



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **88669**

(13) **U**

(51) МПК

**G08G 1/09** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 12588**

(22) Дата подання заявки: **28.10.2013**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.03.2014**

(46) Публікація відомостей **25.03.2014, Бюл.№ 6**  
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

**Денисенко Олег Васильович (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)

## (54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ РЕГУЛЬОВАНОГО ПЕРЕХРЕСТЯ

(57) Реферат:

Спосіб визначення фазових коефіцієнтів регульованого перехрестя включає сканування двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя, що дає можливість сформувати вхідні і вихідні межі контрольованої зони та забезпечити визначення вищевказаних параметрів транспортних потоків по кожній смузі руху в залежності від результату сканування.

**UA 88669 U**



Корисна модель належить до систем регулювання дорожнього руху (ДР) і може бути використана при розробці агрегатної системи засобів управління ДР, при розробці АСУ-ДР, в системах інформаційного забезпечення завантаження перехресть ВДМ, а також для підвищення ефективності управління рухом транспорту на регульованих перехрестях.

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 смузі за будь-який проміжок часу, інтервалів рухів між ТЗ, а також потоків насичення по кожній смузі регульованого перехрестя.

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, 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 з високою швидкістю по черзі через кожен період сканування.

Другий промінь розгортки формується у одній площині з першим, але зі зміщенням на півперіоду по колу розгортки, яку здійснюють, починаючи з зовнішнього кола для першого променя і поступово покроково розширюють коло сканування з заданою величиною шагу зміною положень кутів розгортки в реперній точці на кожному періоді до моменту, коли надійно визначиться кінець найбільшої за протяжністю черги ТЗ по смугах на підходах до перехрестя, на які у даний час діє сигнал світлофору, що забороняє рух, і потім відбувається повернення цього променя в початкове положення та багаторазове повторення цього процесу для визначення кількості ТЗ у черзі по кожній смузі руху на момент зміни сигналу на зелений або на момент початку руху ТЗ. Оптичні сигнали, відбиті від транспортних засобів на підходах та виходах перехрестя приймаються відповідними фотоприймачами і перетворюються в імпульсно-числовий код, за яким обчислюються швидкість і тип ТЗ, інтенсивність і інтервали між ТЗ, 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 потоків насичення по всіх смугах руху упродовж одного циклу регулювання.

(Патент № 84483 від 25.10.2013р). Цей спосіб є найбільш близьким до способу, що заявляється, і тому обраний як найближчий аналог.

Недоліком цього способу є вузькі функціональні можливості, оскільки він не дозволяє одночасно визначити такий важливий параметр ТП, як фазові коефіцієнти (ФК) по напрямкам або по смугам руху та низька точність визначення типу, складу і довжини черги транспортних засобів у контрольованій зоні. Це, у свою чергу, обмежує можливість визначення у реальному масштабі часу оптимальних параметрів циклу світлофорного регулювання та знижує ефективність управління рухом транспорту на регульованих перехрестях.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення функціональних можливостей при одночасному визначенні комплексу параметрів за всіма підходами та виходами багатосмугових доріг на регульованому 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 смузі руху в залежності від результатів сканування.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на фіг. 1 представлена схема, яка розкриває основні відмінні особливості запропонованого способу і послідовність його дій.

Відповідно до запропонованого способу, розгортку лазерного променя здійснюють скануючим блоком 1, який розташовують 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 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  $180^\circ$  по колу розгортки (див. фіг. 2) і формує вхідну межу КЗ.

Цей промінь, як і перший, за допомогою відповідного дискретного сканістора  $5_2$  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 різницею радіусів  $R_3 - R_4 = 1$  м.

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

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. Радіус  $R_3$ , що формує вхідну межу КЗ, бажано вибирати за такої умови, щоб він перевищував найбільш можливу чергу ТЗ, яка може збиратися по одній із смуг руху на сигнал світлофору, що забороняє дорожній рух.

Наявність подвійного сканування на вході ( $R_3$ ,  $R_4$ ) КЗ дає можливість більш точно визначити тип ТЗ, склад ТП та кількість ТЗ  $m_1$  у черзі по кожній  $j$ -й смузі руху на підходах до перехрестя на момент зміни сигналу світлофору на зелений або на момент початку руху перших у черзі ТЗ.

Інформація про довжину, тип та час пересування ТЗ в зоні "стоп-ліній" дозволяє послідовно визначити реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобілю  $K_{\text{ПР}i}$  як

відношення величини середнього значення часового інтервалу  $\bar{t}_{\text{в}i}$  проїзду КЗ конкретним типом ТЗ до величини середнього значення часового інтервалу  $\bar{t}_{\text{л}i}$  проїзду цієї зони легковим автомобілем:

$$K_{\text{ПР}i} = \bar{t}_{\text{в}i} / \bar{t}_{\text{л}i}, \quad (1)$$

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:

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

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.

Все це істотно розширює функціональні можливості способу та підвищує точність при визначенні оптимальних параметрів поточних значень елементів світлофорного циклу.

Потім, за результатами сканування виходу КЗ першим променем, визначають час проходження  $T_j$  цих черг, що здійснюють роз'їзд ТЗ на "зелений" сигнал світлофору, а значення потоку насичення  $M_{\text{Н}j}$  по кожній смузі розраховують за формулою:

$$M_{\text{Н}j} = \frac{3600 \cdot m_j}{T_j}, \quad (3)$$

де  $m_j$  - число приведених транспортних одиниць у черзі, що проходить через стоп-лінію за час  $T_j$ ;

$j$  - номер смуги руху (напряму руху).

Для визначення часу  $T$  пропонується у якості початкового моменту використовувати не момент включення зеленого сигналу, а момент перетинання стоп-лінії переднім бампером першого в черзі ТЗ (але, якщо ТЗ вже перетнув або стоїть на стоп-лінії, то момент початку його руху). Як кінцевий момент при визначенні значення  $T$  пропонується брати момент проходження над стоп-лінією заднього бампера останнього в черзі ТЗ. Такий підхід дозволяє вилучити зі значення  $T$  величину додаткового часу, необхідного для реакції водія на зміну світлофорного

сигналу, а також уникнути помилки, що може бути викликана неповним урахуванням довжини останнього в черзі ТЗ.

Сканування виходу КЗ першим променем дає змогу одночасно визначити інтенсивність руху ТЗ у приведених одиницях (пр. од./год.) по кожній j-й смузі руху у продовж часу циклу  $T_{\text{ц}}$  світлофорного регулювання

$$N_j = \frac{3600 \cdot m_j}{T_{\text{ц}}} \quad (4)$$

Далі визначають ФК для кожної смуги руху у даній фазі світлофорного регулювання як відношення

$$Y_{jk} = \frac{N_{jk}}{M_{Hjk}} = \frac{T_j}{T_{\text{ц}}}, \quad (5)$$

де  $Y_{jk}$  - фазовий коефіцієнт j-ї смуги руху у k-й фазі регулювання.

За розрахунковий (що визначає тривалість основного k-го такту) приймають найбільший по значенню ФК  $Y_{jk}$  у даній k-й фазі регулювання. Менші значення  $Y_{jk}$  можуть бути використані в подальшому для визначення мінімально необхідної тривалості основного такту.

Визначення довжини черги, реального на даний момент часу складу ТЗ в ній та значення реального ПН та інтенсивності по кожній смузі руху в протяз часу дії світлофорного циклу дає можливість одержання найбільш повного комплексу інформації для контролю і подальшого оперативного (в реальному масштабі часу) управління рухом на перехресті при визначенні оптимальних поточних значень елементів світлофорного циклу.

Оперативне визначення часу проїзду через стоп-лінію черги ТЗ по кожній смузі дає можливість керувати тривалістю основного такту у випадку відсутності на підходах до перехрестя ТЗ при дії зеленого сигналу світлофору (дострокове призупинення дії такту).

Це суттєво може підвищити ефективність світлофорного керування і розширює функціональні можливості існуючого способу.

Представлена спрощена структурна схема пристрою (фіг. 2) 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 покровове сканування зони перехрестя за допомогою оптичних відхиляючих пристроїв 5<sub>1</sub> та 5<sub>2</sub> (дискретних сканісторів). Зміна положень кутів розгортки променів 8<sub>1</sub> та 8<sub>2</sub> здійснюється в реперній точці по черзі на кожному періоді сканування сигналом, що поступає з вузла розгортки 4 на входи дискретних сканісторів 5<sub>1</sub> та 5<sub>2</sub>.

Обидва оптичні промені 8<sub>1</sub> та 8<sub>2</sub> формуються вузлом розгортки у одній площині зі зміщенням на півперіоду (180°), що дає змогу фіксувати кожний з них у реперній точці і чітко розпізнавати відбиті від ТЗ сигнали на вході і виході з КЗ та перехрестя в цілому.

Зміна і чергування кутів нахилу розгортки (з R1 на R2 та з R3 на R4 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.

Оптичні фотоприймачі 2 (ФП<sub>i</sub>) в процесі розгортки другого лазерного променя 8<sub>2</sub> по одному з кіл послідовно сприймають сигнали, відбиті від ТЗ, що рухаються по різних смугах руху на підходах до перехрестя. При цьому, почергова з високою швидкістю зміни радіусів сканування (з R3 на R4 і назад) дозволяє точно визначити час переміщення ТЗ на дистанції (R3-R4), швидкість та тип ТЗ, що в'їжджають в КЗ по кожній смузі руху. В процесі розгортки першого 8<sub>1</sub> лазерного променя на дистанції (R1-R2) послідовно визначають швидкість, довжину і тип ТЗ,

напрямки їх руху, коефіцієнти приведення ТЗ до легкового автомобіля, число  $m_j$  приведених транспортних одиниць у кожній черзі, інтервали та інтенсивності по кожній смузі за будь-яке фіксоване значення часу.

Фотоприймачі 2, направлені на вхідні смуги руху, сприймають послідовно відбиті сигнали як першого 8<sub>1</sub>, так і другого 8<sub>2</sub> лазерних променів з часовою затримкою на півперіоду сканування, що дає можливість окремого розпізнавання сигналів різних променів.

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 (за час тривалості основного такту або циклу світлофорного регулювання). Для цього сигнали зміни елементів циклу світлофорного

регулювання з виходу світлофорного об'єкту 9 подаються на відповідний вхід обчислювального пристрою 7.

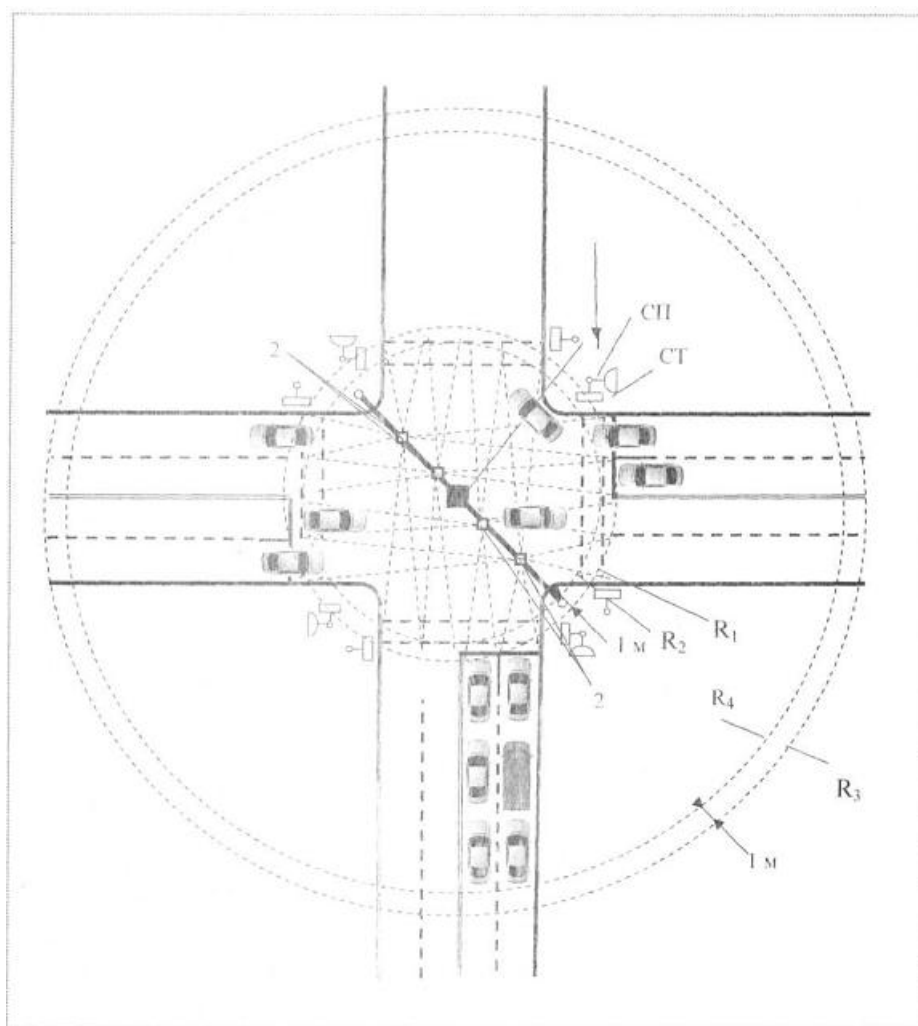
5 Якщо в обчислювальний пристрій 7 закладається алгоритм, правила і константи, відповідні діапазонам тимчасових інтервалів руху ТЗ у зоні перехрестя, при всіляких змінах напрямків їх руху по смугах, зберігається інформація про коефіцієнти приведення, склад ТЗ та поточні значення черг по смугах руху, тоді з'являється можливість визначення не тільки усіх перелічених вище параметрів, але і картограм інтенсивностей ТП у фізичних або приведених одиницях, потоків насичення та ФК по окремим смугам руху у реальному масштабі часу.

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

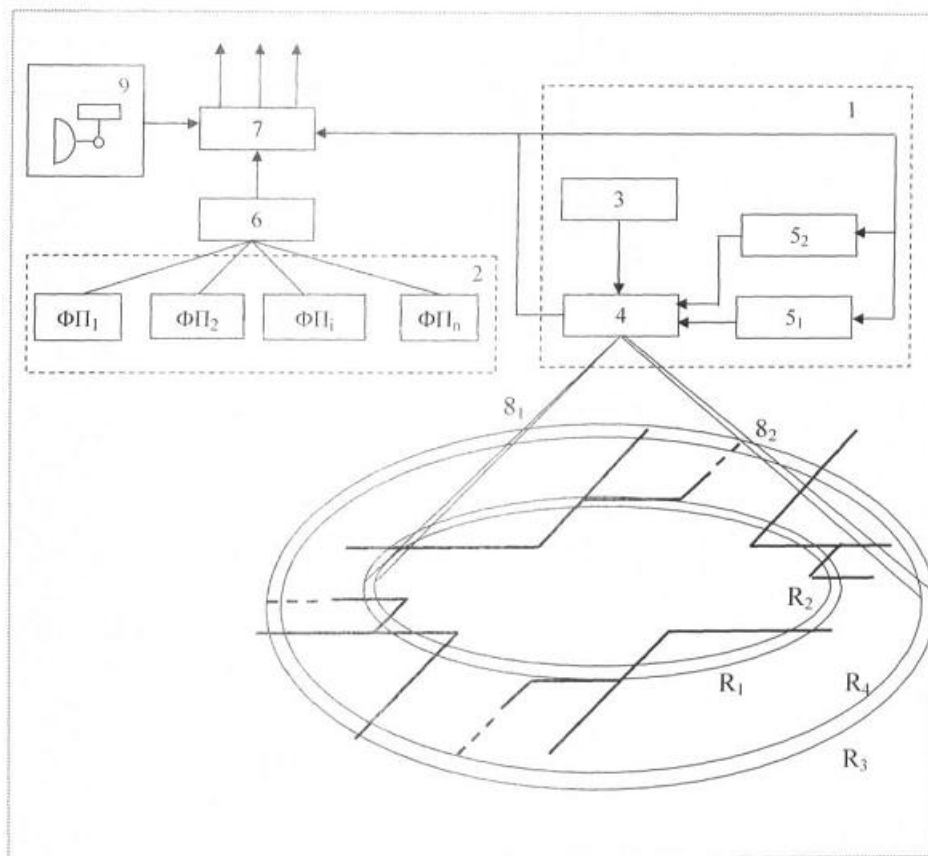
Перевагою запропонованого способу також є те, що його реалізацію можна здійснити одним пристроєм, розташованим в зоні перехрестя, що контролюється.

## 15 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб визначення фазових коефіцієнтів регульованого перехрестя, що включає сканування двома гостроспрямованими лазерними променями зони перехрестя в точці 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 півперіоду по колу розгортки, подальшому прийомі відображених оптичних сигналів фотоприймачами і надалі перетворенні цих сигналів в імпульсно-числовий код, за яким визначаються швидкість, тип та час пересування транспортних засобів в зоні стоп-лінії, а далі послідовно реальні значення коефіцієнтів приведення до легкового автомобіля, кількість транспортних засобів у черзі у приведених одиницях, час пересування черги, починаючи з моменту перетинання стоп-лінії переднім бампером першого в черзі транспортного засобу і закінчуючи моментом проходження над стоп-лінією заднього бампера останнього в черзі автомобіля та значення потоків насичення по всіх смугах руху упродовж одного циклу регулювання, який **відрізняється** тим, що 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, що дозволяє чітко визначити тип, склад та довжину черг транспортних засобів, які збираються в контрольованій зоні по кожній смузі на сигнали світлофору, що забороняють рух, а потім напрямки руху транспортних засобів по кожній смузі руху, їх інтенсивності, а також фазові коефіцієнти по кожній смузі руху, як відношення відповідних інтенсивностей до значень потоків насичення.



Фиг. 1



Фиг. 2

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

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