



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **109673** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)

G01C 3/30 (2006.01)

E01B 35/00

E01B 35/02 (2006.01)

E01B 35/12 (2006.01)

G01B 11/03 (2006.01)

G01B 11/24 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2013 04542</p> <p>(22) Дата подання заявки: 11.04.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.09.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.04.2014, Бюл.№ 8</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.09.2015, Бюл.№ 18</p>	<p>(72) Винахідник(и): Бурак Костянтин Омелянович (UA), Гринішак Микола Ярославович (UA), Ковтун Віталій Миронович (UA), Михайлишин Володимир Петрович (UA), Шпаківський Олег Петрович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 50117 A, 15.10.2002 Бурак, К.О. Використання електронних тахеометрів при геодезичному контролі підкранових колій [Текст] / К. О. Бурак, М. Я. Гринішак, В. П. Михайлишин, О.П. Шпаківський // Вісн. геодез. та картограф. – 2011. – № 3. – С. 5-7. Литвинова Л. Ф. Разработка и исследование технологии геодезического контроля геометрии криволинейных поверхностей : автореферат дис. ... канд. техн. наук.: 05.24.01 «Геодезия» / Л. Ф. Литвинова. – Ростов н/Д, 1999. – 17 с. RU 2425348 C1, 27.07.2011 US 2531461 A, 28.11.1950 US 3902426 A, 02.09.1975 FR 2504901 A1, 05.11.1982 EP 0329918 A1, 30.08.1989 GB 2127543 A, 11.04.1984</p>
--	---

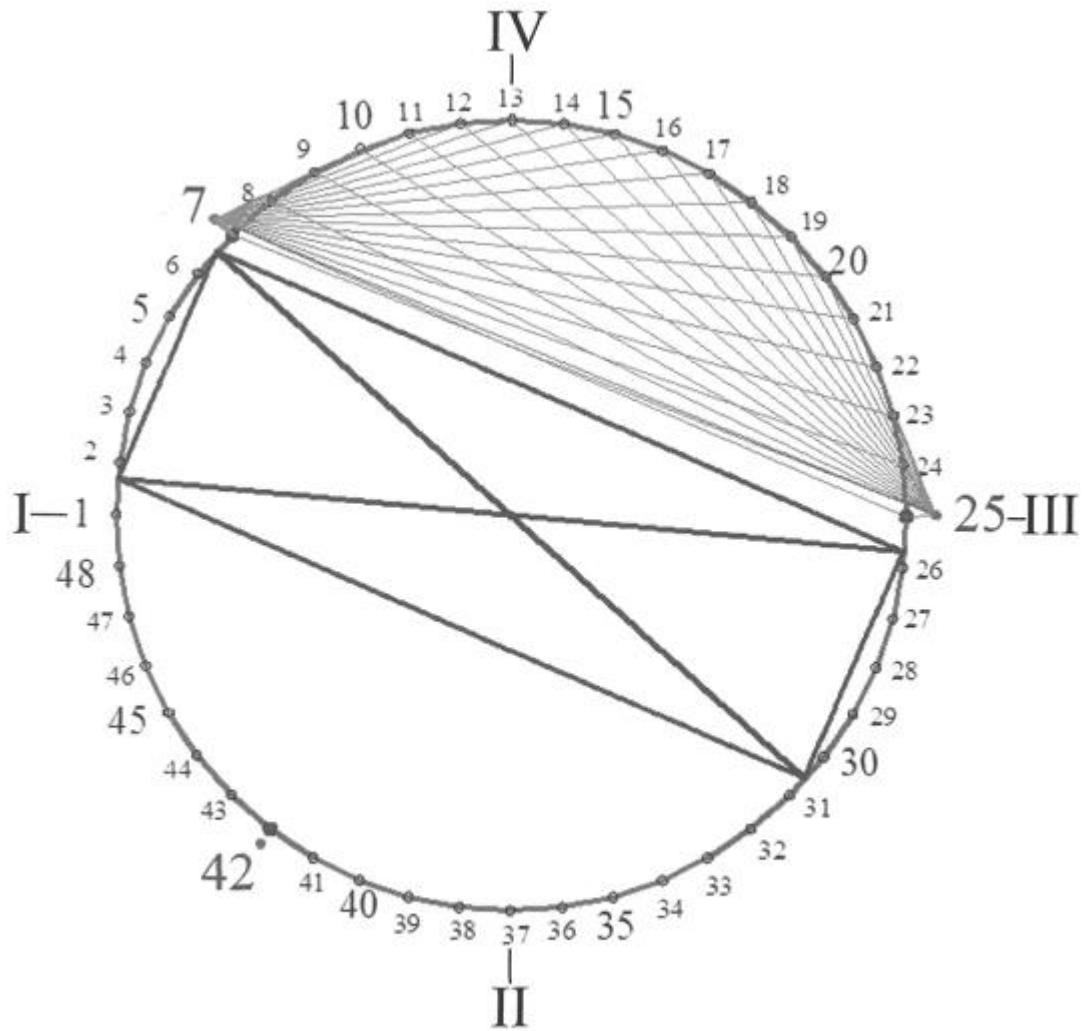
UA 109673 C2

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛОВИХ ПІДКРАНОВИХ КОЛІЙ

(57) Реферат:

Винахід належить до інженерно-геодезичного контролю. Спосіб визначення геометричних параметрів колових підкранових колій полягає в визначенні координат точок, замаркованих на колії, з зрівнювання лінійно-кутової мережі, створеної за результатами геодезичних вимірів електронним тахеометром. Виміри виконують з трьох станцій, дві з яких вибирають на одній стороні крана біля протилежних ходових коліс крана, а третю - на протилежній стороні колії так, щоб утворити рівнобедрений трикутник. На станціях непорушно на весь час вимірів

встановлюють штативи з підставками. Кран встановлюють в чотири різні положення і при кожному положенні визначають віддалі і кути на всі точки, на які є видимість не менше ніж з двох вибраних станцій. Точки маркують на віддальх від внутрішнього краю і заміряють ці віддалі та товщину рейки штангенциркулем. Геометричні параметри колії та дані для рихтування розраховують аналітично. Технічним результатом є виключення необхідності центрування, поширення зони видимості точок, що підвищує точність та спрощує здійснення способу.



Фиг. 1

Винахід належить до системи інженерно-геодезичного контролю геометричних параметрів вантажопідіймального обладнання, зокрема колових підкранових колій реакторних відділень АС.

5 Відомий спосіб визначення геометричних параметрів колових підкранових колій, який полягає у тому, що позначаються вісь колії, як середину рейки, вимірюють віддалі між точками осі колії, розташованими рівномірно, визначають за результатами вимірів оптимальний радіус осі колії і відхилення від нього точок осі колії [Бурак К.Е. О контроле за состоянием подкранового пути полярного крана реакторного отделения АЭС Геодезия и картография. - 1993. - № 5 - с. 20-22]

10 Але відомий спосіб є трудомістким внаслідок застосування 50-метрових рулеток для вимірювання віддалей між точками колії. Він не забезпечує оперативності вимірювань і подальшого контролю рихтування колії. Крім того, для проведення вимірів необхідно піднімати або опускати механізми крана.

15 Відомий спосіб визначення геометричних параметрів колових підкранових колій РВ АС, який полягає в тому, що шукають вісь колії, як середину рейки, за допомогою електронного тахеометра (надалі - ЕТ), який встановлюється на крані поблизу проекції "центра ваги колії" виміряють відстані до позначених точок і далі, визначивши координати центра, переміщують ЕТ до суміщення його осі обертання з знайденою проекцією "центра ваги".

20 Вдруге вимірюють віддалі до точок колії. [Патент № 50117А (Україна). Спосіб визначення геометричних параметрів колових підкранових колій. Автори: О. І. Мороз, К. Р. Третяк, П. Г. Черняга, П. П. Шпаківський, Т. Г. Шевченко (2002)].

Як на колових підкранових коліях РВ АЕС України, так і на всіх інших відомих конструкціях мостових кранів з коловими коліями застосувати спосіб неможливо з наступних причин:

25 встановити ЕТ поблизу центра ваги фігури, яку утворює колія на крані неможливо, ця точка знаходиться в повітрі, в центрі РВ АЕС повітряний простір шириною і глибиною більше 10 м.

на крані поблизу проекції "центра ваги колії" ні на одній відмітці немає видимості ні на одну точку колії, заважає конструкція крана.

при одному положенні крана 1/3 колії завжди недоступна для спостережень, закрита ходовою частиною крана.

30 перемістити центр осі обертання тахеометра в центр ваги фігури колії без спеціального приладдя з потрібною точністю (хоча б 0,2-0,3 мм) неможливо.

закріплення точки на осі колії недоцільно, так як точки швидко знищуються (закатуються) ходовими колесами.

35 В основу винаходу поставлено задачу винайти новий спосіб визначення геометричних параметрів підкранових колій шляхом використання електронного тахеометра, вимірювання яким проводиться із трьох станцій. Це забезпечить можливість одержання оперативних і об'єктивних даних для оцінки експлуатаційної надійності, що досягається підвищенням точності вимірів (значення радіусів визначення з середньою квадратичною похибкою (СКП) $\pm 1,5$ мм).

40 Поставлена задача вирішується тим, що вимірювання проводять не оптичними приладами, а електронним тахеометром і не із "центра ваги колії", а із трьох точок, що на думку автора є найоптимальнішим варіантом.

Таким чином сукупністю відомих і пропонованих суттєвих ознак, маємо технічне рішення, достатнє для вирішення поставленої задачі винаходу.

45 Спосіб визначення геометричних параметрів колових підкранових колій, який полягає в тому, що через 2,81 м, починаючи від точки, що співпадає з напрямком будівельної осі I, на віддаль рівних 20 мм від внутрішнього краю рейки позначають 48 точок. Виміряють віддалі до цих точок в радіальному перерізі від внутрішнього краю рейки і її товщину штангенциркулем. Встановлюють непорушно (на весь час вимірів) три штативи з підставками напроти точок 25, 7 і 42, позначених на рейці колії (станції 25В, 7В і 42В на фіг. 1) на віддаль менше 0,7 м від стінки гермо оболонки таким чином, щоб вони не перешкоджали руху крана і дозволяли виконувати виміри. Дві станції вибирають з однієї сторони крана на віддаль біля протилежних ходових коліс (7В і 25 В). Третю станцію вибирають з протилежної сторони крана, таким чином, щоб утворити рівнобедрений трикутник (42 В). Послідовно встановлюють кран в чотири положення, при яких є можливість виконувати виміри електронним тахеометром з цих штативів на точки в секторах $7\div 25$, $7\div 37$, $12\div 42$ і $25\div 43$. При кожному положенні крана виконують два рази визначення прямокутних координат всіх видимих точок в цих секторах полярним способом відповідно з точок 7В і 25В, 7В і 42В та 42В і 25В в умовних системах координат, де за вісь Y приймають відповідно лінії 7В-25В, 7В-42В та 42В-25В. За цими даними вираховують довжини сторін та кути лінійно-кутової мережі і з її зрівнювання визначають координати всіх точок в одній 60 умовній прямокутній системі. За цими даними визначають геометричні параметри колії. Спосіб

відрізняється тим, що позначаються точки не на осі колії, зйомка ведеться не з однієї станції в центрі колії, де в усіх відомих авторах випадках розмістити прилад неможливо, а з трьох станцій, розташованих в безпосередній близькості від колії, в місцях сприятливих для вимірів. Відпадає необхідність точного центрування тахеометра на станціях, з яких проводять виміри, що значно підвищує точність. За результатами вимірів є можливість визначити і дані для рихтування, які забезпечують оптимальні затрати на ремонт.

Спосіб визначення геометричних параметрів здійснюють таким чином. На віддалях від краю рейки рівних 20 мм і на віддалях рівних 2,81 м одна від одної намічають керном і насвердлюють 48 точок діаметром 3 мм. Заміряють штангенциркулем товщину рейки - b і віддалі від внутрішнього краю рейки до за маркованої точки - a . За цими даними підраховують віддалі від замаркованої точки до осі колії

$$p = 0.5b - a \cdot (1)$$

Нумерують точки таким чином, щоб точка 1 приблизно співпадала з напрямком будівельної осі I, точка 39 - співпадала з напрямком будівельної осі II, точка 25 - з напрямком осі III, точка 13 - з напрямком осі IV.

Встановлюють кран в початкове положення 1, таким чином, щоб був відкритий сектор 7÷25 точки (фіг. 1).

Встановлюємо непорушно на весь час вимірів три штатива з трегерами на металічній підлозі кругової площадки обслуговування крана навпроти точок 25В, 7В і 42В, насвердливши отвори під ніжки штатива. Штативи слід встановлювати таким чином, щоб кран при русі за часовою стрілкою не збив штатива (для цього їх встановлюють на віддалях <0,7м від захисної оболонки, але так, щоб була можливість зручно взяти відліки). Запропоноване розміщення є оптимальним і враховує той факт, що для зручності обслуговування кранові колії змонтовані внецентренно відносно ЗОРВ на 200 мм, тому розміри площадок обслуговування міняються від 694 мм на т. 22 до 1250 мм на т. 3.

Встановлюємо в т. 25В ЕТ. Послідовно встановлюємо на всіх видимих точках відбивач і визначаємо полярним способом координати точок в секторі 25÷7 (фіг. 1) в умовній системі координат, приймаючи координати станції $X_{T25B} = Y_{T25B} = 0$ і дирекційний кут ліній 25В-7В=0. В пам'яті приладу крім умовних координат залишаються і значення віддалей та дирекційних кутів, за якими в процесі камеральної обробки результатів вираховують кути між послідовними напрямками 25-7В-24, 24-7В-23 і т. д. Далі встановлюємо ЕТ в точці 7В, відбивач послідовно також на всіх точках в секторі 25÷7 і повторюємо визначення полярним способом координат цих точок. Для можливості попереднього контролю правильності вимірів координати т. 7В встановлюємо рівними знайденим при наведені з т. 25 В і дирекційний кут лінії 7В-25 рівним 180°.

Далі кран повертається за ходом годинникової стрілки таким чином, щоб звільнити для спостереження сектор 7÷37 (фіг. 2). ЕТ залишається в т. 7В. Аналогічно, як при першому положенні крана, в умовній системі координат виконують виміри полярним способом координат точок в секторі 7÷37 з станції 7В і з станції 42В. ЕТ залишається на станції 42В.

Далі повертають кран, рухаючись за годинниковою стрілкою, в положення, при якому звільняється сектор 42÷12 (фіг. 3), і з станції 42В вимірюють координати всіх доступних точок в секторі 42-12. Залишаємо тахеометр на точці 42В.

Далі повертаємо кран за годинниковою стрілкою таким чином, щоб звільнити сектор 42÷25 (фіг. 4), і визначають координати точок в секторі 42÷25. Далі переносимо ЕТ в точку 25В і також визначаємо координати точок в секторі 25÷42.

Зрівнюємо мережу, як лінійно-кутову приймаючи твердими координати т. 25В і дирекційний кут напрямку т. 25В - т. 7В.

$$X_{T25B} = Y_{T25B} = 0, X_{T7B} = S_{25B-7B}, Y_{T7B} = 0,$$

де S_{25B-7B} - середнє значення з 4 виміряних довжин в прямому і оберненому напрямку (розходження більше 1 мм не допускається).

Виконують зрівнювання параметричним способом, приймаючи як невідомі координати точок мережі 1÷48, а як виміряні величини всі виміряні довжини (крім 25-7) і всі кути між напрямками, утвореними цими сторонами. Знаходять їх за різницями відповідних дирекційних кутів. Для цього дані з ЕТ передаються через USB порт в пам'ять PS, конвертуються в документ.xls.

За зрівняними координатами точок мережі знаходимо значення радіусів і діаметрів підкранової колії. Для цього використовують універсальний апроксимуючий алгоритм для оцінки геометричних параметрів споруд колової форми, за допомогою якого знаходять положення

центру апроксимуючого кола - x_0, y_0 та його радіус - R , які дозволяють добитись умови мінімізації середньоквадратичних відхилень, обчислених, з урахуванням координат точок колії, радіусів - $R_i^{обч}$ і апроксимуючого радіуса - R :

$$F(R, x_0, y_0) = \sum [R - R_i^{обч}]^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

5 де

$$R_i^{обч} = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2},$$

$$R = \sum_{i=1}^N R_i^{обч} / N;$$

N - кількість точок із відомими координатами y_i, x_i ,

$$x_0 = x_{ц} - R \cos \alpha_i \quad y_0 = y_{ц} - R \sin \alpha_i, \quad (3)$$

$$10 \quad y_{ц} = \sum_{i=1}^N y_i / N, \quad (4)$$

де

$x_{ц}, y_{ц}$ - координати центру тяжіння всієї системи точок

$$\cos \alpha_i = \sum_{i=1}^N [(x_i - x_0) / R_i^{обч}] / N,$$

$$\sin \alpha_i = \sum_{i=1}^N [(y_i - y_0) / R_i^{обч}] / N, \quad (5)$$

15 які можна розглядати, як середнє значення косинуса й синуса кутів, під якими видно точки y_i, x_i , із центру кола x_0, y_0 .

Ураховуючи, що початкові значення R, x_0, y_0 нам відомі з високою точністю, для строгого рішення (4.7) запропоновано ітераційний метод:

$$x_0^{(n+1)} = 0,5x_0^{(n)} + 0,5(x_{ц} - R^{(n)} \cos \alpha_i);$$

$$20 \quad y_0^{(n+1)} = 0,5y_0^{(n)} + 0,5(y_{ц} - R^{(n)} \sin \alpha_i), \quad (6)$$

де

$R^{(n)} = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}$ - наближення до R на n -ітерації, а середні косинуси й синуси обчислюють за формулами (5) з урахуванням підстановки замість координат центру кола їх наближення x_0, y_0 .

25 Процес (6) можемо також представити у формі градієнтного методу:

$$x_0^{(n+1)} = x_0^{(n)} + 0,5(x_{ц} - x_0^{(n)} - R^{(n)} \cos \alpha_i);$$

$$y_0^{(n+1)} = y_0^{(n)} + 0,5(y_{ц} - y_0^{(n)} - R^{(n)} \sin \alpha_i), \quad (7)$$

звідки видно, що координатна поправка на кожній ітерації рівна половині відповідного значення антиградієнта.

30 Швидкість збіжності процесу (7) істотно залежить від характеру розміщення точок. Якщо точки розміщені достатньо близько до деякого кола й рівномірно за кутом, то вибір у якості початкового наближення центра кола, координат центра тяжіння фігури, яку утворюють точки, забезпечує хорошу збіжність.

35 У загальному випадку, знайдені нами значення, ще не вирішують задачі знаходження таких даних для рихтування, які забезпечували би мінімальні затрати на його проведення. Суть оптимального рішення в наступному:

На першому кроці розв'язуємо задачу із використанням усіх N точок y_i, x_i .

40 На другому кроці в розв'язок не включається одна точка, у якій ми одержуємо максимальне відхилення від апроксимуючого кола. І так до тих пір, поки всі точки, що залишились не будуть знаходитись в допуску.

Таким чином запропонований спосіб забезпечує визначення геометричних параметрів кругових колій з необхідною точністю, підвищує ефективність і оперативність одержаних результатів за рахунок виключення операцій примусового центрування приладу як в точці, що співпадає з проекцією центра ваги колії (де в усіх відомих авторах випадках встановити прилад неможливо), так і на трьох станціях я яких пропонується вести зйомку. Забезпечується

можливість систематичних спостережень за замаркованими на колії точками, завдяки тому, що їх розміщують не на осі колії, а в місцях де колія не деформується під дією ходових коліс.

- 5 Використання способу визначення геометричних параметрів колових підкранових колій згідно з пропонуваним винаходом підвищує оперативність проведення виконання геодезичної зйомки, ефективність знаходження геометричних даних та зумовлює зниження витрат часу для одержання результату.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 10 Спосіб визначення геометричних параметрів колових підкранових колій, який полягає в визначенні координат точок, замаркованих на колії, з зрівнювання лінійно-кутової мережі, створеної за результатами геодезичних вимірів електронним тахеометром, який **відрізняється** тим, що виміри виконують з трьох станцій, дві з яких вибирають на одній стороні крана біля протилежних ходових коліс крана, а третю - на протилежній стороні колії так, щоб утворити рівнобедрений трикутник, на станціях непорушно на весь час вимірів встановлюють штативи з підставками, кран встановлюють в чотири різні положення і при кожному положенні визначають віддалі і кути на всі точки, на які є видимість не менше ніж з двох вибраних станцій, точки маркують на віддальях 20 мм від внутрішнього краю і заміряють ці віддалі та товщину рейки штангенциркулем, геометричні параметри колії та дані для рихтування розраховують аналітично.
- 15
- 20

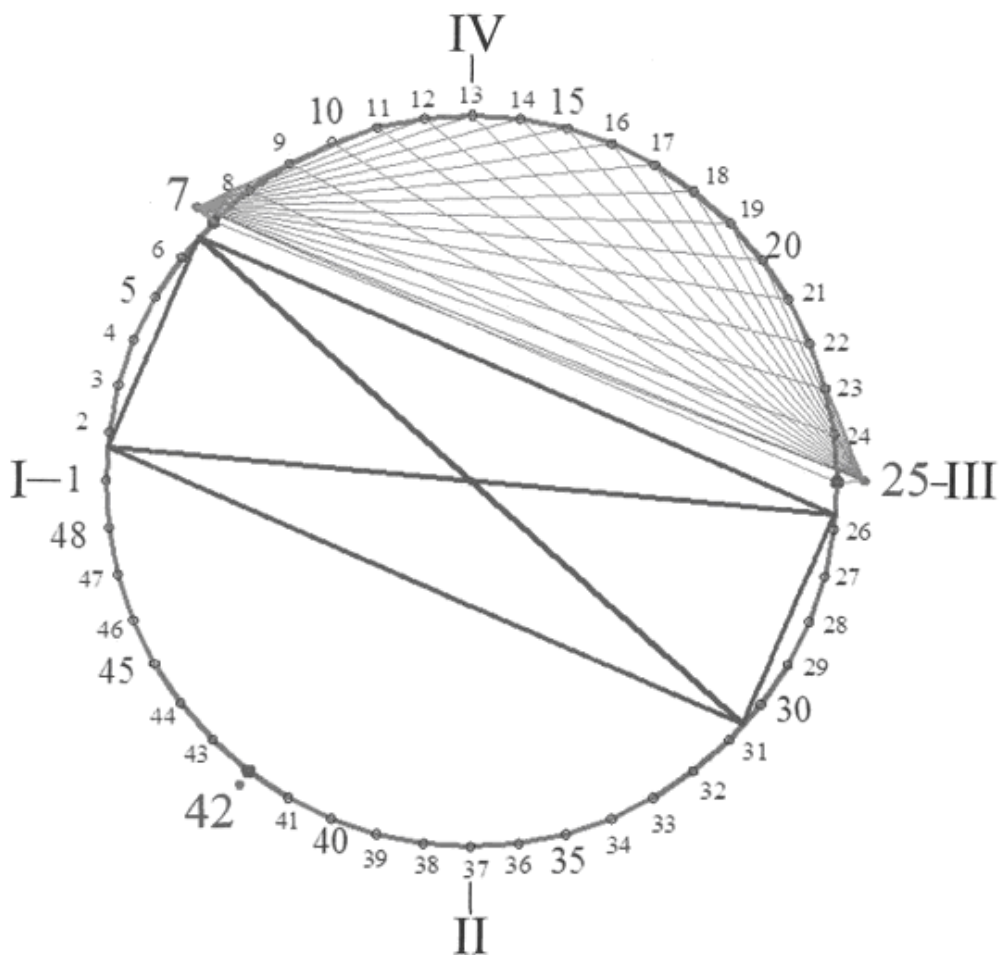


Fig.1

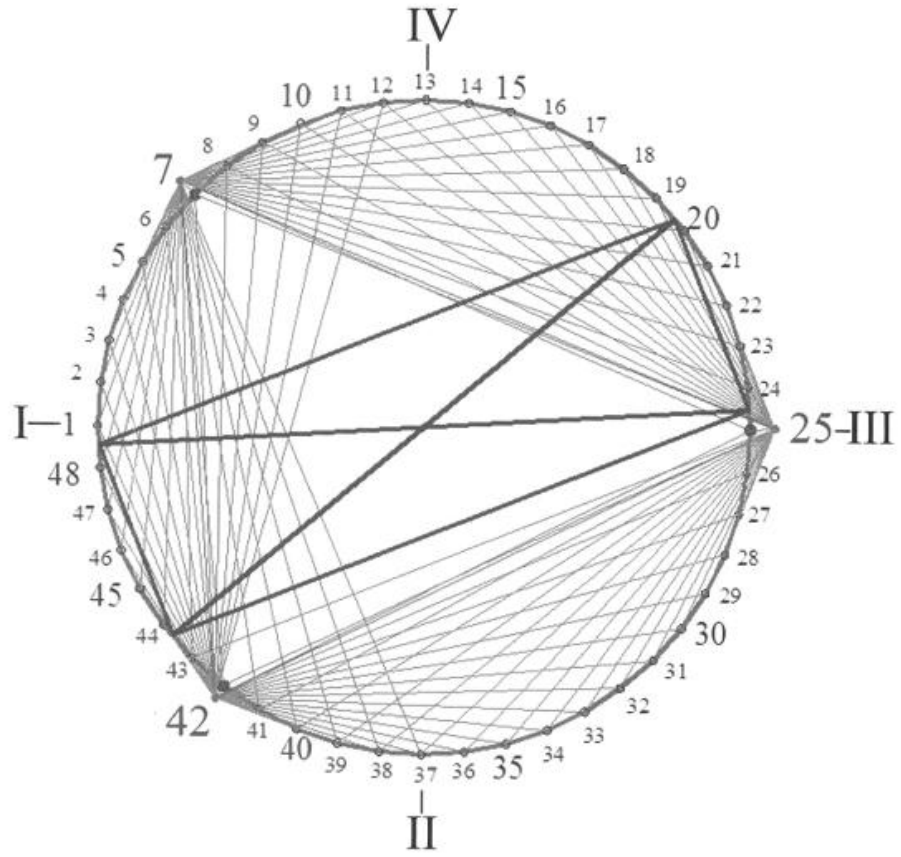


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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