



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **84752** (13) **U**  
(51) МПК (2013.01)  
**G08G 1/00**  
**B60W 40/105** (2012.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

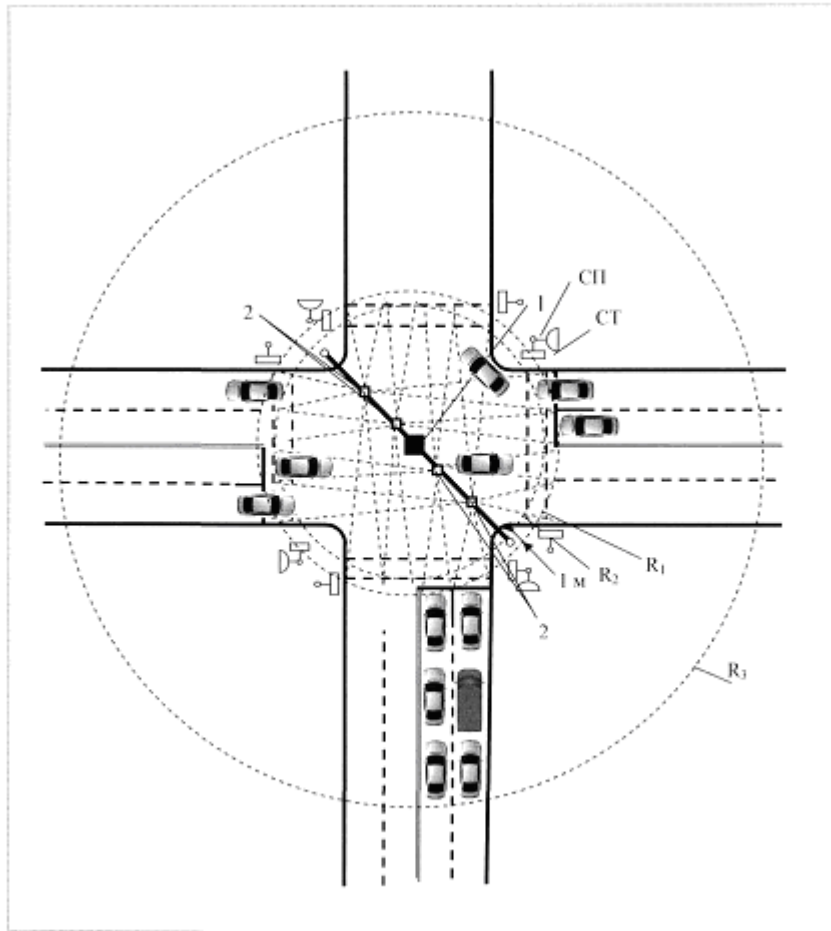
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2013 07016</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Денисенко Олег Васильович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>04.06.2013</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ,</b> вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), <b>Денисенко Олег Васильович,</b> пр. Московський, 202, кв. 21, м. Харків, 61082 (UA)
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.10.2013</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.10.2013, Бюл.№ 20</b>	

**(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАТРИМОК НА РЕГУЛЬОВАНОМУ ПЕРЕХРЕСТІ**

**(57)** Реферат:

Спосіб визначення транспортних затримок на регульованому перехресті оснований на конусному покроковому скануванні одночасно двома вузькоспрямованими лазерними променями інфрачервоного діапазону тимчасово всіх підходів і виходів перехрестя, що дає можливість сформулювати вхідні і вихідні межі контрольованої зони та забезпечити визначення комплексу параметрів транспортних потоків по кожній смузі руху в залежності від результатів сканування.

UA 84752 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використана при розробці агрегатної системи засобів управління ДР, 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, а також інтервалів рухів між ТЗ по кожній смугі регульованого перехрестя.

10 Відомий спосіб визначення транспортних затримок на регульованому перехресті, згідно з яким здійснюється фіксація транспортних засобів, що в'їжджають в контрольовану зону, розташовану перед "Стоп-лінією" регульованого перехрестя, із затримкою, рівною середньому часу проїзду транспортними засобами контрольованої зони, визначення поточної довжини черги ТЗ в контрольованій зоні, визначення сумарної за період вимірювання транспортної затримки шляхом періодичного з інтервалом часу підсумовування поточної довжини черги транспортних засобів в контрольованій зоні, визначення в кінці кожного періоду вимірювання середньої транспортної затримки, фіксації в'їжджаючих в контрольовану зону і виїжджаючих з неї ТЗ здійснюють по їх задніх бамперах, при цьому реальне число транспортних засобів в КЗ і сумарну транспортну затримку накопичують з високою частотою на кожному періоді сканування розгортаючого пристрою, при цьому середню транспортну затримку транспортних засобів по смугі і по перехрестю, в цілому, визначають по числу транспортних засобів, що реально виїхали з КЗ, за період вимірювань, а вхідні і вихідні межі контрольованої зони формують шляхом сканування розгортаючим пристроєм лазерного променя інфрачервоного діапазону одночасно по всіх входах перехрестя, що дає можливість забезпечити визначення середньої затримки транспортних засобів по всіх смугах і на перехресті в цілому за будь-який час вимірювання затримки (Опис до патенту на винахід UA 100660 C2 від 10.01.2013 р., бюл. № 1/2013).

25 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 регульованому перехресті, оскільки він не враховує затримки проїзду ТЗ зони самого перехрестя, які виникають у випадках поворотів ТЗ направо або наліво і з будь-яких причин (прямий зустрічний ТП для лівоповоротних потоків та пішохідний потік при повороті направо) затримуються у зоні перехрестя.

30 Низька точність визначення транспортної затримки обумовлена також тим, що затримка проїзду ТЗ контрольованої зони береться по середньому часу приїзду і не враховує тип та габарити кожного ТЗ.

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

40 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.

45 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 (R1) 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 (R2) на поверхні проїзної частини зменшується на задану величину (наприклад, на 1 м). Таким чином, блок сканування на кожному наступному періоді сканування змінює розгортку першого лазерного променя з одної оптичної осі на іншу та описує в зоні стоп-ліній на поверхні перехрестя два концентричні кола з різницею радіусів ( $R1-R2=1$  м) та формує вихідну межу КЗ.

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.

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.

5 Фіксацію ТЗ, що в'їжджають в КЗ і виїжджаючих з неї здійснюють по їх задніх бамперах, при цьому реальне число ТЗ в КЗ і сумарну транспортну затримку накопичують з високою частотою на кожному періоді сканування розгортуючого пристрою, при цьому середню транспортну затримку ТЗ по смузі і по перехрестю, в цілому, визначають по числу ТЗ, що реально виїхали з КЗ, за період вимірювань.

10 Фіксація ТЗ, що в'їжджають в КЗ регульованого перехрестя, здійснюється із затримкою, рівною середньому часу проїзду відповідного типу ТЗ, що стало можливим завдяки періодичному скануванню зі зміною оптичної осі лазерного променя в зоні стоп-лінії перехрестя. При цьому почергове з високою швидкістю зміни радіусів сканування (з R1 на R2 і навпаки) дозволяє точно визначити час переміщень ТЗ на дистанції (R1-R2) та швидкості їх руху в зоні "стоп-ліній", а потім послідовно довжину і тип ТЗ, напрямки і інтервали їх руху, а також довжину 15 черги ТЗ у КЗ по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу.

Це дозволяє підвищити точність визначення транспортних затримок за рахунок врахування середнього часу приїзду КЗ кожним конкретним типом ТЗ.

20 Згідно з запропонованим способом, сумарна транспортна затримка  $T_j$  перебування ТЗ у КЗ по кожній  $j$ -й смузі руху накопичується з кожним періодом  $\Delta t$  сканування і за час виміру  $T_B$  визначається як

$$T_j = \Delta t \cdot \sum_{i=1}^k n_{CT} - \sum_{l=1}^b n_l \cdot t_l, \quad (1)$$

де  $k$  - число періодів сканування за час виміру, рівне  $k = T_B / \Delta t$

$n_{CT}$  - довжина поточної черги ТЗ по  $j$ -й смузі руху;

$T_B$  - період визначення транспортної затримки (час виміру);

25  $t_l$  - середній час приїзду КЗ кожним конкретним  $l$ -м типом ТЗ, що за час виміру  $T_B$  повністю покинув КЗ.

Потім визначають транспортну затримку  $T_{\Pi j}$  проїзду кожним типом ТЗ зони самого перехрестя з  $j$ -ї смузі руху (від кола сканування з R1 на вході перехрестя до кола з R1 на його виході), як різницю між реальним часом проїзду  $t_p$  та середнім часом проїзду  $\bar{t}_{\Pi}$  зони перехрестя  $l$ -м типом ТЗ у заданому напрямку

$$T_{\Pi j} = \sum_{l=1}^b n_l \cdot (t_p - \bar{t}_{\Pi})_l \quad (2)$$

30 Якщо різниця  $(t_p - \bar{t}_{\Pi})_l \geq 0$  її враховують в загальній складовій  $T_{\Pi j}$ , в іншому випадку при  $(t_p - \bar{t}_{\Pi})_l \leq 0$  ця складова не враховується.

Реальний час проїзду зони перехрестя кожним ТЗ фіксується по моментах перетинання їх задніх бамперів вказаних меж зони перехрестя, причому визначається він з високою точністю з дискретністю періоду сканування одночасно по всіх смугах на підходах до перехрестя.

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

$$T_{\Sigma j} = T_j + T_{\Pi j} \quad (3)$$

А середня затримка  $\bar{t}_j$  для  $j$ -тої смуги руху за час виміру  $T_B$  або, наприклад, за кожний цикл світлофорного регулювання  $T_{\Pi}$  визначається

$$\bar{t}_j = \frac{T_{\Sigma j}}{n_{npj}} \quad (4)$$

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

$$\bar{t}_{n\Sigma} = \frac{\sum_{j=1}^m \bar{t}_j n_{npj}}{\sum_{j=1}^m n_{npj}} \quad (5)$$

де  $n_{npj}$  - число ТЗ, що повністю переїхали вихідну межу КЗ  $j$ -тої смуги руху за час  $T_3$ ;

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

Визначення поточної черги ТЗ по кожній смузі в КЗ здійснюється підсумовуванням числа ТЗ, що в'їжджають в КЗ, із затримкою, рівною середньому часу проїзду кожним конкретним видом транспорту КЗ і зменшенням отриманої суми на одиницю при виїзді ТЗ з КЗ цієї смуги. При цьому фіксація типу ТЗ здійснюється на виході з КЗ, а моменти входу в КЗ і виходу ТЗ з неї визначаються по їх задніх бамперах.

Такий підхід у визначенні транспортної затримки в зоні всього перехрестя (від входу в КЗ на підході до перехрестя R3 до одного з кіл розгортки R1 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.

Крім того, наявність подвійного сканування (R1, R2) на виході з перехрестя дає можливість визначити тип ТЗ на виході з перехрестя, а значить і напрямок його руху, і таким чином при відомих значеннях середнього часу проїзду різних типів ТЗ у різних напрямках точно врахувати їх затримки при перетині зони перехрестя. Все це дозволяє суттєво підвищити точність визначення транспортної затримки на регульованому перехресті.

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 дволучове конусне покрокове сканування зони перехрестя за допомогою оптичного відхиляючого пристрою 5 (дискретного сканістора). Зміна положень кутів розгортки променя 82 здійснюється в реперній точці по черзі на кожному періоді сканування.

Обидва оптичні промені  $\theta_1$  та  $\theta_2$  формуються вузлом розгортки у одній площині зі зміщенням на півперіоду ( $180^\circ$ ), що дає змогу фіксувати кожний з них у реперній точці і чітко розпізнавати відбиті від ТЗ сигнали на вході і виході КЗ.

Зміна і чергування кутів нахилу розгортки (з R1 на R2 або навпаки) необхідна для однозначного визначення положення ТЗ щодо кіл сканування, типу і напрямку руху ТЗ в КЗ і зоні перехрестя по кожній смузі руху.

Відбитий від ТЗ оптичний сигнал (при наявності ТЗ в зоні, що контролюється, даної  $i$ -ої смуги) вловлюється 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>  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 або за час циклу світлофорного регулювання, інформація про який може надходити в 6 з світлофорного об'єкта 9.

Якщо в обчислювальний пристрій закладаються алгоритм, правила і константи, відповідні діапазони зміни інтервалів руху різних типів ТЗ в КЗ і зоні перехрестя при всіляких змінах напрямків їх руху по смугах перехрестя, тоді з'являється можливість більш точного визначення транспортних затримок.

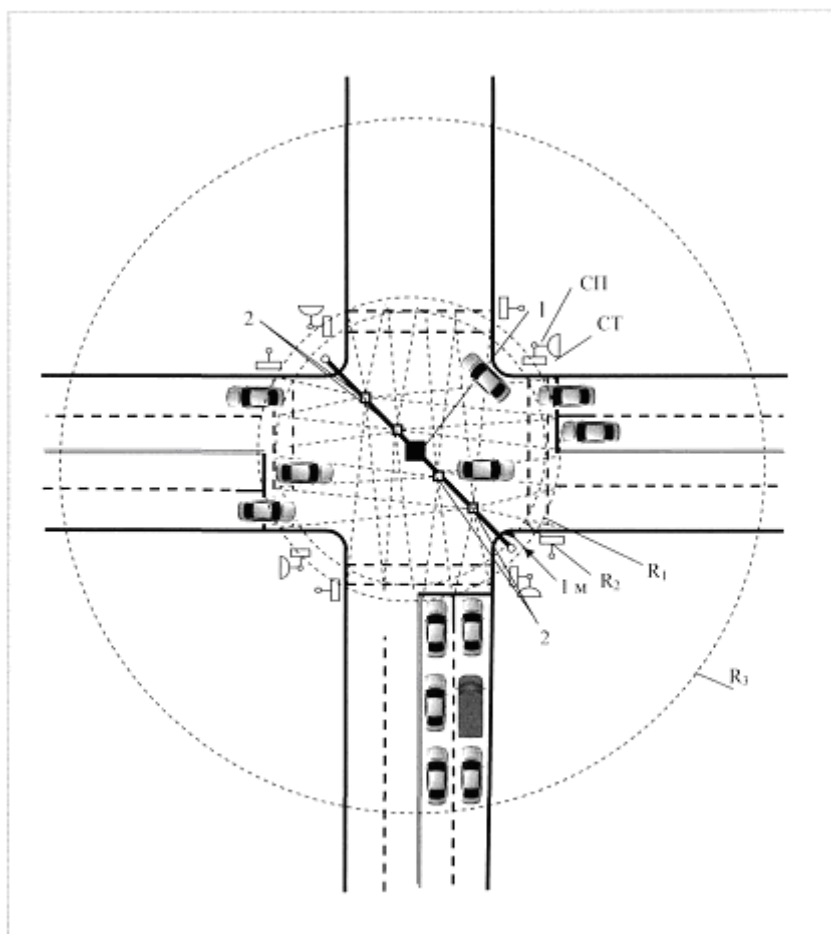
Перевагою запропонованого способу також є і те, що він дозволяє одночасно з затримками визначати ряд окремих параметрів руху ТП в зоні перехрестя: швидкості руху ТЗ, їх довжину, інтервали руху, інтенсивності ТП по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу, причому здійснюється це одним загальним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

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

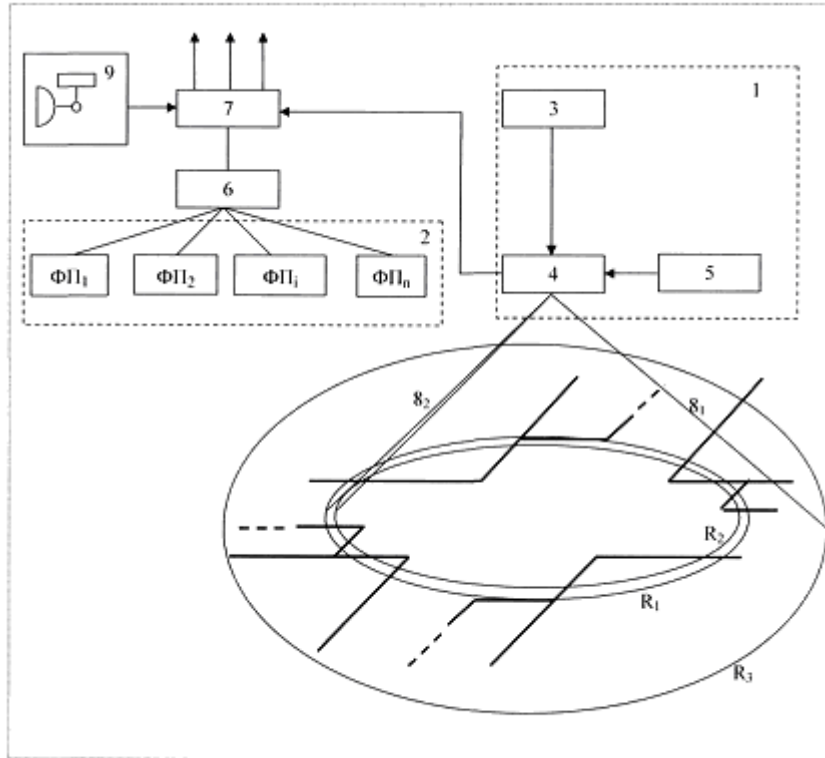
#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення транспортних затримок на регульованому перехресті, оснований на фіксації транспортних засобів, що в'їжджають у контрольовану зону і виїжджають з неї по їх задніх бамперах, із затримкою, рівною середньому часу проїзду транспортними засобами контрольованої зони, визначенні поточної довжини черги транспортних засобів в контрольованій зоні, визначенні сумарної за період вимірювання транспортної затримки в контрольованій зоні шляхом періодичного накопичування з високою частотою кожного періоду

сканування, визначенні в кінці кожного періоду вимірювання середньої транспортної затримки шляхом ділення сумарної транспортної затримки на сумарну кількість транспортних засобів, що виїжджають з контрольованої зони за період вимірювань, а формування вхідних і вихідних меж контрольованої зони здійснюється шляхом сканування гостроспрямованим лазерним променем зони перехрестя з точки над його геометричним центром конусним двопроменевим 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 другий промінь розгортки формував вхідну межу контрольованої зони, 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 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 і їх затримки в контрольованій зоні з урахуванням часу її проїзду кожним конкретним типом транспортного засобу, після чого визначають реальний час проїзду кожним транспортним засобом зони самого перехрестя за моментами перетину їх задніми бамперами спочатку кола сканування в області стоп-ліній на вході перехрестя, а потім цього ж кола на його виході і далі визначають транспортну затримку проїзду зони перехрестя як різницю між реальним часом проїзду цієї зони і середнім часом проїзду зони перехрестя кожним типом транспорту у заданому напрямку, при цьому загальна затримка транспортних засобів по кожній смузі руху за вибраний час виміру визначається як сума затримок транспортних засобів в контрольованій зоні та затримок цих транспортних засобів в зоні самого перехрестя, причому реальний час проїзду зони перехрестя визначається з високою точністю за періодом сканування одночасно по всіх смугах на підходах до перехрестя, що дає можливість подальшого визначення середньої затримки по всіх смугах і на перехресті в цілому за будь-який час виміру.



Фиг. 1



Фиг. 2