



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **122469** (13) **U**  
(51) МПК  
**G08G 1/09** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2017 07405</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>13.07.2017</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.01.2018</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.01.2018, Бюл.№ 1</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Денисенко Олег Васильович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Денисенко Олег Васильович,</b> пр. Московський, 202, кв. 21, м. Харків, 61082 (UA)</p>
---	---

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРИМОК НА НЕРЕГУЛЬОВАНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення затримок на нерегульованому перехресті заснований на скануванні зони перехрестя одночасно двома оптичними променями лазерної розгортки з точки над його геометричним центром, причому другий промінь формується в одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіоду по колу розгортки, а кути похилу 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 смужці руху і їх затримки в контрольованій зоні на входах до перехрестя по другорядній дорозі з урахуванням часу її проїзду кожним конкретним типом транспортного засобу.

UA 122469 U



Корисна модель належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використана при розробці агрегатної системи засобів управління ДР, АСУ-ДР, а також в системах інформаційного забезпечення завантаження перехресть 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 якому здійснюється 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 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 блока 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 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 стоп-ліній на поверхні перехрестя два концентричні кола з різницею радіусів ( $R_1 - R_2 = 1$  м) та формує вихідну межу КЗ.

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

Цей промінь, як і перший, за допомогою відповідного дискретного сканістора  $\delta_2$  на кожному наступному періоді сканування змінює одну оптичну ось розгортки (з радіусом кола  $R_3$  на проїжджій частині перехрестя) на іншу (з радіусом кола  $R_4$ ) і формує два концентричних кола з  
30 різницею радіусів  $R_3 - R_4 = 1$  м.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФП<sub>i</sub>) в процесі розгортки лазерних променів  $\delta_1$  та  $\delta_2$  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.

35 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.

40 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  
45 кола з радіусом  $R_2$ .

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  
50 потім кола з радіусом  $R_3$  по смугах руху на виході з перехрестя.

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  
55 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 розрахунках транспортної затримки (Опис до патенту на винахід № 105751 від 10.06.2014 р., бюл. № 11).

60 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.

5 В основу запропонованого способу поставлена задача підвищення точності визначення транспортних затримок на нерегульованому перехресті.

Поставлена задача вирішується тим, що у запропонований спосіб покладено конусне покровоке 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 смузі руху в залежності від результатів сканування.

10 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 одної 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.

25 Другий оптичний промінь лазерної розгортки формується у одній площині з першим, але зі зміщенням на  $180^\circ$  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 покровоково розширяє його зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді сканування, утворюючи на поверхні прилеглих до перехрестя доріг концентричні кола з заданою величиною шагу (наприклад, 1 м). Це досягається програмною зміною кута оптичних осей розгортки для послідовного розширення радіусу кіл сканування з метою визначення зони початку уповільнення будь-яким ТЗ по смугам руху на підходах до перехрестя або зони кінця прискорення на виходах з перехрестя.

35 Оптичні фотоприймачі 2 (ФП<sub>i</sub>) 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.

40 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.

45 Як тільки радіус зовнішнього кола другого променя розгортки досягає зони впливу перехрестя на швидкість ТЗ, по відбитим сигналам проводиться пошук місця розташування і моменту часу початку уповільнення для ТЗ по окремим смугам на підходах до перехрестя та місця і моменту часу закінчення прискорення ТЗ, що по різних смугам 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.

50 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 смугам руху другорядної дороги у будь-яку мить часу.

55 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

$$a = \frac{V_2' - V_1'}{t} \quad (1)$$

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

Довжина  $l_{T3}$  цього ТЗ з урахуванням уповільнення (прискорення)

$$5 \quad a' = \frac{V_2'' - V_1''}{t_{T3}}, \quad (2)$$

де  $t_{T3}$  - час проїзду ТЗ відповідної лінії сканування (на виході другої з двох сусідніх смуг сканування), спочатку переднім, а потім заднім бампером, визначається як

$$l_{T3} = a' \cdot t_{T3}^2 \quad (3)$$

10 За значенням  $l_{T3}$  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).

15 Згідно із 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):

$$t_3^{ji} = t_p^{ji} - t_{\text{sv}}^{ji} \quad (4)$$

20 Момент і місце, з якого починається відлік 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.

25 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

$$t_{\text{sv}}^{ji} = l^{ji} \cdot V^{ji} \quad (5)$$

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

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

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

А середня затримка  $\overline{t_j}$  для  $j$ -тої смуги руху за час виміру  $T_B$  визначається

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

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

$$35 \quad \overline{t_{n\Sigma}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{t_j} \cdot n_{npj}}{\sum_{j=1}^m n_{npj}}, \quad (8)$$

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  $t_p^{ji}$  проїзду ТЗ) як головної, так і другорядної дороги;

$m$  - число смуг руху на підходах до перехрестя.

5 Фіксацію ТЗ, що перетнули точки початку і кінця виміру реального часу  $t_p^{ji}$  здійснюють по їх переднім бамперам, при цьому поступове покрокове сканування другим променем достатньо широкої зони з шагом 1 м дозволяє точно визначити тип ТЗ, їх кількість і послідовність у черзі перед стоп-лінією по кожній смузі руху другорядної дороги.

10 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.

15 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  $t_p^{ji}$  кожного ТЗ враховує індивідуальні психофізіологічні особливості кожного водія. Крім цього у ряді випадків відбувається розширення дистанції виміру у порівнянні з повною довжиною КЗ у прототипі, що також дає змогу підвищити точність виміру затримок.

20 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).

25 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.

30 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.

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

40 Скануючий блок 1 має у своєму складі лазерний випромінювач 3 вузькоспрямованого інфрачервоного променя і вузол розгортки 4, які формують двопроренеє конусне покрокове сканування зони перехрестя за допомогою двох дискретних сканісторів  $5_1$  і  $5_2$ , що забезпечують відхилення осей обох лазерних променів в інші необхідні положення по заданим програмам.

Обидва оптичні промені  $8_1$  та  $8_2$  формуються вузлом розгортки у одній площині зі зміщенням на півперіоду ( $180^\circ$ ), що дає змогу розпізнавати у реперній точці кожний з них і чітко виконувати окрему програму їх відхилення у задані положення.

45 Для першого лазерного променя  $8_1$  забезпечується конусне покрокове 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  $5_1$  по черзі на кожному періоді сканування.

50 Другий дискретний сканістор  $5_2$  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 обирати 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 відбитим сигналам проводиться пошук місця розташування і моменту часу початку уповільнення для ТЗ по окремим смугам 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. Все це контролюється програмою обчислювального пристрою 7, який видає сигнал на дискретний сканістор  $5_2$ , і той у найближчій реперній точці по сигналу з перетворювача  $6_0$  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 смугам руху 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 (ФП<sub>i</sub>) кожної смуги руху, як на входах, так і на виходах перехрестя.

Перетворювач 6 сигналу кожного ФП<sub>i</sub> 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.

Якщо в обчислювальній пристрій 7 закладається алгоритм, правила і константи, відповідні діапазнам 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.

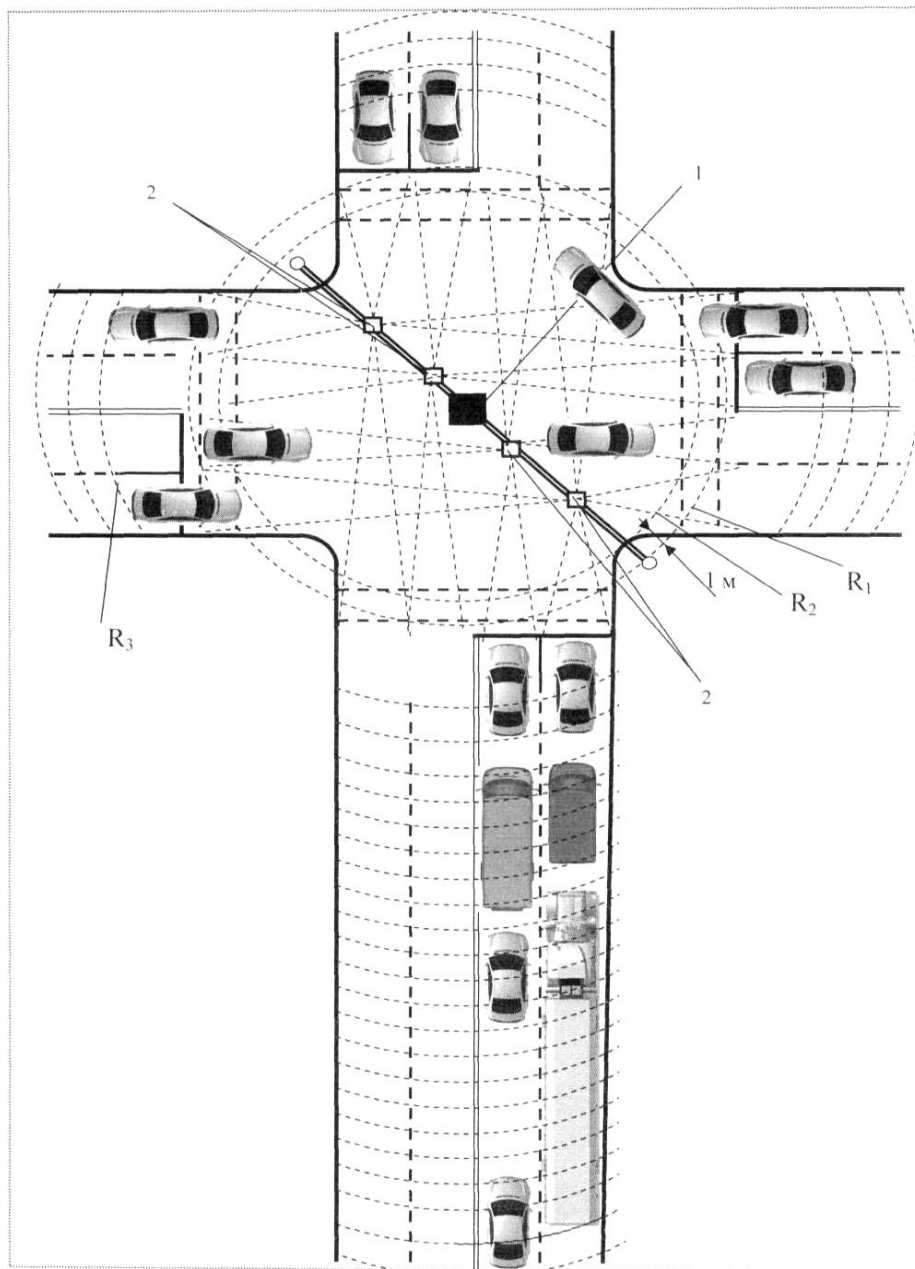
Перевагою запропонованого способу також є і те, що він дозволяє одночасно з затримками визначати ряд окремих параметрів руху ТП в зоні перехрестя: швидкості руху, прискорення і уповільнення ТЗ, їх довжину, інтервали руху, інтенсивності ТП по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу, причому здійснюється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

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

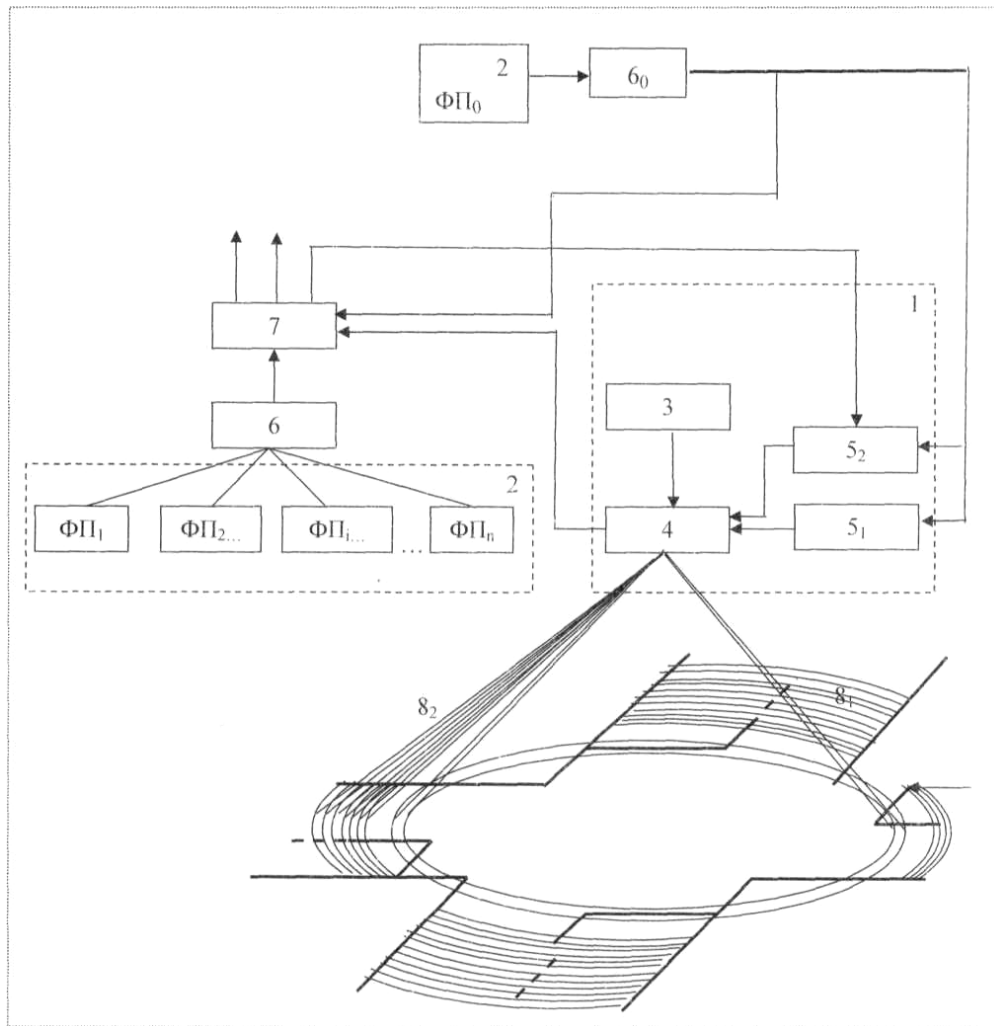
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення затримок на нерегульованому перехресті, що заснований на скануванні зони перехрестя одночасно двома оптичними променями лазерної розгортки з точки над його геометричним центром, причому другий промінь формується в одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіоду по колу розгортки, а кути похилу 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 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 загальна затримка транспортних засобів по кожній смузі другорядної дороги руху визначається як сума затримок транспортних засобів, що за обраний 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 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 шагу зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді до моменту, коли надійно визначаються зони початку

- уповільнення будь-якого транспортного засобу по смугам 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 відбувається повернення другого променя з
- 5 послідовним зменшенням радіусів сканування в зворотному напрямку на кожному періоді до внутрішнього початкового кола сканування та багаторазове повторення цього процесу 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
- 10 зони виміру, що визначаються 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 О. Рябко

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