

УДК 656.11

КЕРУВАННЯ ВВІМКНЕННЯМ ЗЕЛЕНИХ СИГНАЛІВ НА КООРДИНОВАНИХ РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ

CONTROL OF SWITCHING ON GREEN SIGNALS ON COORDINATED REGULATED CROSSROADS

Євген Форнальчик, Олег Грицунь

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. Степана Бандери, 32, м. Львів, 79013

Improving the efficiency of traffic management schemes often achieved by the introduction of automated control systems. But, along with the fact there are a number of problems associated with frequent changes in traffic flows indicators change their composition depending on the areas of city streets with different planning options. Under these conditions, the calculated parameters control needs to be adjusted to reduce delays in the movement.

Постійне і безперервне зростання рівня автомобілізації, обсягів перевезень спричиняє виникнення транспортних проблем: перевантажені транспортні потоки (ТП) на вулично-дорожній мережі (ВДМ), надмірні затримки і черги перед перехрестями, збільшення кількості і важкості ДТП, підвищення негативного впливу на навколишнє середовище тощо. Найбільш відчутно вони проявляються на регульованих перехрестях з магістральними вулицями. При рівні завантаження перехрестя, за якого спостерігаються вільні умови руху головних і другорядних напрямків, автомобілі рухаються без значних затримок. Зі зростанням інтенсивності руху тривалість очікування дозвольного сигналу на проїзд перехрестя швидко зростає, збільшуються транспортні затримки, утворюються черги і «затори», що викликає зниження швидкості ТП та пропускної здатності перехрестя, підвищення витрат палива, загазованості повітряного басейну і таке інше.

Важливим напрямком розв'язання транспортних проблем повинно стати формування ВДМ міст із збільшеною пропускною здатністю, покращення та забезпечення умов для руху громадського транспорту (виділення окремих смуг та забезпечення пріоритетного пропуску). Очевидно, що врахувати ці чинники одночасно дуже важко, особливо для міст з ВДМ, яка сформувалася історично. Частково розв'язати цю проблему можна шляхом впровадження систем координованого керування рухом на магістральних вулицях міст, суть яких полягає в тому, що між суміжними за напрямком руху світлофорними об'єктами встановлюється взаємозв'язок, який забезпечує зміщення увімкнення зелених сигналів [1–3].

Найважливішим параметром, що характеризує якість функціонування таких систем є пропускна здатність регульованих перехресть, яка залежить від їх геометрії, режиму роботи засобів регулювання і характеристик ТП [1,2,4,5]. Перелічене залежить від: ширини ділянки проїзної частини, довжини між суміжними перехрестями за напрямком руху головного (магістрального) ТП, поздовжнього профілю, наявності (відсутності) зон стоянки на цій ділянці, ширини проїжджої частини перехрестя та на виході із нього, радіусів поворотів, поздовжньої розмітки в зоні перехрестя і тривалості зеленого сигналу світлофора у фазі.

Під час пошуку оптимального управління світлофорними об'єктами потрібно врахувати окремі показники з основних показників: динамічні властивості ТП, кількість смуг руху, які впливають на тривалість циклу світлофорної сигналізації [5]. Неправильно визначені

параметри координованого керування роботою світлофорів спричиняють накопичення черг автомобілів перед перехрестями [4].

Транспортні засоби на прогонах між перехрестями формуються в окремі групи (пачки), які утворюються в результаті накопичення перед «стоп-лінією» в період ввімкненого заборонного сигналу [2]. Після увімкнення дозвільного сигналу вони покидають перехрестя і продовжують рухатися у вигляді групи. Швидкість руху транспортних засобів у ТП на перехресті є різною, особливо для перших 4-6-ти автомобілів у черзі [5]. Відомо, що кожен транспортний засіб має свої динамічні характеристики, які відрізняються від інших. Це, впливає на величину черги транспортних засобів під час роз'їзду на зелений сигнал світлофора. Визначальним у динаміці для першого автомобіля є його тягово-швидкісні характеристики. Для другого і наступних автомобілів динамічними обмеженнями є інтервали безпеки до транспортного засобу, що їде попереду, і його швидкість. Максимальною для кожного наступного автомобіля буде швидкість автомобіля, що їде попереду [1,2]. На динаміку руху транспортної групи, крім складу ТП, не менш істотно впливає і кількість смуг руху (не менше двох) в кожному напрямку.

Суть магістрального координованого регульованого руху полягає у забезпеченні безупинного руху транзитних потоків з певною швидкістю спеціально виділеними для цього смугами руху, на яких дозволяється тільки перебудова (зміна смуги руху) без зміни швидкості ТП. Усі інші маневри (поворот, розворот) здійснюються лише з окремих поворотних смуг. Затримки на шляху порушують процес координованого керування, оскільки збільшення тривалості руху на перегонах спричиняє прибуття автомобілів до перехрестя із запізненням (у період початку дії заборонного сигналу). За вузької проїзної частини ймовірність затримки на перегонах між перехрестями підвищується, оскільки ускладнюється об'їзд можливих перешкод (автомобілі, що зупинилися чи на стоянці біля бордюрного каменю, зупинні пункти громадського транспорту).

Регулювання руху ТП, який проїжджає координовані перехрестя, здійснюється світлофорами, для яких визначаються такі параметри: тривалість основних тактів, тривалість проміжних тактів, тривалість фаз управління, тривалість циклу, склад фаз у циклі, послідовність фаз у циклі, зміщення увімкнення фаз на сусідніх перехрестях [6]. Затримки на таких перехрестях можна знижувати відповідним керуванням світлофорною сигналізацією, за якого тривалість горіння зелених сигналів, відведена для кожного напрямку, є функцією інтенсивностей руху [6,7]. Відомі прості методи зміни тривалості основних тактів залежно від миттєвих характеристик ТП – довжини інтервалів між автомобілями або довжини черги. Крім цього, існують і відносно складніші методи, за допомогою яких визначається інтервал часу, протягом якого автомобілі можуть безупинно перетинати мережу перехресть координації. Цей інтервал називається «рядком безупинного руху», а його відношення до тривалості циклу регулювання – «шириною рядка» [2].

Рядок безупинного руху визначається трьома параметрами: тривалістю циклу регулювання, розподілом періодів в межах циклу і зміщенням фаз на суміжних перехрестях. Тривалість циклу під час координованого керування на всіх перехрестях повинна бути однаковою, при цьому береться до уваги цикл ключового перехрестя – того, яке має максимальну тривалість у системі координації і є найбільш завантаженим. Після визначення такого єдиного для усіх координованих перехресть розрахункового циклу для магістралі розраховують відповідні тривалості основних тактів для кожного з них. Наявність зміщень увімкнень зелених сигналів, а також однаковий цикл регулювання на всіх перехрестях, які входять у систему координації, в принципі повинні забезпечити координоване керування,

проте практично здійснити це проблематично через певні похибки, які виникають під час відліку зміщень основних тактів.

Для визначення величини зміщень зеленого сигналу на суміжних перехрестях потрібно враховувати такі основні чинники: різні відстані між перехрестями, різні швидкості руху ТП між перехрестями, різний час прибуття транспортних засобів до перехрестя, обумовлений різними відстанями і швидкостями руху у протилежних напрямках, характеристики ТП, геометричні параметри проїзних частин і перехресть. До цього ж потрібно враховувати транспортні засоби, які повертають з прилеглих вулиць на магістраль, і окремі з них під'їжджають до перехрестя на заборонний сигнал світлофора та зупиняються. Крім цього, є і тихохідні автомобілі у пачка ТП, які також можуть бути зупинені, прибуваючи до перехрестя з запізненням, опинившись перед червоним сигналом світлофора. Якщо у системі координації перетинаються дві вулиці з координованим управлінням, то зміщення фаз зеленого і червоного сигналів на перехресті має задовільняти умову узгодженого регулювання рухом двома вулицями.

Основним недоліком систем координованого керування є те, що у них тривалість циклу і тривалість фаз є фіксованими, що часто спричиняє існування ненасичених фаз світлофора у період спаду інтенсивності. За таких випадків керування повинно бути багатопрограмним, тобто мати у своєму складі декілька програм руху, розрахованих для різних параметрів ТП.

Таким чином, врахування величини зміщення увімкнення зеленого сигналу для системи керування ТП є ефективнішою, оскільки зменшуватимуться затримки на перехрестях, підвищуватиметься швидкість проїзду та скорочуватиметься кількість зупинок, зросте пропускна здатність перехресть і підвищуватиметься безпека руху та дисциплінованість водіїв.

Література:

1. Кременец Ю. А. *Технические средства организации дорожного движения : [ученик для вузов]* / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М.Б. Афанасьев. – М. : Изд-ий центр «Академия», 2005. – 279 с.
2. Рушевский П.В. *Организация и регулирование движения с применением автоматических средств управления : [учебное пособие]* / П.В. Рушевский. – М. : «Высшая школа», 1974. – 238 с.
3. Рэнкин В. У. *Автомобильные перевозки и организация дорожного движения* / В. У. Рэнкин – М. : Транспорт, 1981. – 592 с.
4. Врубель Ю. А. *Потери в дорожном движении* / Ю. А. Врубель. – Минск : БНТУ, 2003. – 380 с.
5. Левашев А. Г. *Проектирование регулируемых пересечений : учеб. пособ.* / А. Г. Левашев, А.Ю. Михайлов, И. М. Головных. – Иркутск : ИрГТУ, 2007. – 216 с.
6. Петров В. В. *Автоматизированные системы управления дорожным движением в городах : [учебное пособие]* / В. В. Петров. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2007. – 104с.
7. Дрю Д. *Теория транспортных потоков и управление ими* / Д. Дрю; пер. с англ. Е. Г. Коваленко. – М.: Транспорт, 1972. – 0423 с.