



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **123626** (13) **C2**

(51) МПК (2021.01)

**G01S 19/01** (2010.01)

**G01S 5/04** (2006.01)

**G01S 5/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки:	<b>а 2017 08167</b>	(72) Винахідник(и):	<b>Броварець Олександр Олександрович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки:	<b>07.08.2017</b>	(73) Володілець (володільці):	<b>Броварець Олександр Олександрович,</b> вул. Генерала Родимцева, 1-а, кв. 603, м. Київ-41, 03041 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності:	<b>06.05.2021</b>	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	Корольов В.М. До питання комплексування автономної системи навігації із супутниковою радіонавігаційною системою в інтересах навігації наземного рухомого об'єкту \\\ Вісник геодезії та картографії.- 2005. - № 1. - С.8-13. RU 2269095 C2, 27.01.2006 UA 98369 C2, 10.05.2012 UA 42431 A, 15.10.2001 WO 2008076728 A, 26.06.2008 US 2008204315 A1, 28.08.2008 US 2016195602 A1, 07.07.2016 US 2010234045 A1, 16.09.2010
(41) Публікація відомостей про заявку:	<b>12.03.2018, Бюл.№ 5</b>		
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію:	<b>05.05.2021, Бюл.№ 18</b>		

## (54) СПОСІБ ПОТРІЙНОЇ ТРИЛАТЕРАЦІЇ ВИЗНАЧЕННЯ НАДТОЧНИХ КООРДИНАТ МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ ОБ'ЄКТА ОЛЕКСАНДРА БРОВАРЦЯ

### (57) Реферат:

Спосіб потрійної трилатерації визначення надточних координат місцезнаходження об'єкта Олександра Броварця належить до навігаційних вимірів та може бути використаний в авіації, космонавтиці, машинобудуванні, будівництві та інших галузях техніки. У способі координати місцезнаходження статичного чи динамічного об'єкта визначають за допомогою рівневої системи визначення координат, з використанням групи антен GPS-приймачів третього рівня, що розміщують в одній площині, у вигляді трьох трикутних груп антен GPS-приймачів з чітко визначеними відстанями між групами GPS-приймачів та відстанями GPS-приймачів всередині однієї групи, за допомогою яких розраховують координати точок другого рівня, потім, за допомогою координат точок другого рівня, визначають координати точки першого рівня, що є координатами об'єкта, формуючи при цьому принцип потрійної трилатерації. Технічним результатом є підвищення точності GPS визначення координат статичного чи динамічного об'єкта.

UA 123626 C2

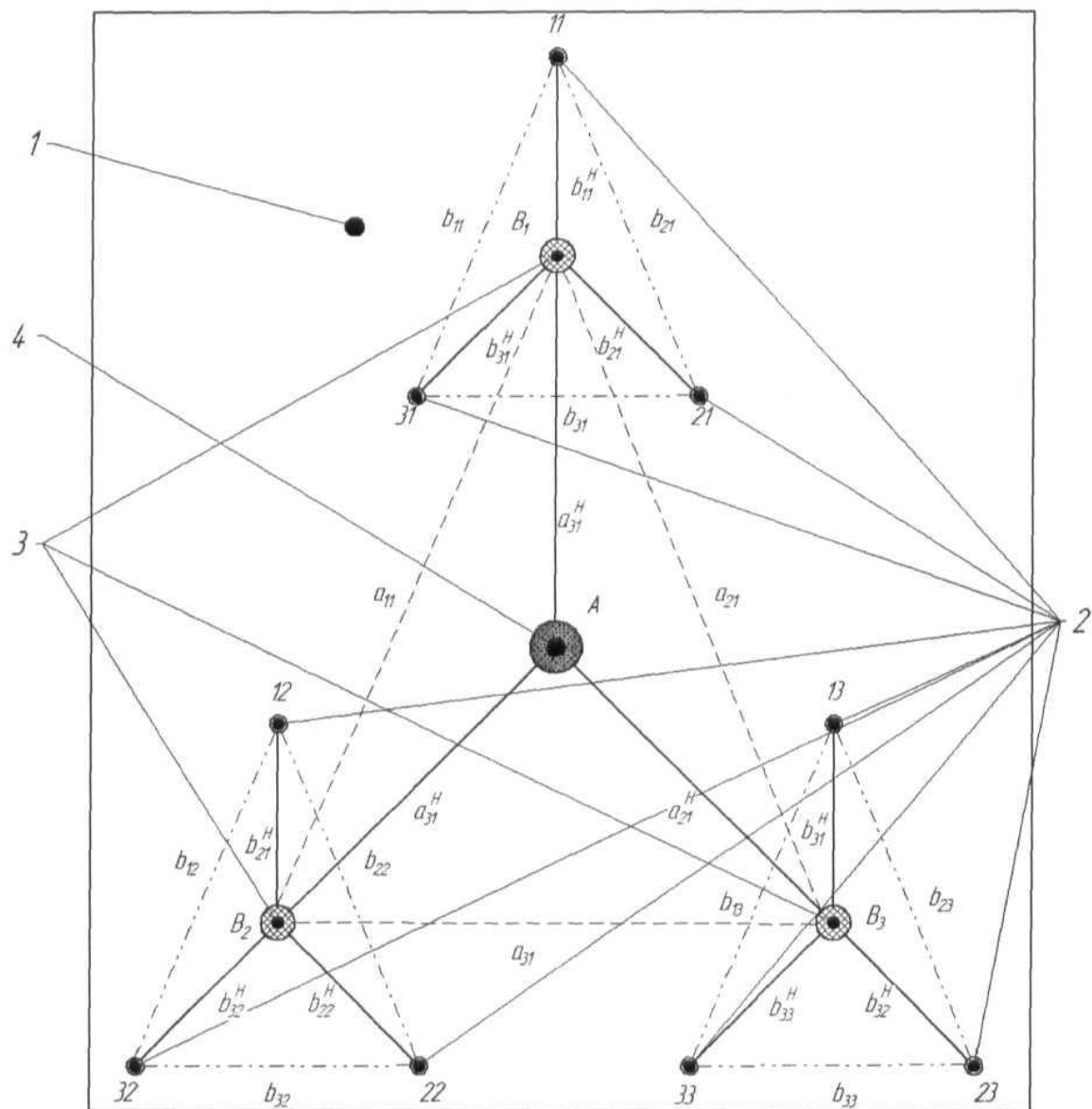


Fig. 1

Винахід належить до галузі фізики, геодезичних і навігаційних вимірів та може бути використаний в авіації, космонавтиці, машинобудуванні, будівництві та інших галузях техніки, системах пошуку об'єктів, транспортних засобів, навігації та контролю автоперевезень, для визначення прямокутних координат, способів і пристроїв по визначенню кутових координат цілі, координат точок на земній поверхні, плоских прямокутних координат контурних точок місцевості, географічних координат об'єктів, транспортних засобів відносно базових станцій, геодезичного забезпечення вишукувань у містах, селищах, при різних вишукуваннях, на площадках промислового і житлового будівництва, при будівництві підземних комунікацій, у маркшейдерських роботах, при землевпорядженні, меліорації земель, земельному кадастрі, при виконанні господарських робіт на щільно забудованих територіях, при побудові систем цілеуказання.

Система наземних станцій траєкторних вимірів для навігаційно-балістичного забезпечення космічних апаратів має обмежені можливості по зоні дії і точніших характеристиках.

Останнім часом, актуальними стали завдання створення бортових навігаційних систем з використанням супутникової навігації. Успіхи технологій супутникової навігації дозволили, окрім завдання, визначення координат і швидкості носія навігаційного приймача реалізувати такі задачі, як визначення кутової орієнтації власної системи координат об'єкта відносно топоцентричної (локальної) системи координат (Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов" - М.: "Недра", 1974.), визначення координат спостережуваного об'єкта (Руководство по фототопографическим работам при топогеодезическом обеспечении войск. Часть 2. - М.:РИО, ВТС, 1981), завдяки використанню допоміжних пристроїв та алгоритмів. Але успішне вирішення перелічених задач можливо, якщо навігаційний приймач прийме сигнали від не менш ніж від 4 супутників. В той же час, при русі космічного апарата по високоеліптичній орбіті, ці умови часто не виконуються.

Відомий спосіб коректування вишукувань, за допомогою супутникової навігаційної системи (Могильний С.Г., Гавриленко Ю.М., Ахоніна Л.І., Креніда Ю.Ф. Геодезія. Частина перша: Підручник. 3-є вид., випр. та доп. / За заг. ред. Могильного С.Г. і Гавриленко Ю.М. Донецьк: 2009.-514 с. (с. 158-164)), що складається з визначення координат шуканої точки згущення, яка вставляється в опорну мережу відомих точок відносно координат цих відомих точок, а координати шуканої точки визначаються, за допомогою супутникової навігаційної системи. На шуканій точці мережі згущення закладаються пункти, вимірюються кути. Координати відомих точок і виміряні кути на шуканій точці дозволяють визначити координати шуканої точки.

Аналог не дозволяє виключити спотворювання сигналів від супутників навігаційної системи через наявність високих будівель, ліній електропередач, дерев.

Відомий спосіб коректування вимірів при детальних розподільних роботах на високих монтажних горизонтах (Патент РФ №2269095, МПК 7, G01C07/02, E04B1/18. Хакимуллин Н.М. і ін. 19.03.2004), що полягає у визначенні електронним тахеометром місць розташування характерних точок спорудження, тільки по їхніх координатах, що визначають прокладкою тахеометричного ходу, при уведенні поправок у координати точок.

Найбільш близький аналог не дозволяє скорочувати витрати при виключенні спотворювань сигналів від супутникової навігаційної системи.

Відомий спосіб визначення просторових координат центру проєкції знімальної камери полягає у тому, що на земній поверхні, в районі аерофотознімання, встановлюють GPS-приймач; на борту рухомого об'єкта встановлюють знімальну камеру і бортовий GPS-приймач, з'єднують їх між собою, приймають сигнали з бортового GPS-приймача і керують знімальною камерою (Дорожинський О.Л., Основи фотограмметрії. - Львів, Видавництво національного університету „Львівська політехніка”, 2003 р., с. 47-49).

Однак, відомий спосіб не завжди забезпечує точність визначення просторових координат, необхідну для складання карт великих масштабів. Знімальна камера, яку встановлюють на борту рухомого об'єкта, наприклад, у літаку виконує знімання земної поверхні у деякі проміжки часу з інтервалами, які пов'язані з технічною необхідністю підготовки камери до знімання. Координати центру проєкції знімальної камери визначають бортовим GPS-приймачем, який встановлюють на борту цього ж рухомого об'єкта.

Відомий спосіб коректування вимірів, при детальних розподільних роботах на високих монтажних горизонтах (Патент РФ № 2269095, МПК G01C 07/02, E04B 1/18 від 19.03.2004), що включає визначення тахеометричним ходом координат шуканих характерних точок спорудження, розташованих на проміжних поверхнях і дахах, від координат найближчих відомих пунктів.

Аналог не визначає координати шуканих характерних точок спорудження за допомогою спостережень сигналів супутників навігаційної системи.

Відомий спосіб визначення координат шуканих точок, при виконанні вишукувань за допомогою супутникової системи (патент України винаходу № 98396, МПК G01C 21/00, від 10.05.2012), що включає рекогносцировку найближчих відомих пунктів геодезичної мережі і об'єкта зйомки, розташування шуканих точок на верхніх частинах конструкцій і зовнішніх частинах фасадів будинків і на земній поверхні, визначення необхідної точності характерних і вихідної шуканих точок, прийом сигналів супутникової навігаційної системи у характерних точках, виконання вимірів.

Найбільш близький аналог становить значну небезпеку при прийомі сигналів супутникової навігаційної системи у характерних шуканих точках, безпосередньо на краю даху висотної будівлі.

Відомий спосіб визначення координат точок на земній поверхні полягає у тому, що проводять польове рекогносцирування місцевості, позначають на місцевості точки геодезичної мережі, визначають оптимальну схему вимірів максимальної інформативності, формують оптимально необхідні сесії вимірів, встановлюють системи GPS у точках мережі, виконують виміри і визначають положення точок на земній поверхні (Спосіб визначення положення точок на земній поверхні. Деклараційний патент на винахід 42431. Україна, МПК O01C5/00/К.Третяк (Україна) - N2001021169; заявлено 19.02.2001; опубл. 15.10.2001, бюл. № 9, 5 ст.).

Однак, на точність визначення планових координат точок на земній поверхні системами GPS впливають різноманітні фактори, зокрема інструментальні похибки GPS-приймачів. Результати високоточних вимірів, виконаних GPS-приймачами, спотворюються у результаті того, що фазовий центр супутникової антени не збігається з її віссю обертання. Величина розбіжності може сягати кількох міліметрів. Тому у прецизійних GPS-вимірюваннях субміліметрової точності такі величини спотворень необхідно враховувати. Дані вимірів опрацьовують програмними пакетами фірм виробників GPS-апаратури і з обов'язковим суміщенням початкової та кінцевої точок.

Відомі GPS - способи визначення координат статичного тіла, що забезпечують високу точність визначення координат за умови тривалих за часом вимірів на нерухомій основі [Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика / Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Коллінз; Пер. з англ. третього вид. під ред. Я.С. Яцківа. - Київ: Наук. Думка, 1995-380с.].

Також відомі GPS-способи, що дозволяють виконувати визначення координат в режимі руху з короткими зупинками в необхідних точках [Жигулін В.М., Корольов В.М., Волчко П.І., Макаревич В.Д., Липський В.Т. Місце ГІС-технологій в системах управління взаємодією у підрозділах сухопутних військ тактичної ланки: Інженерна геодезія. - 2003. - №49. - С.95-101.].

Недоліком запропонованих способів є низька їх точність та статичне вимірювання для точного визначення координат, що унеможливорює їх використання на рухомих об'єктах.

Відомі навігаційні GPS-способи, що працюють в умовах динаміки рухомих об'єктів [Жигулін В.М., Корольов В.М., Волчко П.І., Макаревич В.Д., Липський В.Т. Місце ГІС - технологій в системах управління взаємодією у підрозділах сухопутних військ тактичної ланки: Інженерна геодезія. - 2003. - №49. - С.95-101., Корольов В.М. До питання комплексування автономної системи навігації із супутниковою радіонавігаційною системою в інтересах навігації наземного рухомого об'єкту: Вісник геодезії та картографії. - 2005. - №1.-С.8-13.].

Відомим аналогом до винаходу, що заявляється, є спосіб визначення координат точок на земній поверхні, який полягає у тому, що встановлюють пристрій для закріплення антени GPS-приймача з можливістю переміщення її заданою траєкторією із центром на прямовисній лінії, що проходить через точку, координати якої визначають, виконують вимірювання із визначенням положення центру антени (патент RU N2116656 G01S7/36, H01G3/02, публ. 27.07.1998 "Способ проведения геодезических измерений с использованием глобальных спутниковых радионавигационных систем и устройство для его осуществления").

Найбільш близьким аналогом запропонованого способу, що можна прийняти за прототип, є спосіб GPS-визначення координат на рухомому об'єкті [Корольов В.М. До питання комплексування автономної системи навігації із супутниковою радіонавігаційною системою в інтересах навігації наземного рухомого об'єкту: Вісник геодезії та картографії. -2005. - №1. - С.8-13], що оснований на визначенні координат одночасно групою GPS-приймачів.

Недоліком запропонованого способу є відсутність чіткості способу визначення координат групою GPS-приймачів із врахуванням їх взаємного розміщення.

На фіг. 1. - схема реалізації визначення надточних координат місцезнаходження об'єкта Олександра Броварця, фіг. 2. - зображено спосіб потрійної трilaterації визначення надточних координат місцезнаходження об'єкта Олександра Броварця.

Задачею винаходу є створення способу потрібної трилатерації визначення надточних координат місцезнаходження об'єкта, яка дозволила б значно підвищити точність GPS визначення координат статичного та рухомого об'єкта при мобільній геодезичній зйомці.

В основу винаходу поставлена задача надточного визначення координат шуканої точки, яка розміщується на статичному чи динамічному об'єкті, за допомогою супутникової навігаційної системи шляхом того, що точність визначення шуканої координати об'єкта на земній поверхні встановлюють на основі рівневої системи визначення групи координат, отриманих від групи GPS-приймачів, так званого третього рівня (згідно зі способом), на основі яких відбувається обрахунок координат точок другого рівня, що є основою для визначення координат точки першого рівня - координат об'єкта.

Поставлена задача визначення координати місцезнаходження статичного чи динамічного об'єкта визначаються за допомогою рівневої системи визначення координат, з використанням групи антен GPS-приймачів третього рівня, що розміщуються у одній площині у вигляді трьох трикутних груп антен GPS-приймачів з чітко визначеними відстанями між групами GPS-приймачів та відстанями GPS-приймачів в середині однієї групи.

Запропонований спосіб реалізується наступним чином. Згідно зі способом потрібної трилатерації визначення надточних координат місцезнаходження об'єкта Олександра Броварця на фізичному об'єкті 1, відбувається за рахунок використання рівневої системи визначення координат, з використанням точок третього рівня 2-11, 21, 31, 12, 22, 32, 13, 23, 33, що розміщуються на фізичному об'єкті 1 в одній площині, з використанням групи GPS-приймачів для визначення координат статичного чи динамічного об'єкта, встановлені на жорсткій конструкції. Положення даних GPS-приймачів 2 відоме відносно власної системи координат об'єкта, що оснований на одночасному визначенні координат групою антен GPS-приймачів третього рівня, розміщених у одній площині, що визначають координати місцезнаходження об'єкта, з використанням GPS-визначення координат, які розміщуються у вигляді трьох трикутних груп антен GPS-приймачів з чітко визначеними відповідними відстанями між точками

третього рівня ними  $b_{11}^H, b_{21}^H, b_{31}^H, b_{12}^H, b_{22}^H, b_{32}^H, b_{13}^H, b_{23}^H, b_{33}^H$ . Тоді відстань від відповідної точки третього рівня до місця кріплення точки другого рівня 3-В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>. Координати точок другого рівня 3-В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> визначають координат відносно трьох точок третього рівня, які розміщені на відстані  $b_{11}^H, b_{21}^H, b_{31}^H, b_{12}^H, b_{22}^H, b_{32}^H, b_{13}^H, b_{23}^H, b_{33}^H$  один від одного. Координату точки першого рівня 4 - А визначають з використанням координат точок другого рівня 3 В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> розміщення фізичного об'єкта, розраховується відповідно до місця їх кріплення  $a_{11}^H, a_{21}^H, a_{31}^H$  та відстані між ними  $a_{11}, a_{21}, a_{31}$ .

Приклад:

Координати точок третього рівня:

11=50.52941973563599,30.86972058941341

21=50.52941504679839,30.86971589554773

31=50.52941504679839,30.869725953831328

Звідси, координати точок другого рівня В<sub>1</sub>=50.52941632557233, 30.869718577756696.

Координати точок третього рівня:

12=50.52941078421834,30.869713213338773

22=50.5294039640895, 30.869707848920868

32=50.529404390347594,30.869716566099974

Звідси, координати точок другого рівня В<sub>2</sub>=50.52940652163792, 30.869711872234298.

Координати точок третього рівня:

13=50.52940907918624,30.869730647696997

23=50.5294039640895,30.869728636040282

33=50.5294039640895, 30.869734000458195

Звідси, координати точок другого рівня В<sub>3</sub>=50.52940609537988, 30.869729977144758.

Тоді координата точки першого рівня А=50.52941121047638, 30.869721259965647.

Технічним рішенням винаходу є розробка способу потрібної трилатерації визначення надточних координат місцезнаходження об'єкта Олександра Броварця, яка може бути використана в авіації, космонавтиці, машинобудуванні, будівництві та інших галузях техніки, системах пошуку об'єктів, транспортних засобів, навігації та контролю автоперевезень, для визначення прямокутних координат, способів і пристроїв по визначенню кутових координат цілі, координат точок на земній поверхні, плоских прямокутних координат контурних точок місцевості, географічних координат об'єктів, транспортних засобів відносно базових станцій, геодезичного забезпечення вишукувань у містах, селищах, при різних вишукуваннях, на

площадках промислового і житлового будівництва, при будівництві підземних комунікацій, у  
 маркшейдерських роботах, при землевпорядженні, меліорації земель, земельному кадастрі, при  
 виконанні господарських робіт, на щільно забудованих територіях, при побудові систем  
 цілеуказання, що дасть можливість підвищити точність визначення координати  
 місцезнаходження статичного чи динамічного об'єкта.

# ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

Спосіб визначення надточних координат місцезнаходження об'єкта, який застосовує латерацію  
 в групі GPS-приймачів, який **відрізняється** тим, що координати місцезнаходження статичного  
 чи динамічного об'єкта визначають за допомогою рівневої системи визначення координат, з  
 використанням групи антен GPS-приймачів третього рівня, що розміщують в одній площині, у  
 вигляді трьох трикутних груп антен GPS-приймачів з чітко визначеними відстанями між групами  
 GPS-приймачів та відстанями GPS-приймачів всередині однієї групи, за допомогою яких  
 розраховують координати точок другого рівня, потім, за допомогою координат точок другого  
 рівня, визначають координати точки першого рівня, що є координатами об'єкта, формуючи при  
 цьому принцип потрійної трилатерації.

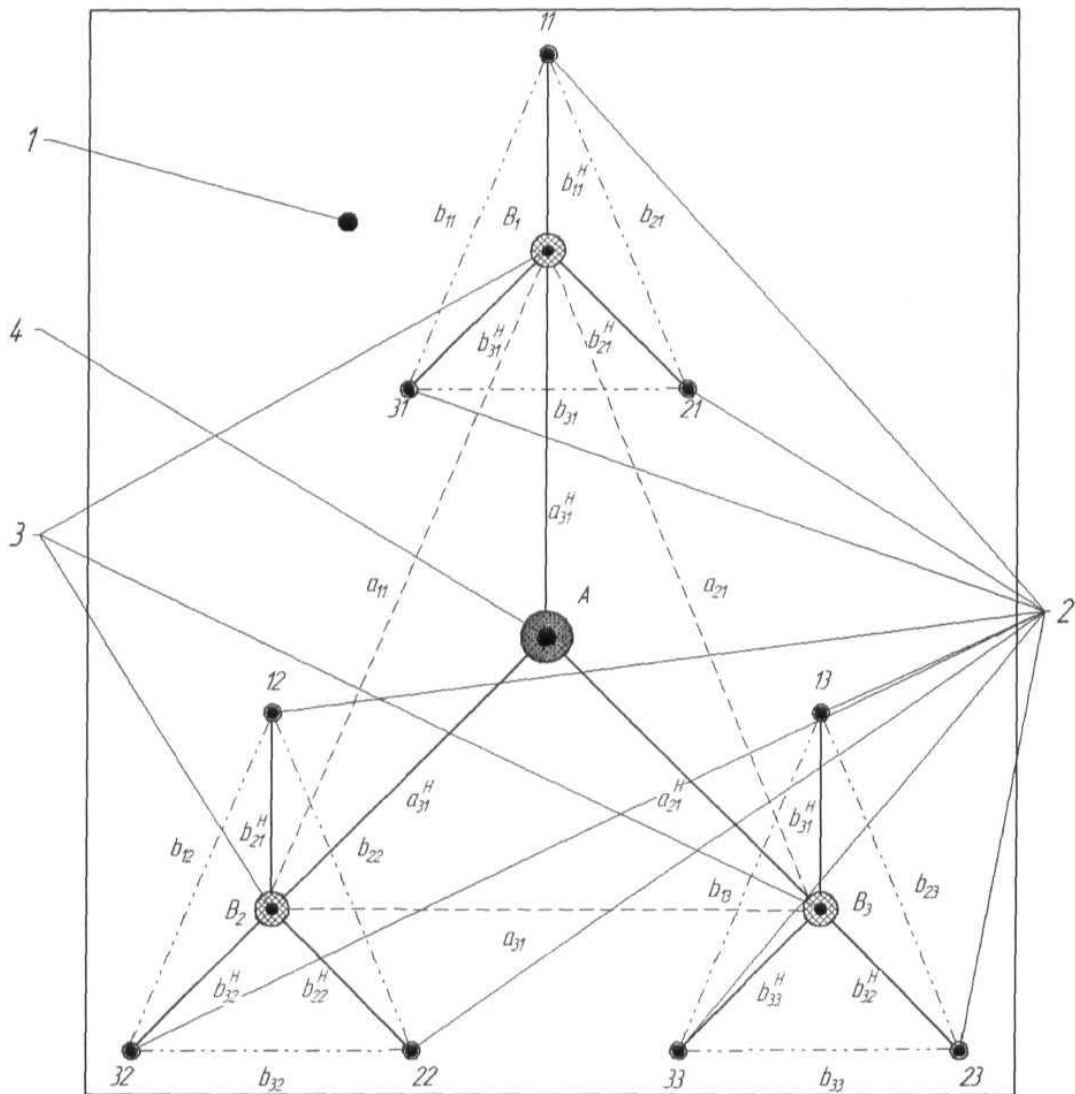
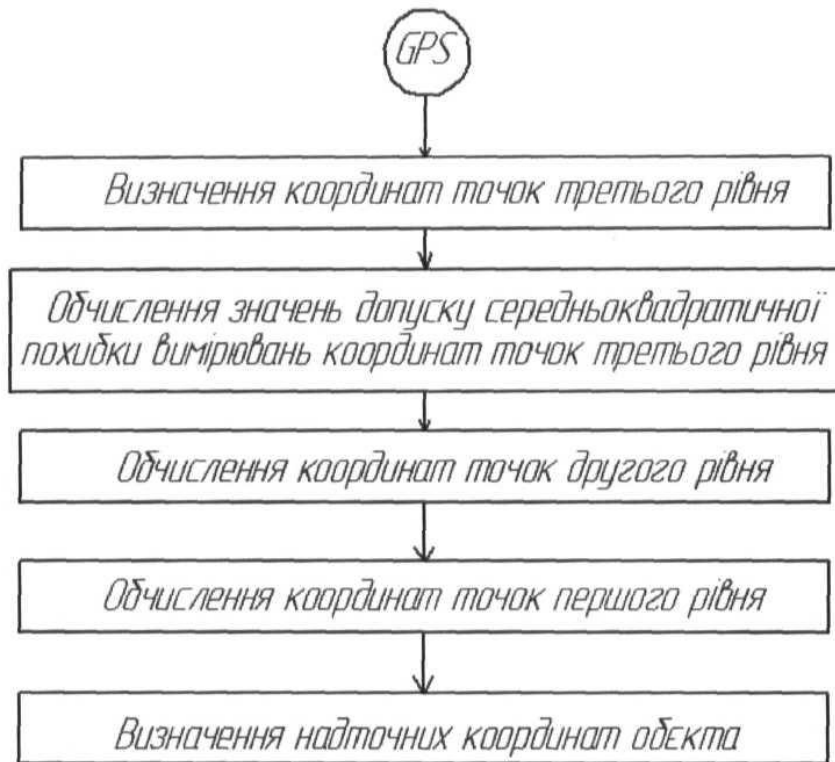


Fig. 1



Фіг. 2