

**Кулик Микола Михайлович**, магістрант кафедри організації і безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**Ширін Валерій Вікторович**, доцент кафедри організації і безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, канд. техн. наук, доцент

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОЇ ШВИДКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ В РЕЖИМІ КООРДИНОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НА МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЯХ**

У вітчизняній та закордонній практиці організації ефективного дорожнього руху однією з основних задач являється забезпечення безупинного руху груп автомобілів на міських магістралях. Таким чином вирішується задача пропуску пачкоподібних потоків через світлофорні об'єкти у магістральних напрямках [1, 2]. Такий режим руху транспортних потоків дозволяє значно підвищити ефективність використання автомобіля, як засобу транспортування, а головне, знизити негативні наслідки від його руху, такі як екологічне та шумове забруднення міського середовища, ризики виникнення дорожньо-транспортних пригод.

Виникнення групового (пачкоподібного) режиму руху пов'язано зі специфікою світлофорного регулювання, коли досягається розділення транспортних потоків у часі. Розглядаючи рух транспортних потоків міськими магістралями стає очевидним, що окремі перехрестя стають взаємозалежними по управлінню і виникає необхідність координації роботи технічних засобів регулювання.

Координоване управління рухом транспортних потоків в містах є найбільш ефективним і доступним методом організації руху з точки зору його алгоритмічної і технічної реалізації [3], однак, суттєвим обмеженням відомих способів визначення параметрів координованого управління являється відсутність урахування несформованих транспортних потоків, які в'їжджають на магістраль з другорядних напрямків і, відповідно, не позбавлені супроводження в «стрічці часу», що призводить до їх зупинки в період сигналу, що забороняє рух, і в наступному викликає затримки головного потоку який рухається магістраллю. Порушення ритму руху основних магістральних потоків, спричиняє вимушені зміни швидкості потоків і, як наслідок, знижує ефективність координованого управління. Ступінь зазначеного впливу транспортних потоків з другорядних напрямків на ритмічність руху основних потоків по магістралі залежить від довжини перегонів.

Забезпечення сталої швидкості транспортних потоків в режимі координованого управління на міських магістралях має ґрунтуватись на урахуванні в процесі визначення зсуву фаз регулювання довжини черг автомобілів, що формуються після їх виїзду на магістраль з другорядних напрямків.

Метою даного дослідження являється визначення можливості усунення впливу транспортних потоків, що в'їжджають з другорядних напрямків на магістраль на ритм руху магістральних потоків в стрічці часу.

Об'єкт дослідження – процес формування черг автотransпортних засобів, що в'їжджають на магістраль з другорядних напрямків під час сигналу, що забороняє рух.

Предметом дослідження є залежність зсуву фаз регулювання в системі координації на магістралі від параметрів транспортних потоків, що в'їжджають з другорядних напрямків.

Серед найпоширеніших способів визначення параметрів координованого управління слід відзначити графоаналітичний розрахунок [2], який полягає у побудові графіку руху «пачки» автомобілів в системі координат «час – відстань». Нижче, на рисунку 2 наведено приклад графіку координації для ділянки магістралі, що включає три регульованих перехрестя. Аналізуючи наведений графік слід відзначити, що стрічки часу прямого і зворотного магістральних напрямків проходять через перехрестя різним чином. Наприклад, на перехрестях №4 та №3 «стрічки часу» проходять через основні такти регулювання без можливості їх зрушення праворуч або ліворуч, тоді як на перехресті №1 та №2 спостерігається певний «запас» основного такту регулювання, що спричиняє можливість додатково коригувати параметри роботи даних світлофорних об'єктів. Саме зазначений «запас» основного такту пропонується застосовувати для забезпечення сталої швидкості магістральних транспортних потоків шляхом попереднього звільнення підходу до стоп-лінії світлофорного об'єкту від автомобілів, що виїжджаючи з другорядного напрямку попереднього перехрестя змушені були зупинитись в період дії заборонного сигналу.

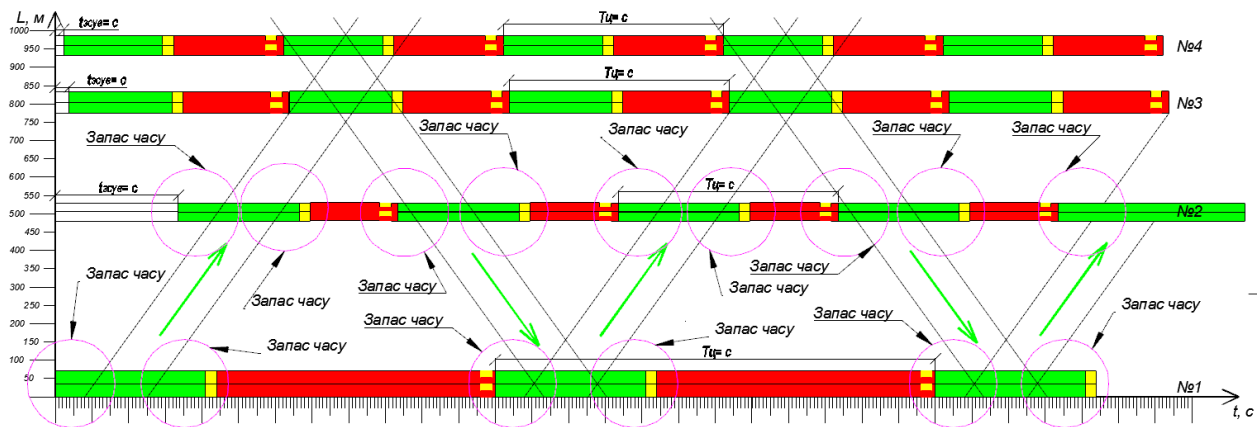


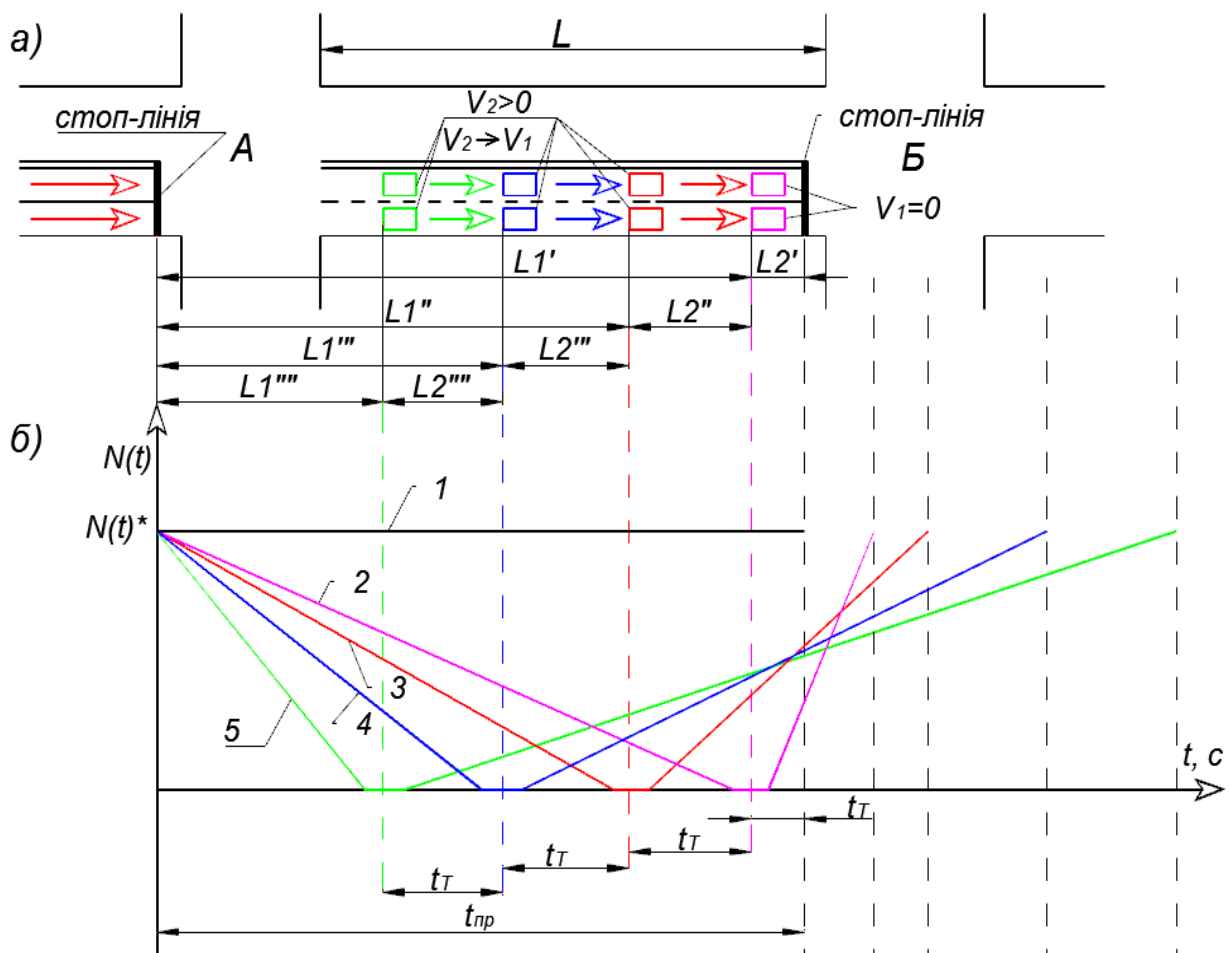
Рис. 1 – Графік координації світлофорних об'єктів з запасом основного такту магістральної фази регулювання

Для аналізу процесу руху магістральних потоків виділимо окремі зони на ділянці «перехрестя – перегін – перехрестя», на яких кожен учасник руху формує власний швидкісний режим з урахуванням дорожніх умов, що формуються в поточний момент часу. В системі координованого управління

саме дорожні умови, зокрема наявність черги автомобілів попереду в напрямку руху, визначатимуть чи зупинятиметься автомобіль, що рухається в магістральному напрямку в «стрічці часу».

Сформовані на світлофорних об'єктах «пачки» автомобілів в процесі руху транспортного потоку по магістралі зазнають перетворень, які можна розділити на три стадії:

- утворення групи при роз'їзді черги від стоп-лінії на перехресті *A*;
- розпад груп при русі по перегону;
- формування групи при підході до перехрестя *B* у разі дії заборонного сигналу, або при наявності на шляху руху черги автомобілів, що в'їхали до магістралі з другорядних напрямків перехрестя *A* і були вимушені зупинитись на заборонний сигнал.



Примітки: **а)** - Схема ділянки магістралі: *A* і *B* перехрестя ділянки магістралі; *L1* - зона розпаду груп транспортних засобів (для помірного рівня завантаження дороги рухом); *L2* - зона гальмування (формування груп); *L* - довжина перегону, м.

**б)** - Залежність миттєвої інтенсивності транспортного потоку при русі ділянкою:  $N(t)^*$  - інтенсивність руху на вході ділянки; *L1* – при  $N \leq N3$ ; *L2* - при  $N \geq N3$ ,  $t_{np}$  - час руху по перегону при сталій швидкості руху;  $t_T$  - час гальмування групи автомобілів.

Рис.2 – Зміна миттєвої інтенсивності магістрального транспортного потоку на перегоні з чергою автомобілів

Спираючись на відому залежність основних параметрів транспортного потоку [4] можна стверджувати, що при русі ділянкою магістралі за різних значень довжини черги, що заважає рухатись в «стрічці часу», відбувається зміна миттєвого значення інтенсивності транспортного потоку (на рисунку 2 позначено різними кольорами відповідні графіки).

Крива 1, наведена на рисунку 2 характеризує зміну миттєвого значення інтенсивності транспортного потоку за умови, що автомобілі рухаються в «стрічці часу» за відсутності черги автомобілів. Криві 2-5, відображають характер зміни миттєвого значення інтенсивності транспортного потоку за умов, що на наступному в напрямку руху перехресті діє заборонний сигнал, або наявна черга автомобілів, що зупинились у попередній фазі регулювання. В такому разі, виникатиме зона, де водії вимушені знижувати швидкість аж до повної зупинки. Тобто, зазначені зони являють собою «вузькі місця», де вимушено знижується швидкість транспортних потоків аж до повної зупинки і, відповідно, спричинятиметься зниження пропускної здатності усієї ділянки магістралі. Положення зазначених «вузьких місць» на ділянці буде визначатись наявністю черги автомобілів і їх кількістю (довжиною черги), що залежатиме від сумарного значення інтенсивності вхідних транспортних потоків з другорядних напрямків перехрестя А.

Таким чином, довжина черги автомобілів, що зупиняються перед «стоп-лінією» перехрестя на сигнал, що забороняє рух впливає на ритм руху транспортних засобів, що рухаються магістраллю, і тим самим впливає на зміни швидкості потоків і, як наслідок, знижує ефективність координованого управління. Відповідно врахування параметрів транспортних потоків не лише магістрального, а і другорядних напрямків при графоаналітичному розрахунку параметрів координованого управління на міських магістралях дозволить підвищити ефективність організації дорожнього руху.

#### Список використаних джерел

1. Капитанов В. Т., Якушин Л. А. и др. Определение характеристик транспортных потоков для расчета программ координации. Методические рекомендации. М.: ВНИИБД МВД СССР, 1981. - 18 с.
2. Кременец Ю. А. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов и факультетов. - М.: Транспорт, 1990. - 255 с.
3. Дербунович Л.В., Абрамова Л.С. Иерархические структуры систем управления дорожным движением. Вестник национального технического университета «ХПИ» №31 2008, с. 40-48.
4. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. Пер. с англ. М.: Транспорт, 1972. - 423 с.