час пік, доведеться оплачувати в'їзд. Влада Японії планує повністю автоматизувати процес списання платні за допомогою електронного чіпа, який буде встановлений у кожен автомобіль [5].

У США силами уряду та компаній IBM, Chrysler і Nissan планується впровадження світлофорів, здатних повідомляти водіям, якої швидкості їм необхідно дотримуватися, щоб потрапити в так звану «зелену хвилю».

Однією з проблем, яку вирішує організація і регулювання дорожнього руху, є пробки на дорогах. Проблема пробок гостро стоїть в багатьох країнах світу, і спроби її вирішити численні і різноманітні [6].

У багатьох країнах Європи і Японії створені системи, які стежать за станом доріг і передають інформацію про їх завантаженість безпосередньо на дошку приборів автомобіля. Маючи в розпорядженні такі відомості, водій може бачити проблемні ділянки і вдаватися до їх об'їзду.

Англійська фірма IT IS експериментує з системою визначення завантаженості дороги по сигналах стільникових телефонів. Система із застосуванням стільникових телефонів надає цілком достовірні дані про інтенсивність руху в певних районах без необхідності обладнання доріг дорогими датчиками, які б визначали параметри транспортних потоків міста.

У місті Редмонд (США) фірма Microsoft створила систему прогнозування пробок. По телефону або через Інтернет водій, ввівши дані про поїздку, одержує прогноз стану трас, що його цікавлять. Вказуються ймовірні місця пробок. Для прогнозу використовуються як дані про стан завантаженості доріг, що поступають в реальному часі, так і відомості, накопичені у минулому. Враховуються також погода, календар вихідних і святкових днів і навіть масові заходи. Достовірність прогнозів, якими щодня користуються більше 3000 співробітників фірми Microsoft, досягає 75 %.

Аналогічні «пробко-сервіси» водіям надають компанії Google, CityGuide, TomTom та інші.

Декілька груп дослідників зі США та Німеччини вважають, що боротися з дорожніми пробками можна на рівні окремого автомобіля. Багато сучасних автомобілів обладнано системою круїз-контролю, яка дозволяє підтримувати задану швидкість руху автоматично. Забезпечивши дану систему радаром, який стежить за відстанню до автомобіля, що їде попереду, автомат дістає можливість при необхідності знижувати швидкість автомобіля, наприклад, якщо відстань до транспортного засобу, що їде попереду, небезпечна для даної швидкості.

У адаптивного круїз-контролю є додатковий ефект: він робить рух потоку машин плавнішим. Там, де людина різко зупиняє машину, автомат знижує швидкість поступово. Комп'ютерне моделювання показало, що достатньо забезпечити адаптивним круїз-контролем 20 % транспортних засобів, щоб повністю усунути деякі типи заторів.

У боротьбі з пробками, особливо в крупних містах, застосовують різні

методи. Найхарактернішими з яких є наступні:

- система Carpool, при якій парк автомобілів знаходиться в спільному користуванні відразу декількох водіїв і застосовується в різних формах;
- система управління парковками (платні парковки, обмеження на парковку);
- розвиток мережі міського громадського транспорту: будуються нові станції метрополітену, збільшується протяжність маршрутів наземного громадського транспорту;
- автоматизована система управління дорожнім рухом, яка регулює роботу світлофорів, що мають програми автоматичного перемикання сигналу залежно від часу доби;
- платні дороги, тунелі;
- платний в'їзд великовантажного транспорту;
- інформаційні табло, на яких розміщена інформація про найближчі затори, аварії, ремонти;
- нові багаторівневі розв'язки, розвантажувальні експрес-шосе;
- навігаційні пристрої, на яких через супутник відображається інформація про ситуацію на дорогах і пропонуються оптимальні варіанти руху до цілі;
- будівництво швидкісних магістралей;
- для автобусів і легкових автомобілів із завантаженням більше однієї людини виділяють окремі смуги руху, відокремлені розміткою або невисокими бордюрами, та дозволяють об'їжджати дорожні затори в годину пік.

Істотно змінити дорожню ситуацію можна на основі впровадження сучасних методів організації руху транспорту і пішоходів, що дозволяють підвищити ефективність функціонування дорожньо-транспортної системи. Якісна організація руху транспортних засобів на вулицях і дорогах у багатьох випадках дозволяє створити необхідні умови для безперебійного перевезення пасажирів і вантажів.

Обмеження доступу транспортних засобів на певні території міста, введення житлових і пішохідних зон, заборона або обмеження руху вантажного транспорту, зональні обмеження швидкості, реверсивне регулювання руху, адаптивне мережне управління транспортними і пішохідними потоками з використанням АСУДР, інформаційне забезпечення учасників руху - всі ці методи і технічні засоби організації дорожнього руху, вживані на практиці, недостатньо гнучко реагують на стан дорожнього руху.

Упровадження автоматизованих систем управління дорожнім рухом дозволяє скоротити затримки в русі транспорту на 20-25 %, скоротити час поїздки на 10-15 % і зменшити шкідливі викиди на 5-10 %.

У цілому всю стратегію місцевих властей по боротьбі з надмірною завантаженістю доріг можна розділити на три взаємозв'язані блоки. По-перше, це заходи, які мають стимулювати відмову від користування власними автомобілями на користь громадського транспорту. По-друге, створення ефективної інфраструктури доріг для швидкого пересування тих,

хто знехтував порадами і сів за кермо власного авто. По-третє, розробка системи інформування про ситуацію на дорогах, яка була б доступна кожному автомобілісту і дозволяла б йому прокласти свій маршрут самим оптимальним і зручним для нього чином, уникаючи пробок [7].

Напрямок об'єднання автомобілів в загальну взаємозв'язану мережу можна розглядати як окремий випадок реалізації глобальної і актуальної зараз ідеї «інтернету речей». При реалізації цієї ідеї більшість побутових приладів, автомобілів і інших електронних приладів будуть з'єднані в глобальну мережу, яка буде доступна всім і дасть можливість обміну інформацією всіх зі всіма. Стосовно сфери автотранспорту це означає, що дані з датчиків практично всіх автомобілів будуть доступні для їх аналізу і отримання різної інформації про стан транспортних потоків не тільки заданих районів, але і цілих міст. Цей кластер інформації повністю закрий потреби в історичних даних, а також даних про поточну дорожню ситуацію, які необхідні для моделювання транспорту на різних етапах життєвого циклу ВДМ, від оперативного регулювання до проектів її розвитку.

Проте для здійснення подібного аналізу і моделювання роботи транспортних мереж на основі одержуваної історичної інформації необхідні інструменти, які б дозволяли здійснювати достовірну симуляцію.

Література

1. Швецов В. И. Математическое моделирование транспортных потоков / В. И. Швецов // Автомат. и телемех., 2003. - № 11. – С. 3–46.
2. Семенов В. В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса / В.В. Семенов. – Москва, 2004. – 44 с. – (Препринт / ИПМ им. М.В. Келдыша РАН; № 34).
3. van Wageningen-Kessels F. Genealogy of traffic flow models / F. Van Wageningen-Kessels, H. Fvan Lint, K. Vuik, S. Hoogendoorn // Springer Berlin Heidelberg. – 2015. – Vol. 4. – P. 445-473.
4. Долгушин, Д.Ю. Двухуровневое моделирование автотранспортных потоков на основе клеточных автоматов и систем с очередями / Д.Ю. Долгушин, В.Н. Задорожный, С.В. Кокорин – 2012.
5. АСУД и светофоры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fcp-pbdd.ru/special_equipment/20043/
6. Гасников, А.В. Введение в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие / А.В. Гасников [и др.] – Под ред. А.В. Гасникова. – М.: МФТИ, 2010. – 362 с.
7. Борьба с пробками в разных странах: как за рубежом справляются с проблемой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tv.ua/trend/autolady/958161-borba-s-probkami-v-raznyh-stranah-kak-za-rubezhom-spravlyayutsya-s-probleмой>.