



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115005** (13) **C2**
(51) МПК (2017.01)
G02B 17/00
G01C 5/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

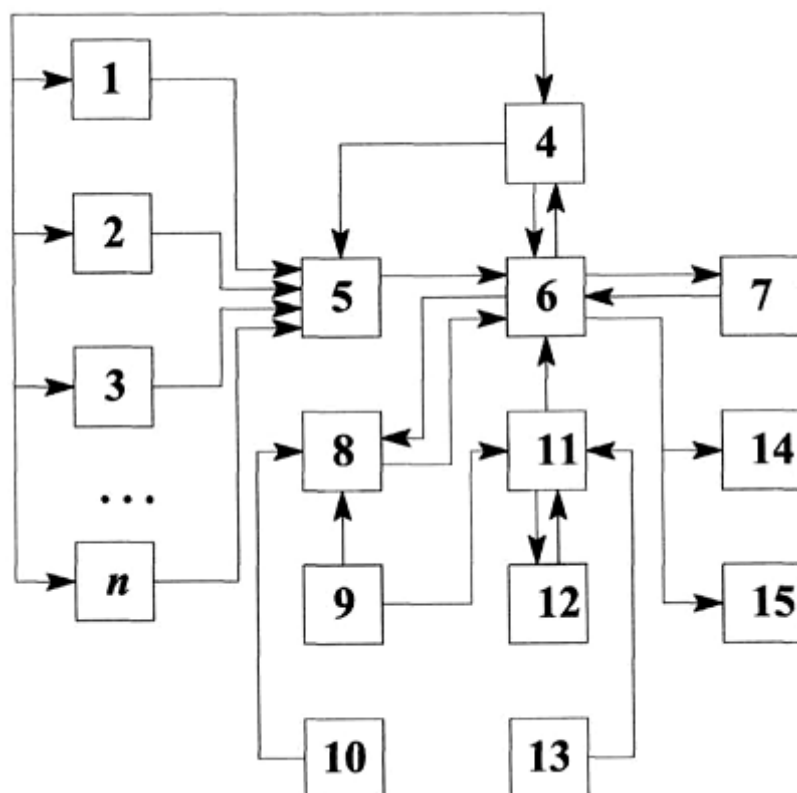
(21) Номер заявки:	а 2016 10374	(72) Винахідник(и): Бурачек Всеволод Германович (UA), Железняк Олег Олександрович (UA), Коберник Інна Михайлівна (UA), Малік Тетяна Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки:	12.10.2016	(73) Власник(и): Бурачек Всеволод Германович, бульв. Лесі Українки, 36-Б, кв. 102, м. Київ, 01133 (UA), Железняк Олег Олександрович, вул. Машинобудівна, 11, кв. 36, м. Київ, 03058 (UA), Коберник Інна Михайлівна, вул. Дружківська, 4, кв. 43, м. Київ, 03113 (UA), Малік Тетяна Миколаївна, вул. Кадетський Гай, 7, кв. 78, м. Київ, 03048 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	28.08.2017	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: UA 104178 C2, 10.01.2014 RU 2107895 C1, 27.03.1998 RU 2120108 C1; 10.10.1998 EP 0397892 A1, 22.11.1990 US 2015302575 A1, 22.10.2015 WO 2014199073 A1, 18.12.2014
(41) Публікація відомостей про заявку:	10.03.2017, Бюл.№ 5	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	28.08.2017, Бюл.№ 16	

(54) АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ АСТРОНОМІЧНИХ КООРДИНАТ І ВІДХИЛЕНЬ ПРЯМОВИСНИХ ЛІНІЙ

(57) Реферат:

Винахід належить до галузі практичної астрономії і геодезії. Автоматизована система визначення астрономічних координат і відхилень прямовисних ліній основана на оптико-електронному методі візування зірок поблизу зеніту зі схемою поділу візирних оптико-електронних каналів: широтного і довготного, складається з n візирних двоканальних астроблоків, побудованих по згаданій схемі кожний, пов'язаних в єдину систему, з розміщенням астроблоків навколо і поблизу центру астропункту на фундаментальних блоках, при цьому система містить єдиний, загальний для усіх астроблоків блок керування; блок обробки інформації, блок вибору робочої зірки, програмний блок, блок прийому сигналів часу, таймер, блок корекції часу, блок комутації, блок індикації, блок запису і зберігання інформації, блок електроживлення, GPS приймач. Технічний результат полягає у підвищенні точності визначення астрономічних координат і підвищенні точності визначення відхилень прямовисних ліній.

UA 115005 C2



Автоматизована система визначення астрономічних координат і відхилень прямовисних ліній належить до галузі практичної астрономії і геодезії.

Відомі візуальні методи і засоби для визначення астрономічної широти і довготи астропункту, наприклад, такі як способи вимірювання напрямків на зірки за допомогою астроуніверсалів і хронометрів [1].

Основний недолік системи даних пристроїв - недостатня точність ($\pm 0,3$ кутові секунди), що не дозволяє на сьогодні розв'язати задачу підвищення точності, а також велика трудомісткість ручних робіт.

Наприклад, в [2] визначено перспективну точність визначення астрономічних координат, яка оцінюється в $\pm 0,2$ кутові секунди (середня квадратична похибка). Це говорить про те, що питання підвищення точності визначення астрономічних координат на $0,1$ кутову секунду є досить складною проблемою.

В [3, 4] описано зенітний астроприлад з рідинним давачем вертикалі і двокоординатним відліком "мітка зеніту" на ПЗЗ-матриці.

Для даного варіанту за попередніми розрахунковими даними можна отримати точність визначення астрономічних координат приблизно $\pm 0,5 \dots 1,0$ кутові секунди в автоматизованому режимі вимірювань.

До недоліків цих приладів можна віднести складність створення польового приладу внаслідок застосування рідинного компенсатора і недостатньо високу точність, яка не дозволяє використовувати прилад на опорних пунктах геодезичної мережі вищого класу (пунктах Лапласу).

В [5] запропоновано автоматизований астроприлад з поділом вимірювальних каналів на широтні і довготні з використанням відповідно двох однокоординатних компенсаторів горизонту; основним недоліком цього астроприладу є недостатня точність - середня квадратична похибка не краще $\pm 0,35 \dots 0,4$ кутові секунди (за розрахунком), що, як і в усіх описаних вище випадках, не дозволяє розв'язати проблему досягнення точності $\sigma = \pm 0,2''$ і вище.

Як прототип можна вибрати астроприлад-універсал [1], як аналог - зенітний автоматизований астроприлад [5] (загальні ознаки - окремі канали вимірювання широти і довготи з компенсатором горизонту).

Задачею винаходу є створення системи, яка забезпечує підвищення точності визначення астрономічних координат і, відповідно, відхилень прямовисних ліній.

Поставлена задача вирішується за рахунок створення автоматизованої системи визначення астрономічних координат і відхилень прямовисних ліній, основана на оптико-електронному методі візування зірок поблизу зеніту зі схемою поділу візирних оптико-електронних каналів: широтного і довготного, відрізняється тим, що складається з n візирних двоканальних астроблоків (побудованих по згаданій схемі кожний), пов'язаних в єдину систему, з розміщенням астроблоків навколо і поблизу центру астропункту на фундаментальних блоках, при цьому система містить єдиний, загальний для усіх астроблоків блок керування; блок обробки інформації, блок вибору робочої зірки, програмний блок, блок прийому сигналів часу, таймер, блок корекції часу, блок комутації, блок індикації, блок запису і зберігання інформації, блок електроживлення, GPS приймач; кожний астроблок складається з двох оптико-електронних візирних труб-каналів з ПЗЗ-матрицями, підсилювача, маятникового компенсатора горизонту і призми, що відхиляє візирну вісь по вертикалі осьового пристрою, алідади, електромеханічного приводу обертання алідади на 180° , давача контролю обертання алідади і блока оперативної пам'яті, при цьому вихід блока керування пов'язаний зі входом блоків обробки інформації і комутації; виходи астроблоків пов'язані зі входами блока комутації, вихід блока комутації пов'язаний з другим входом блока обробки інформації, виходи блока обробки інформації пов'язані зі входами блока керування, програмного блока, блока корекції часу, блока запису і зберігання інформації, виходи програмного блока пов'язані з третім входом блока обробки інформації, виходи блока корекції часу пов'язані з четвертим входом блока обробки інформації.

Технічним результатом є підвищення точності визначення астрономічних координат опорного пункту геодезичної мережі вищого класу до $\pm 0,1 \dots 0,2$ кутових секунд (середня квадратична похибка) і, відповідно, підвищення точності визначення відхилень прямовисних ліній.

На кресл. представлено блок-схему запропонованої автоматизованої системи визначення астрономічних координат і відхилень прямовисних ліній:

1, 2, 3, ..., n - астроблоки системи;

4 - блок управління;

5 - блок комутації;

60 6 - блок обробки інформації;

- 7 - програмний блок;
- 8 - блок корекції часу;
- 9 - таймер;
- 10 - блок прийому сигналів часу;
- 5 11 - блок вибору робочої зірки;
- 12 - блок пам'яті;
- 13-GPS приймач;
- 14 - блок індикації;
- 15 - блок запису і зберігання інформації.
- 10 Таким чином, запропонована система складається з n -астроблоків і комплексу електронних обчислювальних засобів і приладів.

Кожний астроблок $\overline{1, n}$ складається з двох оптичних труб з фотоприймальними матрицями (широтної і довготної) і відхиляючими візирну вісь призми і оптико-механічними компенсаторами горизонту.

- 15 Також кожний астроблок містить корпус з алідадою, на якому розташовані вищевказані оптичні труби і відповідні оптико-електронні канали, пов'язаний з електроприводом, який закріплено в корпусі астроблоку; давач контролю обертання алідади на 180° ; електромеханічний привід для обертання алідади; передзусильовач ПЗЗ-матриці; пристрій оперативної пам'яті; підставка-трегер з осьовим механізмом.

- 20 Система працює наступним чином. При підготовці до роботи систему визначення астрономічних координат розташовують на опорному пункті вищого класу: астроблоки розміщують симетрично навколо центру астропункту на стабільних фундаментальних блоках, поблизу центру встановлюють блок GPS.

- 25 При цьому виконують точне встановлення астроблоків, їх горизонтування і випробування на функціонування. Встановлення осей каналів астроблоків виконують по меридіану (канал широти) і першому вертикалу (канал довготи) з допустимою точністю $\pm \Delta A$.

Попередньо вводять в блок пам'яті системи:

- очікуваний момент проходження робочої зірки через зеніт t_3 ;
- кут випередження точки проходження зірки через зеніт $\Delta \lambda$ (початок 1-го прийому
- 30 вимірювань) і час випередження $t_{\Delta \lambda}$;
- геодезичні координати - широту і довготу.

Порядок виконання астропостережень одночасно кожним астроблоком системи.

Перший прийом:

- 1. Режим очікування робочої зірки в полі зору до моменту $t_3 - t_{\Delta \lambda}$. При цьому візирні лінії
- 35 каналів широти і довготи астроблоків встановлено поблизу зеніту з відхиленнями від нього на малий кут в площині першого вертикалу в напрямку назустріч руху зірки. Величина даного малого кута розраховується з врахуванням паузи у вимірюваннях, яка необхідна для виконання обертання астроблока на 180° по азимуту і заспокоєння чутливого елемента компенсатора після збуджуючої дії від обертання астроблока. При цьому в каналах широти осі
- 40 фотоприймальних матриць повернуті на кут 45° навколо горизонтальної осі в площинах мішеней матриць.

2. В момент $t_3 - t_{\Delta \lambda}$ (при появі зірки в полях зору каналів астроблоків) блок 6 включає астроблоки 1, 2, 3, ..., n . Виконується фотографування траєкторії проходження зображення робочої зірки на мішенях матриць в каналах широти і довготи астроблоків в першому прийомі.

- 45 Результати електронного фотографування з матриць потрапляють в блок 4, а потім в блок 5.

Сигнал про закінчення першого прийому подається на блок 6 з астроблоків 1, 2, 3, ..., n .

- 3. По програмі блока 7, що контролюється по часу високоточним таймером 9, через блок 8 по інформаційних блоках 10 на електроприводи астроблоків подається команда на обертання
- 50 алідади на 180° по азимуту і виконується задане обертання. Сигнали про закінчення обертання з астроблоків подаються в блок 6. При цьому візирні осі каналів встановлюються поблизу зеніту з відхиленнями на саме такий малий кут від зеніту, що і в першому прийомі, але в протилежному напрямку від зеніту відповідно в площині меридіану і першого вертикалу.

- 4. За час між закінченням першого прийому вимірювань і початком другого виконується
- 55 заспокоєння чутливих елементів оптико-механічних компенсаторів астроблоків і їх стабілізація відносно горизонту.

5. По програмі блока 7 блок 5 подає команду в астроблоки на включення режиму очікування другого прийому.

6. Зображення робочої зірки з'являється в полях зору каналів широти і довготи астроблоків: згідно з заданою блоком 7 програмою виконується фотографування в каналах широти і довготи таким же чином, як в першому прийомі, з передачею даних в блок 6 (через блок 5).

7. В блок 5 від астроблоків 1, 2, 3,..., n потрапляють сигнали про закінчення другого прийому вимірювань.

Обробка даних фотографування і обчислення координат.

8. Блок 5 дає команду блоку 6 на визначення координат по заданій програмі. В блоці 6 за отриманими даними від астроблоків (каналів довготи і широти) і за даними блока 8 виконується оцінка середніх значень в двох напівприйомах положення точок проходження зображень зірки ліній сіток пікселів матриць каналів широти і довготи з врахуванням ефемеридного положення робочої зірки (в блоках 11, 12) із застосуванням субпіксельних методів аналізу.

В каналах широти визначають середнє значення моменту проходження зірки через зеніт (лінію в площині істинного меридіана поблизу зеніту).

В блоці 6 для визначення астрономічної довготи по даних каналів довготи визначається середній час меридіану спостерігача для середнього моменту спостереження, по спеціальному сигналу часу визначають гринвіцький середній час для згаданого моменту спостережень і по різниці отриманого місцевого і гринвіцького часу для середнього моменту спостережень отримують довготу точки спостережень в часовій мірі кутів і переобчислюють її в кутовій мірі.

Порівнюють отриману астрономічну довготу λ з геодезичною довготою астропункту (з блока 13) і обчислюють складову η'' відхилення прямовисної лінії. Одночасно в блоці 6 за даними каналів широти визначають відстань між двома виміряними в кожному астроблоці траєкторіями зображення зірки на матриці каналу широти.

За даними блока 14 контролюють процес вимірювань астрономічних координат і відхилення прямовисних ліній. Отримані результати вимірювань вводять в блок 15.

Таким чином, запропонована автоматизована система визначення астрономічних координат і відхилень прямовисних ліній дозволяє отримати значення астрономічних координат опорного астропункту і величину відхилення прямовисної лінії з високої точністю.

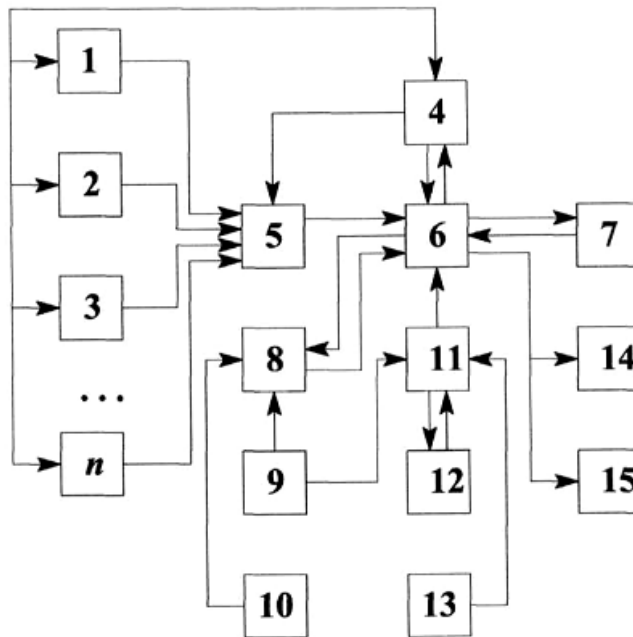
Джерела інформації:

1. Закатов П.С. Курс высшей геодезии / П.С. Закатов. - М.: Недра, 1976. - 511 с.
2. Двудіт П.Д. Гравіметрія. Підручник. Львів, ЛАГТ, 1998. - 196 с.
3. Авторское свидетельство № 1196691 Фотографическая зенитная камера, 08.08.1985, Бурачек В.Г., Греку Р.Х., Дзюбенко В.И., Живов В.М.
4. Патент України на винахід № 63575 А, МПК (2006): G02B 17/00. Пристрій для спостереження зірок в зеніті/ Боровий В.О., Бурачек В.Г., Гончаренко О.С., Карпінський Ю.О., заявник та патентовласник Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. - а2003054111: заявл. 06.05.2003: опубл. 15.01.2004, Бюл. № 1/2004.
5. Патент України на винахід № 104178, МПК (2014.01): G01C 5/00. Спосіб визначення відхилень прямовисних ліній/ Бурачек В.Г., Железняк О.О., Іванишин В.А., Коберник І.М., заявник та патентовласник Чернігівський державний інститут економіки та управління. - а201113895: заявл. 25.11.2011: опубл. 10.01.2014, бюл. № 1/2014.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

Автоматизована система визначення астрономічних координат і відхилень прямовисних ліній, що основана на оптико-електронному методі візування зірок поблизу зеніту зі схемою поділу візирних оптико-електронних каналів: широтного і довготного, яка **відрізняється** тим, що складається з n візирних двоканальних астроблоків, побудованих по згаданій схемі кожний, пов'язаних в єдину систему, з розміщенням астроблоків навколо і поблизу центру астропункту на фундаментальних блоках, при цьому система містить єдиний, загальний для усіх астроблоків блок керування, блок обробки інформації, блок вибору робочої зірки, програмний блок, блок прийому сигналів часу, таймер, блок корекції часу, блок комутації, блок індикації, блок запису і зберігання інформації, блок електроживлення, GPS приймач, кожний астроблок складається з двох оптико-електронних візирних труб-каналів з ПЗЗ-матрицями, підсилювача, маятникового компенсатора горизонту і призми, що відхиляє візирну вісь по вертикалі осьового пристрою, алідади, електромеханічного приводу обертання алідади на 180° , давача контролю обертання алідади і блока оперативної пам'яті, при цьому вихід блока керування пов'язаний зі входом блоків обробки інформації і комутації, виходи астроблоків пов'язані зі входами блока комутації, вихід блока комутації пов'язаний з другим входом блока обробки інформації, виходи блока обробки інформації пов'язані зі входами блока керування, програмного блока, блока корекції часу, блока запису і зберігання інформації, виходи програмного блока пов'язані з третім входом

блока обробки інформації, виходи блока корекції часу пов'язані з четвертим входом блока обробки інформації.



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