



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **105123** (13) **C2**  
(51) МПК

**G08G 1/09** (2006.01)

**G08G 1/08** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**

<p>(21) Номер заявки: <b>а 2013 04380</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>08.04.2013</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>10.04.2014</b></p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: <b>25.10.2013, Бюл.№ 20</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.04.2014, Бюл.№ 7</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Денисенко Олег Васильович (UA), Левтеров Андрій Іванович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Денисенко Олег Васильович,</b> пр. Московський, 202, кв. 21, м. Харків, 61082 (UA), <b>Левтеров Андрій Іванович,</b> пр. Перемоги, 54-а, кв. 41, м. Харків, 61202 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 71913 U; 25.07.2012 UA 77622 U; 25.02.2013 SU 1399800 A1; 30.05.1988 RU 2011135708 A; 27.02.2013 US 5283573; 01.02.1994 GB 1536460; 20.12.1978 CN 1101580 C; 12.02.2003</p>
--	--

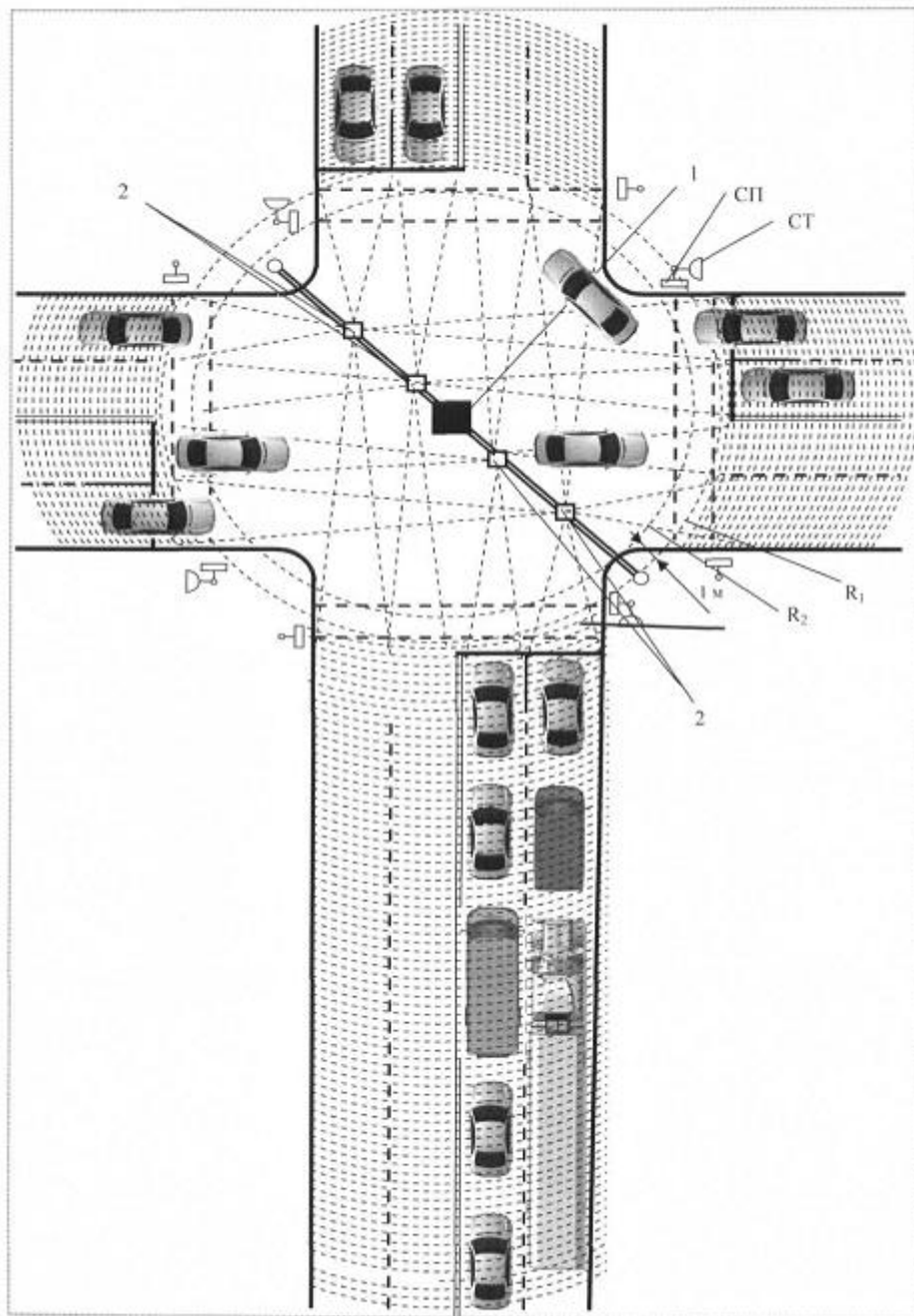
**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТОКІВ НАСИЧЕННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ**

**(57) Реферат:**

Винахід належить до систем регулювання дорожнього руху. Спосіб визначення потоків насичення регульованого перехрестя заснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптичну вісь одного з положень розгортки першого променя вибирають так, щоб він описував коло на проїжджій частині перехрестя в області стоп-ліній всіх його підходів, а друге положення розгортки вибирають таким, щоб воно відповідало відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїжджкої частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміну положень розгортки здійснюють з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування. Другий промінь розгортки формують у одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіод по колу розгортки, яку здійснюють, починаючи з зовнішнього кола для першого променя і поступово покровоко розширяють коло сканування з заданою величиною кроку зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді до моменту, коли надійно визначиться кінець найбільшої за протяжністю черги транспортних засобів (ТЗ) по смугах на підходах до перехрестя, на які у даний час діє сигнал світлофора, що забороняє рух. Потім відбувається повернення цього променя в початкове положення та багаторазове повторення цього процесу для визначення кількості ТЗ у черзі по кожній смузі руху на момент зміни сигналу на зелений або на момент початку руху ТЗ. Оптичні сигнали, відбиті від транспортних засобів на підходах

UA 105123 C2

та виходах перехрестя, приймаються відповідними фотоприймачами і перетворюються в імпульсно-числовий код, за яким обчислюють 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 та значення потоків насичення по всіх смугах руху упродовж одного циклу регулювання. Спосіб забезпечує розширення функціональних можливостей та підвищення ефективності керування дорожнім рухом.



Фіг. 1

Винахід належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використаний 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, а також потоків насичення по кожній смугі регульованого перехрестя.

10 Відомий спосіб визначення параметрів ТП у зоні перехрестя, згідно з яким здійснюється сканування гостроспрямованим лазерним променем зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптична вісь одного з положень розгортки вибирається так, щоб лазерний промінь описував коло на проїжджій частині перехрестя в області "стоп-ліній" всіх його підходів, а друге положення розгортки відповідає відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїжджої частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміна положень розгортки здійснюється з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування.

15 Оптичні фотоприймачі в процесі розгортки лазерного променя по одному з кіл послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху як на підходах, так і на виходах перехрестя. При цьому почергово з високою швидкістю зміна радіусів сканування дозволяє точно визначити час переміщень ТЗ в КЗ, швидкості руху ТЗ в зоні "стоп-ліній", моменти проїзду ТЗ контрольованої зони та перехрестя в цілому, а також дозволяє послідовно визначити довжину і тип ТЗ, напрямку руху, інтервали та інтенсивність по кожній смугі за будь-яке фіксоване значення часу (Патент на корисну модель UA 71913 U від 25.07.2012 р., бюл. №14/2012). Цей спосіб є найбільш близьким до способу, що заявляється, і тому вибраний як найближчий аналог.

20 Недоліком цього способу є вузькі функціональні можливості, оскільки він не дозволяє одночасно визначити такий важливий параметр ТП як потоки насичення (ПН) по смугах руху. Це, у свою чергу, обмежує можливість визначення у реальному масштабі часу оптимальних параметрів циклу світлофорного регулювання та знижує ефективність управління рухом транспорту на регульованих перехрестях.

25 В основу запропонованого способу поставлена задача розширення функціональних можливостей при одночасному визначенні комплексу параметрів за всіма підходами та виходами багатосмугових доріг на регульованому перехресті, що підвищить ефективність регулювання.

30 Поставлена задача вирішується тим, що у способі визначення потоків насичення регульованого перехрестя, що заснований на скануванні гостроспрямованим лазерним променем зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптичну вісь одного з положень розгортки вибирають так, щоб лазерний промінь описував коло на проїжджій частині перехрестя в області стоп-ліній всіх його підходів, а друге положення розгортки вибирають таким, щоб воно відповідало відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїжджої частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміну положень розгортки здійснюють з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування, подальшому прийомі відображених оптичних сигналів фотоприймачами і перетворенні цих сигналів в імпульсно-числовий код, за яким обчислюють швидкість і тип транспортних засобів, інтенсивність та інтервали між транспортними засобами, згідно з винаходом, сканування зони перехрестя одночасно здійснюють двома оптичними променями лазерної розгортки, причому другий промінь формують у одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіод по колу розгортки, яку здійснюють, починаючи із зовнішнього кола для першого променя і поступово покрово розширяють коло сканування з заданою величиною кроку зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді до моменту, коли надійно визначають кінець найбільшої за протяжністю черги транспортних засобів по смугах на підходах до перехрестя, на які у даний час діє сигнал світлофора, що забороняє рух, і потім повертають цей промінь в початкове положення та багаторазово повторюють зазначений процес для визначення кількості транспортних засобів у черзі по кожній смугі руху на момент зміни сигналу на зелений або на момент початку руху, при цьому за типом транспортних засобів та часом їх пересування в зоні стоп-лінії послідовно визначають реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, кількість транспортних засобів у черзі у приведених одиницях, час пересування черги, починаючи з моменту перетинання стоп-лінії переднім бампером першого в черзі транспортного засобу і закінчуючи моментом проходження над стоп-

лінією заднього бампера останнього в черзі автомобіля, та значення потоків насичення по всіх смугах руху упродовж одного циклу регулювання.

У запропонований спосіб покладено конусне покрокове сканування одночасно двома вузькоспрямованими лазерними променями інфрачервоного діапазону одночасно всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість забезпечити визначення комплексу вищевказаних параметрів ТП по кожній смузі руху в залежності від результатів сканування.

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

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

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 (R1) в області "стоп-ліній" всіх його підходів. До складу скануючого блока входять оптичні відхилюючі пристрої (дискретні сканістори), один з яких забезпечує відхилення осі першого лазерного променя в необхідне друге положення, при якому радіус кола (R2) на поверхні проїжджої частини зменшується на задану величину (наприклад, на 1 м). Таким чином, блок сканування на кожному наступному періоді сканування змінює розгортку першого лазерного променя з одної оптичної осі на іншу та описує в зоні перехрестя на його поверхні два концентричні кола з різницею радіусів ( $R1-R2 = 1$  м).

Оптичні фотоприймачі 2 (ФП<sub>i</sub>) в процесі розгортки лазерного променя по одному з кіл послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху як на підходах, так і на виходах перехрестя.

Другий оптичний промінь лазерної розгортки формується у одній площині з першим, але зі зміщенням на 180° по колу розгортки (див. фіг. 2).

Одночасно з першим другим лазерний промінь здійснює свою розгортку, починаючи з зовнішнього кола в зоні перехрестя з радіусом R1 і поступово покроково розширяє його зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді сканування, утворюючи на поверхні перехрестя та прилеглих дорогах концентричні кола з заданою величиною кроку (0,25-0,5 м). Це досягається програмною зміною кута оптичних осей розгортки для послідовного розширення радіуса кіл сканування з метою визначення черги ТЗ по кожній смузі на підходах до перехрестя, на які у даний час діє сигнал світлофора, що забороняє дорожній рух.

Як тільки радіус кола другого променя розгортки досягає кінця найбільшої за протяжністю черги по смугах руху, здійснюється додаткове сканування з розширенням зони ще на 5-10 м, для надійного визначення останнього автомобіля у черзі. Після цього при відсутності відбитих від ТЗ сигналів по смугах руху на входах до перехрестя, на які діє сигнал світлофора, що забороняє рух, відбувається зміна кута осі сканування другого променя з метою його повернення у початкове положення, що відповідає радіусу R1. Далі цей процес багаторазово повторюється, що дозволяє при високій швидкості розгортки достатньо точно визначити довжину черги ТЗ, що накопичується на смугах руху на червоний сигнал світлофора у будь-яку мить часу.

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 світлофора на зелений або на момент початку руху перших у черзі ТЗ.

Інформація про довжину, тип та час пересування ТЗ в зоні "стоп-ліній" дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля  $K_{\text{ПРi}}$  як відношення величини середнього значення часового інтервалу  $\overline{t_{\text{вi}}}$  проїзду КЗ конкретним типом ТЗ до величини середнього значення часового інтервалу  $\overline{t_{\text{лі}}}$  проїзду цієї зони легковим автомобілем:

$$K_{\text{ПРi}} = \overline{t_{\text{вi}}} / \overline{t_{\text{лі}}}$$

Вимірювання такого комплексу параметрів в зоні перехрестя дозволяє також визначити картограму інтенсивностей руху ТЗ за невеликі періоди часу (цикл світлофорного регулювання) як у фізичних, так і у приведених одиницях:

$$N_{\text{ПРj}} = K_{\text{ПР1}}N_1 + K_{\text{ПР2}}N_2 + \dots + K_{\text{ПРi}}N_i,$$

де  $N_{\text{пр}j}$  - інтенсивності руху ТЗ у приведених до легкового автомобілю одиницях по  $j$ -й смузі руху;

$N_i$  - число транспортних засобів типу  $i$  у потоці;

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

5 Все це істотно розширює функціональні можливості способу та підвищує точність при визначенні оптимальних параметрів поточних значень елементів світлофорного циклу.

Потім, за результатами сканування КЗ, першим променем визначають час проходження  $T_j$  цих черг, що здійснюють роз'їзд ТЗ на "зелений" сигнал світлофора, а значення потоку насичення  $M_{\text{н}j}$  по кожній смузі розраховують за формулою:

$$10 \quad M_{\text{н}j} = \frac{3600 \cdot m_j}{T_j},$$

де  $m_j$  - число приведених транспортних одиниць у черзі, що проходить через стоп-лінію за час  $T_j$ ;

$j$  - номер смуги руху (напряму руху).

15 Для визначення часу  $T$  пропонується як початковий момент використовувати 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  $T$  пропонується брати момент проходження над стоп-лінією заднього бампера останнього в черзі ТЗ. Такий підхід дозволяє вилучити зі значення  $T$  величину додаткового часу, необхідного для реакції водія на зміну світлофорного сигналу, а також уникнути помилки, що може бути викликана у зв'язку з неповним врахуванням довжини останнього в черзі ТЗ.

20 Визначення довжини черги, реального на даний момент часу складу ТЗ в ній та значення реального ПН по кожній смузі руху протягом часу дії світлофорного циклу дає можливість одержання найбільш повного комплексу інформації для контролю і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) управління рухом на перехресті при визначенні оптимальних поточних значень елементів світлофорного циклу.

Оперативне визначення часу проїзду через стоп-лінію черги ТЗ по кожній смузі дає можливість керувати тривалістю основного такту у випадку відсутності на підходах до перехрестя ТЗ при дії зеленого сигналу світлофора (дострокове призупинення дії такту).

30 Це суттєво підвищує ефективність світлофорного керування і розширює функціональні можливості запропонованого способу.

Відповідно до структурної схеми пристрою (фіг. 2) скануючий блок 1 має у своєму складі лазерний випромінювач 3 вузькоспрямованого інфрачервоного променя і вузол розгортки 4, які формують двопрорізне конусне покровкове сканування зони перехрестя за допомогою двох дискретних сканісторів 5<sub>1</sub> і 5<sub>2</sub>, що забезпечують відхилення осі обох лазерних променів в інші необхідні положення по заданих програмах.

Обидва оптичні промені 8<sub>1</sub> та 8<sub>2</sub> формуються вузлом розгортки у одній площині зі зміщенням на півперіод (180°), що дає змогу розпізнавати у реперній точці кожний з них і чітко виконувати окрему програму їх відхилення у задані положення.

40 Для першого лазерного променя 8<sub>1</sub> забезпечується конусне покровкове сканування з круговою траєкторією руху променя (з радіусом  $R_1$ ) в зоні "стоп-ліній" перехрестя та меншим на 1 м радіусом  $R_2$  зі зміною траєкторій руху променя у реперній точці дискретним сканістором 5<sub>1</sub> по черзі на кожному періоді сканування.

Другий дискретний сканістор 5<sub>2</sub> забезпечує відхилення осі другого лазерного променя в інші необхідні положення, при яких радіус кола на поверхні проїжджої частини змінюється від  $R_1$  з наростанням на кожному кроці на 0,25 або 0,5 м.

Послідовно ці концентричні кола досягають кінця черги ТЗ тих смуг руху на вході до перехрестя, які знаходяться під дією червоного сигналу світлофора. Після досягнення кінця найбільшої за протяжністю черги по смугах руху, програмно забезпечується додаткове сканування з розширенням зони ще на 5-10 м, після чого при відсутності відбитих від ТЗ сигналів по смугах руху, де формуються черги, відбувається повернення другого променя 8<sub>2</sub> у найближчій реперній точці у початкове положення, що відповідає радіусу  $R_1$ . Далі цей процес багаторазово повторюється, що дає змогу постійно отримувати інформацію про зміну довжини черги по кожній смузі, що контролюється.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФП<sub>i</sub>) в процесі розгортки першого лазерного променя  $\delta_1$  по одному з кіл послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху (СР) як на підходах, так і на виходах перехрестя. При цьому почергове з високою швидкістю зміни радіусів сканування (з R1 на R2 і назад) дозволяє точно визначити час переміщень ТЗ на

5 дистанції (R1-R2) і швидкості руху ТЗ в КЗ. Швидкість переміщення ТЗ і час його фіксації в площині одного з конусів розгортки дозволяють послідовно визначити довжину і тип 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.

10 Фотоприймачі 2, направлені на вхідні смуги руху, сприймають послідовно відбиті сигнали як першого  $\delta_1$ , так і другого  $\delta_2$  лазерних променів з часовою затримкою на півперіод сканування, що дає можливість окремого розпізнавання сигналів різних променів.

15 Перетворювач 6 сигналів кожного ФП<sub>i</sub> відповідної смуги руху перетворює їх в імпульсно-цифрові коди, які вводяться в обчислювальний пристрій 7, де далі визначаються всі вище перелічені параметри за будь-який проміжок часу або за час дії циклу СР, інформація про який може надходити в обчислювальний пристрій 7 зі світлофорного об'єкта 9.

20 Якщо в обчислювальний пристрій 7 закладається алгоритм, правила і константи, відповідні діапазонам тимчасових інтервалів руху ТЗ у зоні перехрестя, при всіляких змінах напрямків їх руху по смугах, 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.

25 Для своєчасного повернення другого променя  $\delta_2$  в початкове положення обчислювальний пристрій 7 спочатку визначає кінець найбільшої черги, а потім по заданій програмі визначає додаткову зону і в разі відсутності відбитих від ТЗ сигналів по смугах, що контролюються, діє на дискретний сканістор 5<sub>2</sub>.

30 Таким чином, запропонований спосіб дає можливість одержання найбільш повного комплексу інформації для контролю і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) управління рухом на перехресті.

35 Перевагою запропонованого способу також є те, що його реалізацію можна здійснити одним пристроєм, розташованим в зоні перехрестя, що контролюється. Зважаючи на малу потужність лазерного інфрачервоного випромінювання воно не буде мати шкідливого впливу на водіїв і пішоходів.

#### ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

40 Спосіб визначення потоків насичення регульованого перехрестя, що заснований на скануванні гостроспрямованим лазерним променем зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптичну вісь одного з положень розгортки вибирають так, щоб лазерний промінь описував коло на проїжджій частині перехрестя в області

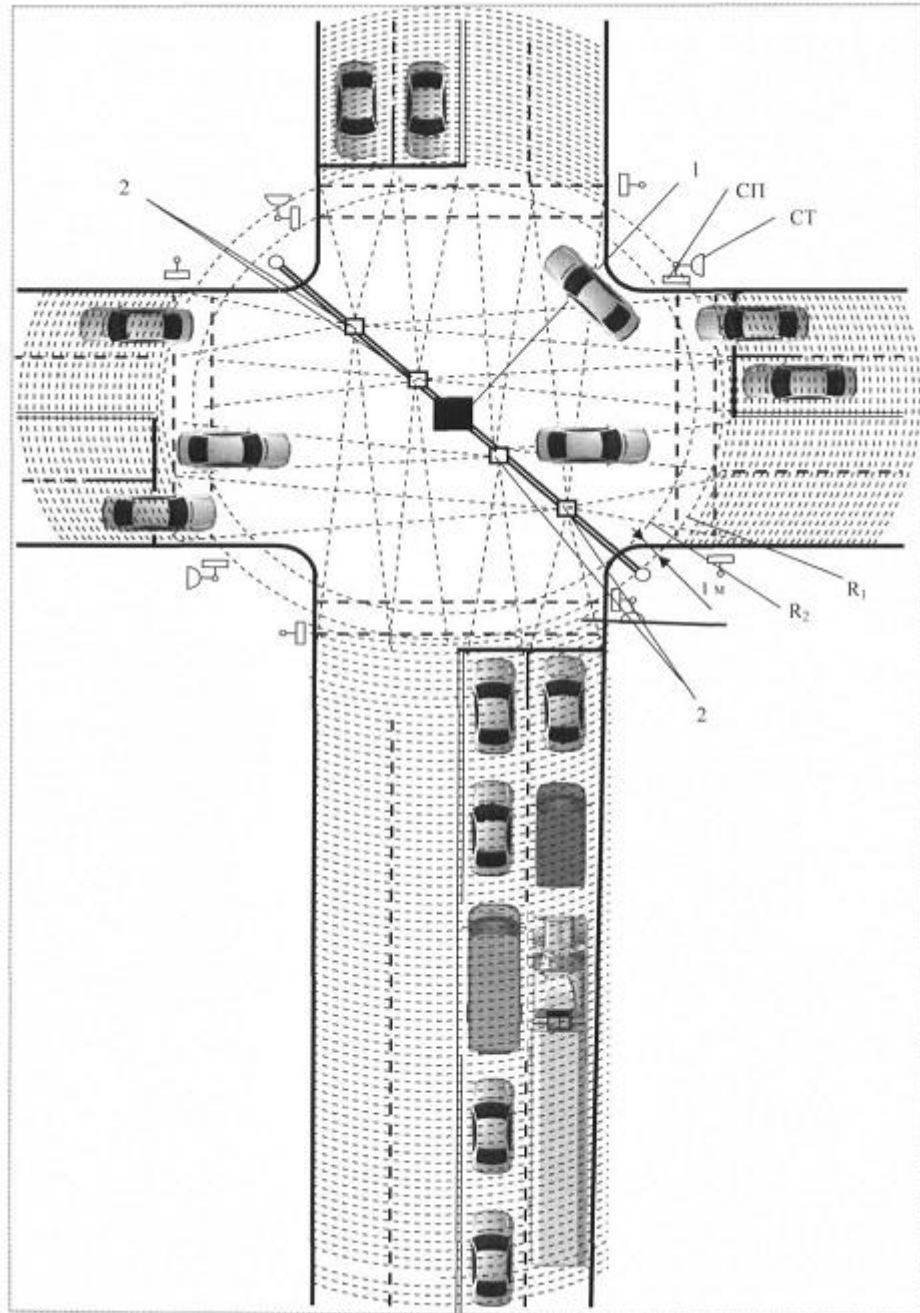
45 стоп-ліній всіх його підходів, а друге положення розгортки вибирають таким, щоб воно відповідало відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїжджої частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміну положень розгортки здійснюють з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування, подальшому прийомі відображених оптичних сигналів фотоприймачами і перетворенні цих

50 сигналів в імпульсно-числовий код, за яким обчислюють швидкість і тип транспортних засобів, інтенсивність та інтервали між транспортними засобами, який **відрізняється** тим, що сканування зони перехрестя одночасно здійснюють двома оптичними променями лазерної розгортки, причому другий промінь формують у одній площині з першим, але зі зміщенням на

55 півперіод по колу розгортки, яку здійснюють, починаючи із зовнішнього кола для першого променя і поступово покроково розширяють коло сканування з заданою величиною кроку зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді до моменту, коли надійно визначають кінець найбільшої за протяжністю черги транспортних засобів по смугах на підходах до перехрестя, на які у даний час діє сигнал світлофора, що забороняє рух, і потім повертають

60 цей промінь в початкове положення та багаторазово повторюють зазначений процес для визначення кількості транспортних засобів у черзі по кожній смузі руху на момент зміни сигналу на зелений або на момент початку руху, при цьому за типом транспортних засобів та часом їх пересування в зоні стоп-лінії послідовно визначають реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, кількість транспортних засобів у черзі у приведених одиницях, час пересування черги, починаючи з моменту перетинання стоп-лінії переднім бампером першого в

черзі транспортного засобу і закінчуючи моментом проходження над стоп-лінією заднього бампера останнього в черзі автомобіля, та значення потоків насичення по всіх смугах руху упродовж одного циклу регулювання.



Фіг. 1

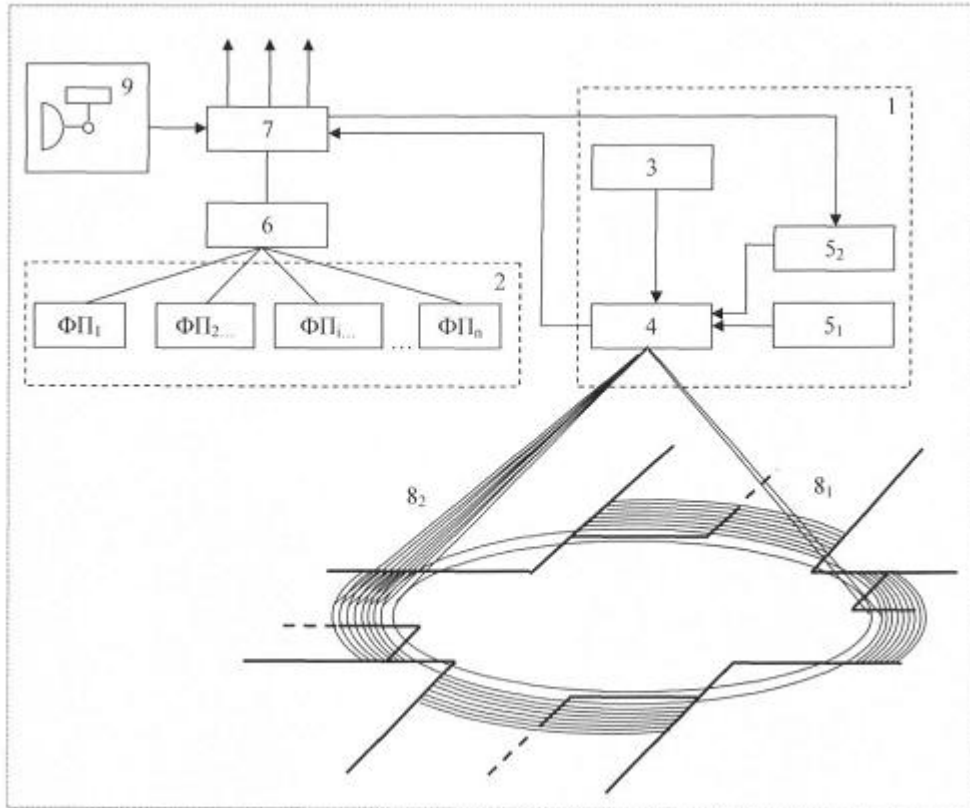


Fig. 2

---

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

---

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