



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
G01C 25/00 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020111970, 23.03.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
23.03.2020

Дата регистрации:  
29.03.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.03.2020

(45) Опубликовано: 29.03.2021 Бюл. № 10

Адрес для переписки:  
630108, г. Новосибирск, ул. Плехотного, 10,  
ФГБОУ ВО СГУГиТ

(72) Автор(ы):

Уставич Георгий Афанасьевич (RU),  
Косарев Николай Сергеевич (RU),  
Мезенцев Иван Абид оглы (RU),  
Баранников Дмитрий Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Сибирский государственный  
университет геосистем и технологий" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2641618 C1, 18.01.2018. RU  
2497075 C1, 27.10.2013. US 9874458 B2,  
23.01.2018. US 7623224 B2, 24.11.2009. RU  
2494346 C1, 27.09.2013.

(54) Универсальный полевой стенд для поверки геодезических приборов

(57) Реферат:

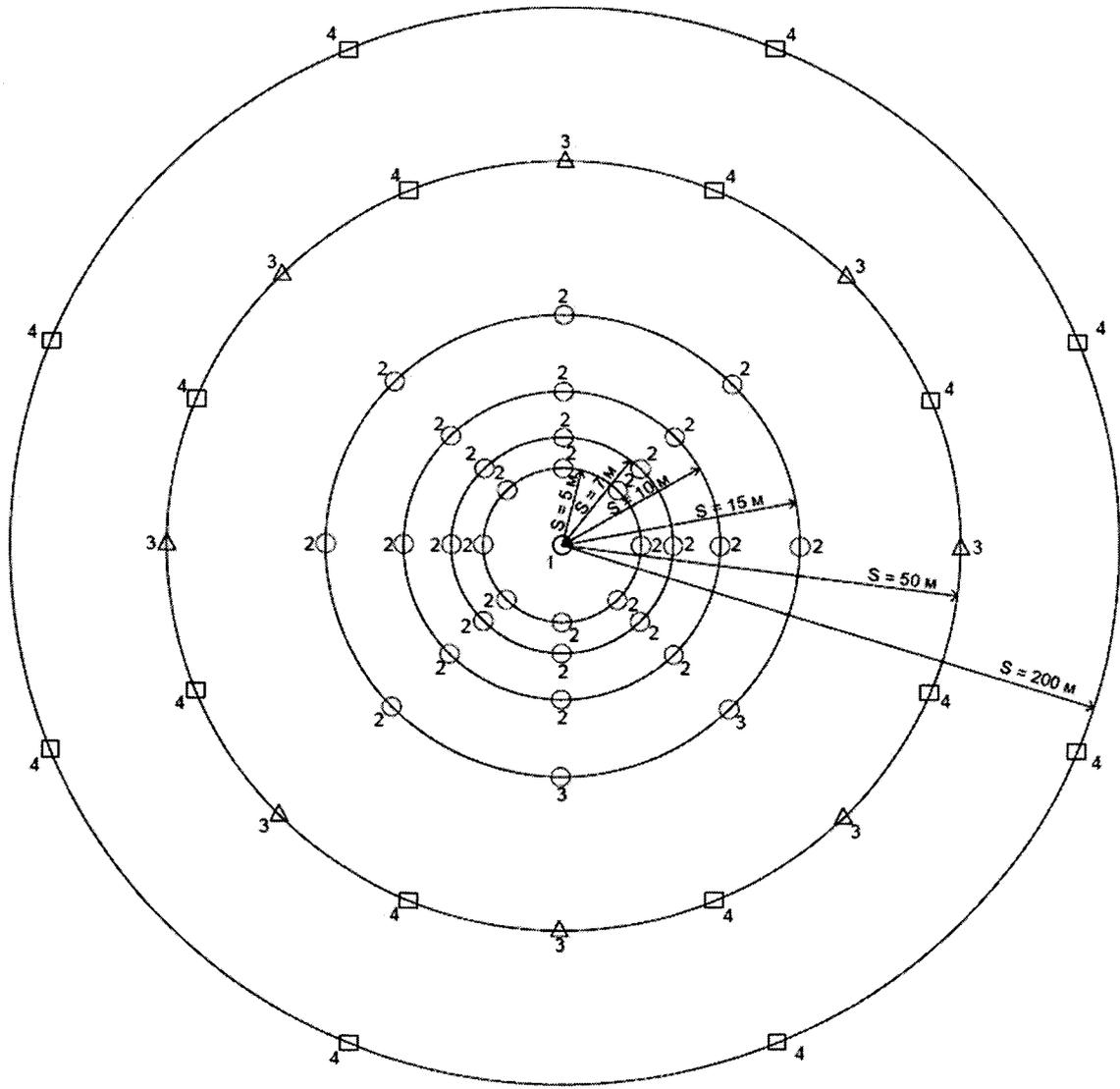
Предложенное изобретение относится к области метрологии и может быть использовано для метрологической аттестации геодезических приборов. Универсальный полевой стенд для поверки геодезических приборов содержит зафиксированный центр, вокруг которого по окружностям радиусами 5, 7, 10, 15 м в восьми направлениях закреплены геодезические пункты, состоящие из металлических труб со сферическими головками. При этом зафиксированным центром является геодезический пункт, оборудованный устройством для принудительного центрирования, закрепленный на местности центром типа 190, дополнительно введены геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 162, расположенные в восьми направлениях по окружности радиусом 50 м от зафиксированного центра, кроме этого, введены

геодезические пункты, оборудованные устройствами для принудительного центрирования, закрепленные на местности центрами типа 150, расположенные в восьми направлениях по окружностям радиусами 50 и 200 м от зафиксированного центра, причем геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типов 162 и 150, расположенные по окружности радиусом 50 м, чередуются между собой, а также все вышеупомянутые геодезические пункты и зафиксированный центр имеют координаты и высоты, полученные в единой координатной системе отсчета. Технический результат - расширение функциональных возможностей за счет обеспечения поверки четырех видов геодезических приборов: нивелиров (оптических и цифровых), электронных тахеометров, светодальномеров, ГНСС-приемников с требуемой точностью. 1 ил.

RU 2 745 635 C1

RU 2 745 635 C1

RU 2745635 C1



Фиг.1

RU 2745635 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01C 25/00 (2020.08)*

(21)(22) Application: **2020111970, 23.03.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**23.03.2020**

Registration date:  
**29.03.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **23.03.2020**

(45) Date of publication: **29.03.2021 Bull. № 10**

Mail address:

**630108, g. Novosibirsk, ul. Plakhotnogo, 10,  
FGBOU VO SGUGiT**

(72) Inventor(s):

**Ustavich Georgij Afanasevich (RU),  
Kosarev Nikolaj Sergeevich (RU),  
Mezentsev Ivan Abid ogly (RU),  
Barannikov Dmitrij Andreevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sibirskij gosudarstvennyj  
universitet geosistem i tekhnologij" (RU)**

(54) **UNIVERSAL FIELD STAND FOR CHECKING GEODETIC INSTRUMENTS**

(57) Abstract:

FIELD: metrology.

SUBSTANCE: proposed invention relates to the field of metrology and can be used for metrological certification of geodetic instruments. The universal field stand for checking geodetic instruments contains a fixed center, around which geodetic points are fixed in eight directions along circles with radii of 5, 7, 10, 15 m, consisting of metal pipes with spherical heads. At the same time, the fixed center is a geodetic point equipped with a device for forced centering, fixed on the ground by a center of type 190, additional geodetic points are introduced, fixed on the ground by centers of type 162, located in eight directions around a circle with a radius of 50 m from the fixed center, in addition, introduced are geodetic points equipped with devices for forced

centering, fixed on the ground by centers of type 150, located in eight directions along circles with radii of 50 and 200 m from the fixed center, moreover, geodetic points, fixed on the ground by centers of types 162 and 150, located in a circle with a radius of 50 m, alternate with each other, as well as all the above-mentioned geodetic points and the fixed center have coordinates and heights obtained in a single coordinate system.

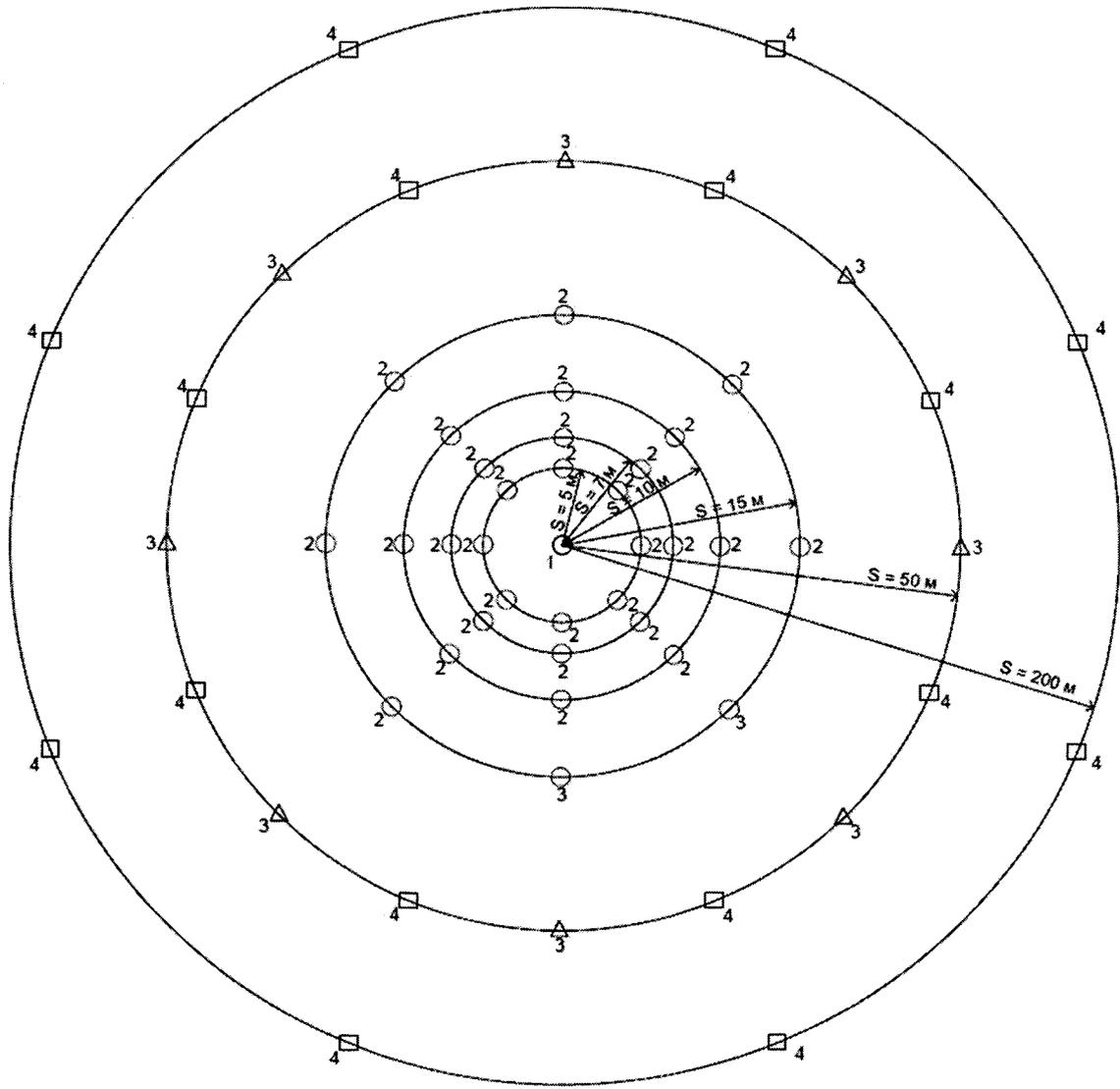
EFFECT: expansion of functionality by ensuring the verification of four types of geodetic instruments: levels (optical and digital), electronic total stations, optical range finders, GNSS receivers with the required accuracy.

1 cl, 1 dwg

**RU 2 745 635 C1**

**RU 2 745 635 C1**

RU 2745635 C1



Фиг.1

RU 2745635 C1

Предложенное изобретение относится к области метрологии и может быть использовано для метрологической аттестации геодезических приборов.

Известен линейный геодезический базис (Тревого И.С. Геодезический полигон для метрологической аттестации приборов и апробации технологий // Геопрофи. - 2009. - №1. - С. 6-11), состоящий из 20 пунктов, закрепленных металлическими трубчатыми центрами, установленными на глубину до 4 метров, выступающих над поверхностью земли на высоту до 1,3 метров и заканчивающиеся горизонтальной плитой с отверстием для станového винта и боковым овальным вырезом в трубе для доступа к нему, входящий в геодезический полигон для метрологической аттестации приборов и апробации технологий.

Недостатками линейного геодезического базиса, используемого для метрологической аттестации геодезических приборов, являются: необходимость проведения повторных измерений на базисе для оценки устойчивости геодезических центров (Уставич Г.А. К вопросу создания эталонных базисов для аттестации спутниковой аппаратуры и светодальномеров // Геодезия и картография. - 1999. - №8. - С. 6-14); линейный геодезический базис не позволяет выполнять метрологическую поверку нивелиров (оптических и цифровых), которые используются при производстве нивелирования I и II классов, так как между двумя пунктами базиса нет расстояния равного 50 м.

Наиболее близким устройством того же назначения к заявляемым по совокупности признаков является полевой высотный стенд (Уставич Г.А., Сальников В.Г., Рябова Н.М. Схема полевого высотного стенда для поверки системы «цифровой нивелир - штрих-кодовые рейки» // Геодезия и аэрофотосъемка. - 2014. - №4/с. - С. 51-55), содержащий металлическую тумбу (зафиксированный центр), вокруг которой по окружностям в восьми направлениях на расстояниях 5, 7, 10, 15 м закреплены точки, состоящие из металлических труб со сферическими головками.

Недостатком технического решения, принятого за прототип, является то, что полевой высотный стенд не позволяет проводить метрологическую поверку светодальномеров, ГНСС-приемников, электронных тахеометров и нивелиров, которые используются при производстве нивелирования I и II классов, так как на металлической тумбе отсутствует принудительное центрирование и максимальное расстояние между металлической тумбой и закрепленной точкой на окружности составляет 15 м, что является недостаточным для выполнения метрологической поверки.

Техническая задача предполагаемого изобретения заключается в расширении функциональных возможностей за счет того, что с помощью одного устройства обеспечиваются поверки четырех видов геодезических приборов: нивелиров (оптических и цифровых), электронных тахеометров, светодальномеров, ГНСС-приемников с требуемой точностью.

Поставленная задача достигается тем, что универсальный полевой стенд для поверки геодезических приборов, содержит зафиксированный центр, вокруг которого по окружностям радиусами 5, 7, 10, 15 м в восьми направлениях закреплены геодезические пункты, состоящие из металлических труб со сферическими головками, согласно изобретению, зафиксированным центром является геодезический пункт, оборудованный устройством для принудительного центрирования, закрепленный на местности центром типа 190, дополнительно введены геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 162, расположенные в восьми направлениях по окружности радиусом 50 м от зафиксированного центра, кроме этого введены геодезические пункты, оборудованные устройствами для принудительного центрирования, закрепленные на местности центрами типа 150, расположенные в восьми направлениях по окружностям

радиусами 50 и 200 м от зафиксированного центра, причем геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типов 162 и 150, расположенные по окружности радиусом 50 м чередуются между собой, также все вышеупомянутые геодезические пункты и зафиксированный центр имеют координаты и высоты, полученные в единой координатной системе отсчета.

Предлагаемое изобретение поясняется схемой, представленной на фиг. 1, где:

1 - геодезический пункт (зафиксированный центр);

2 - геодезические пункты, закрепленные металлическими трубами со сферическими головками;

3 - геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 162;

4 - геодезические пункты, оборудованные устройствами принудительного центрирования, закрепленные на местности центром типа 150.

Предлагаемое изобретение, в зависимости от поверяемой системы (комплекта), работает следующим образом.

В зависимости от поверяемой системы «нивелир - нивелирная рейка», «электронный тахеометр - отражатель», «светодальномер - отражатель», «базовый ГНСС-приемник - мобильный ГНСС-приемник» универсальный полевой стенд работает следующим образом.

При метрологической поверке системы «нивелир - нивелирная рейка» нивелир устанавливается на геодезический пункт (зафиксированный центр) - 1, оборудованный устройством для принудительного центрирования, закрепленный на местности центром типа 190, и приводится в рабочее положение, а нивелирная рейка, входящая в комплект для поверки нивелира, устанавливается последовательно на геодезические пункты, закрепленные металлическими трубами со сферическими головками - 2 и геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 162 - 3. Выполняют измерения превышений ( $h$ ) между зафиксированным центром - 1 и геодезическими пунктами, закрепленными металлическими трубами со сферическими головками - 2 и геодезическими пунктами, закрепленными на местности центрами типа 162 - 3, причем измерения вышеупомянутой системой повторяют не менее 3-5 раз по каждому направлению.

При метрологической поверке системы «электронный тахеометр - отражатель» электронный тахеометр устанавливается на геодезический пункт (зафиксированный центр) - 1, оборудованный устройством для принудительного центрирования, закрепленный на местности центром типа 190, и приводится в рабочее положение, а отражатель, входящий в комплект для поверки электронного тахеометра, устанавливается последовательно на геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 150 - 4, и приводится в рабочее положение. Выполняют измерения горизонтальных проложений ( $D$ ) и превышений ( $h$ ) между зафиксированным центром - 1 и геодезическими пунктами, закрепленными на местности центрами типа 150 - 4, причем измерения вышеупомянутой системой повторяют не менее 3-5 раз по каждому направлению.

При метрологической поверке системы «светодальномер - отражатель» светодальномер устанавливается на геодезический пункт (зафиксированный центр) - 1, оборудованный устройством для принудительного центрирования, закрепленный на местности центром типа 190, и приводится в рабочее положение, а отражатель, входящий в комплект для поверки светодальномера, устанавливается последовательно на геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 150 - 4, и приводится в рабочее положение. Выполняют измерения горизонтальных проложений ( $D$ ) и

превышений (h) между зафиксированным центром - 1 и геодезическими пунктами, закрепленными на местности центрами типа 150 - 4, причем измерения вышеупомянутой системой повторяют не менее 3-5 раз по каждому направлению.

При метрологической поверке системы «базовый ГНСС-приемник - мобильный ГНСС-приемник» базовый ГНСС-приемник устанавливается на геодезический пункт (зафиксированный центр) - 1, оборудованный устройством для принудительного центрирования, закрепленный на местности центром типа 190, и приводится в рабочее положение, а мобильный ГНСС-приемник, входящий в комплект для поверки ГНСС-аппаратуры, устанавливается последовательно на геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 150 - 4, и приводятся в рабочее положение. Базовый и мобильный ГНСС-приемники запускаются в режиме реального времени (RTK-режим) с помощью специализированного контроллера. В специализированном контроллере задается плоская прямоугольная система координат в проекции Гаусса-Крюгера. Мобильным ГНСС-приемником, входящим в комплект для поверки ГНСС-аппаратуры, выполняются последовательно измерения координат и высот геодезических пунктов, закрепленных на местности центрами типа 150 - 4, причем измерения координат и высот вышеупомянутой системой повторяют не менее 3-5 раз по каждому направлению. После этого вычисляют горизонтальные проложения (D) и превышения (h) между зафиксированным центром - 1 и геодезическими пунктами, закрепленными на местности центрами типа 150 - 4.

Горизонтальные проложения (D) и превышения (h) между зафиксированным центром - 1 и геодезическими пунктами, закрепленными на местности центрами типа 150 - 4, вычисляются по формулам:

$$D = \sqrt{(x_{\text{центр}} - x_{\text{пункт}})^2 + (y_{\text{центр}} - y_{\text{пункт}})^2}, \quad (1)$$

$$\Delta h = h_{\text{центр}} - h_{\text{пункт}}, \quad (2)$$

где  $x_{\text{центр}}$  и  $y_{\text{центр}}$  - измеренные базовым ГНСС-приемником плановые координаты зафиксированного центра - 1;

$x_{\text{пункт}}$  и  $y_{\text{пункт}}$  - измеренные мобильным ГНСС-приемником плановые координаты геодезических пунктов, закрепленных на местности центрами типа 150 - 4;

$h_{\text{центр}}$  - измеренная базовым ГНСС-приемником высота зафиксированного центра - 1;

$h_{\text{пункт}}$  - измеренные мобильным ГНСС-приемником высоты геодезических пунктов, закрепленных на местности центрами типа 150 - 4.

В зависимости от поверяемой системы (комплекта) «нивелир - нивелирная рейка», «электронный тахеометр - отражатель», «светодальномер - отражатель», «базовый ГНСС-приемник - мобильный ГНСС-приемник» вычисляют отклонения между измеренными (вычисленными) горизонтальными проложениями и превышениями и их эталонными значениями:

$$\varepsilon_{xy} = D - D_{\text{этал}}, \quad (3)$$

$$\varepsilon_h = \Delta h - \Delta h_{\text{этал}}, \quad (4)$$

где  $\varepsilon_{xy}$  - отклонение измеренного (вычисленного) горизонтального проложения от его эталонного значения;

$\varepsilon_h$  - отклонение измеренного (вычисленного) превышения от его эталонного значения.

Далее анализируются результаты отклонений между измеренными (вычисленными)

горизонтальными проложениями и превышениями и их эталонными значениями.

Критериями отбраковки грубых ошибок в результатах измерений являются следующие величины [ГОСТ Р ИСО 17123-8-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Оптика и оптические приборы. Методики полевых испытаний геодезических и топографических приборов. Часть 8. Полевые испытания GNSS-аппаратуры в режиме «Кинематика в реальном времени» (RTK). - М.: Стандартинформ, 2013. - 20 с.]:

$$|\varepsilon_{xy}| \leq 2,5 \cdot \sqrt{2} \cdot s_{xy}, \quad (5)$$

$$|\varepsilon_h| \leq 2,5 \cdot \sqrt{2} \cdot s_h, \quad (6)$$

где  $s_{xy}$  и  $s_h$  - стандартные отклонения, установленные изготовителем по каждому типу геодезических приборов.

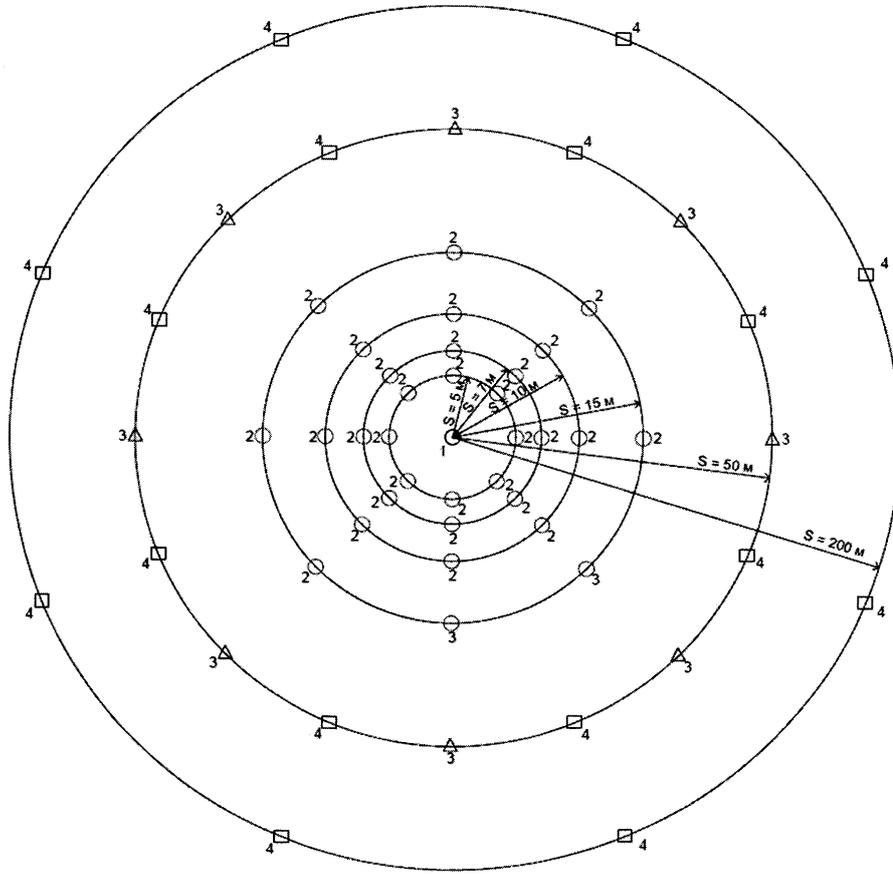
По результатам сравнений отклонений между измеренными (вычисленными) горизонтальными проложениями и превышениями и их эталонными значениями делается вывод о пригодности средств измерений (нивелиров, электронных тахеометров, светодальномеров, ГНСС-приемников) для выполнения геодезических работ. В случае если какое-либо отклонение не удовлетворяет хотя бы одному из условий уравнений (5) и (6), то подозревают наличие выброса (выбросов) в соответствующих измерениях и процедуру поверки повторяют.

Технический результат, достигаемый заявленным универсальным полевым стендом для поверки геодезических приборов, заключается в повышении достоверности и точности определения превышений, расстояний и координат при метрологической аттестации исследуемых геодезических приборов.

При всей совокупности заявляемых признаков универсальный полевой стенд для поверки геодезических приборов обеспечивает поверку четырех видов геодезических приборов нивелиров (оптических и цифровых), электронных тахеометров, светодальномеров, ГНСС-приемников с требуемой точностью.

#### (57) Формула изобретения

Универсальный полевой стенд для поверки геодезических приборов, содержащий зафиксированный центр, вокруг которого по окружностям радиусами 5, 7, 10, 15 м в восьми направлениях закреплены геодезические пункты, состоящие из металлических труб со сферическими головками, отличающийся тем, что зафиксированным центром является геодезический пункт, оборудованный устройством для принудительного центрирования, закрепленный на местности центром типа 190, дополнительно введены геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типа 162, расположенные в восьми направлениях по окружности радиусом 50 м от зафиксированного центра, кроме этого, введены геодезические пункты, оборудованные устройствами для принудительного центрирования, закрепленные на местности центрами типа 150, расположенные в восьми направлениях по окружностям радиусами 50 и 200 м от зафиксированного центра, причем геодезические пункты, закрепленные на местности центрами типов 162 и 150, расположенные по окружности радиусом 50 м, чередуются между собой, а также все вышеупомянутые геодезические пункты и зафиксированный центр имеют координаты и высоты, полученные в единой координатной системе отсчета.



Фиг.1