



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 92076

(13) U

(51) МПК

G08G 1/09 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 02621**

(22) Дата подання заявки: **17.03.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.07.2014**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.07.2014, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):

**Денисенко Олег Васильович (UA),  
Колій Олександр Сергійович (UA),  
Свічинський Станіслав Валерійович (UA)**

(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),  
Колій Олександр Сергійович,  
пров. 17 Партз'їзду, 2, кв. 2, м. Харків, 61115  
(UA),  
Свічинський Станіслав Валерійович,  
вул. Блюхера, 24-г, кв. 10, м. Харків, 61170  
(UA)**

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ ПРИБУТТЯ ТА ВІДПРАВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДО МІСЬКОГО ТРАНСПОРТНОГО РАЙОНУ

### (57) Реферат:

Спосіб визначення обсягів прибуття та відправлення транспортних засобів до міського транспортного району, включає сканування гостроспрямованим лазерним променем зони транспортного вузла в точці над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптична вісь одного з положень розгортки променя вибирається так, щоб він описував коло на проїжджій частині транспортного вузла в області стоп-ліній всіх його підходів, а друге положення розгортки відповідало відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїжджої частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміна положень розгортки здійснюється в реперній точці з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування, подальшому прийомі відображених оптичних сигналів фотоприймачами, перетворенні сигналів в імпульсно-числові коди, за якими визначаються швидкість, тип та час пересування транспортних засобів в зоні стоп-лінії, напрямки їх руху по смугах, кількість транспортних засобів і час їх перетинання зони стоп-ліній по всіх смугах руху упродовж певного періоду часу. Сканування також здійснюється по усіх перегонах на границях між сусідніми транспортними районами в поперечному перетині перегонів у двох паралельних площинах таким чином, що при зміні положення кута нахилу променя по чергово на кожному періоді сканування на поверхні дороги утворюються дві паралельні лінії з певною дистанцією між ними, після чого здійснюється прийом відображених оптичних сигналів фотоприймачами і наступне перетворення цих сигналів в імпульсно-числові коди, за якими визначаються швидкість, тип, напрямки їх руху, кількість транспортних засобів і час перетинання ними ліній сканування по всіх смугах руху упродовж певного періоду часу, визначення різниці між кількістю транспортних засобів з урахуванням їх типу, що проїхали границю даного транспортного району у розрізі перегону та кількістю і типом транспортних засобів, що перетнули вхід до транспортного вузла в зоні стоп-лінії, а також різниці між кількістю та типом транспортних

UA 92076 U

засобів, що виїхали з транспортного вузла по цьому перегону в напрямку сусіднього транспортного вузла, та кількістю і типом транспортних засобів, що зафіксовано на границі цього транспортного району, а загальне значення обсягів прибуття та відправлення транспортного району визначається як сума обсягів всіх частин перегонів, які примикають до цього транспортного вузла, причому враховуються тільки ті транспортні засоби, що за час виміру на цих перегонах повністю перетнули зони сканування обох лазерних променів.

Корисна модель належить до засобів транспортного планування міст і може бути використана при визначенні обсягів автомобілів по прибуттю та відправленню в транспортних районах (ТР) міста, що в подальшому дозволить визначити величину транспортних потоків між об'єктами транспортного тягіння (ОТТ) при розробці та оцінці змін у вулично-дорожніх мережах (ВДМ).

Цей спосіб може бути використаний для визначення обсягів відправлення (ОБ) та прибуття (ОП) транспортних засобів (ТЗ) по пунктах тягіння. Одночасно з цим визначаються основні параметри транспортних потоків (ТП): кількість та моменти проїзду ТЗ контрольованої зони та перехрестя (транспортного вузла ТВ) в цілому, швидкості, тип і напрямки руху ТЗ, їх інтенсивність руху по кожній смузі контрольованого ТВ за будь-який проміжок часу.

Відомі способи визначення кількості прибуваючих та виїжджаючих ТЗ з транспортних районів в більшості призводять до розбалансування ТП в вузлах, що пов'язано з неточними технічними засобами заміру та неврахуванням усіх параметрів ТП. При цьому замір параметрів ТП виконується на перехресті або на перегоні в різні проміжки часу, що підсилює розбалансування обсягів прибуття та відправлення автомобілів в ТВ. Одним з відомих способів вимірювання параметрів ТП є відеоспостереження, яке дозволяє аналізувати не тільки кількісні показники руху автомобілів, а й якісні.

Недоліком цього способу є необхідність використання певної кількості відеокамер для охоплення всіх підходів до ТВ міста, складна та тривала процедура обробки всього відеоматеріалу та його часова стиківка між собою, відсутність можливості оперативного використання цієї інформації у подальшому процесі керування ТП.

Відомий спосіб вимірювання параметрів ТП на багатосмугових дорогах і магістралях, згідно з яким здійснюється сканування гостронаправленим лазерним променем у площині поперечного перерізу багато-смугової дороги спеціальним дискретним сканером по програмі таким чином, щоб забезпечити відхилення променя лазерного випромінювання в необхідне число положень (за кількістю смуг руху) для визначення параметрів ТП по кожній смузі руху і по дорозі в цілому (Авторське свідоцтво СРСР № 492211 А1).

Недоліком цього способу і пристрою, що його реалізує, є низька точність визначення таких параметрів ТП, як швидкість і тип ТЗ через практично поперечний напрям сканування проїзної частини на багато-смуговій дорозі із застосуванням доплерівського способу визначенням швидкості ТЗ.

Крім того, даний спосіб і пристрій, що його реалізує, мають вузькі функціональні можливості, оскільки можуть бути використані для вимірювання зазначених параметрів ТП в обмеженій зоні дороги і не дозволяють забезпечити вимірювання повного комплексу параметрів ТП на такому елементі ВДМ, як перехрестя (ТВ).

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

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 почергова з високою швидкістю зміна радіусів сканування дозволяє точно визначити час переміщень ТЗ в КЗ, швидкості руху ТЗ в зоні "стоп-ліній", моменти проїзду ТЗ контрольованої зони та перехрестя в цілому, а також дозволяє послідовно визначити довжину і тип ТЗ, напрямки руху, інтервали та інтенсивність по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу (Опис до патенту на корисну модель LJA 71913 U від 25.07.2012 р., бюл. № 14/2012). Цей спосіб є найбільш близьким до способу, що заявляється, і тому обраний в якості найближчого аналога.

Недоліком цього способу є вузькі функціональні можливості, оскільки він не дозволяє одночасно визначити такі параметри, як обсяги прибуття та відправлення ТЗ до міського транспортного району. Це, у свою чергу, обмежує можливість визначити величину транспортних потоків між ОТГ та забезпечити ефективне управління рухом між ТВ міста.

В основу корисної моделі поставлено задачу розширення функціональних можливостей відомого способу та підвищення точності визначення ОБ та ОП ТЗ по ТР, що забезпечує можливість об'єктивного та раціонального збору інформації про обсяги прибуття та відправлення по всій транспортній мережі. При цьому можливо забезпечити чітке виконання

умов збалансованості прибуття та відправлення ТЗ, що дозволяє підвищити точність при одночасному визначенні комплексу параметрів за всіма підходами та виходами багатосмугових доріг на перехресті та перегонах: швидкості, типу і напрямків руху ТЗ, їх послідовності, інтервалів руху та інтенсивності ТП по кожній смузі.

5 Поставлена задача вирішується тим, що у запропонований спосіб покладено конусне покрокове сканування вузькоспрямованим лазерним променем інфрачервоного діапазону тимчасово всіх підходів і виходів ТВ та покрокове сканування вузькоспрямованим лазерним променем границь ТР по кожній з доріг, що ведуть до нього, що дає можливість забезпечити визначення комплексу вищезазначених параметрів ТП по кожній смузі руху в залежності від

10 результатів сканування.  
На Фіг. 1-3 представлені схеми, які розкривають основні відмінні особливості запропонованого способу і послідовність його дій.

Відповідно до запропонованого способу, розгортка лазерного променя у центрі ТВ здійснюється скануючим блоком 1 (Фіг. 2), який розташовується над перехрестям на спеціальному кронштейні в точці, що відповідає його геометричному центру. У скануючому блоці, залежно від висоти його розміщення, одну з оптичних осей розгортки підбирають так, щоб лазерний промінь описував конусну поверхню з колом на проїжджій частині перехрестя в області "стоп-ліній" всіх його підходів (Фіг. 1). До складу скануючого блока входить оптичний відхилюючий пристрій (дискретний сканістор), що забезпечує відхилення осі лазерного променя в необхідне друге положення, при якому радіус кола на поверхні проїжджої частини зменшується на задану величину (наприклад, на 1 м). Таким чином, скануючий блок на кожному наступному періоді скапування змінює розгортку з одної оптичної осі на іншу, описує в зоні перехрестя на його поверхні два концентричних кола з різницею радіусів ( $R_1 - R_2 = 1\text{м}$ ).

Оптичні фотоприймачі  $2_{\Gamma}$  (ФЦ) в процесі розгортки лазерного променя по одному з кіл 25 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 зміни радіусів сканування (з  $R_1$  на  $R_2$  і навпаки) дозволяє точно визначити час переміщення ТЗ на дистанції ( $R_1 - R_2$ ) і швидкості руху ТЗ в зоні "стоп-ліній". Швидкість переміщення ТЗ і час його фіксації на площині одного з конусів розгортки дозволяють послідовно визначити довжину і тип ТЗ, 30 напрямком, інтервали і інтенсивність руху по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу.

Збір інформації для визначення ОВ та ОП ТЗ здійснюється також на границях поділу сусідніх ТР на перегонах (дугах), які їх з'єднують у перерізах, що розділяють ці перегони на дві рівні частини (Фіг. 2).

Визначення параметрів ТП на перегонах між ТВ здійснюється покроковим скануванням 35 вузьконаправленим лазерним променем інфрачервоного діапазону всіх смуг руху, як по смугах на підходах до ТР, так і по смугах зворотного напрямку руху з його виходів. Це досягається за рахунок розташування над перегоном на спеціальному кронштейні в заданому розрізі скануючого блока та фотоприймачів таким чином, що при зміні положення кута нахилу променя у поперечному розрізі дороги на її поверхні утворюються дві паралельні лінії з дистанцією між ними в 1 м (Фіг. 3).

Аналогічно тому, як це відбувається при скануванні перехрестя, дискретний сканістор на кожному періоді сканування в реперній точці змінює положення осі променя і забезпечує можливість послідовного виміру на границі ТР таких параметрів, як швидкість переміщення ТЗ і час його фіксації в площині однієї з ліній розгортки, довжину і тип ТЗ, напрямком руху, інтервали і 45 інтенсивність по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу. При цьому фіксація кількості ТЗ на границі ТР та у ТВ відбувається тільки для тих ТЗ, що за час виміру повністю перетнули обидві лінії сканування.

Для визначення обсягів прибуття та відправлення конкретного і-го ТР одночасно заміряють тип та кількість ТЗ ( $N_{i-\tau}, N_{i-j}, N_{i-\mu}, N_{i-\lambda}$ ), які залишають цей ТВ, і які в'їжджають до нього 50 ( $F_{\tau-i}, F_{j-i}, F_{\mu-i}, F_{\lambda-i}$ ) у всіх можливих  $k$ -напрямах ( $k = \tau, j, \mu, \lambda$ ), а також тип та кількість ТЗ ( $Y_{i-\tau}, Y_{i-j}, Y_{i-\mu}, Y_{i-\lambda}, Y_{\tau-i}, Y_{j-i}, Y_{\mu-i}, Y_{\lambda-i}$ ), що рухаються у різних напрямках та фіксуються на границях цього ТР з сусідніми ТР (у розрізах всіх перегонів, що скануються) за певний визначений час виміру.

Потім за цей же час визначають різницю  $Y_{k-i} - F_{k-i}$  між кількістю ТЗ  $Y_{k-i}$  з урахуванням їх 55 типу, що проїхали границю  $j$ -го ТР у розрізі  $k$ -го перегону та кількістю і типом ТЗ  $F_{k-i}$ , що перетнули вхід до ТВ в зоні стоп-лінії, а також різницю  $N_{i-k} - Y_{i-k}$  між кількістю  $N_{i-k}$  та типом ТЗ, що виїхали з перехрестя по цьому перегону в напрямку  $k$ -го ТВ, та кількістю  $Y_{i-k}$  та типом

ТЗ, що зафіксовано на границі  $i$ -го з  $k$ -м ТР. При цьому різниця  $N_{i-k} - Y_{i-k}$  та  $Y_{k-i} - F_{k-i}$  може приймати як додатне, так й від'ємне значення, що визначає обсяги прибуття НР або відправлення НО. Якщо кількість ТЗ  $Y_{i-k}$  менша ніж кількість  $N_{i-k}$ , це означає, що деяка кількість ТЗ або зупинилося на перегоні в зоні  $i$ -го ТР, або в'їхала на територію цього ТР для паркування по міжквартальних та інших невеликих вулицях, що примикають до цього перегону. Якщо кількість ТЗ  $Y_{i-k}$  більша, ніж кількість  $N_{i-k}$ , це означає, що деяка кількість ТЗ відправились з цієї частини перегону або виїхала на цей перегін за час виміру з інших примикань

$$HP_{ik} = N_{i-k} - Y_{i-k}, \text{ при } N_{i-k} - Y_{i-k} > 0;$$

$$HO_{ik} = N_{i-k} - Y_{i-k}, \text{ при } N_{i-k} - Y_{i-k} < 0.$$

Аналогічним чином обсяги прибуття  $HP_i$  та відправлення  $HO_i$  ТЗ для зворотного напрямку руху

$$HP_{ik} = N_{k-i} - F_{k-i}, \text{ при } Y_{k-i} - F_{k-i} > 0;$$

$$HO_{ik} = Y_{k-i} - F_{k-i}, \text{ при } Y_{k-i} - F_{k-i} < 0.$$

Загальні значення  $O_i$  та  $OB$  для  $i$ -го ТР визначаються як сума обсягів по всіх частинах перегонів, які примикають до цього вузла (Фіг. 3)

$$HP_i = \sum_{k=1}^m HP_{ik}, \quad HO_i = \sum_{k=1}^m HO_{ik}.$$

Запропонований спосіб дає можливість по різниці між окремими видами ТЗ чітко визначити типи ТЗ в загальному ОП та ОБ за окремими смугами для різних напрямків руху. Фіксація часу перетину ліній сканування кожним окремим ТЗ та інформація про їх швидкість та тип дає змогу уникнути компенсації між ОП та ОБ по окремих перегонах в середині ТР.

Кінцеві значення ОП та ОБ визначаються за умови, що кількість ТЗ на перегонах між границею ТР і ТВ на момент початку та на момент закінчення виміру приблизно однакові і в розрахунках не враховуються, хоча сам спосіб має принципову можливість по інформації фіксації часу перетину ліній сканування ТЗ врахувати кількість та тип ТЗ, які у момент початку та закінчення виміру знаходились на перегонах в межах  $i$ -го ТР та перетнули зону сканування лише одного лазерного променя.

На Фіг. 4 представлена структурна схема пристрою, що розкриває основні відмінні риси запропонованого способу.

Скануючий блок  $1_n$  має у своєму складі лазерний випромінювач 3 вузько-спрямованого інфрачервоного променя і вузол розгортки 4, які формують конусне покровоке сканування ТВ (зони перехрестя Фіг. 2) за допомогою оптичного відхиляючого пристрою 5 (дискретного сканістора), що змінює положення кутів розгортки променя, яке здійснюється в реперній точці по черзі на кожному періоді сканування.

Аналогічний устрій мають і скануючі блоки  $1_{1...1_k}$ , що розташовуються на границях ТР по всіх  $k$  перегонах між сусідніми ТВ, але сканування здійснюється у двох паралельних площинах таким чином, що при зміні положення кута нахилу променя у поперечному розрізі дороги на її поверхні утворюються дві паралельні лінії з дистанцією між ними в 1 м (Фіг. 3).

Зміна і чергування кутів нахилу розгортки необхідні для однозначного визначення положення ТЗ щодо кіл або ліній сканування на кожному періоді розгортки і визначення швидкості, типу, часу перетину ліній сканування кожним окремим ТЗ та напрямку руху ТЗ по кожній смузі.

Для цього фотоприймачі  $2_n, 2_{1...2_k}$  (ФП<sub>0</sub>) реперного сигналу відповідного з блоків сканування  $1_n, 1_{1...1_k}$  у моменти проходження променів реперних точок видають сигнали на входи перетворювача  $6_0$  реперного сигналу та на входи відповідних дискретних сканісторів 5, які сигналами зі своїх виходів діють на вузли розгортки 4 та змінюють кути нахилу променів при переході реперної точки.

Відбитий від ТЗ оптичний сигнал (при наявності ТЗ в зоні, що сканується) вловлюється відповідними фотоприймачами  $2_n$  (ФП<sub>1...ФП<sub>g</sub></sub>) кожної смуги руху як на входах, так і на виходах ТВ, а також фотоприймачами  $2_{1...2_k}$  (ФП<sub>1...ФП<sub>f</sub></sub>), що розташовуються на границях ТР по всіх  $k$  перегонах і смугах руху.

Перетворювачі  $6_n$ ,  $6_1...6_k$  сигналів фотоприймачів  $2_n$ ,  $2_1...2_k$  відповідних смуг руху перетворюють їх в імпульсно-цифрові коди, які вводяться в обчислювальний пристрій 7, де далі визначаються всі перелічені вище параметри за будь-який визначений проміжок часу виміру.

Сигнали з виходів відповідних блоків сканування  $1_n$ ,  $1_1...1_k$  та перетворювача  $6_0$  фотоприймачів  $2_n$ ,  $2_1...2_k$  (ФП<sub>0</sub>) реперного сигналу подаються на відповідні входи обчислювального пристрою 7 для чіткого визначення положення кожного променя за смугами руху відносно реперної точки.

Внаслідок того, що в обчислювальний пристрій закладається алгоритм, правила і константи, відповідні діапазони зміни інтервалів руху без затримки різних типів ТЗ між границями ТР і ТВ, а також в зоні самого перехрестя при всіляких змінах напрямків їх руху по смугах перехрестя, з'являється можливість більш точного визначення ОП та ОВ по усіх напрямках руху і ТР в цілому.

Таким чином, запропонований спосіб дає можливість одержання найбільш повного і точного комплексу інформації про НР і НО в ТР, що виключає можливість розбалансування ТП в ТВ. Також перевагою запропонованого способу є те, що він дає змогу при фіксації значних НР за малий час визначити заторовий або передзаторовий стан на окремих підходах до ТВ, а його реалізацію можна здійснити з залученням набагато меншої кількості пристроїв заміру характеристик ТП, які розташовані в зоні контрольованих об'єктів.

Вищезазначений спосіб дозволяє визначити повний комплекс параметрів ТП між ОТТ та більш ефективно забезпечити використання можливостей ВДМ при необхідності оперативного перерозподілу ТП та при плануванні заходів по маршрутній мережі міста.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення обсягів прибуття та відправлення транспортних засобів до міського транспортного району, що оснований на скануванні гостроспрямованим лазерним променем зони транспортного вузла в точці над його геометричним центром конусним видом розгортки, причому оптична вісь одного з положень розгортки променя вибирається так, щоб він описував коло на проїжджій частині транспортного вузла в області стоп-ліній всіх його підходів, а друге положення розгортки відповідало відхиленню лазерного променя, при якому радіус другого концентричного кола на поверхні проїжджої частини зменшується на певну задану величину, при цьому зміна положень розгортки здійснюється в реперній точці з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування, подальшому прийомі відображених оптичних сигналів фотоприймачами і наступному перетворенні цих сигналів в імпульсно-числові коди, за якими визначаються швидкість, тип та час пересування транспортних засобів в зоні стоп-лінії, напрямки їх руху по смугах, кількість транспортних засобів і час їх перетинання зони стоп-лінії по всіх смугах руху упродовж певного періоду часу, який **відрізняється** тим, що сканування також здійснюється по усіх перегонах на границях між сусідніми транспортними районами в поперечному перетині перегонів у двох паралельних площинах таким чином, що при зміні положення кута нахилу променя по чергово на кожному періоді сканування на поверхні дороги утворюються дві паралельні лінії з певною дистанцією між ними, після чого здійснюється прийом відображених оптичних сигналів фотоприймачами і наступне перетворення цих сигналів в імпульсно-числові коди, за якими визначаються швидкість, тип, напрямки їх руху, кількість транспортних засобів і час перетинання ними ліній сканування по всіх смугах руху упродовж певного періоду часу, визначення різниці між кількістю транспортних засобів з урахуванням їх типу, що проїхали границю даного транспортного району у розрізі перегону та кількістю і типом транспортних засобів, що перетнули вхід до транспортного вузла в зоні стоп-лінії, а також різниці між кількістю та типом транспортних засобів, що виїхали з транспортного вузла по цьому перегону в напрямку сусіднього транспортного вузла, та кількістю і типом транспортних засобів, що зафіксовано на границі цього транспортного району, а загальне значення обсягів прибуття та відправлення транспортного району визначається як сума обсягів всіх частин перегонів, які примикають до цього транспортного вузла, причому враховуються тільки ті транспортні засоби, що за час виміру на цих перегонах повністю перетнули зони сканування обох лазерних променів.

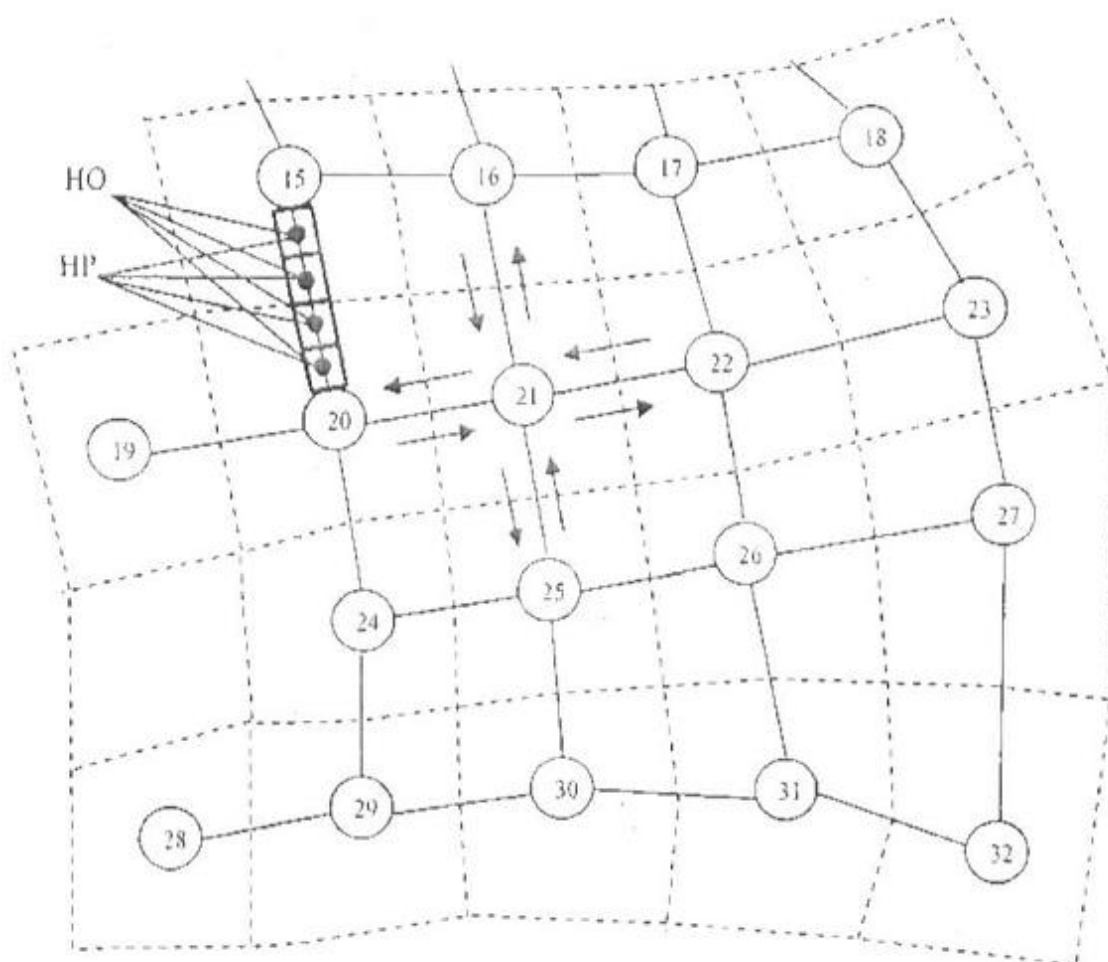
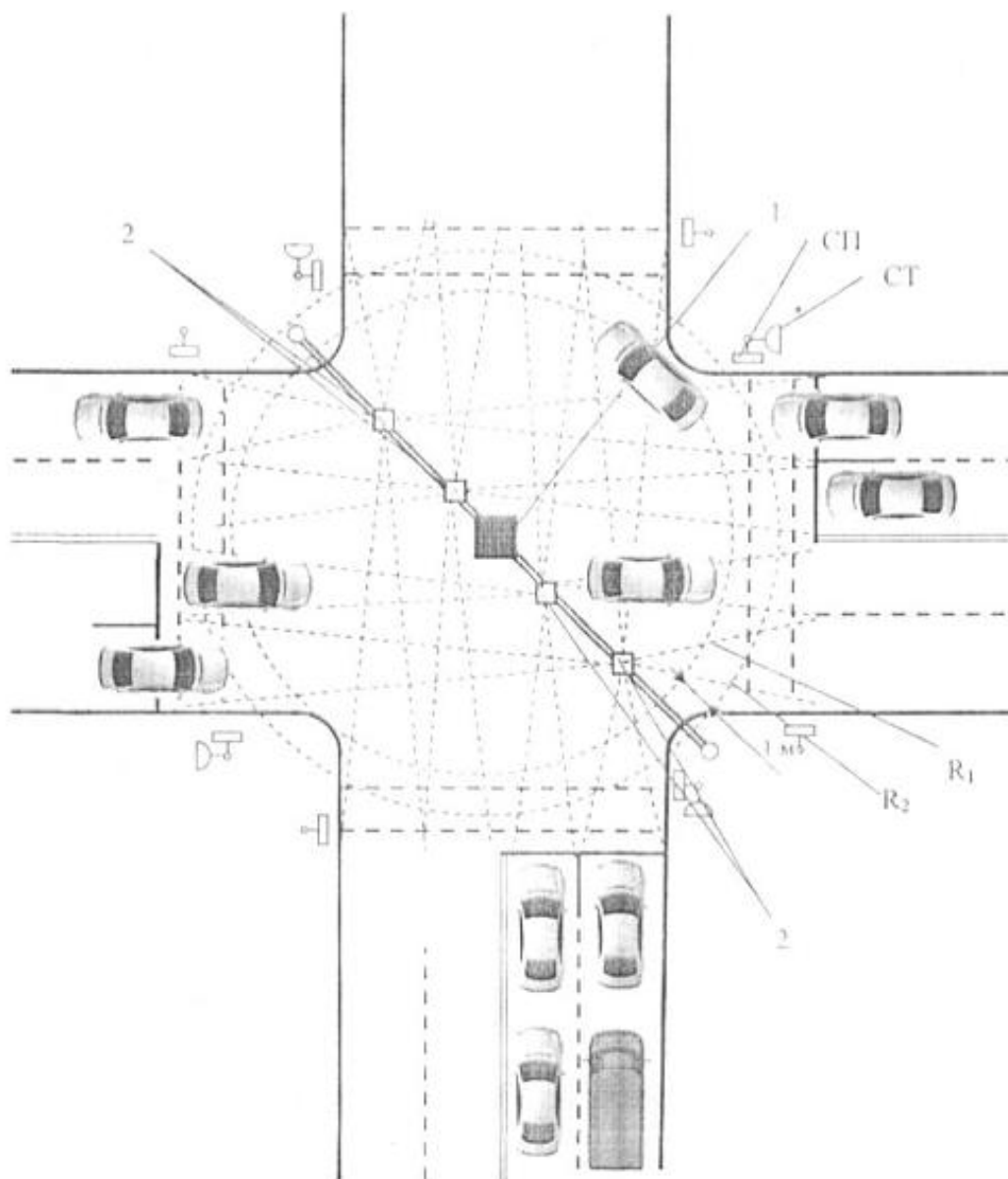


Fig. 1



Фиг. 2



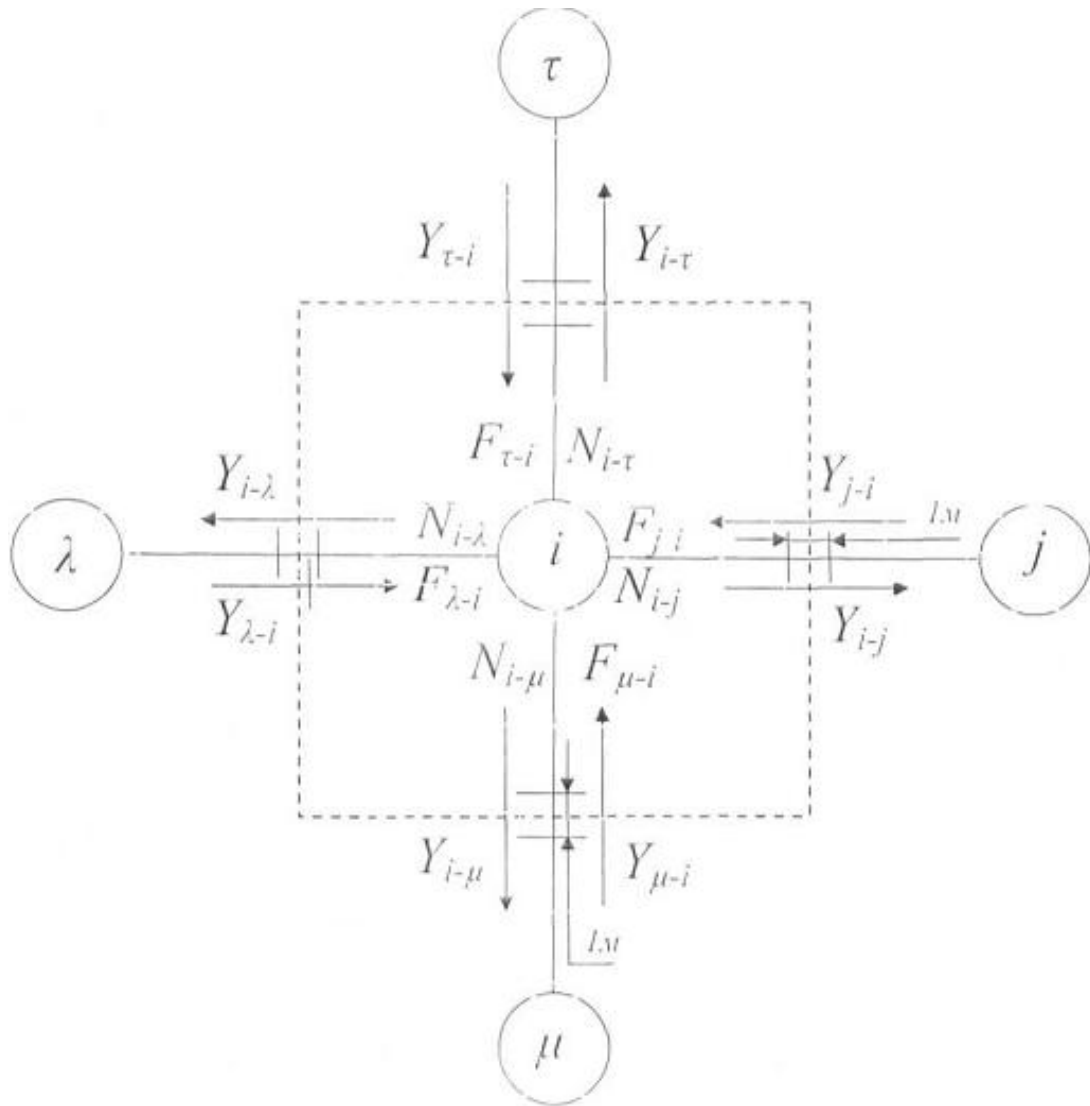
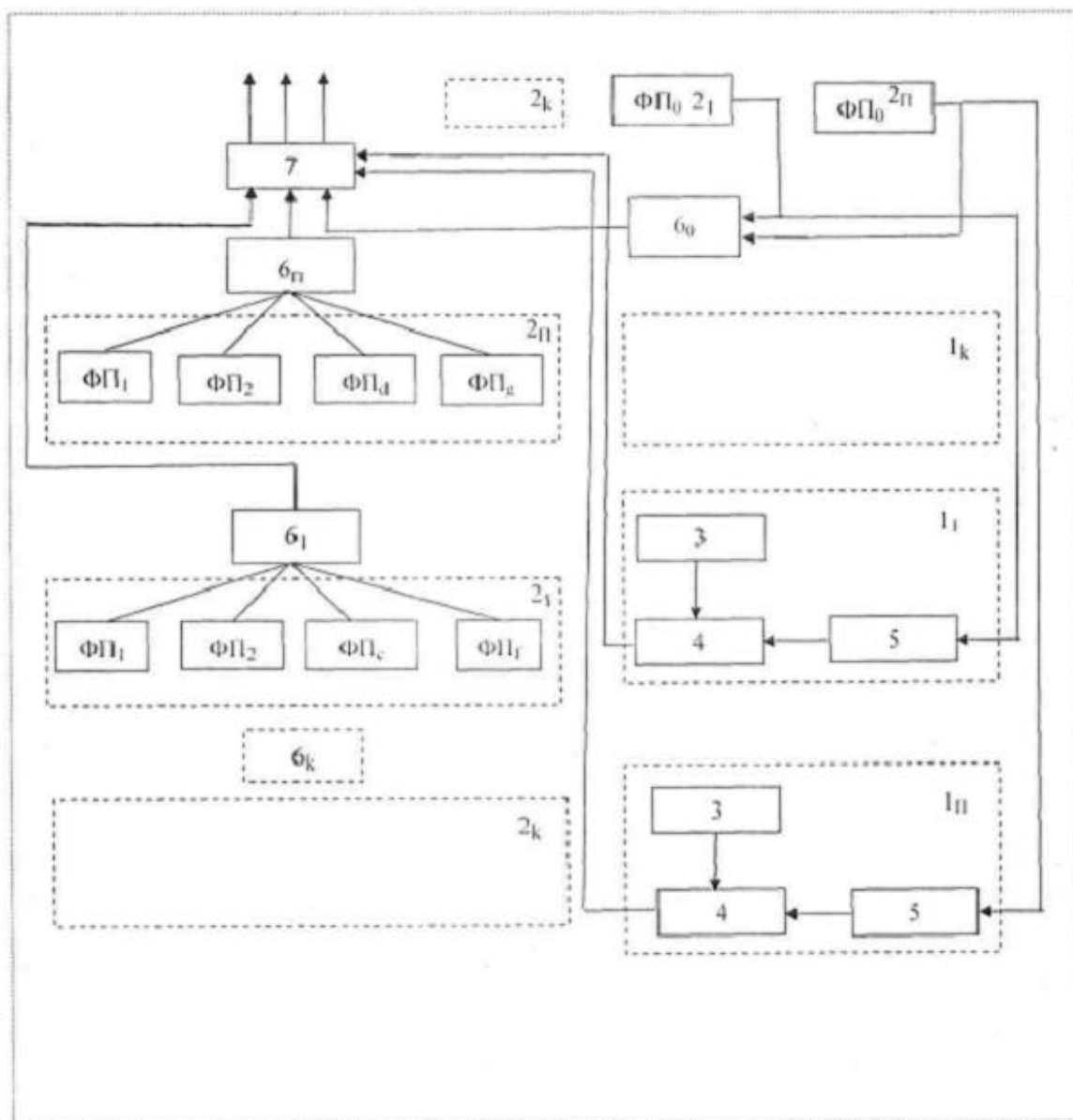


Fig. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601