



УКРАЇНА

(19) UA (11) 49406 (13) U
(51) МПК (2009)
G01C 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗНІМАННЯ МІСЦЕВОСТІ

1

2

(21) u200912047

(22) 24.11.2009

(24) 26.04.2010

(46) 26.04.2010, Бюл. № 8, 2010 р.

(72) БЕЛЕНКО ВАДИМ ЮРІЙОВИЧ, БУРАЧЕК
ВСЕВОЛОД GERMANOVICH, ЗАЦЕРКОВНИЙ ВІ-
ТАЛІЙ ІВАНОВИЧ, МОРОЗ ВАЛЕРІЙ МИКОЛАЙО-
ВИЧ, ПАРАНИЧ ВІКТОР ПЕТРОВИЧ

(73) КОЛЕДЖ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ НАУ

(57) Спосіб дистанційного знімання місцевості, що
заснований на методі цифрової зйомки плану міс-
цевості та методі лазерного висотометрування,

який відрізняється тим, що одночасно з експози-
ціями цифрової знімальної камери вимірюють за
допомогою лазерного висотоміра висоти точок на
плані, що знімають цифровою камерою, при цьому
лазерний промінь висотоміра пропускають крізь
двоклинову оптичну систему та виконують обер-
тання клинів в одному напрямку з різними швидко-
стями, вимірюють кутові величини повороту кли-
нів, вираховують за цими даними координати
точок на отриманій проекції спіралі на місцевості
та перетворюють в систему координат цифрової
камери і будують рельєф місцевості на отримано-
му цифровому плані.

Спосіб належить до геодезії, зокрема до мето-
дів аерокосмічного знімання місцевості.

Відомі способи аерофотозйомки, засновані на
стереофотограмметричних методах [1]. До недо-
лік даних способів можна віднести складність та
великий обсяг обробки стереоданих.

Відомі методи сканерного знімання [2]. До не-
доліків цих методів відноситься недостатня точ-
ність скануючих пристроїв, що використовуються,
яка негативно впливає на загальну точність мето-
ду.

Також відомі способи аерокосмічних лазерних
світловіддалемірних вимірювань [3]. Проблема
сканування лазерного променя така ж сама, як у
попередньому методі.

Як аналог, прийнятий за прототип, може бути
використаний спосіб знімання місцевості, що опи-
саний в [3].

Задачею корисної моделі є створення способу
дистанційного знімання місцевості, що дозволяє
отримати підвищення точності знімання і відобра-
ження рельєфу на цифровому знімку при виклю-
ченні складної фотограмметричної технології.

Поставлена задача вирішується за рахунок
створення способу дистанційного знімання місце-
вості, який заснований на методі цифрового зні-
мання та методі лазерного висотометрування,
який відрізняється тим, що одночасно з експози-
ціями цифрової знімальної камери в картографічно-
му каналі вимірюють за допомогою лазерного ви-
сотоміра висоти точок на плані, що знімають
цифровою камерою, при цьому лазерний промінь

висотоміра пропускають крізь двохклинову оптич-
ну систему та виконують обертання клинів в одно-
му напрямі з різними швидкостями, вимірюють
кутові величини повороту клинів, вираховують по
цих даних координати точок на отриманій проекції
спіралі на місцевості, перетворюють в систему
координат цифрової камери та будують рельєф
місцевості на отриманому в картографічному ка-
налі цифровому плані.

Технічним результатом є спрощення техноло-
гії обробки інформації за рахунок виключення ви-
користання стереофотограмметрії та підвищення
точності картографування рельєфу за рахунок
введення сканування місцевості по точній спіралі.

На Фіг.1 представлена схема пристрою, за до-
помогою якого реалізується запропонований спо-
сіб:

- 1 - блок керування ;
- 2 - блок обробки інформації;
- 3 - лазерний висотомір з блоком випроміню-
вання;
- 4 - цифрова знімальна камера;
- 5 - двохклиновий скануючий прилад;
- 6, 7 - блоки приводів відповідно першого та
другого скануючих клинів приладу 5;
- 8, 9 - блоки датчиків кутів повороту відповідно
першого та другого скануючих клинів приладу 5;
- 10 - навігаційний прилад;
- 11 - приймач супутникових сигналів GPS;
- 12 - датчик вертикалі;
- 13 - блок запису та збереження інформації;
- 14 - блок приймача лазерного висотоміра;

(13) U
(11) 49406
(19) UA

- 15 - скануючий промінь висотоміра;
- 16 - світловий потік (імпульс) лазерного випромінювання;
- 17 - відбитий світловий потік випромінювання від місцевості;
- 18 - блок регулювання різниці швидкостей обертання клинів;
- 19 - блок формування цифрового плану та рельєфу;
- 20 - датчик швидкості руху летального апарата.

Усі блоки встановлені на летальному апараті, при цьому блоки 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12 жорстко зв'язані з осями апарата.

Опис роботи даного пристрою пояснює сутність запропонованого способу. За допомогою блока керування включають усі прилади та блоки пристрою. Блоки 10, 11, 12 передають в блок 2 поточні дані: координати місця положення носія, орієнтацію носія в просторі, швидкість польоту, значення висоти польоту та ін.

Якщо виконувати сканування двохклиновою оптичною системою зі статичного летального апарата, то розгорнення буде виконуватись по спіралі. При русі летального апарата й використанні двохклинової оптичної систем розгорнення виконується по складній кривій, що наближено являє собою спіраль, витягнуту по напрямку руху летального апарата.

Лазерний висотомір 3 за допомогою приладу 5 сканує місцевість. Обертання оптичних клинів приладу 5 виконується приводами 6, 7 з різними швидкостями. Блоки 8, 9 датчиків кутів повороту клинів передають в блок 2 значення кутів повороту клинів приладу 5 на кожний момент часу. При цьому в блоці 2 по сигналу з приладу 3 про посилення імпульсу 16 лазера фіксують значення кутів повороту клинів на даний момент часу та вираховують координати точки на контурному плані, що отримують в приладі 4 після перетворення відбитого світлового потоку 17 від місцевості в електронний код, який передається з приладу 4 в блок 2.

Значення вимірюваних висот надходять з приладу 3 в блок 2. У блоці 2 у величини вимірюваних значень вводять поправку за нахил скануючого лазерного променя (розраховують за даними датчика 12 і блоків 8, 9) і передають у блок 19 формування цифрового плану та рельєфу, де будують рельєф на цифровому контурному плані по отриманих значеннях координат точок сканування та їх висотним характеристикам. Із блока 19 значення передають у блок запису та збереження інформації 13.

При скануванні щільність точок на місцевості буде різною: у центрі вона буде вищою, ніж на периферії, тому для більш рівномірного розташування точок сканування змінюють швидкість обертання оптичних клинів. Із блока 2 у блок 18 надходить електричний сигнал із значеннями поточної швидкості обертання клинів, яку блок 2 отримує з блока 1. Також у блок 18 надходять значення кутів повороту клинів приладу 5 на даний момент часу із блоків 8, 9. Блок 18 на основі отриманих даних вираховує швидкість обертання клинів блока 5,

яка забезпечує необхідну частоту сканування (щільність точок) у залежності від необхідного масштабу знімків та заданого перерізу рельєфу, та передає значення швидкостей у блок 1 (зادля регулювання блоком 1 швидкості обертання клинів) та у блок 2 (зadля розрахунків блоком 2 координат точок).

При цьому, координати положення точки місцевості на цифровому контурному плані в системі координат цифрової знімальної камери можна виразити функцією:

$$(x, y) = f(\alpha_1, \alpha_2, H, x_n, y_n), \quad (1)$$

де: (x, y) - координати положення точки місцевості на цифровому контурному плані;

α_1, α_2 - значення кутів повороту відповідно першого та другого клинів двохклиновою скануючого приладу;

H - висота точки на плані;

x_n, y_n - координати носія.

Скануючий промінь висотоміра після проходження двохклинової оптичної системи буде поширюватись у напрямі бісектриси кута, який утворено напрямками найбільшого заломлення клинів. Це зображено на Фіг.2. На Фіг.2:

0 - нульовий напрям, від якого відраховують кути повороту відповідно першого та другого скануючих клинів у блоках 8 і 9;

A - напрям найбільшого заломлення першого клину;

B - напрям найбільшого заломлення другого клину;

C - напрям поширення скануючого променя висотоміра після проходження двохклинової оптичної системи;

δ - кут між напрямом поширення скануючого променя висотоміра після проходження двохклинової оптичної системи та нульовим напрямком;

γ - кут, рівний половині кута між напрямками найбільшого заломлення клинів;

α - кут між нульовим напрямком і напрямком найбільшого заломлення першого клину;

$\kappa\alpha$ - кут між нульовим напрямком і напрямком найбільшого заломлення другого клину.

Кути α і $\kappa\alpha$ фіксуються блоками 8, 9.

Напрямок поширення скануючого променя висотоміра після проходження двохклинової оптичної системи можна визначити за кутом відхилення δ з формули:

$$\delta = \gamma - \alpha = \frac{180 - \alpha \cdot \kappa + 1}{2} \quad (2)$$

Для спрощення приймемо траєкторією розгорнення спіраль. У залежності від співвідношення швидкостей обертання оптичних клинів, яка регулюється блоками 6 і 7, траєкторія спіралі на місцевості є різною. Наприклад, при значення коефіцієнта κ , відповідно, 2, 10, 20 та 30, спіраль має вигляд, зображений у полярних координатах на Фіг.3. На Фіг.3:

- - траєкторія спіралі при $\kappa=2$;
- - траєкторія спіралі при $\kappa=10$;
- - - - - траєкторія спіралі при $\kappa=20$;
- - - - - траєкторія спіралі при $\kappa=30$.

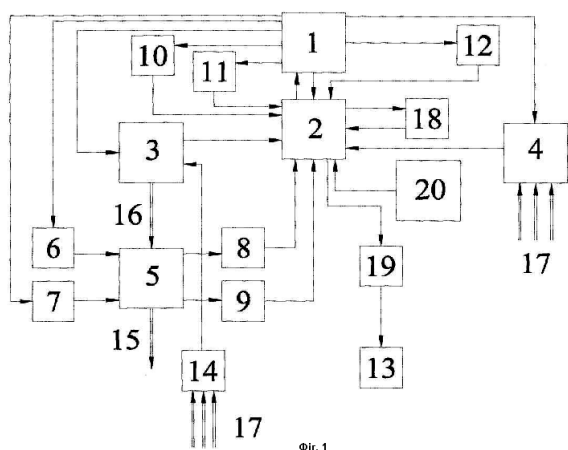
З Фіг.3 видно, що чим швидше відносно один одного обертаються клини, тим щільнішою є спі-

раль. Цю властивість використовують при визначенні необхідної щільності точок, що залежить від цілей задачі, яка вирішується.

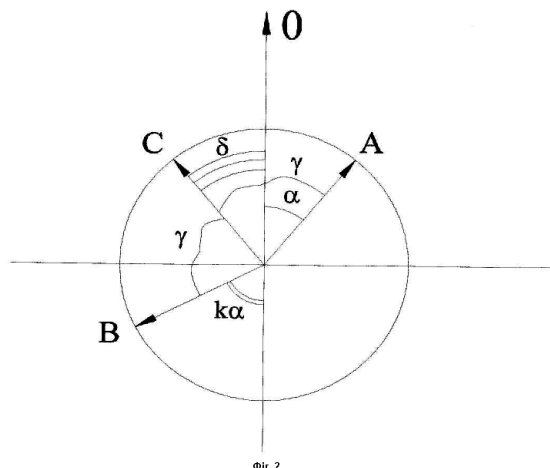
Таким чином, запропонований спосіб дистанційного знімання місцевості дозволяє суттєво спростити процес обробки інформації та дистанційного знімання в порівнянні зі стереофотограмметричним методом та підвищити точність отримання рельєфу за рахунок використання двохклинового двохшвидкісного методу сканування місцевості лазерним променем по спіралі.

Література:

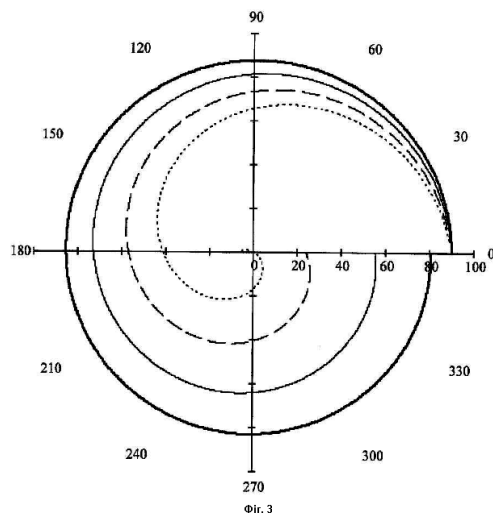
1. Лаврова Н.П., Стеценко А.Ф. Аэрофотосъёмка. Аэрофотосъёмочное оборудование. - М.: Недра, 1981. - 296с.
2. Савиных В.П., Цветков В.Я. Геоинформационный анализ данных дистанционного зондирования. - М.: Картогеоцентр-Геодиздат, 2001. - 227с.
3. Дорожинський О.Л. Аналітична та цифрова фотограмметрія. Навч. посібник. - Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2002. - 164с.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3