



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **94775** (13) **U**
(51) МПК
G08G 1/09 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

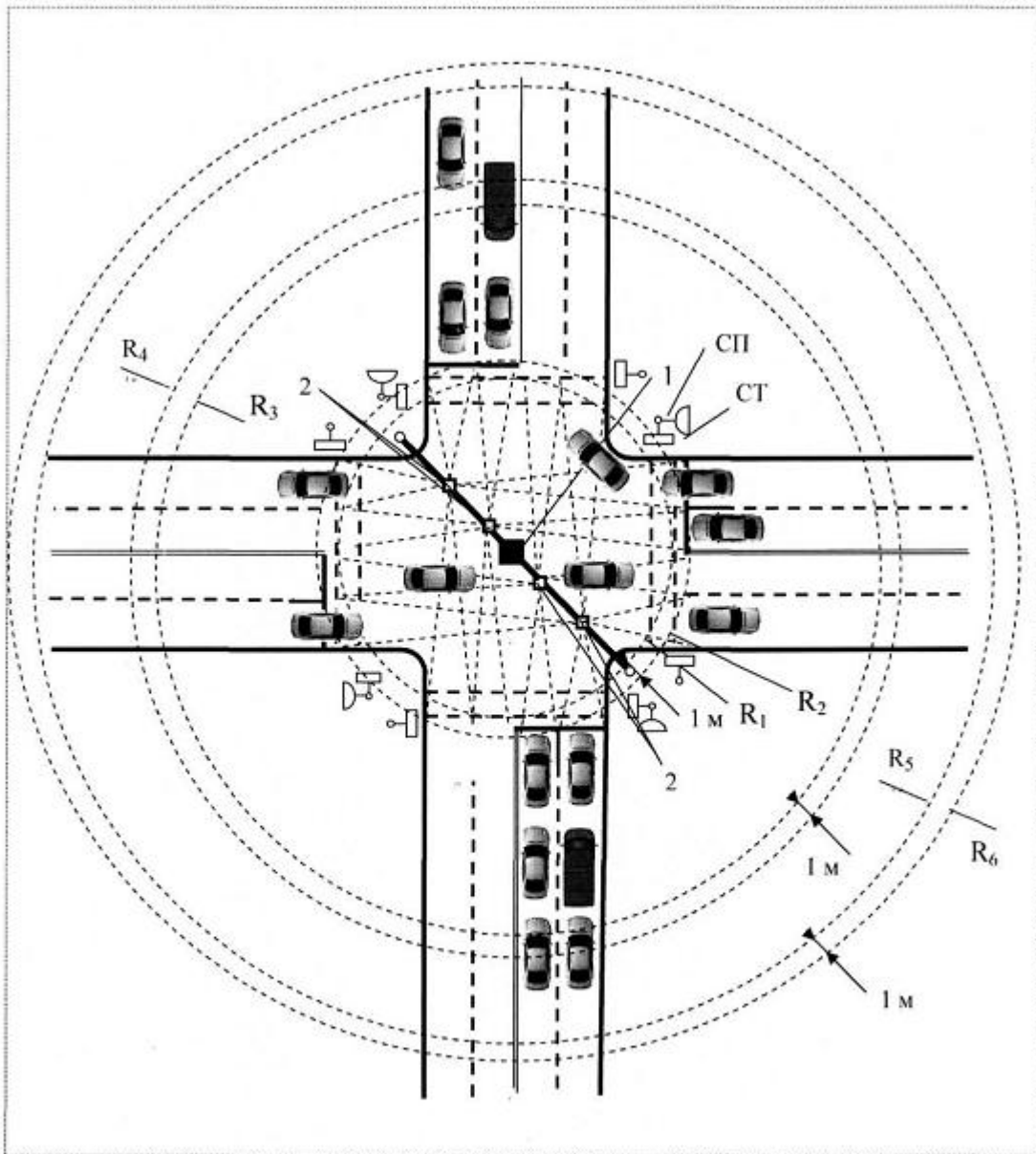
(21) Номер заявки: u 2014 07575	(72) Винахідник(и): Денисенко Олег Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.07.2014	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Денисенко Олег Васильович, пр. Московський, 202, кв. 21, м. Харків, 61082 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2014, Бюл.№ 22	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ТА ЦИКЛУ СВІТЛОФОРНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

(57) Реферат:

Спосіб визначення тривалості елементів та циклу світлофорної сигналізації заснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя в точці 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. Сканування перехрестя здійснюється відразу трьома гостронаправленими лазерними променями, які розташовуються зі зміщенням 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 зменшувався на певну задану величину, що дозволяє чітко визначити момент в'їзду, швидкість, довжину, тип, кількість і послідовність транспортних засобів, що реально в'їхали в другу контрольовану зону по кожній смузі руху за період вимірювань.

UA 94775 U



Фиг. 1

Корисна модель стосується систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використана 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.

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, типу і напрямку руху ТЗ, їх інтенсивності руху по кожній смугі за будь-який проміжок часу, інтервалів рухів між ТЗ, їх затримки, а також тривалості проміжних (ПТ) та основних тактів (ОТ) в кожній фазі і циклу світлофорного регулювання (СР).

10 Відомий спосіб визначення тривалості проміжних тактів світлофорного регулювання, заснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точці 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.

Другий оптичний промінь лазерної розгортки формується у одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіоду по колу розгортки і формує вхідну межу КЗ.

20 Кути нахилу оптичних осей другого променя, як і першого, змінюють по черзі у реперній точці через кожен період сканування так, щоб радіус другого концентричного кола на вході контрольованої зони зменшувався на певну задану величину, що дозволяє чітко визначити момент в'їзду, швидкість, довжину, тип, кількість і послідовність транспортних засобів, що реально в'їхали в контрольовану зону по кожній смугі руху за період вимірювань, при цьому відстань між вхідною та вихідною межами контрольованої зони відповідає максимальному з 25 можливих зупи і ночному шляху різного типу ТЗ.

Потім послідовно визначають тип, точний час та кількість транспортних засобів, які покинули контрольовану зону по кожній зі смуг руху на зеленому сигналі світлофору, та наявність транспортних засобів по окремим смугам в 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, але за умови перевірки можливості появи на вході в контрольовану зону нового транспортного засобу на момент початку проміжного такту, зупиночний шлях якого перевищує довжину контрольованої зони [заявка а 201402130 від 03.03.2014]. Цей спосіб є 35 найбільш близьким до способу, що заявляється, і тому обраний в якості найближчого аналога.

Недоліком цього способу є вузькі функціональні можливості, оскільки він не дозволяє одночасно визначити такий важливий параметр циклу світлофорного регулювання, як ОТ в залежності від типу, напрямку та швидкості руху ТЗ в зоні перехрестя, а також його топографії та кількості ТЗ, що знаходяться на перехресті у момент зміни світлофорного сигналу. Крім того, на практиці ОТ визначається як певна для даної фази регулювання величина, що при розрахунках враховує довжину окремих черг ТЗ, їх тип та час роз'їзду черг по кожній смугі, потоки насичення по смугам руху в залежності від напрямків руху ТЗ і т. д.

Деякі з цих параметрів суттєво залежать від топографії перехрестя та типу ТЗ. Все це, у свою чергу, обмежує можливість точного визначення тривалості ОТ у реальному масштабі часу, а також оптимальних параметрів циклу світлофорного регулювання та знижує ефективність управління рухом транспорту на регульованих перехрестях.

В основу запропонованого способу покладена мета розширення функціональних можливостей при одночасному підвищенні точності визначення тривалості ОТ кожної фази та 50 самого циклу світлофорного регулювання.

Поставлена мета досягається тим, що у запропонований спосіб покладено конусне покрокове сканування одночасно трьома вузькоспрямованими лазерними променями інфрачервоного діапазону тимчасово всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість сформулювати вхідні і вихідні межі двох КЗ та забезпечити визначення комплексу вищевказаних 55 параметрів ТП по кожній смугі руху, основні та проміжні такти і цикл СР в залежності від результатів сканування на основі такого важливого параметру оцінки якості регулювання як середня затримка ТЗ.

На фіг. 1 представлена схема, яка розкриває основні відмінні особливості запропонованого способу і послідовність його дій.

Відповідно до запропонованого способу, розгортка лазерного променя здійснюється скануючим блоком 1, який розташовується над перехрестям на спеціальній 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 (R1) в області "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 (R2) на поверхні проїзної частини зменшується на задану величину (наприклад, на 1 м). 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 (R2-R1=1м) та формує вихідну межу К3.

Другий оптичний промінь лазерної розгортки формується зі зміщенням на 120 по колу розгортки (див. фіг. 2) і формує вхідну межу першої К3.

Цей промінь, як і перший, за допомогою відповідного дискретного сканістора 5₂ на кожному наступному періоді сканування змінює одну оптичну ось розгортки (з радіусом кола R3 на проїжджій частині перехрестя) на іншу (з радіусом кола R4) і формує два концентричних кола з різницею радіусів R4-R3=1м.

Третій оптичний промінь лазерної розгортки формується зі зміщенням по відношенню до другого ще на 120° по колу розгортки (див. фіг. 2) і формує вхідну межу другої К3.

Цей промінь, як і обидва інші, за допомогою відповідного дискретного сканістора 5₃ на кожному наступному періоді сканування змінює одну оптичну ось розгортки (з радіусом кола R5 на проїжджій частині перехрестя) на іншу (з радіусом кола R6) і формує два концентричних кола також з різницею радіусів R6-R5=1м.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФЦ) в процесі розгортки лазерних променів 8₁, 8₂ та 8₃ по одному з кіл на входах і виходах К3 послідовно сприймають сигнали, відбиті від Т3, що рухаються по різних смугам руху як на підходах, так і на виходах перехрестя.

Фіксацію Т3, що в'їжджають в обидві К3, здійснюють по їх передніх бамперах при пересіченні одного з кіл (наприклад R6 або R4), при цьому завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної осі лазерного променя (з радіуса R3 на R4 і навпаки та з R5 на R6) визначається момент в'їзду, швидкість, довжина, тип, кількість і послідовність Т3, що реально в'їхали в К3 по кожній смузі руху за період вимірювань. Радіус R3, що формує вхідну межу першої К3, вибирають за такої умови, щоб відстань між R3 та R1 відповідала (з урахуванням реальної відстані, на якій водій реагує на зміну сигналу світлофора) максимальному з можливих зупиночному шляху (ЗШ) різного типу Т3, що перетинають вхідну межу першої К3 з максимальною дозволеною швидкістю (60 км./год.).

Наявність подвійного сканування (R3, R4) на вході першої К3 дає можливість точно визначити тип Т3, склад ПТ та кількість Т3 m_i 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 Т3. Крім того, це дозволяє визначити швидкість Т3 на вході в першу К3 на момент зміни сигналу світлофору з зеленого на жовтий і по швидкості та типу Т3 розрахувати його ЗШ та в кінцевому рахунку прийняти рішення про завершення ПТ

$$l_{зш} = l_{рк} + l_{гш} = V \cdot t_{рк} + \frac{V^2}{2g(\varphi + f \pm \lambda)}, \quad (1)$$

де $l_{рк}$ - шлях, що пройде Т3 за час реакції водія $t_{рк}$ на зміну сигналів світлофору; $l_{гш}$ - гальмовий шлях; V- швидкість Т3 на вході в К3; g - прискорення вільного падіння; φ - коефіцієнт подовжнього зчеплення колеса з поверхнею дороги; f - коефіцієнт кочення колеса; λ - величина подовжнього похилу.

Подвійне сканування першим променем (R1, R2) в зоні стоп-ліній (на виході з першої та другої К3) дає змогу визначити тип, точний час та кількість Т3, які покинули К3 по кожній зі смуг руху на зелений сигнал світлофору, а значить, визначити наявність Т3 по окремим смугам в К3 на момент зміни зеленого сигналу світлофору на жовтий. За результатами сканування першим променем також визначають кількість та тип Т3 по кожній смузі, що не встигли (не змогли) покинути зону самого перехрестя на зелений сигнал світлофору, тобто не здійснили перетинання зони сканування (R1, R2) по смугам руху на виході з перехрестя. Це можливо у випадку, коли лівоповоротні Т3 в зоні перехрестя очікують проїзду прямого зустрічного транспорту, а правоповоротні Т3 - завершення переходу пішоходів.

Інформація про довжину, тип та кількість Т3 в зоні перехрестя на момент початку дії ПТ дає можливість чітко визначити момент, коли всі Т3 попередньої фази руху звільнять зону

перехрестя для початку нової фази. Це пропонується здійснювати по моментах, коли останній ТЗ, що знаходився в зоні перехрестя, почне перетинати своїм переднім бампером одну з ліній сканування (наприклад, R1) по смугах руху на виході з перехрестя. Це дає гарантію, що останній ТЗ досяг або минув 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 R1 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 також визначається по моменту перетинання лінії сканування з радіусом R1 переднього бампера останнього ТЗ, що покидає зону перехрестя.

Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в другу КЗ, здійснюють по їх задніх бамперам при пересіченні одного з кіл (наприклад R5), при цьому завдяки періодичному скануванню зі змінною оптичної осі лазерного променя (з радіуса R5 на R6 і навпаки) визначається момент в'їзду, швидкість, довжина, тип, кількість і послідовність ТЗ, що реально в'їхали в другу КЗ по кожній смузі руху за період вимірювань. Радіус R5, 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 довжину, тип та час пересування ТЗ на вході в другу КЗ дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобілю $K_{\text{ПР}i}$ як відношення величини середнього значення часового інтервалу $\bar{t}_{\text{в}i}$ проїзду КЗ конкретним типом ТЗ до величини середнього значення часового інтервалу $\bar{t}_{\text{л}i}$ проїзду цієї зони легковим автомобілем:

$$K_{\text{ПР}i} = \bar{t}_{\text{в}i} / \bar{t}_{\text{л}i}, \quad (2)$$

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:

$$N_{\text{ПР}i} = K_{\text{ПР}1} N_1 + K_{\text{ПР}2} N_2 + \dots + K_{\text{ПР}i} N_i, \quad (3)$$

де $N_{\text{ПР}i}$ - 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;

$K_{\text{ПР}i}$ - коефіцієнт приведення ТЗ типу i до легкового автомобіля.

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_i цих черг по кожній смузі на "зелений" сигнал світлофору i , таким чином, тривалості кожного ОТ.

Тривалість ОТ T_{oi} i - фази 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 $T_{\text{ц}} \text{CP}$ за результатами сканування визначається як сукупність основних та проміжних $T_{\text{п}i}$ тактів всіх фаз

$$T_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^m T_{oi} + \sum_{i=1}^m T_{\text{п}i} \quad (4)$$

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

Визначення часу дії ОТ і ПТ за точними вимірами, а не приблизними розрахунками за середніми значеннями параметрів, дає змогу у ряді випадків скоротити такти, зменшити втрати часу в циклі регулювання та підвищити ефективну тривалість фаз регулювання. Це можливо у разі відсутності ТЗ в зоні перехрестя та на його підходах на момент початку ПТ. Скорочення ОТ можливо у разі відсутності ТЗ за дозволенними напрямками на протязі дії ОТ, або за відсутності

ТЗ по окремим напрямкам, як це здійснюється при управлінні з розщепленою фазою. Фіксація кінця дії ПТ по виходу з зони перехрестя останнього ТЗ, одночасно підвищує небезпеку руху на регульованому перехресті.

5 Все це істотно розширює функціональні можливості способу та 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.

10 Скануючий блок 1 має у своєму складі лазерний випромінювач 3 вузькоспрямованого інфрачервоного променя і вузол розгортки 4, які формують трилучове конусне покрокове 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 поступає з реперного фотоприймача 2 (ФП₀) на входи дискретних сканісторів 5₁, 5₂ та 5₃.

15 Три оптичні промені 8₁, 8₂ та 8₃ формуються вузлом розгортки зі зміщенням на третій 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, типу і напрямку руху ТЗ в КЗ і зоні перехрестя по кожній смузі руху.

20 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, ідо рухаються по різних смугах руху на входах в першу та другу КЗ. При цьому, почергова 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, тип та кількість ТЗ, що в'їжджають в КЗ по кожній смузі руху в даному циклі регулювання.

25 В процесі розгортки першого 8₁ лазерного променя на дистанції (R2-R1) на виході з КЗ (у зоні стоп-ліній) послідовно визначають швидкість, довжину, тип та кількість ТЗ по окремим смугам руху, що в'їжджають в зону перехрестя на зелений сигнал світлофору. Розгортка лазерного променя 8₁ на виході з зони перехрестя дозволяє визначити кількість, тип та інші параметри руху ТЗ, що покинули зону перехрестя по різних напрямкам у цей же такт регулювання.

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

35 Перетворювач 6 сигналу кожного ФП, 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.

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

45 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, коефіцієнти приведення до легкового автомобілю для попереднього розрахунку часу роз'їзду черг ТЗ. Після того, як останній ТЗ, що з початку ПТ знаходився в зоні перехрестя, перетне своїм переднім бампером лінію сканування R2 на виході з перехрестя, 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.

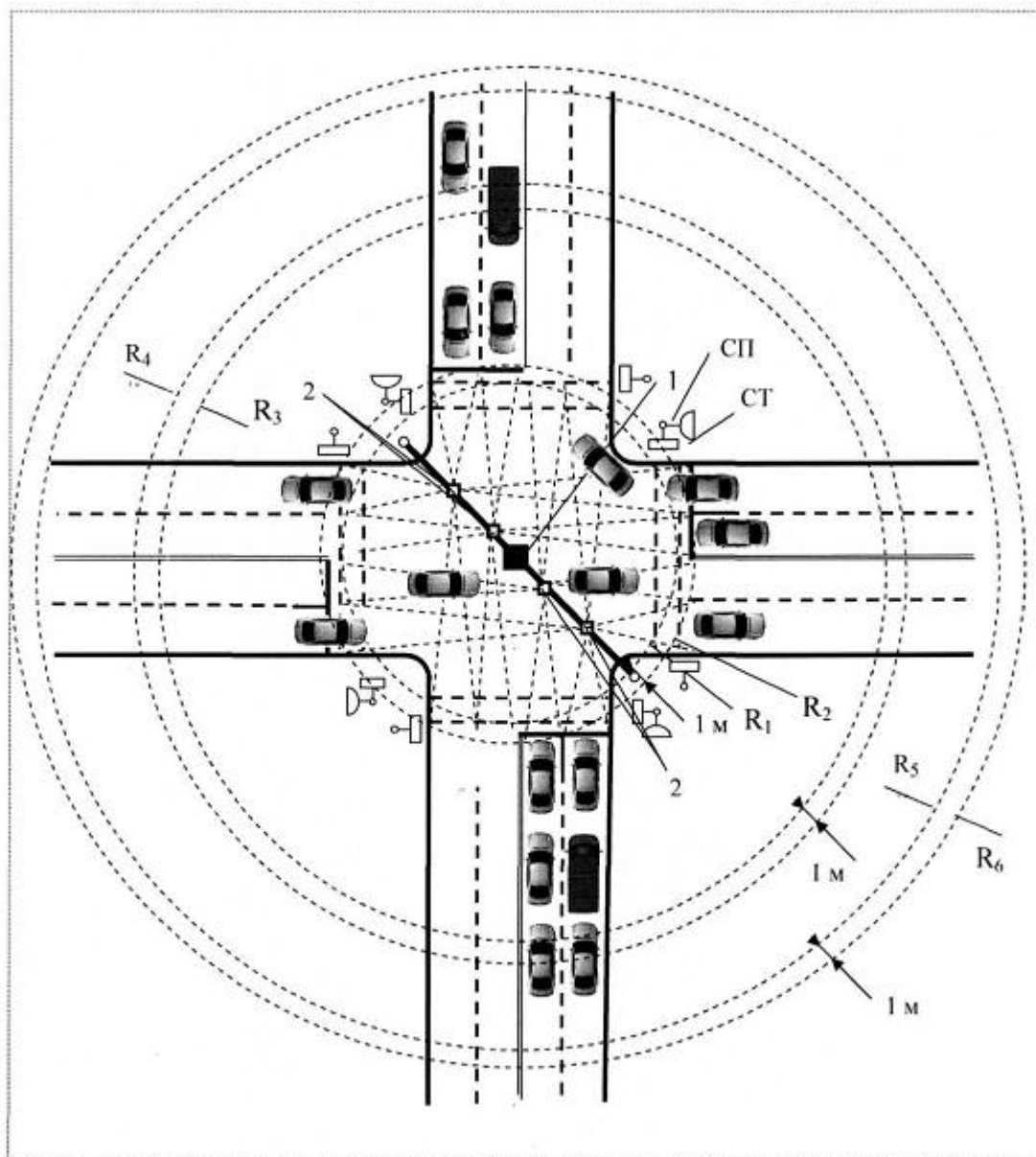
55 Таким чином, запропонований спосіб дає можливість одержати найбільш повний комплекс інформації для контролю і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) визначення часу дії ОТ, ПТ, циклу регулювання та управління рухом на перехресті.

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.

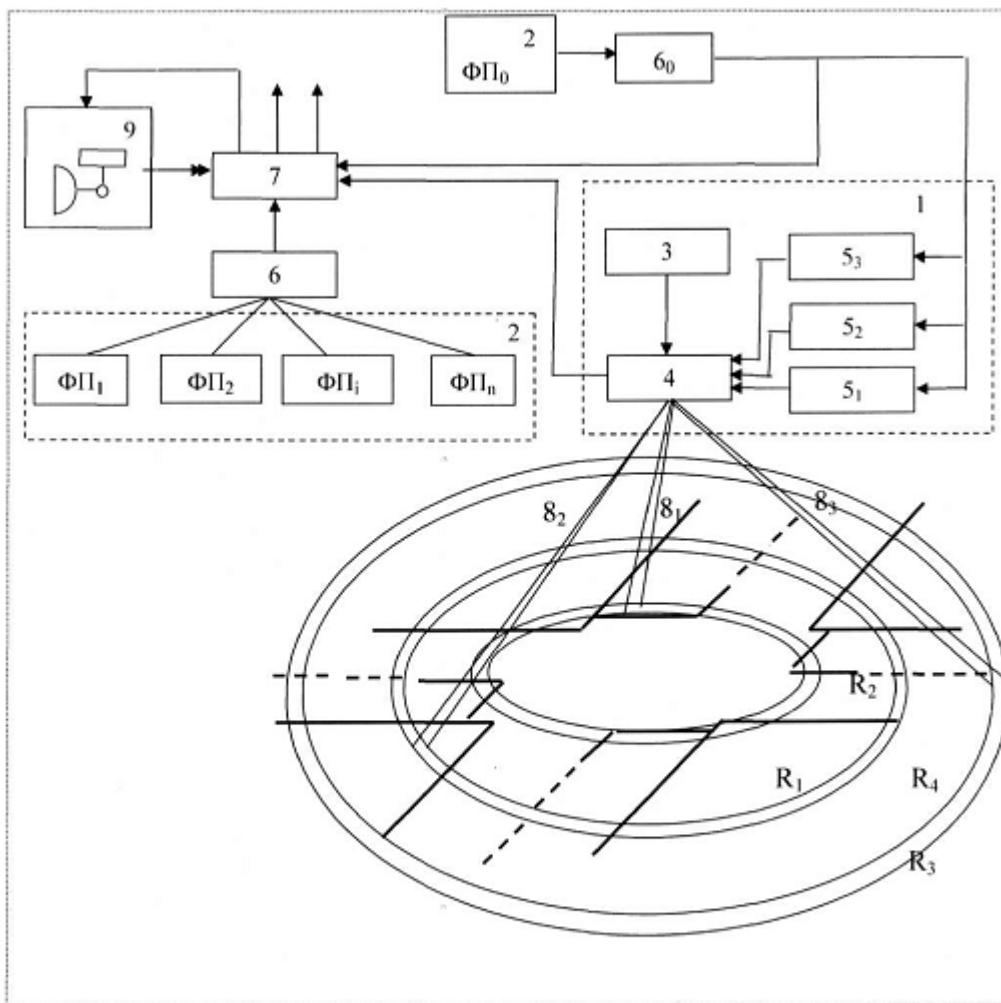
5

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення тривалості елементів та циклу світлофорної сигналізації, заснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя в точці 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 в реперній точці з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування, а другий промінь розгортки формується у одній площині з першим, але зі зміщенням напівперіоду по колу розгортки та зі зміною кута нахилу оптичної осі променя, як і першого, по черзі у реперній точці через кожен період сканування так, щоб радіус другого концентричного кола на вході першої контрольованої зони зменшувався на певну задану величину, подальшому прийомі відображених оптичних сигналів фотоприймачами і надалі перетворенні цих сигналів в імпульсно-числові коди, за якими визначаються швидкість, тип та час пересування транспортних засобів на вході і виході контрольованої зони, напрямки їх руху по смугах, кількість транспортних засобів у черзі, значення зупиночного шляху різного типу транспортних засобів, час пересування черги зони стоп-ліній по всіх смугах руху упродовж окремих тактів одного циклу світлофорного регулювання, при цьому відстань між вхідною та вихідною межами першої контрольованої зони відповідає максимальному з можливих зупиночному шляху різного типу транспортних засобів, а потім послідовно визначають тип, точний час та кількість транспортних засобів, які покинули контрольовану зону по кожній зі смуг руху на зелений сигнал світлофора, та наявність транспортних засобів по окремих 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, але за умови перевірки можливості появи на вході в контрольовану зону нового транспортного засобу на момент початку проміжного такту, зупиночний шлях якого перевищує довжину першої контрольованої зони, який **відрізняється** тим, що сканування перехрестя здійснюється відразу трьома гостро направленими лазерними променями, які розташовуються зі зміщенням 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 зменшувався на певну задану величину, що дозволяє чітко визначити момент в'їзду, швидкість, довжину, тип, кількість і послідовність транспортних засобів, що реально в'їхали в другу контрольовану зону по кожній смузі руху за період вимірювань, при цьому відстань між вхідною і вихідною межами другої контрольованої зони вибирають за такої умови, щоб вона перевищувала найбільш можливу чергу транспортних засобів, яка може збиратися по одній із смуг руху на сигнал світлофора, що забороняє дорожній рух, а фіксацію транспортних засобів, що в'їжджають в другу контрольовану зону, здійснюють по їх задніх бамперах при пересіченні одного з кіл третього променя, при цьому тривалість основного такту визначається моментом закінчення роз'їзду найбільшої за часом черги по смугах руху в даній фазі регулювання, який формується по моменту перетинання заднім бампером останнього в черзі транспортного засобу однієї з ліній сканування в зоні стоп-лінії при умові, що на цей момент першу контрольовану зону повністю залишать всі транспортні засоби, а в іншому випадку кінець основного такту формується по максимально фіксованому заздалегідь значенню, а тривалість циклу світлофорного регулювання за результатами сканування визначається як сукупність основних та проміжних тактів всіх фаз.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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