

УДК 656.13

Трушевський В.Е.¹, Веремєєнко Л.А.², Калмиков Т.А.³

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Т-310 НУ «Запорізька політехніка»

ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОЇ ТРИВАЛОСТІ ЗЕЛЕНОГО СИГНАЛУ ВИХІДНОЇ СТОП-ЛІНІЇ НА ПЕРЕХРЕСТЯХ З БУЛЬВАРОМ

Перехрестя з рознесеними стоп-лініями утворюються при перетинанні вулиць бульварами та при віднесенні пішохідних переходів, коли пішохідні потоки перетинають проїзну частину у віддаленні від перехрестя або у випадках організації віднесених поворотів ліворуч.

З точки зору принципу конфігурації перехрестя з рознесеними стоп-лініями можна поділити на 2 групи:

- з синхронним відпрацюванням циклограм сигнальними групами в перерізах рознесених стоп-ліній;

- із затримкою зеленого сигналу на вихідних стоп-лініях;

- з іншими схемами регулювання (наприклад, затримками в одному з напрямів).

Розглянемо особливості конфігурування та запису до програми схем пофазових роз'їздів перехресть означених типів. На рис. 1 наведено схему пофазового роз'їзду типового перехрестя з бульваром. Напрями, що розпочинають рух від рознесених стоп ліній в одному напрямку мають різні номери для забезпечення можливості відпрацювання різних циклограм

сигнальними групами одного напрямку, що працюють на рознесених стоп-лініях. Через це до першої фази включено 4 напрями, які попарно складають прямий та зворотній напрямок для магістралі загалом. До другої фази включено напрями з проїзних частин бульвару. Водії, що рухаються цими напрямками, на виконання вимоги Правил дорожнього руху, зупиняються перед стоп-лініями напрямів 5 та 6. Ця вимога розповсюджується і на водіїв, що прямують за напрямками 1 та 2.

Якщо перехрестя відноситься до першої з означених вище груп за схемою організації роботи світлофорного об'єкту, то для введення даних по ньому до програми треба користуватися звичайними принципами утворення конфліктної матриці. Геометричне визначення напрямів до дальших конфліктних точок (ДКТ) наведено на рис. 2. У випадку, якщо бульварні проїзди матимуть однакову ширину, відстані до дальніх точок для напрямів 1, 2, 5, 6 будуть однакові, або попарно однакові відповідно розташуванню рознесених стоп-ліній. Тому мінімальні проміжки для означених напрямів будуть однакові, а відпрацювання переходів «зелений – червоний» в перехідному інтервалі з першої на другу фазу також однаковим.

У випадку, коли інтенсивність руху ліворуч на напрямках 3 та 4 буде високою, на виконання вимоги ДСТУ 4092 – 2002 про обов'язкову локальну секвенцію світлофорів на лініях регулювання, необхідно буде забезпечити відсутність сталої черги в перехідному інтервалі з першої на другу фазу перед лініями регулювання напрямів 5 та 6, а при подальшому зростанні інтенсивності і змінити схему пофазового роз'їзду.

Таким чином, найвіддаленіші конфліктні точки цих напрямів змінять своє положення та постануть на місцях дальніх конфліктів відповідно п'ятого та шостого напрямів. Таким чином, особливістю програмування режимів для перехресть другого виду з рознесеними стоп-лініями є зміна відстаней до ДКТ для напрямів перших стоп-ліній. На перехрестях з іншими схемами регулювання розрахунок відстаней до ДКТ провадиться в залежності від розташування місць на складному перехресті, де необхідна зупинка на заборонний сигнал, або виходячи з припущення, що в певних напрямках транспортних потоків мусить проходити перехрестя без зупинки (метод локальної координації «Турбіна»).

Для забезпечення відсутності залишкової черги необхідно, аби транспортні засоби першого та другого напрямків не зупинялися перед стоп-лініями напрямів 5 та 6, а значить проїздили перехрестя повністю.

Таким чином, введення додаткових стоп-ліній дозволяє гарантувати безпечний проїзд транспортними засобами перехрестя у напрямі регулювання, за яким відстань до дальньої конфліктної точки є великою.

Розглядається перехрестя з рознесеними стоп-лініями (рис. 3). Необхідно встановити мінімальну тривалість зеленого сигналу вихідної стоп-лінії.

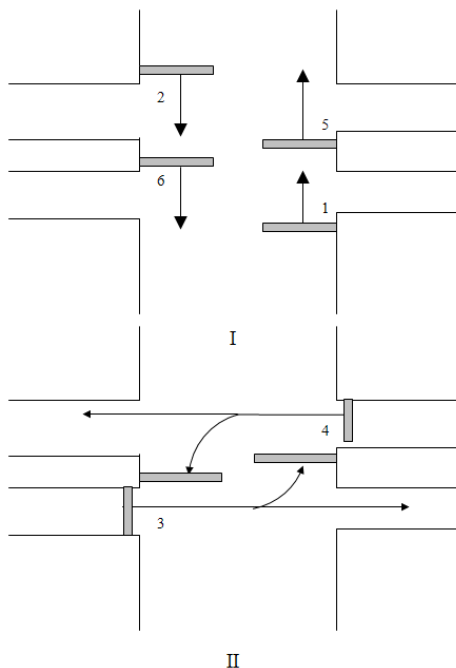


Рисунок 1 – Групи неконфліктних напрямів на перехресті з рознесеними стоп-лініями

Тривалість зеленого сигналу вихідної стоп-лінії визначається через тривалість сигналу на входній стоп-лінії.

$$t_{зел,j} = t_{зел,e} + \Delta, \quad (1)$$

де $t_{зел,e}$ – тривалість зеленого сигналу на магістральному в'їзді, с;

$t_{зел,j}$ – тривалість зеленого сигналу на виїзді, с;

Δ – різниця тривалостей дозволяючих сигналів світлофорів за напрямками магістральної вхідної та вихідної стоп-ліній, с.

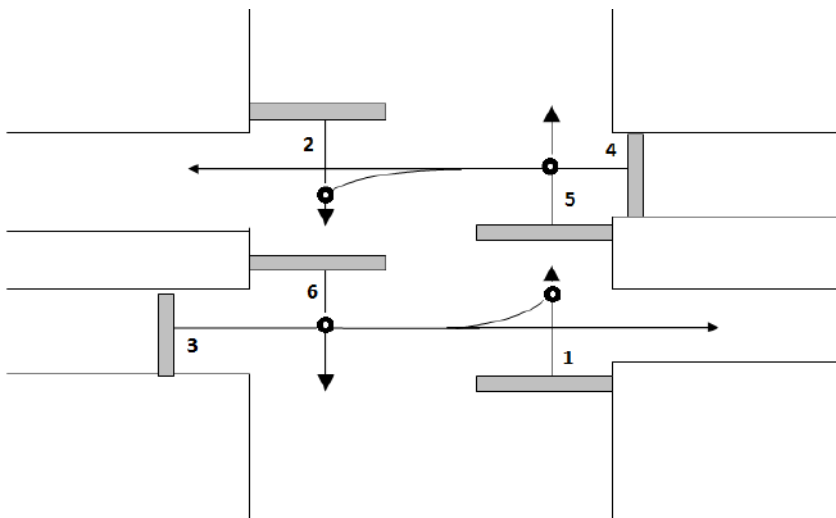


Рисунок 2 – Схема для визначення відстаней до дальніх конфліктних точок

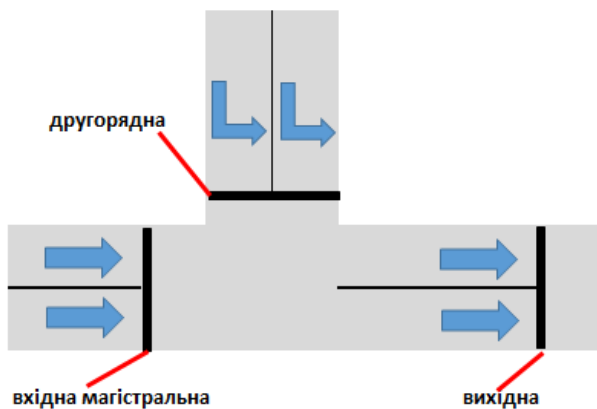


Рисунок 3 - Схема перехрестя

Оскільки черга перед додатковою стоп-лінією формується з числа транспортних засобів, що проїхали вхідну на дозволяючий сигнал та зупинилися перед додатковою на заборонний, то її довжина становитиме:

$$l_q = \frac{\frac{B}{V} \sum_{e=1}^f M_e - \Delta t \sum_{j=1}^n M_j + \sum_{k=1}^h t_{zel,k} M_k}{3600n} \sum_{i=1}^r \frac{\alpha_i (l_{ai} + \Delta l)}{k_{npi}}, \quad (2)$$

де B – відстань між вхідною та вихідною стоп-лініями, м;

V – швидкість руху 85-% забезпечення за вхідним напрямом, м/с;

f, n, h – кількість смуг руху відповідно через вхідну магістральну, вихідну та вхідну другорядну стоп-лінії;

M_e – потік насичення e -ої смуги на магістральному в'їзді, од./год.;

M_j – потік насичення p -ої смуги на ви'їзді, од./год.;

h – загальна кількість смуг на другорядних в'їздах;

M_k – потік насичення k -ої смуги на другорядному в'їзді, од./год.;

$t_{zel,k}$ – ефективна тривалість дозволяючого сигналу за вхідним другорядним напрямом, яким слідує транспорт k -ою смугою руху, с;

r – кількість груп транспортних засобів у потоці через вихідну стоп-лінію;

α_i – частка транспортних засобів i -го типу у вихідному потоці;

k_{npi} – коефіцієнт зведення транспортного засобу до легкового автомобіля;

l_{ai} – габаритна довжина автомобіля i -го типу, м;

Δl – мінімальна дистанція між автомобілями, що зупинилися один за одним, м.

Знайдемо мінімальне значення Δ , що відповідає такій довжині черги l_q , що дорівнює ширині бульвару L .

Розв'яжемо рівняння (2) відносно Δ , підставивши до нього $l_q = L$.

$$\Delta = \frac{3600n \left[\frac{S \left(M_k t_{\text{зел}} + \frac{M_e B}{V} \right)}{3600n} - L \right]}{M_j S} \quad (3)$$

В ході досліджень встановлено, що зміна швидкості руху по магістралі в межах визначеного діапазону слабо впливає на величину, а зміна середньозваженої довжини транспортного засобу чинить значний вплив.

При фіксованій інтенсивності дорожнього руху на другорядному під'їзді збільшення потоку насичення призводить до спадання величини Δ , при цьому відбувається перерахунок тривалості зеленого сигналу другорядного напрямку.