



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01C 1/00 (2020.02)

(21)(22) Заявка: 2020104072, 29.01.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.01.2020

Дата регистрации:  
29.10.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.01.2020

(45) Опубликовано: 29.10.2020 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13,  
Военно-космическая академия имени А.Ф.  
Можайского, начальнику Военно-космической  
академии имени А.Ф. Можайского М.М.  
Пенькову

(72) Автор(ы):

Сергеев Дмитрий Викторович (RU),  
Козлов Николай Аифалович (RU),  
Котович Виталий Гендрихович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
военное образовательное учреждение  
высшего образования "Военно-космическая  
академия имени А.Ф. Можайского"  
Министерства обороны Российской  
Федерации (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2012853 C1, 15.05.1994. SU  
1216643 A1, 07.03.1986. SU 1456784 A1,  
07.02.1989. CN 105424005 B, 03.04.2018.

(54) Способ прямой векторной засечки

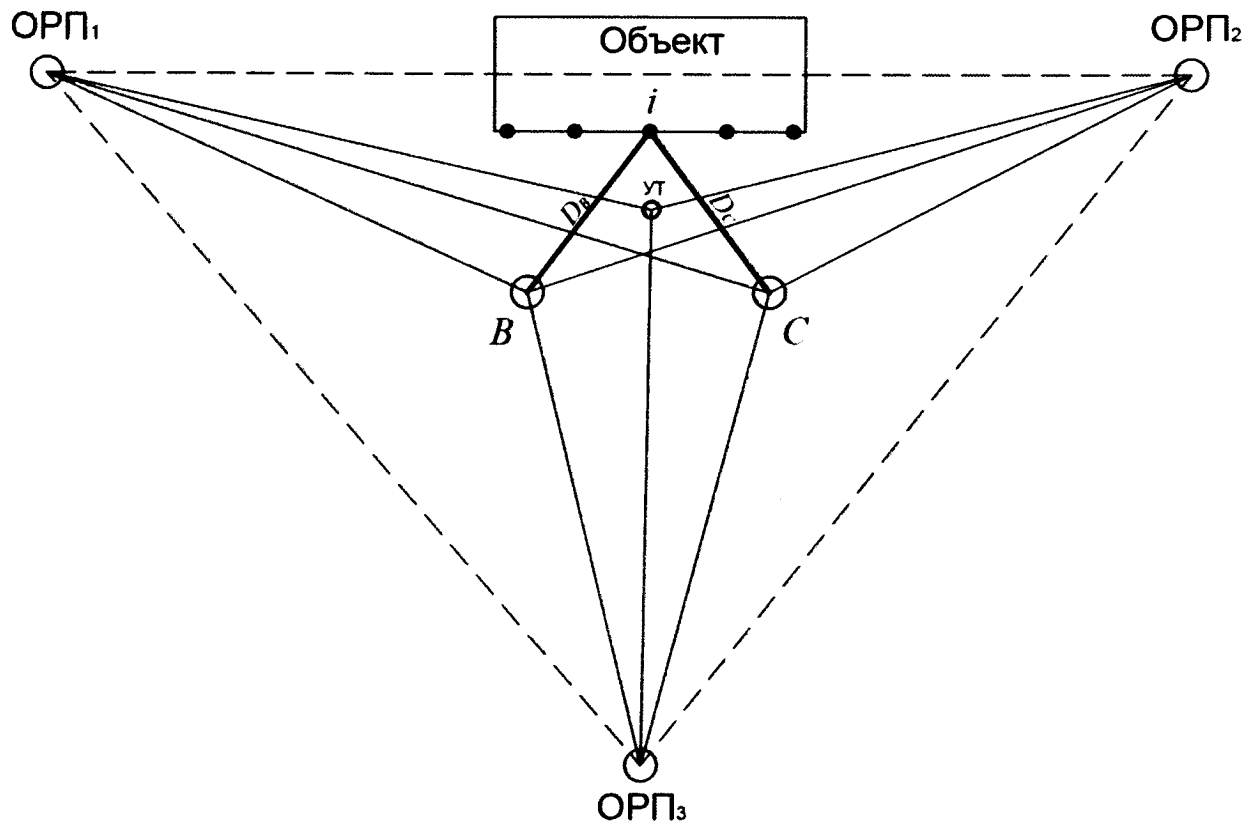
(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в геодезии для решения задач по определению величины и скорости протекания суточных перемещений отдельных конструктивных элементов зданий, сооружений и объекта в целом. При выполнении геодезического контроля объекта на местности внутри сети ориентирных пунктов устанавливаются два угломерных прибора (теодолит, тахеометр) вне центров пунктов в точках, обеспечивающих выгоднейшие условия определения приращений координат контролируемых точек. Выполняют ориентирование координатных осей посредством

способа определения угла разворота лимба угломерного прибора. Производят расчет значений перемещений контролируемых точек непосредственно по приращениям измеренных величин без вычисления координат контролируемых точек объекта. Технический результат – упрощение технической реализации за счет определения значений перемещений контролируемых точек непосредственно по приращениям измеренных величин, без вычисления координат контролируемых точек объекта. 2 ил.

RU 2 735 311 C1

RU 2 735 311 C1



Фиг.2

RU 2735311 C1

RU 2735311 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01C 1/00 (2020.02)*

(21)(22) Application: **2020104072, 29.01.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**29.01.2020**

Registration date:  
**29.10.2020**

Priority:

(22) Date of filing: **29.01.2020**

(45) Date of publication: **29.10.2020 Bull. № 31**

Mail address:

**197198, Sankt-Peterburg, ul. Zhdanovskaya, 13,  
Voenno-kosmicheskaya akademiya imeni A.F.  
Mozhajskogo, nachalniku Voenno-kosmicheskoy  
akademii imeni A.F. Mozhajskogo M.M. Penkovu**

(72) Inventor(s):

**Sergeev Dmitrij Viktorovich (RU),  
Kozlov Nikolaj Aifalovich (RU),  
Kotovich Vitalij Gendrikhovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe  
voennoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Voenno-kosmicheskaya  
akademiya imeni A.F. Mozhajskogo"  
Ministerstva oborony Rossijskoj Federatsii (RU)**

(54) **DIRECT VECTOR CROSS-CUT METHOD**

(57) Abstract:

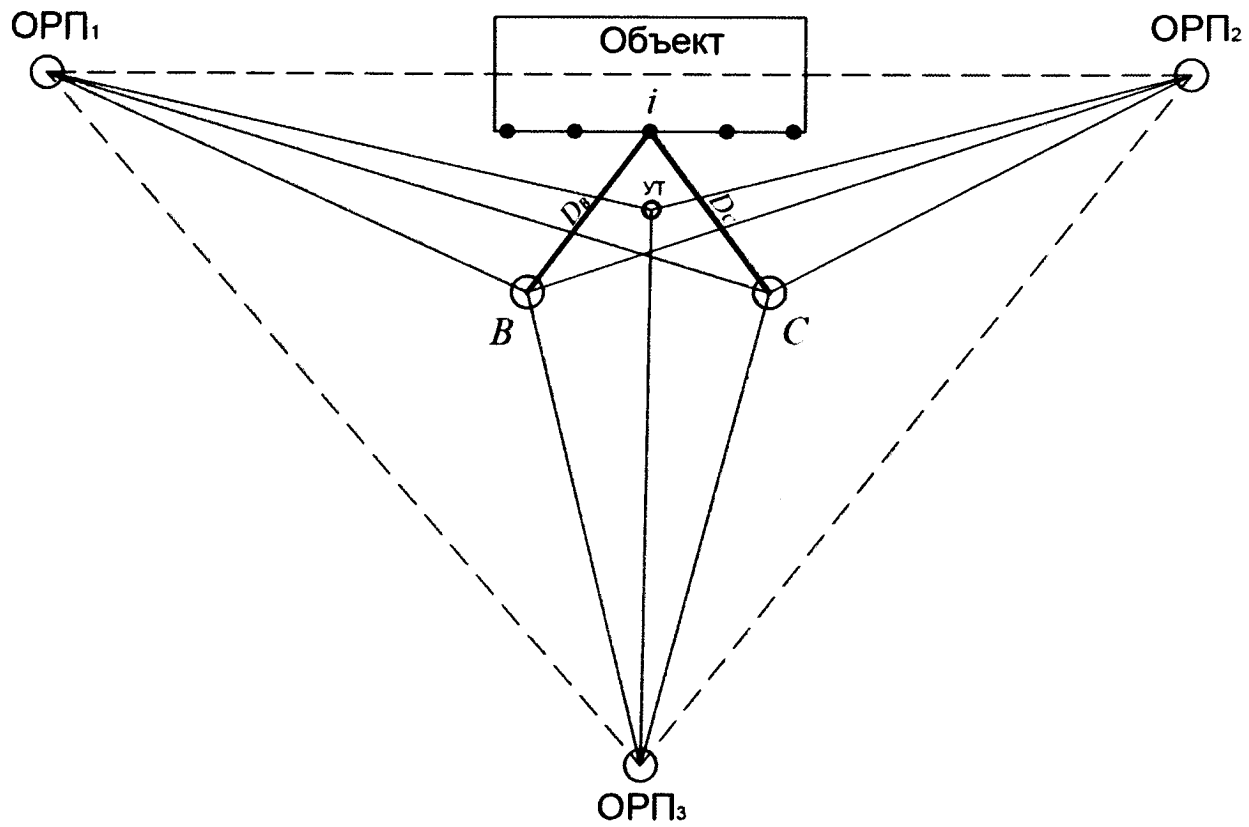
FIELD: measurement.

SUBSTANCE: invention relates to measurement equipment and can be used in geodesy for solving problems of determination of value and rate of daily motion of separate structural elements of buildings, structures and object as a whole. When performing geodetic control of the object on the ground, two goniometer devices (theodolite, tachometer) are installed inside the network of reference points outside the centres of points at points which provide the most favourable conditions for determining increments of coordinates of the monitored points. Coordinate axes

are oriented by means of a method for determining the angle of turning of the goniometer. Values of movements of controlled points are calculated directly by increments of measured values without calculation of coordinates of object controlled points.

EFFECT: technical result is simplification of technical implementation by determining values of movements of monitored points directly on increments of measured values, without calculating coordinates of monitored points of object.

1 cl, 2 dwg



Фиг.2

RU 2735311 C1

RU 2735311 C1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано в геодезии для решения задач по определению величины и скорости протекания суточных перемещений отдельных конструктивных элементов зданий, сооружений и объекта в целом.

5 Известен способ определения координат точек объекта [1], заключающийся в прокладывании теодолитных ходов, при котором измеряют расстояния между точками объекта и углы, составленные сторонами хода, далее вычисляют координаты точек объекта. Для определения высотных отметок контролируемых точек необходимо произвести дополнительные измерения, не предусмотренные способом.

10 Известен также способ [2], при котором устанавливают теодолит в точке с известными координатами, последовательно измеряют азимуты и зенитные расстояния до точек объекта, измеряют расстояния не менее чем между тремя точками, определяют радиус-векторы соответствующих точек объекта относительно точки с известными координатами и вычисляют искомые координаты.

15 Общим недостатком известных аналогов [1, 2] является то, что вследствие воздействия погрешностей, связанных с координатными условиями (погрешностями в координатах центров пунктов, погрешностями установки приборов над центрами, температурными и сезонными перемещениями пунктов), практически не представляется возможным обеспечить требуемую точность геодезических построений.

20 Наиболее приемлемым способом для контроля недоступных точек на объекте является способ прямой угловой засечки [3]. Данный способ, который выбран в качестве прототипа, характеризуется выполнением следующих действий:

- на некотором удалении от сооружения устанавливают два геодезических пункта засечки и от пунктов государственной геодезической сети (ГГС) определяют их
- 25 координаты и дирекционный угол (азимут) направления стороны пунктов засечки;
- на пунктах засечки устанавливают угломерные приборы (теодолиты, тахеометры) с их последующим центрированием;
- измеряют углы между направлением стороны пунктов засечки и направлениями на контролируемые точки сооружения;
- 30 - вычисляют дирекционные углы направлений наблюдаемых точек по дирекционному углу направления стороны пунктов засечки и измеряемым углам;
- вычисляют координаты наблюдаемых точек по координатам пунктов засечки и дирекционным углам направлений на контролируемые точки.

Выбранный в качестве прототипа способ имеет следующие недостатки:

- 35 - координаты пунктов засечки определяют с погрешностью, вызывающей искажение длины исходной стороны пунктов засечки и некоторый азимутальный разворот, в результате этого координаты контролируемых точек получают различные приращения;
- погрешность центрирования приборов на пунктах сопоставима с допустимой погрешностью наблюдения контролируемых точек объекта;
- 40 - пункты засечки устанавливают на значительном удалении от контролируемого объекта на стабильных грунтах, что пропорционально снижает точность определения координат контролируемых точек;
- при выполнении натуральных измерений не возможно точное наведение оптической трубы прибора на смежный пункт засечки, на котором размещается второй прибор.

45 Одной из важнейших задач геодезического контроля уникальных зданий и сооружений, таких как крупноапертурные стационарные фазированные антенные решетки (ФАР) и стартовые комплексы, является определение величины и скорости протекания суточных перемещений отдельных конструктивных элементов, а не значений

координат контролируемых точек. При этом предъявляются повышенные требования к оперативности и синхронности наблюдений с пунктов и к соблюдению выгоднейших условий наблюдений (выполнение измерений с минимальных расстояний до контролируемых точек при углах засечки 60-120°).

5 Задачей заявленного изобретения является упрощение технической реализации за счет определения значений перемещений контролируемых точек непосредственно по приращениям измеренных величин, без вычисления координат контролируемых точек объекта.

Указанный технический результат достигается тем, что:

10 - на территории контролируемого объекта не создают опорную сеть в виде пунктов засечки с их последующей привязкой к пунктам ГГС;

- угломерные приборы устанавливают внутри сети ориентирных пунктов (ОРП) вне центров пунктов, в точках на местности, обеспечивающих выгоднейшие условия наблюдений;

15 - выполняют измерения углов и расстояний на контролируемые точки;

- выполняют ориентирование координатных осей посредством способа определения угла разворота лимба угломерного прибора [4] с точностью, превышающей точность измерения направлений;

20 - рассчитывают значения перемещений контролируемых точек непосредственно по приращениям измеренных величин, без вычисления координат контролируемых точек.

Предлагаемый способ поясняется описанием конкретного, но не ограничивающего существа изобретения варианта его выполнения и предлагаемыми чертежами.

На фиг. 1 изображена схема способа прямой векторной засечки; на фиг. 2 представлена схема сети ориентирных пунктов.

25 Способ осуществляется следующим образом:

1) Угломерные приборы В и С (фиг. 1) устанавливают внутри сети ориентирных пунктов вне центров пунктов, в точках на местности, обеспечивающих наблюдения контролируемых точек с минимальных расстояниях при углах засечки, близких к 90°.

30 2) Определяют угол разворота лимба угломерных приборов В и С по измерениям направлений на ориентирные пункты (фиг. 2) по формуле [4]

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{k_1 \sin(\alpha_1 - N_1) + k_2 \sin(\alpha_2 - N_2) + k_3 \sin(\alpha_3 - N_3)}{k_1 \cos(\alpha_1 - N_1) + k_2 \cos(\alpha_2 - N_2) + k_3 \cos(\alpha_3 - N_3)}, \quad (1)$$

$$k_1 = D_1 \sin(N_3 - N_2); k_2 = D_2 \sin(N_1 - N_3); k_3 = D_3 \sin(N_2 - N_1),$$

35 где  $D_{n(1,2,3)}$  - расстояния от узловой точки (УТ) до ОРП $_{n(1,2,3)}$ ;  $\alpha_{n(1,2,3)}$  - дирекционные углы (азимуты) направлений сторон УТ-ОРП $_{n(1,2,3)}$ ;  $N_{n(1,2,3)}$  - измеряемые направления приборами В и С на ОРП $_{n(1,2,3)}$ .

40 3) Без изменения ориентировки угломерных приборов измеряют направления и расстояния до контролируемых точек и вычисляют дирекционные углы их направлений. В последующих циклах контрольных наблюдений фиксируют только отсчеты по горизонтальному кругу.

4) По разности дирекционных углов направлений между смежными циклами измерений определяют величины угловых перемещений контролируемых точек по 45 формулам

$$\Delta\alpha_B = \alpha_{B_i} - \alpha_B, \quad (2)$$

$$\Delta\alpha_C = \alpha_{C_i} - \alpha_C.$$

5) Вычисляют величины линейных перемещений b и c по формулам:

$$b = \frac{1}{\rho''} D_B \Delta \alpha_B; \quad (3)$$

$$c = \frac{1}{\rho''} D_C \Delta \alpha_C,$$

где  $D_B$  - расстояние от прибора В до наблюдаемой точки  $i$ ;  $D_C$  - расстояние от прибора С до наблюдаемой точки  $i$ ;  $\rho'' = 206265''$ .

Суммарный вектор перемещения  $\vec{ii}'$  контролируемой точки может быть получен по величине суммарных перемещений  $b$  и  $c$ , однако, анализ перемещений упрощается, если вычислять приращения координат контролируемых точек по формулам:

$$\Delta x = \text{csc } \omega \cdot (c \cos \alpha_B - b \cos \alpha_C); \quad (4)$$

$$\Delta y = \text{csc } \omega \cdot (c \sin \alpha_B - b \sin \alpha_C).$$

Средняя квадратическая погрешность (СКП) определения величины перемещения  $\vec{ii}'$  контролируемой точки оценивается по известной формуле для прямой угловой засечки

$$m_{\vec{ii}'} = m \text{csc } \omega \cdot \sqrt{D_B^2 + D_C^2}, \quad (5)$$

где  $m$  - СКП измерения углового перемещения наблюдаемой точки прибором.

Приведенный авторами анализ научно-технической литературы позволяет сделать вывод о патентной новизне предлагаемого способа прямой векторной засечки.

Источники информации, используемые для составления заявки:

1. Патент РФ №2063610. Способ определения координат точек объекта /О.А.

Прошляков, А.Э. Дубинский - №5035476/28; Заявлено 1992.04.01. - Опубликовано 1996.07.10;

2. Авторское свидетельство СССР №1578473. Способ определения координат точек объекта / Г.В. Нефедов, А.В. Дегтярев, В.Л. Демидов - №4308276/25-10; Заявлено 23.09.87. - Опубликовано 15.07.90. Бюл. №26;

3. Смолич, С.В. Инженерная геодезия: учебное пособие / С.В. Смолич, А.Г. Верхотуров, В.И. Савельева. - Чита: ЧитГУ, 2009. - 185 с.

4. Авторское свидетельство СССР №949338. Способ определения угла разворота лимба угломерного прибора / Н.А. Козлов - №2750651/18-10; Заявлено 09.04.79. - Опубликовано 07.08.82. Бюл. №29.

#### (57) Формула изобретения

Способ прямой векторной засечки, включающий в себя установку угломерных приборов на местности, измерение углов и расстояний на контролируемые точки объекта, отличающийся тем, что на местности не создают опорную сеть в виде пунктов засечки с их последующей привязкой к пунктам государственной геодезической сети, угломерные приборы устанавливаются внутри сети ориентирных пунктов вне центров пунктов в точках на местности, обеспечивающих наиболее благоприятные условия наблюдений, выполняют измерения углов и расстояний на контролируемые точки, ориентируют координатные оси посредством способа определения угла разворота лимба угломерного прибора, рассчитывают значения перемещений контролируемых точек непосредственно по приращениям измеренных величин, без вычисления координат контролируемых точек.

