



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118403** (13) **C2**
(51) МПК
G08G 1/09 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2017 04323</p> <p>(22) Дата подання заявки: 03.05.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.01.2019</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 10.11.2017, Бюл.№ 21</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2019, Бюл.№ 1</p>	<p>(72) Винахідник(и): Денисенко Олег Васильович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), Денисенко Олег Васильович, пр. Московський, 202, кв. 21, м. Харків, 61082 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 112180 C2, 10.08.2016 UA 112487 C2, 12.09.2016 UA a201501826, 10.08.2015 UA a201508642, 11.07.2016 CN 105374217 A, 02.03.2016 CN 205158639 U, 13.04.2016 US 2005285738 A1, 29.12.2005 WO 2010103504 A1, 16.09.2010</p>
---	--

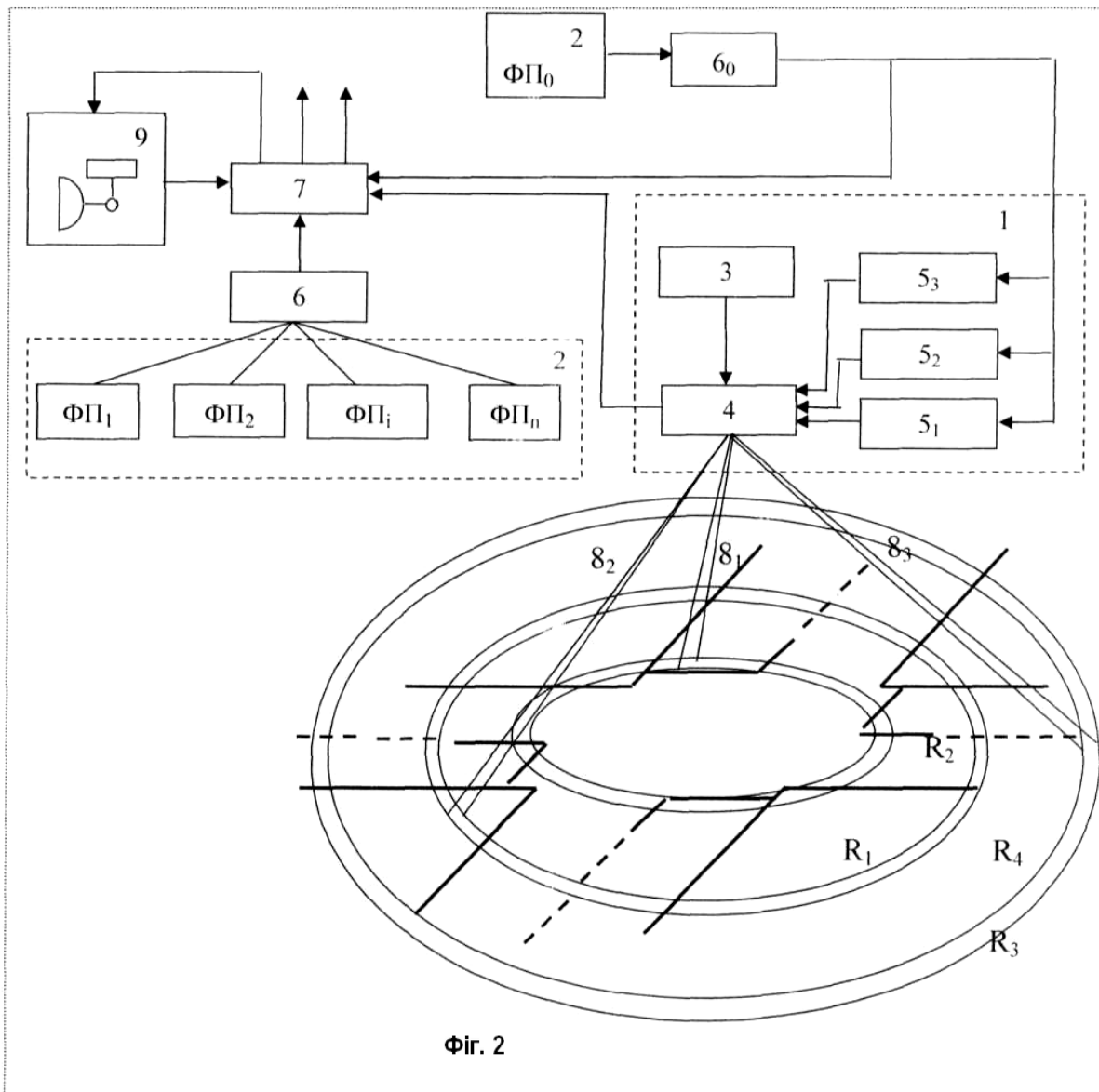
(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ

(57) Реферат:

Спосіб визначення фазових коефіцієнтів належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використаний при розробці агрегатної системи засобів керування ДР, при розробці АСУ-ДР, в системах інформаційного забезпечення завантаження перехресть ВДМ, а також для підвищення ефективності керування рухом транспорту на регульованих перехрестях. Спосіб визначення фазових коефіцієнтів, заснований на скануванні трьома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому проміні формуються зі зміщенням на третину періоду по колу розгортки, а кути нахилу оптичних осей кожного променя змінюють по черзі у реперній точці через кожен період сканування так, щоб радіус другого концентричного кола для кожного променя зменшувався на певну задану величину, що дозволяє чітко визначити момент в'їзду, швидкість, уповільнення (прискорення) довжину, тип, кількість і послідовність транспортних засобів, що реально в'їхали в першу і другу контрольовані зони по кожній смузі руху за період вимірювань, при цьому відстань між вхідною і вихідною межами першої контрольованої зони відповідає максимальному з можливих зупиночному шляху різного типу ТЗ, а межі другої контрольованої зони вибирають за такої умови, щоб вона перевищувала найбільш можливу чергу ТЗ, яка може збиратися по одній із смуг руху на сигнал світлофору, що забороняє дорожній рух. Оптичні сигнали, відбиті від транспортних засобів на підходах та виходах перехрестя, приймаються відповідними фотоприймачами і перетворюються в імпульсно-числовий код, за яким обчислюються швидкість, уповільнення, тип ТЗ, інтенсивність і інтервали між ТЗ, що дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, кількість ТЗ у черзі у приведених одиницях, час пересування черги, значення потоків насичення та фазових коефіцієнтів по всіх смугах руху

UA 118403 C2

упродовж одного циклу регулювання. За допомогою запропонованого способу досягається підвищення точності часу циклу регулювання, за рахунок отримання більш точної інформації про рух транспортних засобів.



Винахід належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використаний при розробці агрегатної системи засобів керування ДР, при розробці АСУ-ДР, в системах інформаційного забезпечення завантаження перехресть ВДМ, а також для підвищення ефективності керування рухом транспорту на регульованих перехрестях.

5 Цей спосіб може бути використаний для одночасного визначення основних параметрів транспортних потоків (ТП): моменту проїзду транспортним засобом (ТЗ) контрольованої зони (КЗ) та перехрестя в цілому, швидкості, прискорення (уповільнення), типу і напрямку руху ТЗ, їх інтенсивності руху по кожній смузі за будь-який проміжок часу, інтервалів рухів між ТЗ, елементів та циклу регулювання, а також потоків насичення та фазових коефіцієнтів по кожній

10 смузі регульованого перехрестя.
Відомий спосіб визначення фазових коефіцієнтів регульованого перехрестя, заснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптична вісь одного з положень розгортки першого променя вибирається так, щоб він описував коло на проїжджій частині перехрестя в області стоп-ліній всіх його підходів, а друге положення розгортки відповідало відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїзної частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміна положень розгортки здійснюється з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування.

20 Другий оптичний промінь лазерної розгортки формується у одній площині з першим, але зі зміщенням на 180° по колу розгортки і формує вхідну межу КЗ. Цей промінь, як і перший, за допомогою відповідного дискретного сканістора на кожному наступному періоді сканування змінює одну оптичну вісь розгортки (з радіусом кола R_3 на проїжджій частині перехрестя) на іншу (з радіусом кола R_4) і формує два концентричних кола з різницею радіусів $R_3 - R_4 = 1\text{ м}$.

25 Оптичні сигнали, що відбиваються від транспортних засобів на підходах та виходах перехрестя, приймаються відповідними фотоприймачами і перетворюються в імпульсно-числовий код, за яким обчислюються швидкість і тип ТЗ, інтенсивність і інтервали між ТЗ, що дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, кількість ТЗ у черзі у приведених одиницях, час пересування черги, починаючи з моменту перетинання стоп-лінії переднім бампером першого в черзі ТЗ і закінчуючи моментом

30 проходження над стоп-лінією заднього бампера останнього в черзі автомобіля та значення потоків насичення і фазових коефіцієнтів по всіх смугах руху упродовж одного циклу регулювання (Опис до патенту на винахід № 112180 від 10.08.2016 р., бюл. №15/2016). Цей спосіб є найбільш близьким до способу, що заявляється, і тому обраний в якості найближчого аналога.
35 Недоліком цього способу є невисока точність визначення окремих параметрів руху ТЗ, тривалості елементів та циклу СС і в кінцевому результаті фазових коефіцієнтів окремих напрямків руху регульованого перехрестя. Пов'язано це з тим, що існуючий спосіб не враховує режими прискорення та уповільнення ТЗ при русі через КЗ та зону перехрестя, що впливає на

40 точність визначення довжини ТЗ, їх типу, коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, потоків насичення по смугах руху, зупиночного шляху (ЗШ) різного типу ТЗ, що в кінцевому рахунку знижує точність визначення оптимальних параметрів циклу світлофорного регулювання, фазових коефіцієнтів та ефективність управління рухом транспорту на регульованих перехрестях.

В основу запропонованого способу поставлена задача підвищення точності визначення

45 фазових коефіцієнтів, тривалості тактів та самого циклу світлофорного регулювання.
Поставлена задача досягається тим, що в основу запропонованого способу покладено конусне покрокове сканування одночасно трьома вузькоспрямованими лазерними променями інфрачервоного діапазону всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість сформувати вхідні і вихідні межі двох КЗ та забезпечити визначення комплексу вищевказаних параметрів ТП

50 по кожній смузі руху, основні, проміжні такти, цикл СР та фазові коефіцієнти в залежності від результатів сканування з урахуванням режимів прискорення та уповільнення ТЗ в зонах впливу всього перехрестя.

На фіг. 1 представлена схема, яка розкриває основні відмінні особливості запропонованого

способу і послідовність його дій.

55 Відповідно до запропонованого способу, розгортка лазерного променя здійснюється скануючим блоком 1, який розташовується над перехрестям на спеціальному кронштейні в точці, що відповідає геометричному центру перехрестя. У скануючому блоці, 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) в області

60 "стоп-ліній" всіх його підходів. До складу скануючого блоку входить оптичний відхиляючий

пристрій (дискретний сканістор), який забезпечує відхилення осі першого лазерного променя в необхідне друге положення, при якому радіус кола (R_2) на поверхні проїзної частини зменшується на задану величину (наприклад, на δm). Таким чином, блок сканування на кожному наступному періоді сканування змінює розгортку першого лазерного променя з однієї оптичної осі на іншу та описує в зоні стоп-ліній на поверхні перехрестя два концентричні кола з різницею радіусів ($R_2 - R_1 = 1$ м) та формує вихідну межу КЗ.

Другий оптичний промінь лазерної розгортки формується зі зміщенням на 120° по колу розгортки (див. фіг. 2) і формує вхідну межу першої КЗ.

Цей промінь, як і перший, за допомогою відповідного дискретного сканістора 5_2 на кожному наступному періоді сканування змінює одну оптичну вісь розгортки (з радіусом кола R_3 на проїжджій частині перехрестя) на іншу (з радіусом кола R_4) і формує два концентричних кола з різницею радіусів $R_4 - R_3 = 1$ м.

Третій оптичний промінь лазерної розгортки формується зі зміщенням відносно другого ще на 120° по колу розгортки (див. фіг. 2) і формує вхідну межу другої КЗ. Цей промінь, як і обидва інші, за допомогою відповідного дискретного сканістора 5_3 на кожному наступному періоді сканування змінює одну оптичну вісь розгортки (з радіусом кола R_5 на проїжджій частині перехрестя) на іншу (з радіусом кола R_6) і формує два концентричних кола також з різницею радіусів $R_6 - R_5 = 1$ м.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФП) в процесі розгортки лазерних променів 8_1 , 8_2 та 8_3 по одному з кіл на входах і виходах КЗ послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху як на підходах, так і на виходах перехрестя.

Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в обидві КЗ, здійснюють по їх передніх бамперах при пересіченні одного з кіл (R_6 або R_4), при цьому завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної осі лазерного променя (з радіуса R_3 на R_4 і з R_5 на R_6 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_4 та R_3 (або R_6 та R_5) визначають на дистанції 1 м і фіксують як значення V_1 та V_2 . Потім фіксуються швидкості V_1 та V_2 цих же ТЗ при перетині відповідних ліній сканування (R_4 та R_3 або R_6 та R_5) їх заднім бамперами. Довжина $\ell_{ТЗ}$ з урахуванням уповільнення

$$a = \frac{\ell_{ТЗ}}{t_{ТЗ}} \quad (1)$$

де $t_{ТЗ}$ - час проїзду ТЗ лінії сканування R_3 (або R_5), відповідно, спочатку переднім, а потім заднім бампером, визначається як

$$\ell_{ТЗ} = a \cdot t_{ТЗ} \quad (2)$$

За значенням $\ell_{ТЗ}$ у подальшому визначається тип ТЗ, який по кожній смузі руху перетинає вхідні кордони кожної КЗ.

Радіус R_3 , що формує вхідну межу першої КЗ, вибирають за такої умови, щоб відстань між R_3 та R_1 відповідала (з урахуванням реальної відстані, на якій водій реагує на зміну сигналу світлофора) максимальному з можливих зупиночному шляху (ЗШ) різного типу ТЗ, що перетинають вхідну межу першої КЗ з максимально дозволеною швидкістю (60 км./год.).

Наявність подвійного сканування (R_3 , R_4) на вході першої КЗ дає можливість точно визначити тип ТЗ, склад ТП та 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. Крім того, це дозволяє визначити швидкість та уповільнення ТЗ на вході в першу КЗ на момент зміни сигналу світлофору з зеленого на жовтий і по швидкості та типу ТЗ розрахувати його ЗШ та в кінцевому рахунку по уповільненню на входах в першу та другу КЗ прийняти рішення про завершення ПТ

$$\ell_{ЗШ} = \ell_{рк} + \ell_{гш} = V \cdot t_{рк} + \frac{V^2}{2g(\varphi + f \pm \lambda)} \quad (3)$$

де $\ell_{рк}$ - шлях, що пройде ТЗ за час реакції водія $t_{рк}$ на зміну сигналів світлофору; $\ell_{гш}$ - 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.

Подвійне сканування першим променем (R_1 , R_2) в зоні стоп-ліній (на виході з першої та другої КЗ) дає змогу визначити швидкість, прискорення, тип, точний час та кількість ТЗ, які покинули КЗ по кожній зі смуг руху на зелений сигнал світлофору, а значить, визначити

наявність ТЗ по окремих смугах 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 (R_1, R_2) по смугах руху на виході з перехрестя. Це можливо у випадку, коли лівоповоротні ТЗ в зоні перехрестя очікують проїзду прямого зустрічного транспорту, а правоповоротні ТЗ - завершення переходу пішоходів.

Інформація про довжину, 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, R_1) по смугах руху на виході з перехрестя. Це дає гарантію, що останній ТЗ досяг або минув дальню конфліктну точку (ДКТ) цього ПТ і, при умові наявності інформації про його довжину, практично вже залишив зону перехрестя.

Момент перетинання своїм переднім бампером лінії сканування з радіусом R_i 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. Це можливо за умови, якщо на момент включення жовтого сигналу (початку ПТ) вхідну межу першої КЗ буде перетинати ТЗ зі швидкістю, що перевищує дозволена (більше 60 км./год.), а його тип і габарити будуть свідчити, що його ЗШ перевищує довжину КЗ і ТЗ навіть при повному гальмуванні потрапить в зону перехрестя. 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 [Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов. - М...: ИКЦ "Академкнига", 2005, с. 56.]

$$T_{Pi} = t_{pk} + t_{гш} + t_i - t_{i+1}, \quad (4)$$

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

З урахуванням усіх складових (4) формулу для визначення часу дії ПТ для цього випадку можна надати у наступному вигляді

$$T_{Pi} = t_{pk} + \frac{l_{гш}}{7,2 \cdot a_T} + 3,6 \frac{l_{ДКТ}}{V_{a1}} - 3,6 \frac{l_{ДКТ}}{V_{a2}}, \quad (5)$$

де V_{a1} - середня швидкість ТЗ при русі на підході до перехрестя та в зоні перехрестя без гальмування; a - середнє уповільнення ТЗ при включенні сигналу, що забороняє рух; l_i - відстань від стоп-лінії до ДКТ; l_a - довжина ТЗ; $l_{ДКТ}$ - відстань від стоп-лінії до ДКТ для ТЗ, що починає рух у наступній фазі; V_{a2} - середня швидкість ТЗ, 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 по реальних значеннях виміру параметрів руху конкретних ТЗ, а не по загальноприйнятих спрощених формулах, також дозволяє більш точно визначити ПТ та взагалі скоротити втрачений час у циклі регулювання.

Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в другу КЗ, здійснюють по їх заднім бамперам при пересіченні одного з кіл (наприклад R_5), при цьому завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної вісі лазерного променя (з радіуса R_5 на R_6 і навпаки) визначається момент в'їзду, швидкість, уповільнення (прискорення), довжина, тип, кількість і послідовність ТЗ, що реально в'їхали в другу КЗ по кожній смузі руху за період вимірювань. Радіус R_5 , що формує вхідну межу другої КЗ, бажано вибирати за умови, щоб він перевищував найбільш можливу чергу ТЗ, яка може збиратися по одній із смуг руху на сигнал світлофору, що забороняє дорожній рух.

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.

Інформація про швидкість, уповільнення, довжину, тип та час пересування ТЗ на вході в другу КЗ дозволяє більш точно послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобілю $K_{прі}$ як відношення величини середнього значення часового інтервалу $t_{ві}$ проїзду КЗ конкретним типом ТЗ до величини середнього значення часового інтервалу $t_{лі}$ проїзду цієї зони легковим автомобілем:

$$K_{прі} = t_{ві} / t_{лі}. \quad (6)$$

Вимірювання такого комплексу параметрів в зоні перехрестя дозволяє також визначити склад та довжину черги ТЗ, що збираються перед стоп-лінією на червоний сигнал світлофора по кожній смузі руху як у фізичних, так і у приведених одиницях:

- 5 $N_{прj} = K_{пр1} N_1 + K_{пр2} N_2 + \dots + K_{прj} N_i, (7)$
 де $N_{прj}$ - кількість ТЗ у приведених до легкового автомобіля одиницях по j-й смузі руху;
 N_i - число ТЗ типу i у черзі по j-й смузі руху;
 $K_{прi}$ - коефіцієнт приведення ТЗ типу i до легкового автомобіля.

10 Все це дає можливість підвищити точність спочатку розрахунків, а потім за результатами сканування виходу КЗ першим променем (у зоні стоп-лінії) визначення точного часу роз'їзду T_j цих черг по кожній смузі на "зелений" сигнал світлофору і, таким чином, тривалість кожного ОТ.

15 Тривалість ОТ T_{oi} i- фази визначається моментом закінчення роз'їзду найбільшої за часом черги по смугах руху в даній фазі регулювання. Фіксація кінця ОТ здійснюється за моментом перетинання заднім бампером останнього в черзі ТЗ лінії сканування з радіусом R_1 при умові, що на цей момент першу КЗ або повністю залишає всі ТЗ, або при появі на вході в першу КЗ окремих ТЗ, які за результатами виміру параметрів руху мають ЗШ менший, ніж довжина цієї КЗ. В іншому випадку кінець ОТ формується по максимально фіксованому заздалегідь значенню.

- 20 Тривалість циклу $T_{ц}$ СР за результатами сканування визначається як сукупність основних та проміжних T_{pi} тактів всіх фаз
 $T_{ц} = \sum_{i=1} T_{oi} + \sum_{i=1} T_{pi} . (8)$

Потім, за результатами сканування виходу з першої КЗ, визначають час проходження T_j цих черг, що здійснюють роз'їзд ТЗ на "зелений" сигнал світлофора, а значення потоку насичення M_{Hj} по кожній смузі розраховують за формулою:

- 25 $M_{Hj} = \frac{3600 \cdot m_j}{T_j}$,
 де m_j - число приведених транспортних одиниць у черзі, що проходить через стоп-лінію за час T_j ;
 j - номер смуги руху (напряму руху).

30 Для визначення часу T_j у якості початкового моменту використовують не момент включення зеленого сигналу, а момент перетинання стоп-лінії переднім бампером першого в черзі ТЗ (але, якщо ТЗ вже перетнув або стоїть на стоп-лінії, то момент початку його руху). Як кінцевий момент при визначенні значення T_j пропонується брати момент проходження над стоп-лінією заднього бампера останнього в черзі ТЗ. Такий підхід дозволяє вилучити зі значення T_j величину додаткового часу, необхідного для реакції водія на зміну світлофорного сигналу, а також уникнути помилки, що може бути викликана неповним урахуванням довжини останнього в черзі ТЗ.

- 35 Сканування виходу КЗ першим променем дає змогу одночасно визначити інтенсивність руху ТЗ у приведених одиницях (пр. од./год.) по кожній j-й смузі руху у продовж часу циклу $T_{ц}$ світлофорного регулювання
 $N_j = \frac{3600 \cdot m_j}{T_{ц}} . (10)$

- 40 Далі визначають ФК для кожної смуги руху у даній фазі світлофорного регулювання як відношення $Y_{jk} = \frac{N_{jk}}{M_{Hjk}} = \frac{T_j}{T_{ц}} , (11)$

45 де Y_{jk} - фазовий коефіцієнт j-ї смуги руху у k-й фазі регулювання. За розрахунковий (що визначає тривалість основного k-го такту) приймають найбільший по значенню ФК Y_{jk} у даній k-й фазі регулювання. Менші значення Y_{jk} можуть бути використані в подальшому для визначення мінімально необхідної тривалості основного такту.

50 Таким чином, оперативне визначення реальних параметрів руху (швидкості, прискорення, типу та габаритів) окремих видів ТЗ, довжини черги, реальних значень ПН та інтенсивності по усіх смугах руху на підході та в зоні перехрестя шляхом потрібного високошвидкісного сканування дає можливість одержати (в реальному масштабі часу) більш точні значення часу дії ОТ і ПТ, циклу СР, потоків насичення та ФК для управління рухом на перехресті.

Визначення параметрів руху ТЗ, ПН, ФК, часу дії ОТ та ОП за інформацією про прискорення (уповільнення) ТЗ на кордонах КЗ підвищує точність при визначенні оптимальних параметрів поточних значень елементів світлофорного циклу.

На фіг. 2 надана спрощена структурна схема пристрою, що розкриває основні відмінні риси запропонованого способу.

Скануючий блок 1 має у своєму складі лазерний випромінювач 3 вузькоспрямованого інфрачервоного променю і вузол розгортки 4, які формують трипроменево конусне покровоке сканування зони перехрестя за допомогою оптичних відхиляючих пристроїв 5₁, 5₂ та 5₃ (дискретних сканісторів). Зміна положень кутів розгортки променів 8₁, 8₂ та 8₃ здійснюється в реперній точці по черзі на кожному періоді сканування сигналом, що надходить з реперного фотоприймача 2 (ФП₀) на входи дискретних сканісторів 5₁, 5₂ та 5₃.

Три оптичні промені 8₁, 8₂ та 8₃ формуються вузлом розгортки зі зміщенням на третину періоду (120°), що дає змогу фіксувати кожний з них у реперній точці і чітко розпізнавати відбиті від ТЗ сигнали на входах і виході з КЗ та перехрестя в цілому.

Зміна і чергування кутів нахилу розгортки (з R₁ на R₂, з R₃ на R₄ та з R₅ на R₆ або навпаки) необхідна для однозначного визначення положення ТЗ щодо кіл сканування, швидкості, прискорення, типу і напрямку руху ТЗ в КЗ і зоні перехрестя по кожній смузі руху.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФП_i) в процесі розгортки третього 8₃ та другого 8₂ лазерних променів по одному з кіл послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху на входах в першу та другу КЗ. При цьому, почергово з високою швидкістю зміни радіусів сканування (з R₃ на R₄ та з R₅ на R₆, або навпаки) дозволяє точно визначити час переміщення ТЗ на дистанції (R₄-R₃ та R₆-R₅), швидкість, прискорення, тип та кількість ТЗ, що в'їжджають в КЗ по кожній смузі руху в даному циклі регулювання.

В процесі розгортки першого 8₁ лазерного променю на дистанції (R₂-R₁) на виході з КЗ (у зоні стоп-лінії) послідовно визначають швидкість, прискорення, довжину, тип та кількість ТЗ, напрямки їх руху, коефіцієнти приведення ТЗ до легкового автомобіля, число m_i приведених транспортних одиниць у кожній черзі, інтервали та інтенсивності по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу. Розгортка лазерного променю 8₁ на виході з зони перехрестя дозволяє визначити кількість, тип та інші параметри руху ТЗ, що покинули зону перехрестя по різним напрямкам у цей же такт регулювання.

Фотоприймачі 2, направлені на вхідні смуги руху, сприймають послідовно відбиті сигнали першого 8₁, другого 8₂ і третього 8₃ лазерних променів з часовою затримкою на третину періоду сканування, що дає можливість окремого розпізнавання сигналів різних променів.

Перетворювач 6 сигналу кожного ФП_i відповідної смуги руху перетворює сигнали в імпульсно-цифрові коди, які вводяться в обчислювальний пристрій 7, де далі визначаються всі необхідні параметри за будь-який час виміру (за час тривалості основного або проміжного такту та циклу світлофорного регулювання). Для цього сигнали зміни елементів циклу світлофорного регулювання з виходу світлофорного об'єкту 9 подаються на відповідний вхід обчислювального пристрою 7.

Сигнали з виходу реперного фотоприймача 2 (ФП₀) через перетворювач 6₀ подаються на відповідні входи дискретних сканісторів 5₁, 5₂ та 5₃ та обчислювального пристрою 7 для чіткого визначення положення кожного променю за смугами руху відносно реперної точки.

Обчислювальний пристрій 7 на протязі циклу регулювання зберігає інформацію про тип, кількість і напрямки руху ТЗ, що знаходяться в КЗ або в зоні перехрестя на момент початку ОТ та ПТ. В обчислювальний пристрій 7 закладено алгоритм та деякі константи для розрахунку ЗШ різного типу ТЗ, за якими визначається можливість повного гальмування ТЗ до стоп-лінії, відстань та час проїзду до ДКТ для кожної смуги руху у різних фазах регулювання, зберігається інформація про коефіцієнти приведення, склад ТЗ та поточні значення черг по смугах руху, тоді з'являється можливість визначення не тільки усіх перелічених вище параметрів, але і картограм інтенсивностей ТП у фізичних або приведених одиницях, потоків насичення та ФК по окремих смугам руху у реальному масштабі часу.

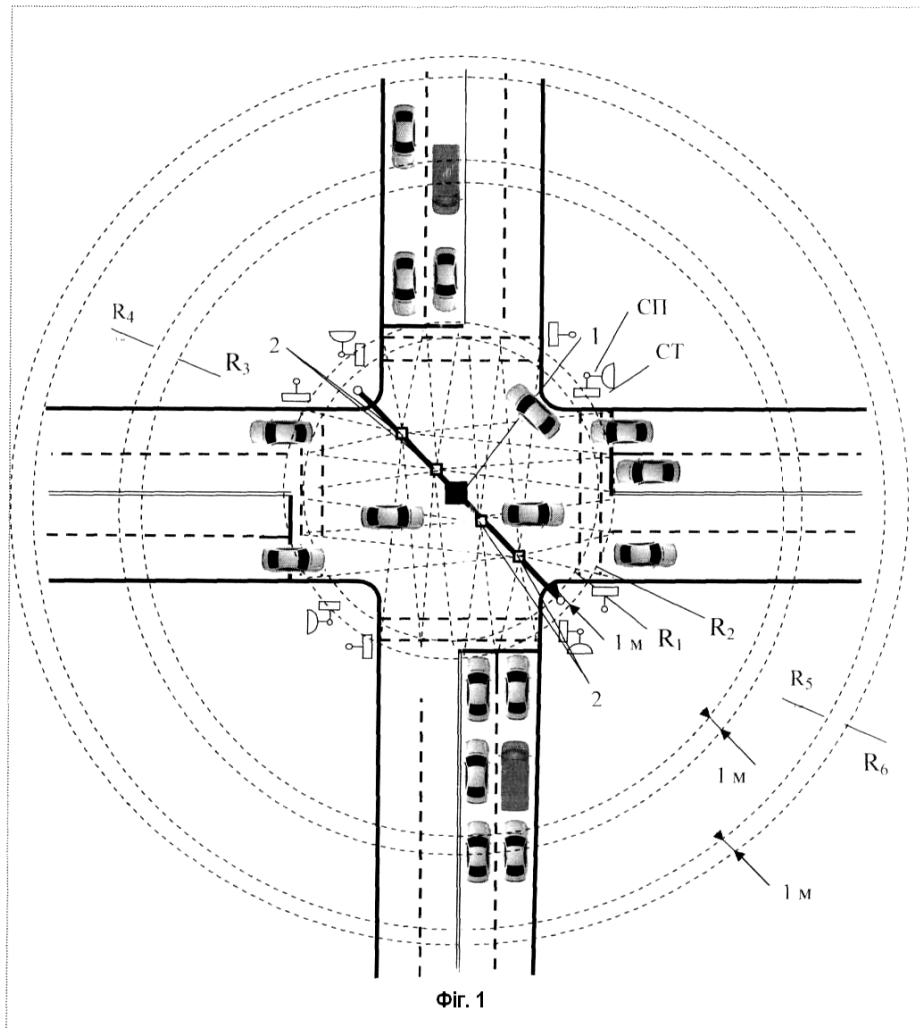
Після того, як останній ТЗ, що з початку ПТ знаходився в зоні перехрестя, перетне своїм переднім бампером лінію сканування R₂ на виході з перехрестя або визначиться кінець ПТ з урахуванням перетину ТЗ ДКТ, обчислювальний пристрій 7 видає сигнал завершення ПТ на світлофорний об'єкт 9. В разі відсутності ТЗ в зоні перехрестя на момент початку ПТ, обчислювальний пристрій 7 видає сигнал завершення ПТ через мінімально обраний заздалегідь час, призначений, наприклад, для завершення руху пішоходів. Обчислювальний пристрій 7 також визначає моменти завершення ОТ для різних умов руху ТП на перехресті.

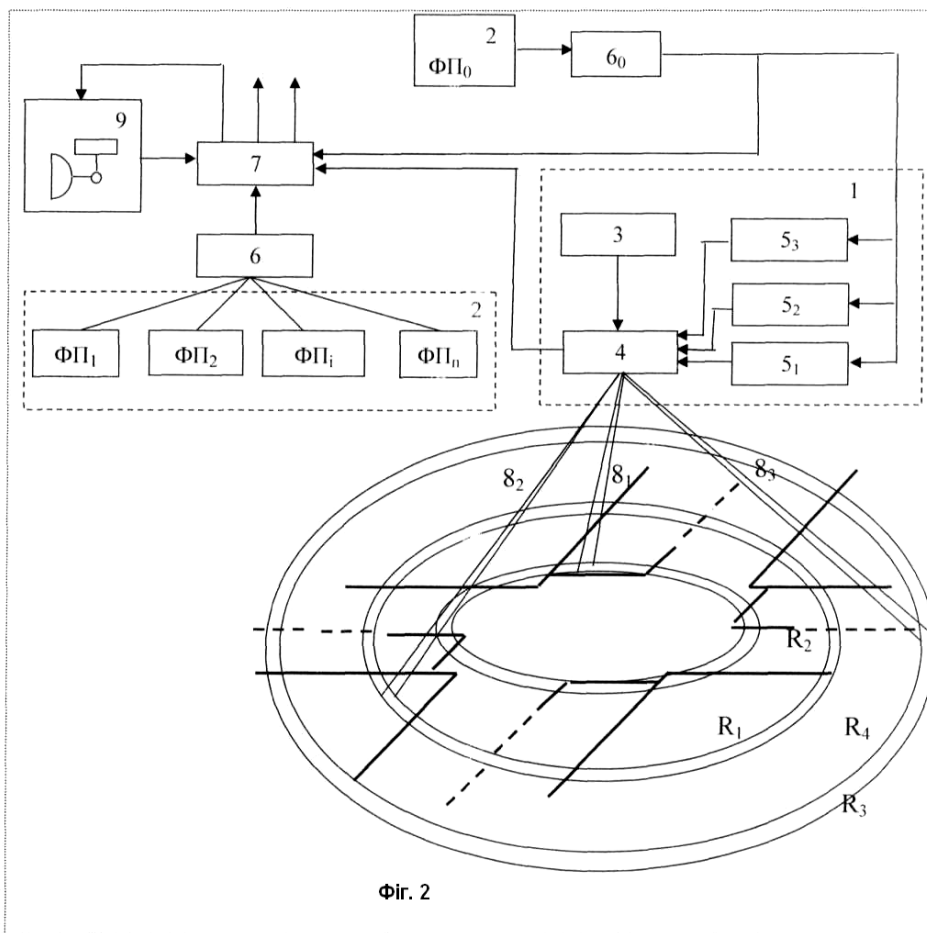
Таким чином, запропонований спосіб дає можливість одержати найбільш повний комплекс інформації для контролю, підвищення точності і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) визначення часу дії ОТ, ПТ, циклу регулювання, ПН та ФК.

- 5 Перевагою запропонованого способу також є те, що його реалізацію можна здійснити одним загальним пристроєм, розташованим в зоні перехрестя, який одночасно дає змогу визначити ряд інших параметрів руху ТП.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 10 Спосіб визначення фазових коефіцієнтів, заснований на скануванні одночасно трьома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптична вісь одного з положень розгортки першого променя вибирається так, щоб він описував коло на проїжджій частині перехрестя в області
- 15 стоп-лінії всіх його підходів, а друге положення розгортки відповідало відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїзної частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміна положень розгортки здійснюється з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування, а другий промінь розгортки формується зі зміщенням на третину періоду по колу розгортки та зі зміною кута нахилу оптичної осі променя, як і першого, по черзі у реперній точці через кожен період сканування так,
- 20 щоб радіус другого концентричного кола на вході першої контрольованої зони зменшувався на певну задану величину, третій оптичний промінь лазерної розгортки формується зі зміщенням відносно другого ще на третину періоду по колу розгортки, а кути нахилу оптичних осей третього променя, як і двох перших, змінюють по черзі у реперній точці через кожен період сканування так, щоб радіус другого концентричного кола на вході другої контрольованої зони
- 25 зменшувався на певну задану величину, при цьому відстань між вхідною і вихідною межами другої контрольованої зони вибирають за умови, щоб вона перевищувала найбільш можливу чергу транспортних засобів, яка може збиратися по одній із смуг руху на сигнал світлофору, що забороняє дорожній рух, подальшому прийомі відображених оптичних сигналів фотоприймачами і надалі перетворенні цих сигналів в імпульсно-числові коди, за якими
- 30 визначаються швидкість, тип та час пересування транспортних засобів на входах і виходах обох контрольованих зон, напрямки їх руху по смугах, кількість транспортних засобів у черзі у фізичних та приведених одиницях, значення зупиночного шляху різного типу транспортних засобів, час пересування черги зони стоп-ліній по всіх смугах руху упродовж окремих тактів одного циклу світлофорного регулювання, а потім наявність транспортних засобів по окремих
- 35 смугах в першій контрольованій зоні та в зоні самого перехрестя на момент початку проміжного такту, а момент закінчення проміжного такту формується за моментами, коли останній транспортний засіб, що знаходився в зоні перехрестя, почне перетинати своїм переднім бампером одну з ліній сканування першого променя по смугах руху на виході з перехрестя, а тривалість циклу регулювання визначається як сукупність основних та проміжних тактів всіх
- 40 фаз, а також визначають фазові коефіцієнти по кожній смузі руху як відношення відповідних значень інтенсивностей до значень потоків насичення, який **відрізняється** тим, що при визначенні значень інтенсивності потоку враховують, що на входах і виходах контрольованих зон визначають прискорення (уповільнення) кожного транспортного засобу і по швидкості та часу перетинання кордонів контрольованих зон спочатку їх передніми, а потім задніми
- 45 бамперами послідовно визначають довжину, тип транспортного засобу, його зупиночний шлях, час дії основних та проміжних тактів з урахуванням часу проїзду дальніх конфліктних точок тих транспортних засобів, які на момент початку проміжного такту здійснювали перетин вхідних ліній сканування першої контрольованої зони.





Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601