



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **119893** (13) **C2**
(51) МПК
G08G 1/09 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

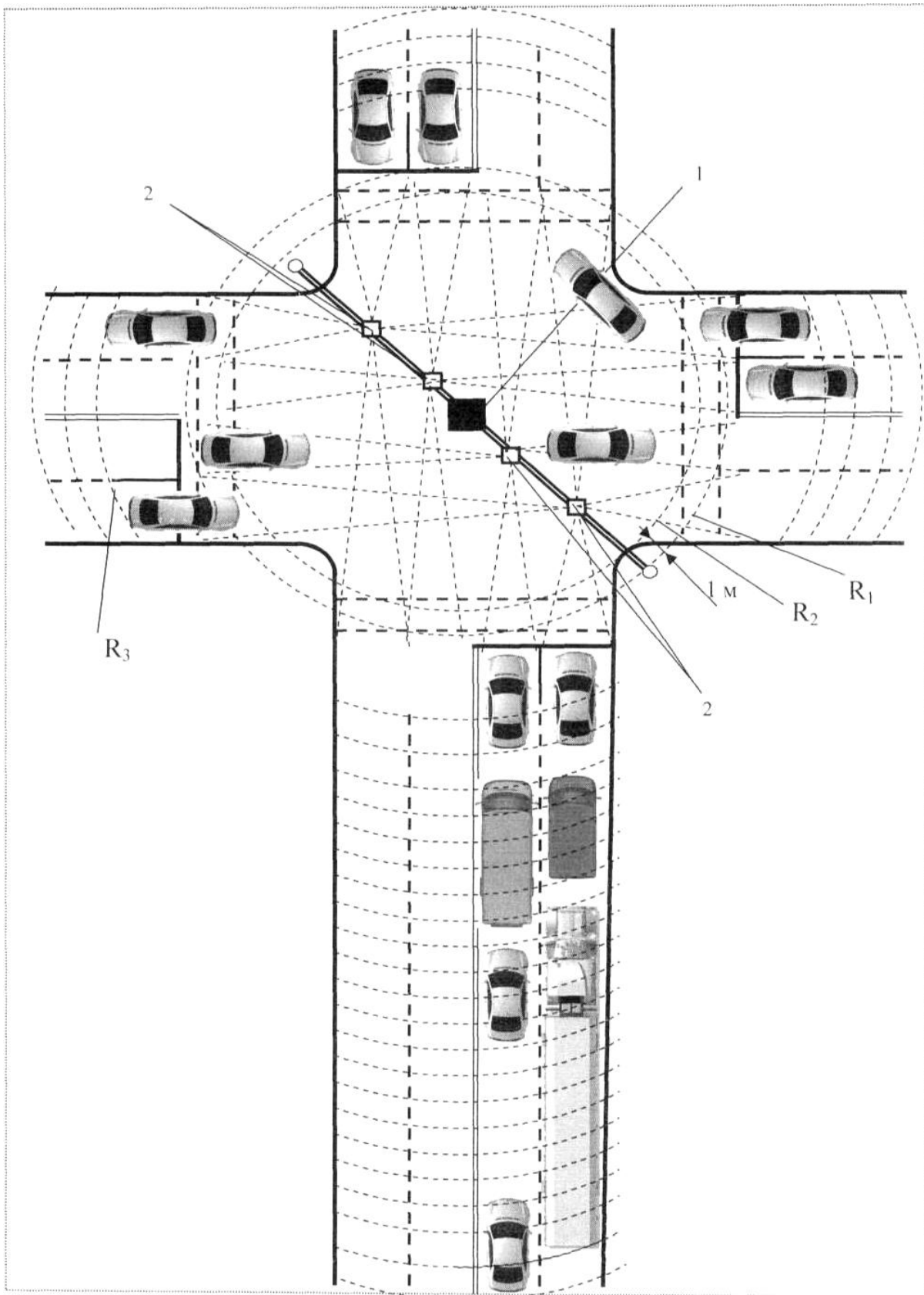
<p>(21) Номер заявки: а 2017 07404</p> <p>(22) Дата подання заявки: 13.07.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 27.08.2019</p> <p>(41) Публікація відомостей про заяву: 12.03.2018, Бюл.№ 5</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.08.2019, Бюл.№ 16</p>	<p>(72) Винахідник(и): 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 105751 C1, 10.06.2014 UA 110811 U, 25.10.2016 UA 110804 U, 25.10.2016 US 7323987 B2, 29.01.2008 DE 102007000634 B3, 30.04.2009 CN 103854500 A, 11.06.2014 JP 2013136258 A, 11.07.2013</p>
---	---

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРИМОК НА НЕРЕГУЛЬОВАНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ

(57) Реферат:

Спосіб визначення затримок на нерегульованому перехресті належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) та систем інформаційного забезпечення завантаження перехресть ВДМ. Спосіб оснований на скануванні двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому другий промінь формується в одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіоду 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, що дозволяє визначити тип і напрямки руху транспортних засобів по кожній смузі руху. Сканування зони перехрестя другим лазерним променем здійснюють, починаючи з внутрішнього кола з заданим радіусом, і поступово покрово розширяють коло сканування з заданою величиною кроку зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді до моменту, коли визначають зони початку уповільнення будь-яким ТЗ по смугах руху на підходах до перехрестя або зони кінця прискорення на виходах з перехрестя і потім повертають цей промінь з послідовним зменшенням радіусів сканування в зворотному напрямку на кожному періоді до внутрішнього початкового кола сканування та багаторазово повторюють цей процес. За допомогою запропонованого способу визначають реальні параметри руху окремих видів ТЗ, довжини черги, реальних значень моментів зміни режимів руху по усіх смугах на підходах, виходах та в зоні перехрестя та отримують в реальному масштабі часу більш точні значення затримок ТЗ для різноманітних умов руху.

UA 119893 C2



Фиг. 1

Винахід належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використаний при розробці агрегатної системи засобів керування ДР, АСУ-ДР, а також в системах інформаційного забезпечення завантаження перехрестя ВДМ.

5 Цей спосіб одночасно може бути використаний для визначення основних параметрів транспортних потоків (ТП) в зоні перехрестя: 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 по кожній смузі нерегульованого перехрестя, а також транспортних затримок.

10 Відомий спосіб визначення затримок транспортних засобів на нерегульованому перехресті, згідно з яким здійснюється конусне покрокове сканування одночасно двома вузькоспрямованими лазерними променями інфрачервоного діапазону тимчасово всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість сформувати вхідні і вихідні межі КЗ та забезпечити визначення комплексу вищевказаних параметрів ТП по кожній смузі руху в залежності від результатів сканування.

15 Розгортка лазерного променя здійснюється скануючим блоком, 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 блоку входить оптичний відхиляючий пристрій (дискретний сканістор), який
20 забезпечує відхилення осі першого лазерного променя в необхідне друге положення, при якому радіус кола (R_2) 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 стоп-ліній на
25 поверхні перехрестя два концентричні кола з різницею радіусів ($R_1 - R_2 = 1$ м) та формує вихідну межу КЗ.

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

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 (ФП_i) 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 задніх 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.

45 Фіксація ТЗ, що в'їжджають в КЗ по смугах руху другорядної дороги на входах до нерегульованого перехрестя, здійснюється з урахуванням часу проїзду КЗ без затримки відповідного типу ТЗ, що стало можливим завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної осі лазерного променя як вхідної, так і вихідної межі КЗ. При цьому, почергова з високою швидкістю зміни радіусів сканування дозволяє точно визначити час перебування та переміщення ТЗ у КЗ. Момент виїзду ТЗ з КЗ фіксується по пересіченню заднім бампером ТЗ кола з радіусом R_2 .

50 Далі визначається транспортна затримка проїзду кожним типом ТЗ зони перехрестя та КЗ на виході з перехрестя з урахуванням часу проїзду ТЗ без затримки у кожному заданому напрямку. Фіксація часу проїзду ТЗ цієї зони здійснюється за моментами пересічення задніми бамперами ТЗ спочатку кола з радіусом R_2 на виході КЗ, що розташована на підходах до перехрестя, а потім кола з радіусом R_3 по смугах руху на виході з перехрестя.

55 Затримки руху по смугах головної дороги перехрестя, що виникають внаслідок уповільнення руху ТЗ з необхідності пропуску ТЗ по другорядній дорозі, визначаються по часу проїзду зони від кола з радіусом R_3 на вході до перехрестя до кола з радіусом R_3 на виході з перехрестя. Як і у попередніх випадках, фіксація часу проїзду зони перехрестя (від R_3 до R_3) ТЗ, що рухаються по головній дорозі, здійснюється по їх задніх бамперах, а зміна розгортки на вході і виході КЗ дозволяє чітко фіксувати тип і напрямок руху кожного ТЗ та врахувати цю інформацію при
60 розрахунках транспортної затримки (Опис до патенту на винахід № 105751 від 10.06.2014 р., бюл. № 11).

Цей спосіб є найбільш близьким до способу, що заявляється, і тому вибраний як найближчий аналог.

Недоліком цього способу є низька точність визначення транспортних затримок на нерегульованому перехресті, оскільки він не враховує затримки ТЗ, пов'язані з режимом уповільнення на вході до перехрестя та прискорення на його виході в тій зоні, де це відбувається для кожного конкретного ТЗ.

В основу винаходу поставлена задача підвищення точності визначення транспортних затримок на нерегульованому перехресті.

Поставлена задача вирішується тим, що у запропонований спосіб покладено конусне покрокове сканування одночасно двома вузькоспрямованими лазерними променями інфрачервоного діапазону тимчасово всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість сформулювати вхідні і вихідні межі КЗ та забезпечити визначення комплексу вищевказаних параметрів ТП по кожній смугі руху в залежності від результатів сканування.

Суть винаходу пояснює креслення.

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 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 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 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 ($R_1 - R_2 = 1$ м) та формує вихідну межу КЗ.

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

Одночасно з першим другим лазерний промінь здійснює свою розгортку, починаючи з внутрішнього кола з радіусом R_3 і поступово покроково розширює його зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді сканування, утворюючи на поверхні прилеглих до перехрестя доріг концентричні кола з заданою величиною кроку (наприклад, 1 м). Це досягається програмною зміною кута оптичних осей розгортки для послідовного розширення радіуса кіл сканування з метою визначення зони початку уповільнення будь-яких ТЗ по смугах руху на підходах до перехрестя або зони кінця прискорення на виходах з перехрестя.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФПі) в процесі розгортки лазерного променя 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.

Внутрішнє коло розгортки другого променя з радіусом R_3 бажано вибирати на відстані 5...10 м від стоп-лінії (див. фіг. 1), наступні концентричні кола розгортки будуть досягати зони, де на швидкість руху ТЗ починає впливати перехрестя.

Як тільки радіус зовнішнього кола другого променя розгортки досягає зони впливу перехрестя на швидкість ТЗ, по відбитих сигналах проводиться пошук місця розташування і моменту часу початку уповільнення для ТЗ по окремих смугах на підходах до перехрестя та місця і моменту часу закінчення прискорення ТЗ, що по різних смугах виїжджають з перехрестя.

Розгортка другого променя продовжується до кінця найбільш дальнього ТЗ в указаній зоні, а потім здійснюється додаткове сканування з розширенням зони ще на 5-10 м, для надійного визначення моменту початку зниження (кінця підвищення) швидкості ТЗ.

Після цього в реперній точці відбувається зміна кута осі сканування другого променя на передостаннє коло з послідовним зменшенням радіусів сканування в зворотному напрямку на кожному періоді на 1 м до кола з радіусом R_3 . Далі цей процес багаторазово повторюється, що дозволяє при високій швидкості розгортки достатньо точно визначити процес зміни швидкості ТЗ та довжину черг, що накопичуються по смугах руху другорядної дороги у будь-яку мить часу.

Швидкість ТЗ, що послідовно своїм переднім або заднім бампером перетинає лінії сканування другого оптичного променя, визначають на дистанції 1 м і фіксують як значення V_1 та V_2 на двох сусідніх смугах сканування. Якщо час перетину другої з двох сусідніх смуг

сканування складає t' , то значення прискорення (уповільнення) на цих смугах сканування визначається як

$$a = \frac{2 \cdot V_1}{t'} \quad (1)$$

Потім фіксуються швидкості V_1' та V_2' цього ж ТЗ та часу t' при перетині відповідно цих ліній сканування його заднім бампером.

$$a = \frac{2 \cdot V_1'^2}{t_{ТЗ}^2}, \quad (2)$$

де $t_{ТЗ}$ - час проїзду ТЗ відповідної лінії сканування (на виході другої з двох сусідніх смуг сканування) спочатку переднім, а потім заднім бампером, визначається як

$$l_{ТЗ} = a \cdot t_{ТЗ}^2, \quad (3)$$

За значенням $l_{ТЗ}$ у подальшому визначається тип ТЗ, який по кожній смузі руху перетинає зону сканування другого променя.

Можливість виміру швидкості на кожній дистанції 1 м та прискорення (уповільнення) ТЗ на будь-яких двох послідовних смугах сканування в зоні розгортки другого променя, дає можливість суттєво підвищити точність визначення габариту і типу ТЗ, а також точки і моменту початку його уповільнення (завершення прискорення).

Згідно з запропонованим способом затримка кожного ТЗ (з урахуванням його типу і, смуги руху j та напрямку руху) визначається як різниця між реальним часом проїзду ТЗ дистанції виміру та часом проїзду цієї дистанції у вільних умовах руху (без затримок, тобто без впливу інших ТЗ на швидкість руху).

$$t_3^j = t_p^j - t_{vy}^j. \quad (4)$$

Момент і місце, з якого починається підрахунок реального часу проїзду пропонується вибирати за моментом початку уповільнення ТЗ в зоні сканування другого променя на підходах до перехрестя, а кінець цього інтервалу - за моментом закінчення прискорення ТЗ в зоні сканування другого променя на виході з перехрестя.

Час проїзду ТЗ i -го типу у вільних умовах визначається дистанцією виміру l_{ji} між точками початку і кінця відповідного реального часу проїзду ТЗ і швидкістю руху V_{ji} у вільних умовах для конкретного типу ТЗ у конкретному напрямку руху.

$$t_{vy}^j = l_{ji} \cdot V_{ji}, \quad (5)$$

Загальна затримка ТЗ по j -й смузі руху за вибраний час T_B визначається як сума

$$T_{\Sigma j} = \sum_{i=1}^{n_i} t_3^j, \quad (6)$$

де n_i - кількість ТЗ i -го типу, що в'їхали та повністю покинули дистанцію виміру за час T_B ;

А середня затримка t_j для j -тої смуги руху за час виміру T_B визначається

$$t_j = \frac{T_{\Sigma j}}{n_{npj}}. \quad (7)$$

Потім за результатами виміру середніх затримок ТЗ по кожній смузі руху на усіх підходах до перехрестя визначають середню транспортну затримку $t_{n\Sigma}$ для всього перехрестя:

$$t_{n\Sigma} = \frac{\sum_{j=1}^m t_{npj}}{\sum_{j=1}^m n_{npj}}, \quad (8)$$

де n_{npj} - число ТЗ, що за час виміру T_B повністю проїхали дистанцію виміру перехрестя по j -й смузі руху (перетнули точки початку і кінця виміру реального часу t_p^j проїзду ТЗ) як головної, так і другорядної дороги;

m - число смуг руху на підходах до перехрестя.

Фіксацію ТЗ, що перетнули точки початку і кінця виміру реального часу t_p^j здійснюють по їх передніх бамперах, при цьому поступове покрокове сканування другим променем достатньо

широкої зони з кроком 1 м дозволяє точно визначити тип ТЗ, їх кількість і послідовність у черзі перед стоп-лінією по кожній смузі руху другорядної дороги.

5 Подвійне сканування першим променем в зоні стоп-ліній і на виході з зони перехрестя дає змогу визначити тип, точний час та кількість ТЗ, які покинули КЗ і зону перехрестя і чітко визначити напрямки і інтервали руху ТЗ на виході з перехрестя.

Можливість розширення зони визначення затримок руху з урахуванням зони виходу з перехрестя, де відбувається повний набір швидкості кожним ТЗ, дає змогу суттєво підвищити точність їх виміру.

10 Підвищення точності виміру затримок ТЗ відбувається за рахунок можливості виміру параметрів руху ТЗ на кожному метрі розгортки другого променя, а індивідуальний підхід до визначення точок початку і кінця дистанції виміру і t_p кожного ТЗ враховує індивідуальні психофізіологічні особливості кожного водія. Крім того, у ряді випадків відбувається розширення дистанції виміру у порівнянні з повною довжиною КЗ у прототипі, що також дає змогу підвищити точність виміру затримок.

15 Одночасно спосіб дає змогу врахувати затримки і тих ТЗ, які без зупинки проїхали перехрестя по головній дорозі, але були змушені за будь-яких причин знизити швидкість руху (очікування проїзду наліво при наявності прямих зустрічних ТП та при поворотах направо для пропуску пішохідних потоків).

20 Такий підхід у визначенні транспортної затримки в зоні всього перехрестя (від входу в КЗ на підході до перехрестя R_3 до одного з кіл розгортки R_1 на виході з перехрестя) дозволяє врахувати затримки окремих ТЗ в зоні самого перехрестя, що пов'язані з очікуванням проїзду наліво при наявності прямих зустрічних ТП, та при поворотах направо для пропуску пішохідних потоків, або взагалі при низькій швидкості перетину перехрестя окремими ТЗ.

25 Таким чином, оперативне визначення реальних параметрів руху (швидкості, прискорення, типу та габаритів) окремих видів ТЗ, довжини черги, реальних значень моментів зміни режимів руху по усіх смугах на підходах, виходах та в зоні перехрестя шляхом високошвидкісного сканування дає можливість одержати (в реальному масштабі часу) більш точні значення затримок ТЗ для різноманітних умов руху.

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

Скануючий блок 1 має у своєму складі лазерний випромінювач 3 вузькоспрямованого інфрачервоного променя і вузол розгортки 4, які формують двопроменево конусне покровоке сканування зони перехрестя за допомогою двох дискретних сканісторів 5₁ і 5₂, що забезпечують відхилення осей обох лазерних променів в інші необхідні положення по заданих програмах.

35 Обидва оптичні промені 8₁ та 8₂ формуються вузлом розгортки у одній площині зі зміщенням на півперіоду (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 8₁ забезпечується конусне покровоке 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 5₁ по черзі на кожному періоді сканування.

45 Другий дискретний сканістор 5₂ забезпечує відхилення осі другого лазерного променя в інші необхідні положення, при яких радіус кола на поверхні проїзної частини змінюється від R_3 з наростанням на кожному кроці на 1 м. Внутрішнє коло розгортки другого променя з радіусом R_3 бажано вибирати на відстані 5...10 м від стоп-лінії, а наступні концентричні кола розгортки будуть досягати зони, де на швидкість руху ТЗ починає впливати перехрестя. Як тільки радіус зовнішнього кола другого променя розгортки досягає зони впливу перехрестя на швидкість ТЗ, по відбитих сигналах проводиться пошук місця розташування і моменту часу початку уповільнення для ТЗ по окремих смугах на підходах до перехрестя та місця і моменту часу закінчення прискорення ТЗ, що по різних смугах виїжджають з перехрестя.

50 Розгортка другого променя продовжується до кінця найбільш дальнього ТЗ в указаній зоні, а потім здійснюється додаткове сканування з розширенням зони ще на 5-10 м, для надійного визначення моменту початку зниження (кінця підвищення) швидкості ТЗ. Все це контролюється програмою обчислювального пристрою 7, який видає сигнал на дискретний сканістор 5₁, і той у найближчій реперній точці по сигналу з перетворювача 6₀ здійснює зміну кута осі сканування другого променя з кінцевого кола на передостаннє з послідовним зменшенням радіусів сканування в зворотному напрямку на кожному періоді на 1 м до кола з радіусом R_3 . Далі цей процес багаторазово повторюється, що дозволяє при високій швидкості розгортки достатньо точно визначити процес зміни швидкості ТЗ та довжину черг, що накопичуються по смугах руху 60 другорядної дороги у будь-яку мить часу.

Відбитий від ТЗ оптичний сигнал (при наявності ТЗ в зоні, що контролюється, даної і-ої смуги) фіксується відповідними фотоприймачами 2 (ФПі) кожної смуги руху як на входах, так і на виходах перехрестя.

5 Перетворювач 6 сигналу кожного ФПі 2, 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.

10 Якщо в обчислювальний пристрій 7 закладається алгоритм, правила і константи, відповідні діапазонам тимчасових інтервалів руху ТЗ у зоні перехрестя, при будь-яких змінах напрямків їх руху по смугах, зберігається інформація про швидкості вільного руху різних типів ТЗ, значення координат точок початку та закінчення реального часу проїзду перехрестя та часу проїзду дистанції виміру у вільних умовах, склад ТЗ та поточні значення черг по смугах руху, тоді з'являється можливість визначення не тільки усіх перелічених вище параметрів, але й можливість більш точного визначення транспортних затримок.

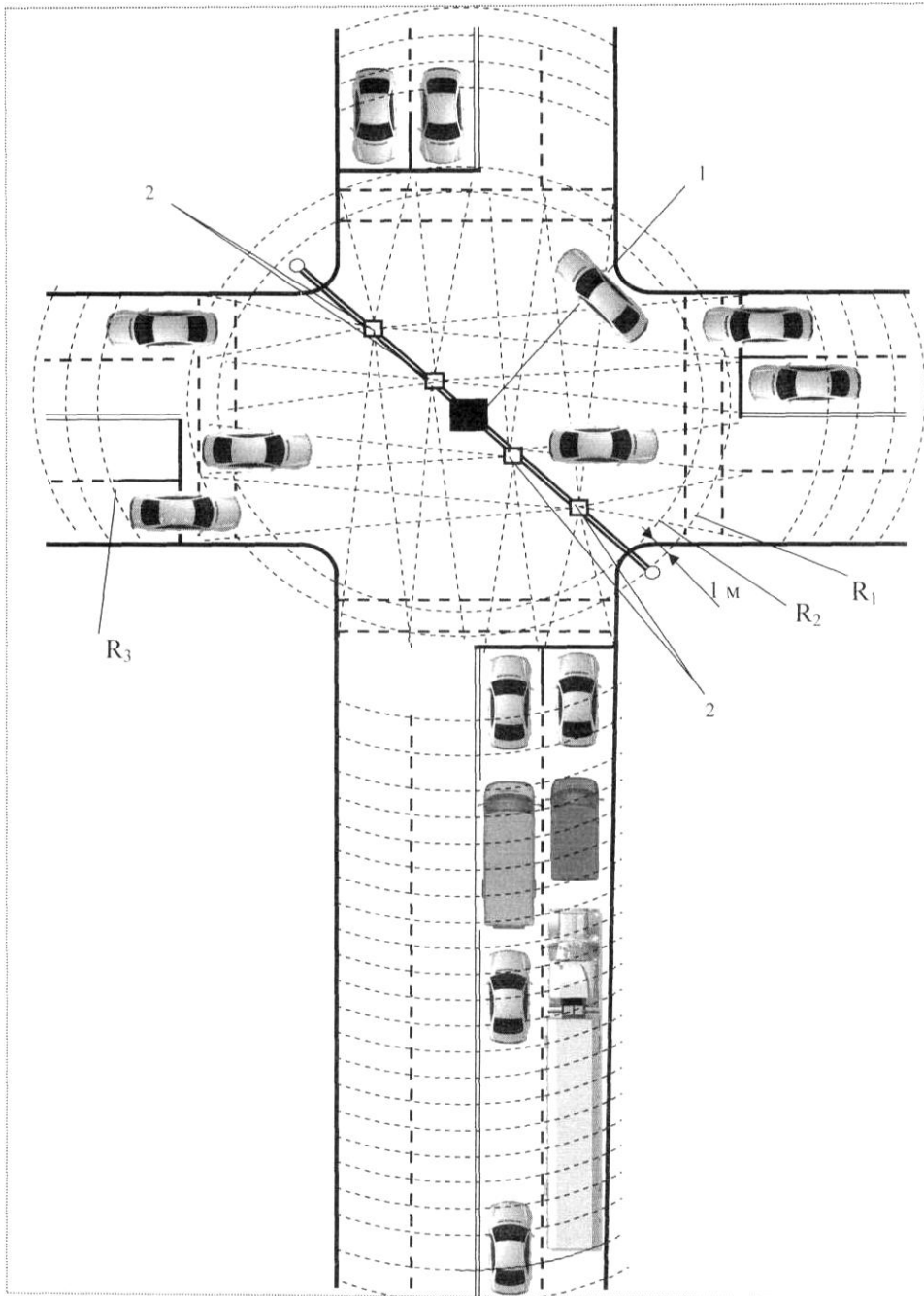
15 Перевагою запропонованого способу також є і те, що він дозволяє одночасно з затримками визначати ряд окремих параметрів руху ТП в зоні перехрестя: швидкості руху, прискорення і уповільнення ТЗ, їх довжину, інтервали руху, інтенсивності ТП по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу, причому здійснюється це одним загальним пристроєм, розташованим в зоні перехрестя, що контролюється.

20 Таким чином, запропонований спосіб дає можливість одержати найбільш повний комплекс інформації для контролю і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) керування рухом на некерованому перехресті.

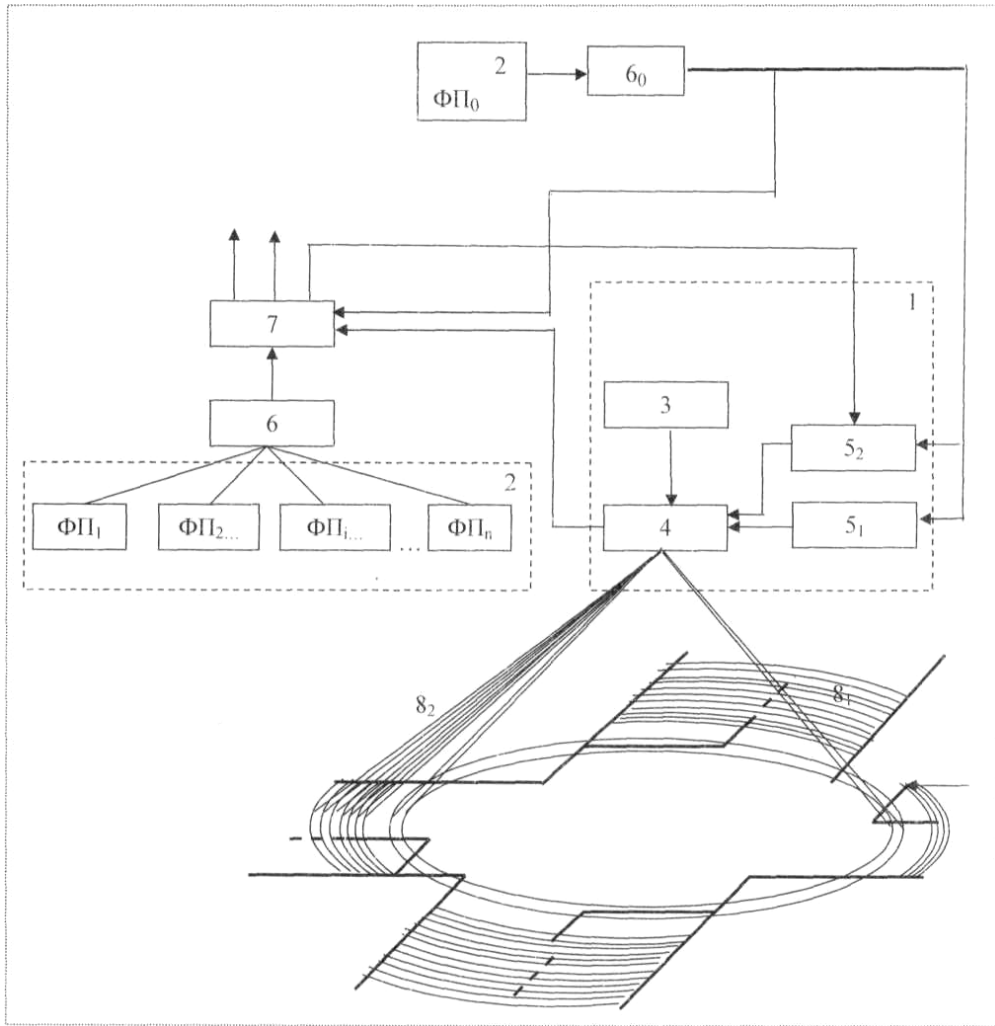
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

25 Спосіб визначення затримок на нерегульованому перехресті, оснований на скануванні зони перехрестя одночасно двома оптичними променями лазерної розгортки з точки над його геометричним центром, причому другий промінь формують в одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіоду по колу розгортки, а кути нахилу оптичних осей як першого, так і другого променів змінюють по черзі через кожен період сканування так, щоб радіус другого концентричного кола на вході і виході контрольованої зони зменшувався на певну задану величину, що дозволяє визначити тип і напрямки руху транспортних засобів по кожній смузі руху і їх затримки в контрольованій зоні на входах до перехрестя по другорядній дорозі з урахуванням часу її проїзду кожним конкретним типом транспортного засобу, після чого визначають реальний час проїзду кожним транспортним засобом зі смуг руху другорядної 30 дороги зони самого перехрестя за моментами перетину їх задніми бамперами спочатку одного з кіл сканування в області стоп-ліній на вході перехрестя, а потім одного з дальніх кіл на виході з перехрестя і далі розраховують транспортну затримку проїзду зони перехрестя як різницю між реальним часом проїзду і часом проїзду цієї зони кожним типом транспорту у заданому напрямку без затримки, при цьому загальну затримку транспортних засобів по кожній смузі 40 другорядної дороги руху визначають як суму затримок транспортних засобів, що за вибраний час виміру повністю проїхали контрольовану зону та затримок цих транспортних засобів, що проїхали зону самого перехрестя, а затримки транспортних засобів по смугах руху головної дороги розраховують як різницю між реальним часом проїзду та часом проїзду без затримки зони всього перехрестя з урахуванням типу та напрямку руху тих транспортних засобів, що за 45 час виміру повністю проїхали зону перехрестя, при цьому середню затримку на перехресті за будь-який час виміру визначають як середньозважену середніх затримок по всіх смугах руху, який **відрізняється** тим, що сканування зони перехрестя другим лазерним променем здійснюють, починаючи з внутрішнього кола з заданим радіусом, і поступово покроково розширюють коло сканування з заданою величиною кроку зміною положень кутів розгортки в 50 реперній точці на кожному періоді до моменту, коли надійно визначають зони початку уповільнення будь-якого транспортного засобу по смугах руху на підходах до перехрестя або зони кінця прискорення на виходах з перехрестя, а значення прискорення і уповільнення визначаються по зміні швидкості транспортних засобів на будь-яких двох сусідніх смугах сканування другого променя, після чого повертають другий промінь з послідовним зменшенням 55 радіусів сканування в зворотному напрямку на кожному періоді до внутрішнього початкового кола сканування та багаторазово повторюють цей процес для визначення кількості транспортних засобів у черзі по кожній смузі руху другорядної дороги, їх прискорення і уповільнення, габаритів і типу, точки і моменту початку уповільнення на підходах до перехрестя та закінчення розгону на виході з перехрестя, значення реального часу проїзду зони виміру, що 60 визначають за моментами початку уповільнення і закінчення прискорення, відповідні інтервали

часу проїзду дистанції виміру у вільних умовах, затримки транспортних засобів як різницю між реальним часом проїзду зони виміру та часом проїзду цієї зони у вільних умовах руху, і далі визначення середньої затримки по кожній смузі і перехрестю в цілому за будь-який час виміру.



Фіг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

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