

Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів «Авіація, промисловість, суспільство», Кременчук. – 2018. – С. 200.

Денисенко Олег Васильович, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, канд. техн. наук, доцент

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СВІТЛОФОРНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Одним з найважливіших напрямків забезпечення функціонування дорожнього руху (ДР) є побудова системи управління на таких важливих елементах ВДМ як регульовані перехрестя. Для забезпечення високого рівня керуючих та організаційних заходів на регульованих перехрестях потрібні данні, які характеризують не тільки транспортні потоки (ТП), але й можливість отримати критеріальні оцінки якості функціонування перехрестя.

Однією з головних задач таких систем є визначення широкого кола параметрів ТП, що може бути забезпечено присутністю у комплексі діагностування надійних, багатофункціональних та достатньо дешевих детекторів режимів руху ТП магістралей та перехресть, які дозволяють одночасно визначити габаритні параметри транспортних засобів (ТЗ), моменти їх проїзду контрольованих зон (КЗ) та перехрестя в цілому, швидкості, прискорення (або уповільнення), тип і напрямки руху ТЗ, їх інтенсивності по кожній смугі за будь-який проміжок часу, інтервали руху між ТЗ, їх затримки та склад ТП.

Одночасно активно розвиваються системи моніторингу перехресть, які використовують при розробці агрегатної системи засобів управління ДР, при розробці АСУ-ДР, в системах інформаційного забезпечення завантаження перехресть ВДМ, а також для підвищення ефективності управління рухом транспорту на регульованих перехрестях [1].

Для підвищення ефективності визначення елементів циклу світлофорного регулювання (СР) необхідно було вирішити наступні задачі:

- аналіз існуючих та розробка нових способів, методів та алгоритмів моніторингу ТП на регульованих перехрестях для одержання повного комплексу інформації для контролю і більш ефективного оперативного визначення оптимальних значень часу дії основних (ОТ), проміжних тактів (ПТ) та циклу світлофорного регулювання (СР);

- пропозиція та розробка такого способу, який би відповідав вимогам універсальної адаптивної системи, що ефективно в динаміці реагує на всілякі зміни умов руху ТП на перехресті.

Поставлена мета досягається тим, що у запропонований спосіб покладено конусне покрокове сканування одночасно трьома вузькоспрямованими лазерними променями тимчасово всіх підходів і виходів перехрестя (рис. 1), що

дає можливість сформувати вхідні і вихідні межі двох КЗ та забезпечити визначення комплексу необхідних параметрів ТП по кожній смузі руху, ОТ, ПТ і цикл СР в залежності від результатів сканування [2,3].

Відповідно до запропонованого способу, розгортка лазерного променя здійснюється блоком сканування 1, який розташовується над перехрестям на спеціальній кронштейні в точці, що відповідає геометричному центру перехрестя. У блоці сканування, залежно від висоти його розміщення, одну з оптичних осей розгортки підбирають так, щоб перший лазерний промінь описував конусну поверхню з колом на проїжджій частині перехрестя (R_1) в області «стоп-ліній» всіх його підходів.

До складу скануючого блоку входить оптичний відхиляючий пристрій (дискретний сканістор), який забезпечує відхилення вісі першого лазерного променя з радіусу R_1 в необхідне друге положення з радіусом R_2 , а потім в третє положення з радіусом R_3 , при якому радіус кола R_2 , а потім R_3 на поверхні перехрестя зменшується відповідно до першого кола на задану величину (наприклад, на 1 м та 2 м).

Другий оптичний промінь лазерної розгортки формується зі зміщенням на 1200 по колу розгортки і формує вхідну межу першої КЗ.

Цей промінь, як і перший, за допомогою відповідного дискретного сканістора 52 на кожному наступному періоді сканування змінює одну оптичну вісь розгортки (з радіусом кола R_4 на проїжджій частині перехрестя) на інші (з радіусом кола R_5 та R_6 , а потім у зворотному напрямку) і формує три концентричних кола з різницею радіусів $R_5-R_4 = 1\text{ м}$ та $R_6-R_5 = 1\text{ м}$.

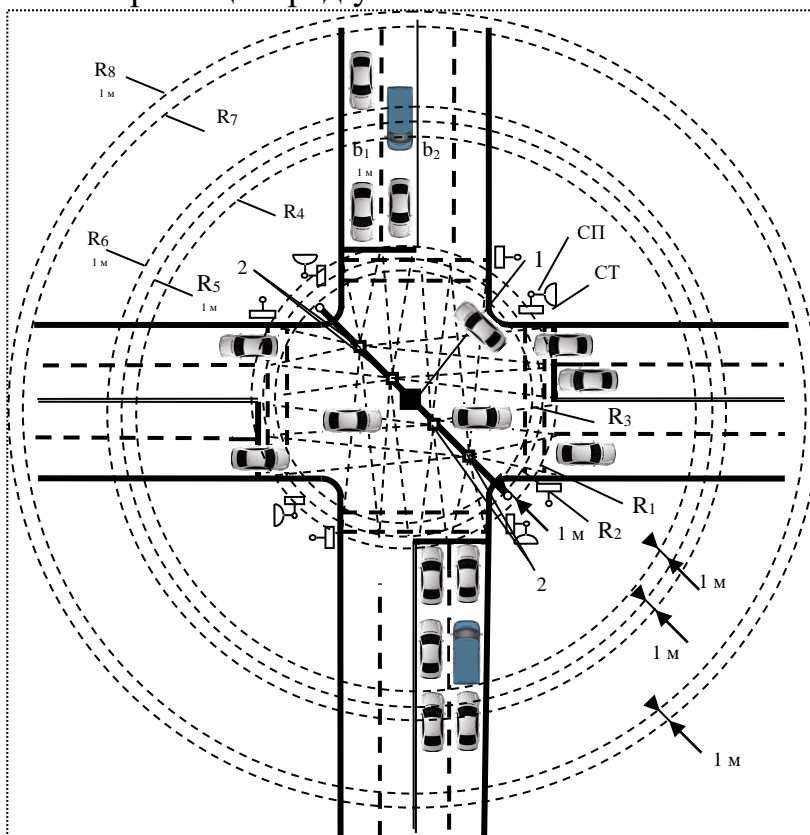


Рис.1 Схема, яка розкриває основні відмінні особливості запропонованого способу.

Третій оптичний промінь лазерної розгортки має зміщення по відношенню до другого ще на 120° по колу розгортки і формує вхідну межу другої КЗ. Цей промінь, як і обидва інші, за допомогою дискретного сканістора на кожному наступному періоді сканування змінює оптичну вісь розгортки (з радіусом кола R_5) на іншу (з радіусом R_6) і формує два концентричних кола також з різницею радіусів $R_6 - R_5 = 1\text{ м}$.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФПі) в процесі розгортки трьох лазерних променів по одному з кіл на входах і виходах КЗ послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугам руху як на підходах, так і на виходах перехрестя. Часове і просторове рознесення лазерних променів дозволяє фіксувати одним ФП всі сигнали сканування по відповідній смузі.

Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в обидві КЗ, здійснюють по їх передніх бамперах при пересіченні одного з кіл (R_6 або R_8), при цьому завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної вісі другого лазерного променя (з радіуса R_4 на R_5 і на R_6 та навпаки) і вісі третього лазерного променя (з радіуса R_7 на R_8 та навпаки) визначаються моменти в'їзду, кількість і послідовність ТЗ, що реально в'їхали в КЗ по кожній смузі руху за період вимірювань.

Швидкість ТЗ, що послідовно своїм переднім бампером перетинають лінії сканування R_8 та R_7 визначають на дистанції 1 м і фіксують як значення v_1' . Потім фіксуються швидкості v_1'' цих же ТЗ при перетині відповідних ліній сканування їх задніми бамперами.

Довжина l_{T3} ТЗ з урахуванням уповільнення

$$a = \frac{V_1' - V_1''}{t_{T3}}, \quad (1)$$

де t_{T3} – час проїзду ТЗ між лініями сканування R_8 та R_7 , відповідно, спочатку переднім, а потім заднім бампером, визначається як

$$l_{T3} = a \cdot t_{T3}^2. \quad (2)$$

По тривалості імпульсів t_b , що формуються при скануванні конкретних ТЗ по заданій смузі (переміщення променя між крапками b_1 та b_2 , фіг.1) радіусу R та періоду сканування ω визначається ширина ТЗ на границях КЗ

$$b = \frac{2\pi R \cdot t_b}{\omega} = 2\pi R \cdot t_b \cdot \nu, \quad (3)$$

де ν - частота сканування.

За значенням l_{T3} та b у подальшому визначається тип ТЗ, який по кожній смузі руху перетинає вхідні кордони другої КЗ.

Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в другу КЗ, здійснюють по їх задніх бамперах при пересіченні одного з кіл (наприклад R_7), при цьому завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної осі лазерного променя (з радіуса R_7 на R_8 і навпаки) визначається момент в'їзду, швидкість, уповільнення (прискорення), довжина, ширина, тип, кількість і послідовність ТЗ, що реально в'їхали в другу КЗ по кожній смузі руху за період вимірювань. Це дає можливість достатньо точно визначити кількість ТЗ m_j у черзі по кожній j -й

смузі руху на підходах до перехрестя на момент зміни сигналу світлофору на зелений, або на момент початку руху перших у черзі ТЗ.

Радіус R6, що формує вхідну межу першої КЗ, вибирають за такої умови, щоб відстань між R6 та R1 відповідала максимальному з можливих зупиночному шляху (ЗШ) різного типу ТЗ, що перетинають вхідну межу першої КЗ з максимально дозволеною швидкістю (60 км./год.).

$$l_{зу} = l_{рк} + l_{зу} = V \cdot t_{рк} + \frac{V^2}{2g(\varphi + f \pm \lambda)}, \quad (4)$$

де $l_{рк}$ – шлях, що пройде ТЗ за час реакції водія $t_{рк}$ на зміну сигналів світлофору; $l_{зу}$ – гальмовий шлях; V - швидкість ТЗ на вході в КЗ; g – прискорення вільного падіння; φ - коефіцієнт подовжнього зчеплення колеса з поверхнею дороги; f - коефіцієнт кочення колеса; λ – величина подовжнього похилу.

Потрійне сканування першим променем (R1, R2, R3) в зоні стоп-ліній (на виході з першої та другої КЗ) дає змогу визначити швидкість, уповільнення (прискорення), тип, точний час та кількість ТЗ, які покидають КЗ по кожній зі смуг руху на зелений сигнал світлофору, а значить, визначити наявність ТЗ по окремим смугам в КЗ на момент зміни зеленого сигналу світлофору на жовтий. За результатами сканування першим променем також визначають кількість та тип ТЗ по кожній смузі, що не встигли (не змогли) покинути зону самого перехрестя на зелений сигнал світлофору, тобто не здійснили перетинання зони сканування (R1, R2, R3) по смугам руху на виході з перехрестя.

Інформація про довжину, ширину, тип та кількість ТЗ в зоні перехрестя на момент початку дії ПТ дає можливість чітко визначити момент, коли всі ТЗ попередньої фази руху звільнять зону перехрестя для початку нової фази. Це пропонується здійснювати за моментами, коли останній ТЗ, що знаходився в зоні перехрестя, почне перетинати своїм переднім бампером одну з ліній сканування (наприклад, R3) по смугах руху на виході з перехрестя. Такий підхід дає гарантію, що останній ТЗ досяг або минув дальню конфліктну точку (ДКТ) цього ПТ.

Момент перетинання своїм переднім бампером лінії сканування з радіусом R3 приймається як кінець ПТ цієї фази, але за умови перевірки можливості появи на вході в першу КЗ нового ТЗ, зупиночний шлях якого перевищує довжину КЗ. В такому випадку кінець ПН визначається за моментом перетинання заднім бампером ТЗ ДКТ з урахуванням часу проїзду від стоп-лінії до ДКТ автомобіля, що починає рух у наступній фазі [4]

$$T_{Пн} = t_{рк} + t_{зу} + t_i - t_{i+1}, \quad (5)$$

де $t_{рк}$ – час реакції водія на зміну сигналу світлофора; $t_{зу}$ – час, необхідний ТЗ для проїзду $l_{зу}$; t_i – час руху ТЗ до ДКТ; t_{i+1} – час руху від стоп-лінії до ДКТ автомобіля, що починає рух у наступній фазі.

Така послідовність дій по визначенню часу дії ПТ у багатьох випадках дозволяє скоротити його тривалість, оскільки дозволяє більш точно врахувати ті ТЗ, що реально мають змогу зупинитися у стоп-лінії, навіть у випадку, як що на момент початку ПТ вже перетнули вхідні межі першої КЗ. Визначення часу

дії ПТ з урахуванням прискорення та по реальним значенням виміру параметрів руху конкретних ТЗ, а не по загальноприйнятим спрощеним формулам, дозволяє більш точно визначити ПТ.

Для подальшого проектування , багатофазної системи регулювання відповідно конкретної топографії перехрестя і транспортної ситуації (інтенсивностям руху транспортних і пішохідних потоків по напрямкам) формується універсальна матриця відстаней до ДКТ для всіляких послідовностей фаз і можливих змін перерозподілу ТП по смугам.

Далі на базі цієї універсальної матриці визначається оптимальна послідовність фаз регулювання, яка відповідає мінімальній сумі часу усіх ПТ у багатофазному циклі регулювання

$$\sum_{i=1}^n T_{Pi} = \min . \quad (6)$$

В такому випадку при ризькій зміні транспортної ситуації і необхідності зміни не тільки тривалості ОТ фаз регулювання, але і необхідності регулювання структури багатофазного світлофорного циклу (зміна кількості фаз, перерозподіл напрямків руху по смугах), втрачений час у циклі регулювання буде мінімальним. Це відповідає вибору такої послідовності фаз у циклі, при якій значення t_i та t_{i+1} , а також сполучення $(l_i + l_a)$ та $l_{ДКТ}$ визначаються за умови (6).

Тривалість ОТ фази регулювання визначається моментом закінчення роз'їзду найбільшої за часом черги по смугам руху в даній фазі регулювання. Фіксація кінця ОТ здійснюється за моментом перетинання заднім бампером останнього в черзі ТЗ лінії сканування з радіусом R1 при умові, що на цей момент першу КЗ повністю залишать всі ТЗ. В іншому випадку кінець ОТ формується по максимально фіксованому заздалегідь значенню. Тривалість циклу СР за результатами сканування визначається як сукупність ОТ та ПТ всіх фаз.

Таким чином, оперативне визначення реальних параметрів руху (швидкості, прискорення, габаритів та типу) окремих видів ТЗ по усіх смугах руху на підході та в зоні перехрестя шляхом потрійного високошвидкісного сканування дає можливість одержати (в реальному масштабі часу) точні значення часу дії ОТ і ПТ та оптимізувати параметри елементів світлофорного циклу.

Список використаних джерел

1. Плешенцев В.С. Диагностирование транспортных потоков федеральной автотрассы «Волга М-7»/В.С. Плешенцев, Е.В Дмитриева, Д.А Соцков //Организация и безопасность дорожного движения в больших городах: сборник статей 7-й международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию МВД России. – Санкт-Петербург, 21-22 сентября 2006. – С 27-31.
2. Пат. 119614 Україна, G 08 G 1/09. Спосіб оптимізації багатофазного циклу регулювання світлофорного об'єкту / Денисенко О.В.; заявник і

патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет.- опубл. 10.07.2019, Бюл. № 13/2019.

3. Пат. 112094 Україна, G 08 G 1/09. Спосіб визначення тривалості елементів та циклу світлофорної сигналізації / Денисенко О. В.; заявник і патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет.- опубл. 25.07.16, Бюл. № 14/2016.

4. Кременец Ю.А. Технические средства организации дорожного движения. / Ю.А. Кременец, М.П. Печерский, М.Б. Афанасьев// Учебник.- М.: Академкнига, 2005. – 279 с.

Моисеева Алина Романовна, студентка Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Кущенко Сергей Викторович, канд. техн. наук, доцент кафедры ЭОДА Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ДТП

Высокий уровень автомобилизации, способствующий более полному удовлетворению перевозочных потребностей на рынке транспортных услуг, имеет ряд негативных последствий, одним из таких последствий является аварийность на транспорте. Как правило, уровень аварийности тесно связан с уровнем автомобилизации. Тем не менее, анализ несчастных случаев в большинстве развитых стран показывает, что, несмотря на высокий уровень автомобилизации, есть возможности добиться значительного сокращения несчастных случаев в национальном масштабе и поддерживать эти показатели на достаточно стабильном уровне. Примером являются такие страны, как Япония, Германия, США, Англия и т. д.

Одним из важнейших элементов системы мер по обеспечению безопасности дорожного движения является научно-технический анализ аварий, изучение причин и последствий. Каждый несчастный случай предполагает индивидуальную ответственность за него, выражением которого является административное, материальное или уголовное наказание [4]. Невозможно установить индивидуальную ответственность, используя метод статистического исследования. Это требует детерминированного изучения причин и последствий каждой аварии. Экспертизой дорожно-транспортного происшествия (ДТП) называют комплексное научно-техническое исследование всех аспектов каждой аварии в отдельности, проводимое людьми со специальными знаниями в области науки и техники. Экспертиза ДТП требует привлечения информации из различных областей знаний: юриспруденция, криминалистика, медицина, психофизиология, строительство и эксплуатация дорог, организация и безопасность дорожного движения и многие другие [2].