



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116678** (13) **C2**
(51) МПК
G08G 1/09 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2016 03326	(72) Винахідник(и): Денисенко Олег Васильович (UA)
(22) Дата подання заявки: 31.03.2016	(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 винахід: 25.04.2018	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 105123 C2, 10.04.2014 UA а201501826, 10.08.2015 UA а201501027, 10.07.2015 US 2005105773 A1, 19.05.2005 EP 2204788 A1, 07.07.2010 WO 2011113022 A1, 15.09.2011
(41) Публікація відомостей про заяву: 25.10.2016, Бюл.№ 20	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2018, Бюл.№ 8	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ІДЕАЛЬНИХ ПОТОКІВ НАСИЧЕННЯ ТА ПОПРАВОЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ДЛЯ РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЬ

(57) Реферат:

Винахід належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використано 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 ідеальних потоків насичення та поправочних коефіцієнтів для регульованих перехресть заснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому другий промінь формується у одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіод по колу розгортки, а оптичну вісь першого променя, що формує вихідну межу контрольованої зони в області стоп-ліній, змінюють по черзі через кожен період сканування так, щоб радіус другого концентричного кола на поверхні проїзної частини зменшувався на певну задану величину. 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. Оптичні сигнали, відбиті від транспортних засобів на підходах та виходах перехрестя, приймаються відповідними фотоприймачами і перетворюються в імпульсно-числові коди, за якими обчислюються швидкість і тип ТЗ, інтенсивність і інтервали між ТЗ. Визначення всіх необхідних параметрів для точного виміру значення ідеального потоку насичення на підходах до перехрестя та загальних поправочних коефіцієнтів потоків насичення для інших смуг руху цих підходів на протязі часу дії світлофорного циклу дає можливість одержання найбільш повного комплексу інформації для контролю і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) керування рухом на перехресті при визначенні оптимальних поточних значень елементів світлофорного циклу.

UA 116678 C2

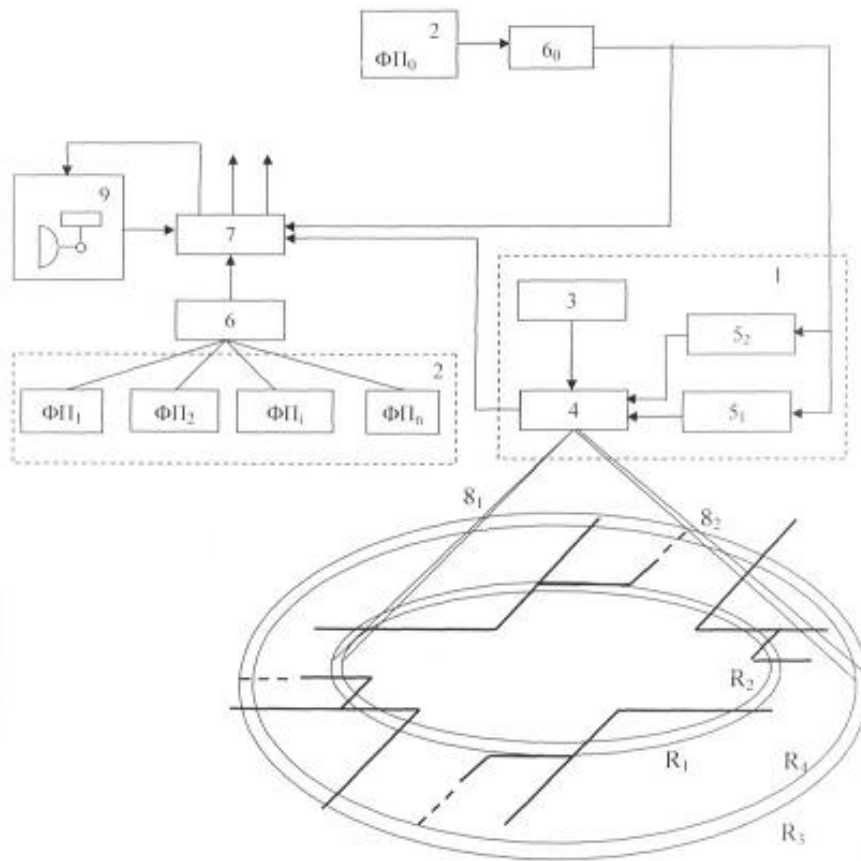


Fig. 2

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, типу і напрямку руху ТЗ, їх інтенсивності руху по кожній смугі за будь-який проміжок часу, інтервалів рухів між ТЗ, потоків насичення (ПН) по кожній смугі регульованого перехрестя, а також ідеального потоку насичення та поправочних коефіцієнтів для різних смуг і напрямків руху.

10 Відомий спосіб визначення потоків насичення регульованого перехрестя, заснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, одночасно всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість забезпечити визначення комплексу вищевказаних параметрів ТП по кожній смугі руху в залежності від результатів сканування.

15 Оптична вісь одного з положень розгортки першого променя вибирається так, щоб він описував коло на проїжджій частині перехрестя радіусом (R_1) в області "стоп-ліній" всіх його підходів, а друге положення розгортки відповідає відхиленню лазерного променя, при якому радіус (R_2) 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 180° по колу розгортки.

25 Одночасно з першим другий лазерний промінь здійснює свою розгортку, починаючи з зовнішнього кола в зоні перехрестя з радіусом R_1 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 шагу (0,25-0,5 м). Це досягається програмною зміною кута оптичних осей розгортки для послідовного розширення радіусу кіл сканування з метою визначення черги ТЗ по кожній смугі на підходах до

30 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 її повернення у початкове положення, що відповідає радіусу R_1 . 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.

40 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 переміщення, швидкість і тип ТЗ, інтенсивність і інтервали між ТЗ в зоні "стоп-ліній", що дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобілю, 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 проходження над стоп-лінією заднього бампера останнього в черзі автомобіля та значення ПН по всіх смугах руху упродовж одного циклу регулювання (Опис до патенту на винахід № 105123 від 10.04.2014 р., бюл. № 7/2014). Цей спосіб є найбільш близьким до способу, ідо заявляється, і тому вибраний як найближчий аналог.

50 Недоліком цього способу є вузькі функціональні можливості, оскільки він не дозволяє одночасно точно визначити такі важливі параметри ТП, як ідеальні потоки насичення (ІПН) по смугах прямого руху та поправочні коефіцієнти для інших смуг руху на підходах до перехрестя. Це пов'язано з тим, що ПН в черзі ТЗ досягається лише після виїзду з КЗ декількох перших ТЗ з моменту включення зеленого сигналу. Це виникає у зв'язку з додатковими втратами часу, пов'язаними з реакцією водіїв на зміну сигналів світлофора (СС) та розгоном перших ТЗ. У свою чергу, це обмежує можливість визначення у реальному масштабі часу оптимальних параметрів циклу світлофорного регулювання та знижує ефективність керування рухом транспорту на регульованих перехрестях.

В основу способу поставлена задача розширення функціональних можливостей та підвищення точності визначення ПН при одночасному визначенні комплексу інших параметрів за всіма підходами та виходами багато смугових доріг на регульованому перехресті.

5 Поставлена задача вирішується тим, що у запропонований спосіб покладено конусне покровоке сканування одночасно двома вузько спрямованими лазерними променями інфрачервоного діапазону тимчасово всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість забезпечити визначення комплексу вищевказаних параметрів ТП по кожній смузі руху в залежності від результатів сканування.

Суть винаходу пояснює креслення.

10 На кресленні 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 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_1) в області "стоп-ліній" всіх його підходів. До складу скануючого блока входять оптичні відхиляючі пристрої (дискретні сканістори), один з яких 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 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 ($R_1 - R_2 = 1$ м).

25 Оптичні фотоприймачі 2 ($\Phi_{Пi}$) 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).

30 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 $R_3 - R_4 = 1$ м.

35 Оптичні фотоприймачі 2 ($\Phi_{Пi}$) в процесі розгортки лазерних променів 8_1 та 8_2 по одному з кіл на вході і виході КЗ послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху як на підходах, так і на виходах перехрестя.

40 Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в КЗ, здійснюють по їх передніх бамперах при пересіченні одного з кіл (наприклад R_3), при цьому завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної осі лазерного променя (з радіуса R_3 на R_4 і навпаки) визначається момент в'їзду, швидкість, довжина, тип, кількість і послідовність ТЗ, що реально в'їхали в КЗ по кожній смузі руху за період вимірювань. Радіус R_3 , що формує вхідну межу КЗ, бажано вибирати за умови, щоб він перевищував найбільш можливу чергу ТЗ, яка може збиратися по одній із смуг руху на сигнал світлофора, що забороняє дорожній рух.

45 Наявність подвійного сканування (R_3, R_4) на вході КЗ дає можливість точно визначити тип ТЗ, склад ТП, кількість та послідовність 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 на вході в КЗ або в зоні "стоп-ліній" дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобілю $K_{ПPi}$, як відношення величини середнього значення часового інтервалу $\overline{t_{Bi}}$ проїзду 50 дистанції $R_3 - R_4 = 1$ м (або $R_1 - R_2 = 1$ м) конкретним типом ТЗ до величини середнього значення часового інтервалу $\overline{t_{Pi}}$ проїзду цієї дистанції легковим автомобілем:

$$K_{ПPi} = \overline{t_{Bi}} / \overline{t_{Pi}} \quad (1)$$

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:

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

5 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.

10 Потім, за результатами сканування першим променем в зоні "стоп-ліній" визначають часові інтервали руху $h_{\text{П}j}$ роз'їзду всіх ТЗ у черзі по кожній j -й смузі руху на відповідний зелений сигнал світлофора.

Далі в процесі послідовного виміру інтервалів руху $h_{\text{П}j}$ визначають момент, починаючи з якого черга ТЗ роз'їжджається з інтервалами насичення, тобто з максимальною інтенсивністю руху ТЗ (як показали багато чисельні дослідження після перших 3-5 ТЗ черги). Цей період насичення T_j (для j -й смуги руху) формується з моменту перетину кола сканування з радіусом R_1 переднім бампером ТЗ, що формує перший інтервал насичення і закінчується моментом перетину цього кола сканування переднім бампером останнього ТЗ насиченої черги. Також за останній ТЗ може прийматися ТЗ, що приєднався до черги в період дії зеленого сигналу.

20 Перехід від фізичних одиниць до приведених для кожної смуги руху визначається для черги ТЗ, що входять в період насичення T_j , а ПН по кожній j -й смузі руху в кожному такті сигналу, що дозволяє рух, визначається як:

$$M_j = \frac{3600}{h_j}, \quad (3)$$

де $\bar{h}_j = \frac{T_j}{N_{\text{ПР}j}}$ - середнє значення часового інтервалу насичення в приведених одиницях по j -й смузі руху.

25 Для визначення статистично значущих значень ПН, необхідно обстежити мінімум 15-20 циклів регулювання з більш ніж 8 ТЗ в початковій черзі.

Умови визначення ІПН пов'язані не тільки з виміром періодів насичення, але з вимогами щодо смуг руху ТЗ тільки прямого напрямку, стандартної ширини смуги, відсутності ухилів в зоні перехрестя та інш. Тому для визначення ІПН на усіх підходах до перехрестя вибирають смуги руху тільки прямого напрямку.

30 Значення середніх часових інтервалів $h_{\text{ід}}$, що відображають ІПН, визначаються аналогічно (в процесі сканування першим променем і роз'їзду ТЗ через стоп-лінію), як відношення величини всього часового інтервалу насичення (періоду насичення $T_{\text{ід}}$) до кількості легкових (або приведених) ТЗ, що входять в частину черги, що розглядається:

$$35 \quad \bar{h}_{\text{ід}} = \frac{T_{\text{ід}}}{N_{\text{ПР}}}. \quad (4)$$

Начальний момент періоду $T_{\text{ід}}$ визначається як перетин лінії сканування R_1 переднім бампером першим з ТЗ, часовий інтервал якого відповідає інтервалу насичення. Як кінцевий момент періоду $T_{\text{ід}}$ приймається перетин лінії R_1 переднім бампером останнього в черзі ТЗ, що має інтервал насичення.

40 При цьому, як об'єкт виміру використовують тільки черги ТЗ, що виїжджають з КЗ (без зупинки) без перешкод. Лівоповоротні і правоповоротні ТП, що поступаються рухом прямим конфліктуємим або пішохідним потокам, до уваги не беруться. До черг, що розглядаються, включають ті ТЗ, які за час дії червоного сигналу повністю або майже повністю зупинились перед стоп-лінією.

45 Потім, за результатами сканування першим променем, визначають всі необхідні параметри руху ТЗ черг, що здійснюють роз'їзд з КЗ на "зелений" сигнал світлофора, а значення ІПН $M_{(\text{ід})n}$ по кожній смузі прямого напрямку розраховують за формулою:

$$M_{(id)n} = \frac{3600}{\bar{h}_{(id)n}}, \quad (5)$$

де $M_{(id)n}$ - ідеальний потік насичення, прив. од./год.;

$\bar{h}_{(id)n}$ ~ середній часовий інтервал насичення, що відображує ІПН;

n - номер смуги прямого напрямку руху.

5 Визначення значень загальних поправочних коефіцієнтів ПН кожного підходу до перехрестя для смуг руху, які за будь-яких умов відрізняються від ідеальних (смуги руху поворотних або змішаних по напрямках потоків, з ухилами та різною шириною смуг, з різним по складу ТП і таке ін.) здійснюється розрахунком відношення ПН M_j - цих смуг (конкретних дорожніх умов) до ІПН $M_{(id)n}$ цього підходу

$$10 \quad f_{\Sigma} = \frac{M_j}{M_{(id)n}}, \quad (6)$$

де f_{Σ} - загальний поправочний коефіцієнт, що враховує дію всіх можливих факторів, які відрізняють по умовах діючих ПН від ІПН.

У разі відсутності в зоні перехрестя смуг з ідеальними умовами руху, за результатами сканування першим променем визначають ПН для конкретних дорожніх умов з урахуванням загального поправочного коефіцієнта.

15 Оперативне визначення довжини черги, реального на даний момент часу проїзду, інтервалів руху, складу ТЗ в черзі та значень реального ПН, ІПН та поправочних коефіцієнтів по кожній смузі руху на протязі часу дії світлофорного циклу дає можливість одержання найбільш повного комплексу інформації для контролю і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) керування рухом на перехресті при визначенні оптимальних поточних значень елементів світлофорного циклу. При цьому, з'являється можливість використання значення ІПН для проектування ще не існуючих регульованих перехресть з аналогічними прогнозними значеннями інтенсивностей ТП, топографією та схемою пофазного роз'їзду.

20 Все це істотно розширює функціональні можливості існуючого способу та дає можливість підвищити точність при визначенні оптимальних параметрів поточних значень елементів світлофорного циклу.

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

30 Скануючий блок 1 має у своєму складі лазерний випромінювач 3 вузькоспрямованого інфрачервоного променя і вузол розгортки 4, які формують двопроменеве конусне покрокове сканування зони перехрестя за допомогою двох дискретних сканісторів 5_1 і 5_2 . Зміна положень кутів розгортки променів 8_1 та 8_2 здійснюється в реперній точці по черзі на кожному періоді сканування сигналом, що надходить з реперного фотоприймача 2 ($\Phi\Pi_0$) на входи дискретних сканісторів 5_1 та 5_2 .

35 Обидва оптичні промені 8_1 та 8_2 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 та фіксувати відбиті від ТЗ сигнали на вході і виході КЗ та перехресті в цілому.

40 Зміна і чергування кутів нахилу розгортки (з R_1 на R_2 та з R_3 на R_4 або навпаки) необхідна для однозначного визначення положення ТЗ щодо кіл сканування, їх типу, кількості і послідовності руху в КЗ, а також напрямків руху ТЗ в зоні перехрестя по кожній смузі руху.

45 Оптичні фотоприймачі 2 ($\Phi\Pi_i$) в процесі розгортки другого лазерного променя 8_2 по одному з кіл послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху на входах в КЗ. При цьому, почергова з високою швидкістю зміни радіусів сканування (з R_3 на R_4 і назад) дозволяє точно визначити час переміщень ТЗ на дистанції ($R_3 - R_4$), швидкість, тип, коефіцієнти приведення до легкового автомобіля та кількість ТЗ, що в'їжджають в КЗ по кожній смузі руху в даному циклі світлофорного регулювання.

50 В процесі розгортки першого лазерного променя 8_1 по одному з кіл оптичні фотоприймачі 2 ($\Phi\Pi_i$) послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху як на підходах, так і на виходах перехрестя. При цьому, почергова з високою швидкістю зміна радіусів сканування (з R_1 на R_2 і назад) дозволяє точно визначити час переміщень ТЗ на дистанції

($R_1 - R_2$), їх швидкості руху, а потім послідовно довжину, тип, коефіцієнти приведення ТЗ до легкового автомобіля, число m_j приведених транспортних одиниць у кожній черзі, інтервали руху ТЗ та інтенсивності по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу.

5 Порівняння усіх цих параметрів ТЗ в зоні сканування ($R_1 - R_2$) на виході з КЗ та на виході з перехрестя дає змогу чітко визначити напрямки руху ТЗ по усіх смугах в зоні перехрестя.

10 Перетворювач 6 сигналів кожного ФП_i 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 (за період сканування, 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.

15 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 ІПН, загальних поправочних коефіцієнтів і картограм інтенсивностей ТП у фізичних або приведених одиницях.

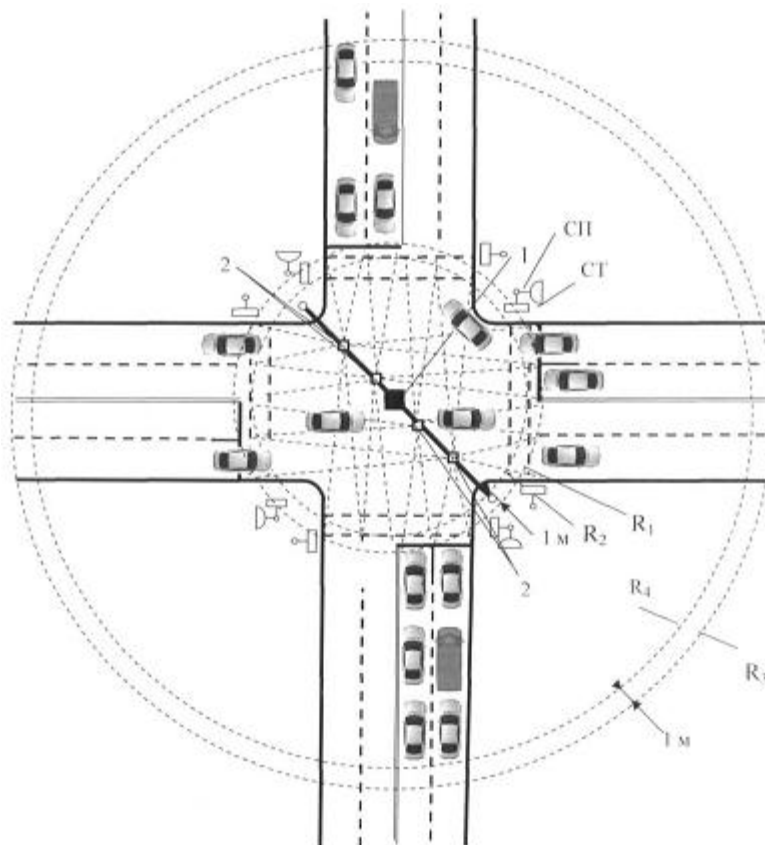
20 Таким чином, запропонований спосіб дає можливість одержання найбільш повного комплексу інформації для контролю і визначення ІПН, поправочних коефіцієнтів, ПН для конкретних дорожніх умов та подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) керування рухом на перехресті.

25 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.

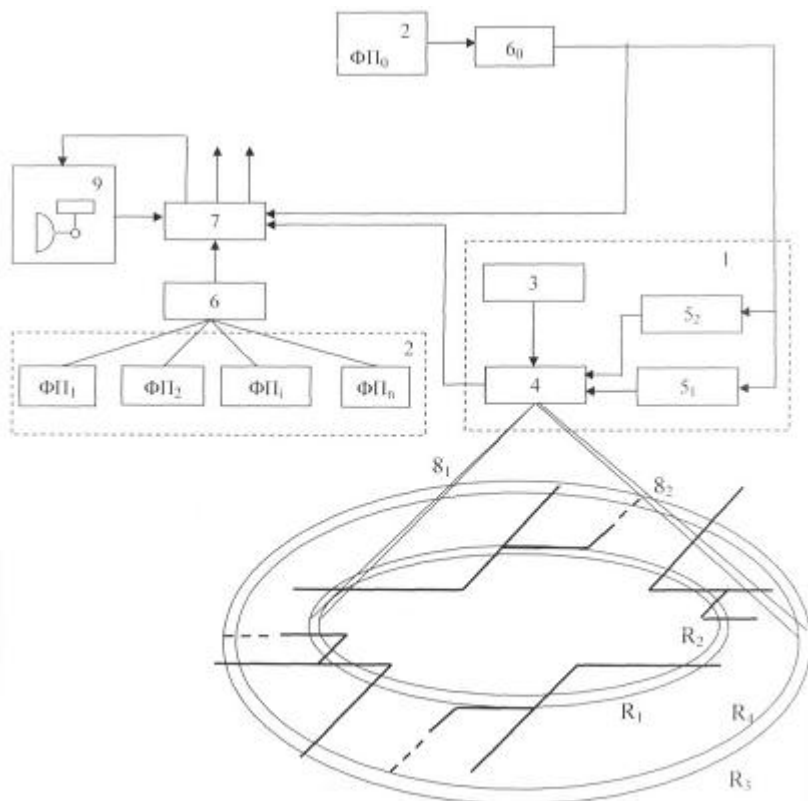
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

30 Спосіб визначення ідеальних потоків насичення та поправочних коефіцієнтів для регульованих перехресть, 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 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 на півперіод по колу розгортки, 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 (ТЗ) в зоні стоп-лінії, напрямки їх руху по смугах, кількість ТЗ у черзі, час пересування черги зони стоп-ліній по усіх смугах руху упродовж окремих тактів одного циклу світлофорного регулювання, та послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля та кількість транспортних ТЗ у черзі у приведених одиницях, який **відрізняється** тим, що кути нахилу оптичної осі 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, для чіткого визначення моменту в'їзду, швидкості, довжини, типу, кількості, послідовності ТЗ, значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля та кількості ТЗ у черзі у приведених одиницях, що реально в'їхали в контрольовану зону по кожній смузі руху за період вимірювань, при цьому відстань між вхідною та вихідною межами контрольованої зони вибирають за умови, щоб вона перевищувала найбільш можливу чергу ТЗ, яка може збиратися по одній із смуг руху на червоний сигнал світлофора, а за результатами сканування першим променем в зоні "стоп-ліній" упродовж одного циклу регулювання послідовно визначають часові інтервали руху роз'їзду всіх ТЗ у черзі по кожній смузі руху на відповідний зелений сигнал світлофора, так при вимірі часових інтервалів руху момент, починаючи з якого черга ТЗ роз'їжджається з інтервалами насичення, при цьому період насичення для кожної смуги руху формується з моменту перетину кола сканування першого променя переднім бампером ТЗ, що формує перший інтервал насичення і закінчується моментом перетину цього кола сканування переднім бампером останнього ТЗ насиченої черги,

- 5 визначають значення середніх часових інтервалів насичення, як відношення величини періоду насичення до кількості легкових або приведених ТЗ, що входять в черги, що розглядається, значення ідеального потоку насичення для смуг руху прямих напрямків, як величини, зворотної значенню середнього часового інтервалу насичення, а потім значення загальних поправочних коефіцієнтів потоків насичення для інших смуг руху цього підходу, які за будь-яких умов відрізняються від ідеальних, як відношення потоків насичення цих смуг до ідеального потоку насичення цього підходу.



Фиг. 1



Фиг. 2