УДК 528.92

Б. ЧЕТВЕРІКОВ, О. ЛОМПАС, М. ПРОЦИК, Д. ТЕТЕРУК

Кафедра фотограмметрії та геоінформатики, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна, +38(063)1671585, e-mail chetverikov@email.ua

ОЦІНЮВАННЯ ТОЧНОСТІ АПАРАТНОГО ОРТОТРАНСФОРМУВАННЯ КОСМІЧНОГО ЗНІМКА, ОТРИМАНОГО ІЗ СУПУТНИКА PLEIADES-1 ЗА ДОПОМОГОЮ ГНСС-ЗНІМАННЯ

https://doi.org/10.23939/istcgcap2019.01.036

Мета. Виконати оцінювання точності ортотрансформування космічного знімка, отриманого із супутника Pleiades-1 на територію смт. Східниця (Україна). **Методика.** Метод, який використано в експерименті, включав фотограмметричні та геодезичні роботи. Геодезична робота складалася з польових вимірювань координат опорних та контрольних точок із використанням GNSS. Програмний пакет Erdas Imagine трансформує космічне зображення з супутника Pleiades-1 за RPC-коефіцієнтами. Застосування на трансформованому зображенні шару точок, отриманих за допомогою GNSS, виявило значні відхилення координат точок зображення від реальних (особливо в гірській місцевості). Для зменшення відхилень у програмному забезпеченні MathCAD створено програму для розрахунку формул RPC-моделі. Використовуючи в цій моделі координати точок зображення і координати точок місцевості, отримано уточнені коефіцієнти для цієї ділянки. Ці коефіцієнти замінено у файлі RPC. Була виконана трансформація зображення після оновлення файлу, що призвело до задовільного результату. **Результати.** У статті розглянуто результати дослідження точності ортотрансформації космічних зображень села Східниця (Україна), отриманих із застосуванням супутника Pleiades-1. Точність оцінювання проведена на основі координат 165 точок, отриманих під час знімання GNSS. Проективні математичні моделі RPC визначають аналітично за допомогою невідомих коефіцієнтів. На основі цих коефіцієнтів виконано перетрансформацію зображення, визначено середню квадратичну похибку зміщення координат. **Наукова новизна**. Під час дослідження визначено, що коефіцієнти RPC, які фірми надають з космічним зображенням, досить умовні, оскільки вони походять від глобальної ЦМР. Для уточнення коефіцієнтів запрограмовано розв'язок математичної моделі. Використовуючи ці дані, можна редагувати файл з RPC-коефіцієнтами. **Практичне значення**. Результатом експерименту стало трансформоване зображення на територію села Східниця. Перетворене зображення дасть змогу оновлювати раніше створену туристичну карту в масштабі 1: 6000 на прохання сільського управління або створювати інші тематичні карти.

Ключові слова: ортотрансформація, оцінювання точності координат Pleiades-1, RPC-коефіцієнти.

Вступ

Сьогодні дані ДЗЗ широко використовують у різних галузях господарства та науки. Особливо треба зазначити значне розширення видів і методів дистанційного знімання надвисокої просторової розрізненності з нових супутників. У діючій сьогодні нормативній базі топографо-геодезичної діяльності не передбачено можливість використання космічних технологій для топографічного картографування місцевості. Але стрімкий розвиток космічних методів знімання дає підстави припускати можливість їх використання для топографічного картографування. Дані, отримані за допомогою аерокосмічного знімання, широко застосовують для картографування, розв’язання прикладних завдань у різних галузях науки і техніки та створення геоінформаційних систем. З кожним роком якість та обсяг матеріалів зростає, що відкриває перед цим методом нові способи для розвитку та застосування (J. Grodecki, Block Dial G., 2003, T. Toutin, 2004).

Мета

Виконати оцінювання точності ортотрансформування космічного знімка, отриманого зі супутника Pleiades-1 на територію смт. Східниця (Україна). Перетрансформувати зображення за допомогою уточнених даних.

Методика

Оцінювання точності апаратного трансформування космічного знімка, отриманого із супутника Pleiades-1.

Вихідними даними в цій роботі є ортотрансформований космічний знімок, отриманий із супутникової системи Pleiades-1 (рис. 1), з системою координат WGS-84 та каталог координат характерних точок с. Східниця у системі WGS-84 UTM 34N, що містить 165 точок, отриманих за допомогою ГНСС-знімання.

Геодезична прив'язка опорних точок

Координування точок відбувалося у режимі реального часу (RTK) двочастотними ГНСС-приймачами Trimble R7, Leica GX1230GG та South S82-2013. Цей режим передбачає отримання безпосередньо у процесі знімання просторових координат опорних точок без потреби подальшого опрацювання. Знімання проводилось від мережі референцних станцій (CORS) GeoTerrace, що належить Інституту геодезії Національного університету «Львівська політехніка». Найближчими до об'єкта знімання були референцні станції SKOL, SAMB та STRY, що розташовані на відстанях 25 км, 34 км та 36 км відповідно (рис. 2). Точність визначення планових координат опорних точок становила 5 см, а висотного положення – 7 см.

Рис. 1. Космічний знімок території селища Східниця, отриманий у 2014 році з супутника Pleiades 1

За опорні вибирали точки, які могли бути однозначно дешифровані на космічному знімку. У цьому разі одразу відкидалась можливість координування для опори кутів будинків, поодиноких дерев тощо, оскільки вони перешкоджають проходженню супутникового сигналу та значно погіршують результати вимірювань.

Як опорні точки найкраще підходять чіткі контури на відкритій місцевості, наприклад, кути огорожі, центри металевих люків та водозливних решіток, елементи дорожньої розмітки тощо. Також важливою вимогою до опорних точок було те, що вони повинні лежати на земній поверхні. У крайніх випадках за відсутності інших чітких контурів у певних ділянках знімка допускалось використання опорних точок, розташованих над земною поверхнею, але не вище ніж 50 см.

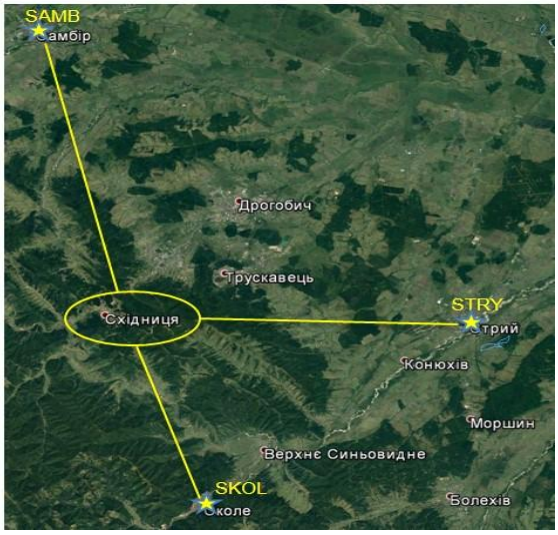


Рис. 2. Знімальна мережа

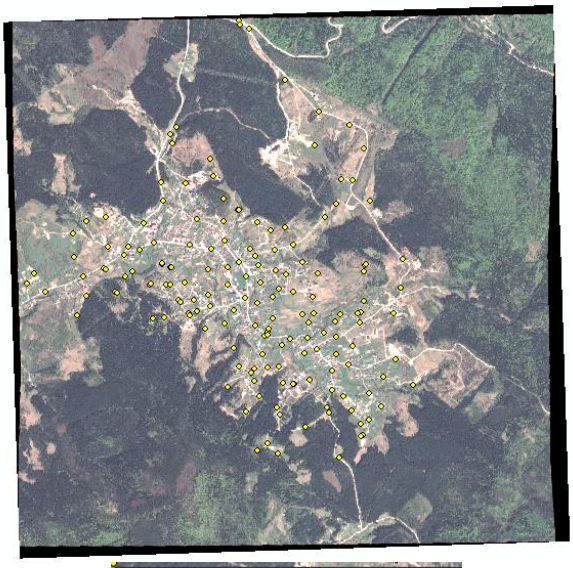
Рис. 3. Процес прив'язки опорних точок

Визначення розходжень координат точок, отриманих за допомогою ГНСС і точок із апаратно ортотрансформованого знімка

Оскільки всі дослідження виконували із використанням двох програм: ArcGIS і Erdas Imagine, необхідно було підготувати каталог координат 165 точок, отриманих із ГНСС для використання в цих програмах. Для цього

перетворено каталог координат, який був у вигляді Excele-таблиці, у формат dBase IV, щоб відкрити його у ArcMap.

За допомогою інструментарію модуля ArcMap, дані точок, отриманих з ГНСС, нанесено за відомими координатами на космічному ортотрансформованому знімку. Нанесені точки позначено жовтим кольором (рис. 4).



Attributes of koord_sh Events

OID	X	Y	Z
0	5455599,343	670401,106	583,93
1	5455606,085	670407,911	583,431
2	5455404,204	670291,216	600,881
3	5455413,625	670302,349	602,917
4	5455404,614	670445,127	612,327
5	5455409,002	670485,754	612,681
6	5455258,888	670558,921	607,051
7	5455244,564	670576,613	607,34
8	5455132,421	670649,816	616,714
9	5455121,235	670660,847	618,022
10	5455099,054	670421,46	607,12
11	5455092,13	670317,446	614,338
12	5455338,544	669966,492	597,979
13	5455327,683	669978,888	598,516
14	5455485,733	670063,581	560,585
15	5455531,012	670123,036	559,423
16	5455686,513	670045,896	563,602
17	5455727,317	670196,392	563,8
18	5454183,27	671505,092	650,568
19	5454257,417	671476,198	650,957
20	5454481,753	671530,672	646,547
21	5454473,338	671640,095	634,888
22	5454475,048	671629,862	635,314
23	5454509,49	671786,041	620,073
24	5454210,721	671962,801	627,519
25	5454072,833	671742,302	646,929
26	5453921,813	671390,368	695,585
27	5453825,596	671491,372	699,414

Record: 1 Show:

Рис. 4. Нанесені точки, отримані за допомогою ГНСС на ортотрансформований космічний знімок

Для того щоб позначати місцеположення точок на знімку, створено окремий шейпфайл (Real_coords). Процес отримання точок з ортотрансформованого знімку полягає в тому, що вручну маркуються точки відповідно до їх розташування за ГНСС-даними. Результати маркування записують у шейпфайл Real_coords. Паралельно з тим аналізують розходження координат точок (рис. 5).

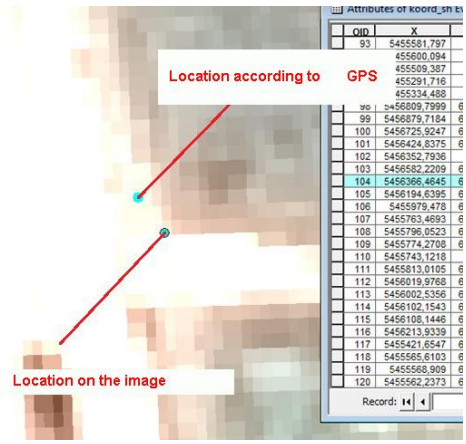
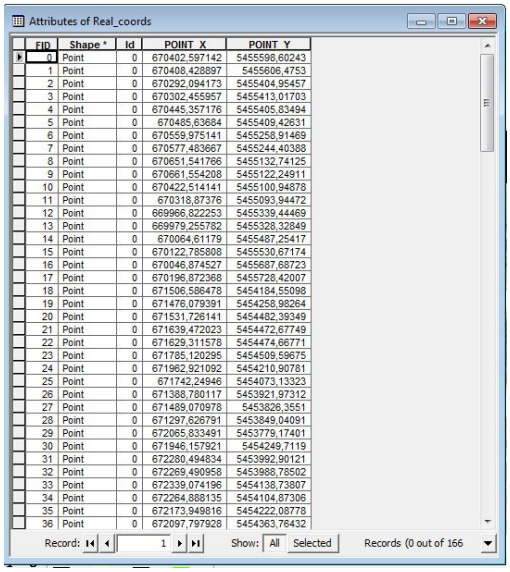


Рис. 5. Приклад розходження точок, виміряних за допомогою ГНСС та отриманих з ортотрансформованого зображення

Для того щоб отримати таблицю атрибутивних даних координат точок, на знімку використано інструмент *Add XY Coordinates*. Після застосування цього інструментау в атрибутивну таблицю додають 2 стовбця – POINT_X і POINT_Y, в яких для кожної точки подано координати X і Y на знімку (рис. 6).



Attributes of Real_coords

FID	Shape *	Id	POINT_X	POINT_Y
0	Point	0	670402,597142	5455598,60243
1	Point	0	670408,428897	5455606,4753
2	Point	0	670292,094173	5455404,95457
3	Point	0	670302,455957	5455413,01703
4	Point	0	670445,357176	5455405,83494
5	Point	0	670485,63684	5455409,42631
6	Point	0	670559,975141	5455258,91469
7	Point	0	670577,483667	5455244,40388
8	Point	0	670651,541766	5455132,74125
9	Point	0	670661,554208	5455122,24911
10	Point	0	670422,514141	5455100,94878
11	Point	0	670318,87376	5455093,94472
12	Point	0	669966,822253	5455339,44469
13	Point	0	669979,255782	5455328,32849
14	Point	0	670064,61179	5455487,25417
15	Point	0	670122,785808	5455530,67174
16	Point	0	670046,874527	5455687,68723
17	Point	0	670196,872368	5455728,42007
18	Point	0	671506,586478	5454184,55098
19	Point	0	671476,079391	5454258,98264
20	Point	0	671531,726141	5454482,39349
21	Point	0	671639,472023	5454472,67749
22	Point	0	671629,311578	5454474,66771
23	Point	0	671785,120295	5454509,59675
24	Point	0	671962,921092	5454210,90781
25	Point	0	671742,24946	5454073,13323
26	Point	0	671388,780117	5453921,97312
27	Point	0	671489,070978	5453826,3551
28	Point	0	671297,626791	5453849,04091
29	Point	0	672065,833491	5453779,17401
30	Point	0	671946,157921	5454249,7119
31	Point	0	672280,494834	5453992,90121
32	Point	0	672269,490958	5453988,78502
33	Point	0	672339,074196	5454138,73807
34	Point	0	672264,888135	5454104,87306
35	Point	0	672173,949816	5454222,08778
36	Point	0	672097,797928	5454363,76432

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 166

Рис. 6. Атрибутивна таблиця координат точок, отриманих з ортотрансформованого знімка

Щоб порахувати відстані між місцеположенням точок на знімку і реальним положенням за даними ГНСС-знімання, використовуємо формулу 1 і за координатами розраховуємо відхилення.

$$\Delta=\sqrt{(X_{im}-X_{GPS})^2+(Y_{im}-Y_{GPS})^2}, \quad (1)$$

де Δ – відстань між точками; X_{im} – положення координати X на знімку; X_{GPS} – положення координати X за данними ГНСС-знімання; Y_{im} – положення координати Y на знімку; Y_{GPS} – положення координати Y за даними ГНСС-знімання.

За отриманими даними створено зведену табл. 1.

За отриманими результатами розходжень побудовано графік векторів зміщення координат (рис. 7). Оскільки вектори зміщень мають невеликі довжини (від 0 до 6 м), а знімок розмір приблизно 4 на 4 км, то для наочності вектори нанесено в іншому масштабі.

Якщо проаналізувати цей графік, то чітко видно, що найбільший показник зміщення точок є в північній та південній частині знімка. Саме в цих ділянках горбиста місцевість. Отже, можна припустити, що значні зміщення координат відбуваються через неточне визначення висоти точок знімальною системою на борту космічного апарата.

Наступним кроком, за 165 точками за формулою (2) розраховано СКП відхилення координат точок, отриманих із космічного знімка від їх реального положення. (Michele Bianconi et al, 2008; Blackett Shane Allan, 1996).

$$m=\sqrt{\frac{[v^2]}{n}}, \quad (2)$$

$[v^2]$=854.71 м;

$$m=\sqrt{\frac{[854{,}71]}{165}}=2.28 \text{ м.}$$

Отже, аналізуючи отриману середню квадратичну похибку відхилення координат точок, отриманих із трансформованого знімка з їх реальним положенням, можна сказати, що вона майже в п’ять разів перевищує просторове розрізнення зображення отриманого з цієї знімальної системи (0,5 м) і становить майже 5 пікселів (2,28 м).

Для подальшого уточнення процесу трансформування зображення за RPC-коефіцієнтами, аналітично віднайдено за формулами проективного перетворення (3) невідомі коефіцієнти $a_0 \dots a_6$, $b_1 \dots b_6$, $c_0 \dots c_6$, $d_1 \dots d_6$ (Tao Vincent C. and Yong Hu., 2001; Xutong Niu et al., 2004; Lutes J., 2004; Shirokova T. and Chermoshentsev A., 2011).

Таблиця 1

Фрагмент зведеної таблиці координат точок на місцевості й на знімку та їх різниць

Coordinates obtained from the GNSS		Coordinates obtained from the image		Δ
5455404,61	670445,12	5455405,83	670445,35	0,77183
5455409,00	670485,75	5455409,42	670485,63	0,09688
5455258,88	670558,92	5455258,91	670559,97	0,55596
5455244,56	670576,61	5455244,40	670577,48	0,39184
5455132,42	670649,81	5455132,74	670651,54	1,54041
5455121,23	670660,84	5455122,24	670661,55	0,76428
5455099,05	670421,46	5455100,94	670422,51	2,35070
5455092,13	670317,44	5455093,94	670318,87	2,66585
5455338,54	669966,49	5455339,44	669966,82	0,46015
5455327,68	669978,88	5455328,32	669979,25	0,27596
5455485,73	670063,58	5455487,25	670064,61	1,68824
5455531,03	670123,03	5455530,67	670122,78	0,08918
5455686,51	670045,89	5455687,68	670046,87	1,16816
5455727,31	670196,39	5455728,42	670196,87	0,72375
5454183,27	671505,09	5454184,55	671506,58	1,93718
5454257,41	671476,19	5454258,98	671476,07	1,23264
5454481,75	671530,67	5454482,39	671531,72	0,76072
……..	…….	……	……	……..

$$x = \frac{a_0+a_1X+a_2Y+a_3Z+a_4X^2+a_5XY+a_6XZ}{1+b_1X+b_2Y+b_3Z+b_4X^2+b_5XY+b_6XZ} \quad y = \frac{c_0 + c_1X + c_2Y + c_3Z + c_4X^2 + c_5XY + c_6XZ}{1 + d_1X + d_2Y + d_3Z + d_4X^2 + d_5XY + d_6XZ} \quad . \qquad (3)$$

За цими розрахунками коефіцієнти становлять:

a_0=0.013623	b_1=-0.005911	c_0=1.06726e-06	d_1=-0.0034001
a_1=-0.083331	b_2=-0.006115	c_1=-5.68589e-05	d_2=0.006479
a_2=-0.912323	b_3=-1.05886e-06	c_2=-3.89474e-05	d_3=1.905423e-05
a_3=0.004122	b_4=2.10743e-06	c_3=1.22434e-05	d_4=4.33446e-06
a_4=-0.004428	b_5=-7.32964e-05	c_4=5.578301e-06	d_5=2.52561e-06
a_5=0.000155	b_6=-6.29642e-05	c_5=1.25702e-06	d_6=-6.96355e-07
a_6=6.81081e-05		c_6=-5.52371e-08	

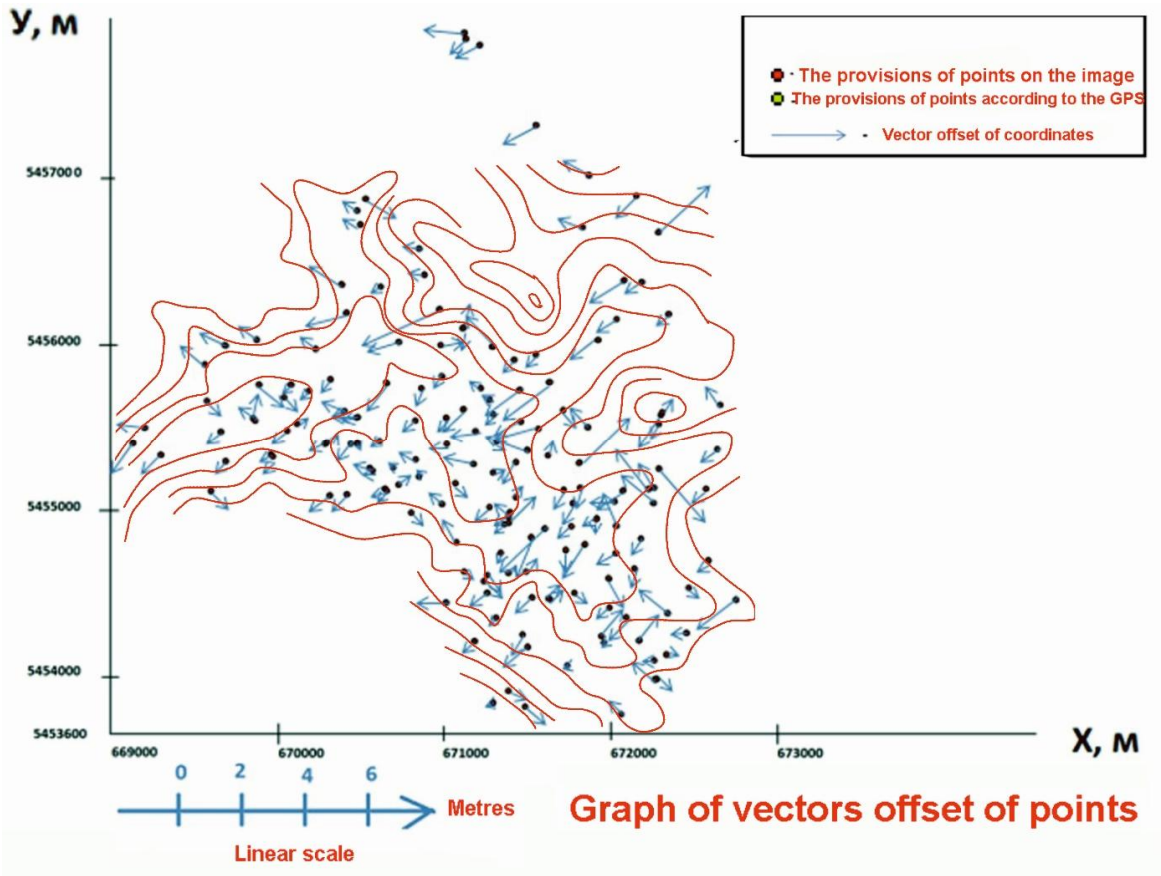


Рис. 7. Графік векторів зміщення координат точок

Уточнююче перетрансформування космічного знімка і розрахунок остаточної СКП

Разом з космічним знімком, отриманим з супутника Pleiades-1 у форматі jpeg2000, в комп-комплект входить файл апаратного отримання RPC-коефіцієнтів з розширенням xml. Для цього знімка цей файл називається RPC_PHR1B_PMS_201404280954030_SEN_1332795101-001.xml (рис. 8).

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<Dimap_Document>
  <Metadata_Identification>
    <METADATA_FORMAT version="2.0">DIMAP</METADATA_FORMAT>
    <METADATA_PROFILE>PHR_SENSOR</METADATA_PROFILE>
    <METADATA_SUBPROFILE>RPC</METADATA_SUBPROFILE>
    <METADATA_LANGUAGE>en</METADATA_LANGUAGE>
  </Metadata_Identification>
  <Rational_Function_Model>
    <Resource_Reference>
      <RESOURCE_TITLE version="2.1">NITF</RESOURCE_TITLE>
      <RESOURCE_ID>RPC00B</RESOURCE_ID>
    </Resource_Reference>
    <Global_RFM>
      <Direct_Model>
        <SAMP_NUM_COEFF_1>-0.007908263246981</SAMP_NUM_COEFF_
1>
        <SAMP_NUM_COEFF_2>0.987553039841472</SAMP_NUM_COEFF_2>
        <SAMP_NUM_COEFF_3>-0.000456817409150097
</SAMP_NUM_COEFF_3>
        <SAMP_NUM_COEFF_4>-0.0118273445305805</SAMP_NUM_COEFF_
4>
        <SAMP_NUM_COEFF_5>0.000231740357048259
</SAMP_NUM_COEFF_5>
        <SAMP_NUM_COEFF_6>-0.000279047272769601
</SAMP_NUM_COEFF_6>
        <SAMP_NUM_COEFF_7>-1.79186141884956e-05
</SAMP_NUM_COEFF_7>
        <SAMP_NUM_COEFF_8>0.00794269375213258</SAMP_NUM_COEFF_
8>
        <SAMP_NUM_COEFF_9>-0.000148618006716411
```


Рис. 8. Приклад кодового відображення файлу RPC-коефіцієнтів, отриманого разом із знімком

Після коригування цього файлу згідно з аналітично розрахованих RPC-коефіцієнтів, знову послідовно виконано дії, описані в пункті 2.2, та проведено ортотрансформацію знімка (Voronin A., 2009; Hnatushenko V., 2009; Pilicheva M., 2009).

Згідно із 125 переопізнаними контрольними точками на перетрансформованому космічному знімку визначено, що відхилення координат точок, отриманих із знімку від координат, отриманих за допомогою ГНСС, становить від 0 до 1,1 метра. Приклад розходжень уточнених координат точок подано на рис. 9.

Перерахована СКП за уточненими даними становить 0,69 м:

$$m = \sqrt{\frac{[78{,}08]}{165}} = 0{,}69 \text{ м.}$$

Як видно з отриманих результатів після уточнення коефіцієнтів трансформації знімка, середня квадратична похибка відхилення координат точок знімка від їх реального положення зменшилась майже в 4 рази і наблизилась до величини просторового розрізнення космічного знімка.

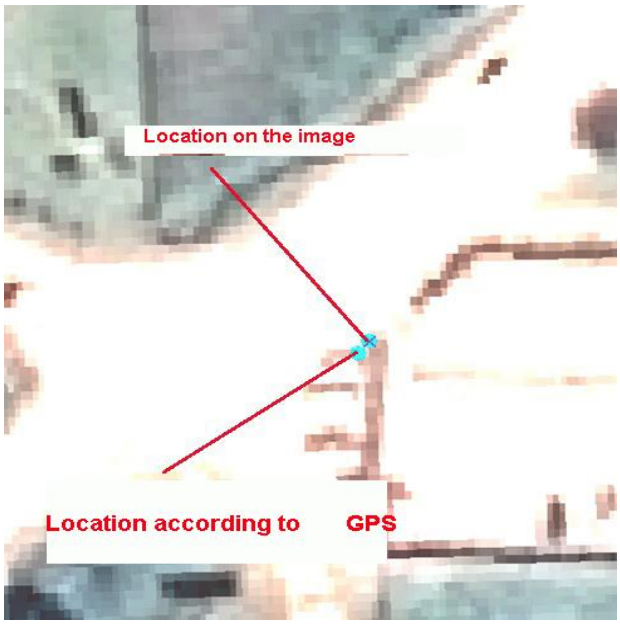


Рис. 9. Приклад розходження точок, виміряних за допомогою ГНСС та отриманих з перетрансформованого зображення

Висновки

У результаті дослідження точності ортотрансформації космічного знімка, отриманого із супутника Pleiades-1 на територію селища Східниця (Україна), встановлено таке:

1. Точність ортотрансформації космічного знімка, отриманого на комерційній основі, виявилася доволі грубою. Показник СКП 165 точок, координати яких отримано зі знімка від реального розташування, визначеного за допомогою ГНСС-вимірів, у 5 разів перевищив просторову розрізненість знімка і становив 2,28 м.
2. За отриманими показниками відхилень координат точок побудовано графік векторів зміщень координат точок. Його аналіз виявив, що найбільші відхилення координат мають точки, розташовані саме в гірській місцевості, що дає змогу стверджувати про досить наближене визначення висот бортовою апаратурою знімальної системи.
3. Визначено за допомогою формул раціональних поліномів невідомі коефіцієнти на основі реальних висот точок, отриманих із ГНСС.

4. За допомогою отриманих коефіцієнтів проведено уточнювальну ортотрансформацію космічного знімка і перераховано СКП за 125 контрольними точками. Після уточнювальної ортотрансформації знімка показник СКП значно покращився, майже в 4 рази, і становить 0,68 м, що наближено до показника просторової розрізненості знімка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Воронин, А. А., Егошкин, Н. А., Еремеев, В. В., & Москатиньев, И. В. Геометрическая обработка данных от космических систем глобального наблюдения Земли. *Вестник РГРТУ,* 2009. Вып. (1). С. 12–17.

Гнатушенко, В. В. Геометричні моделі формування та попередньої обробки цифрових фотограмметричних зображень високого просторового розрізнення. К., 2009.

Пілічева, М. Геометрична корекція космічних зображень. Геодезія, архітектура та будівництво : матеріали II Міжнародної конференції молодих вчених GAC-2009, 14–16 травня 2009 року, Україна, Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. С. 140–143.

Широкова, Т. А., Чермошенцев, А. Ю. Исследование точности обработки космических снимков сверхвысокого разрешения с использованием рациональных функций. *Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка,* 2011. Вып. (2). С. 99–103.

Grodecki, J., & Dial G.Block (2003). Adjustment of High-Resolution Satellite Images Described by Rational Polynomials Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 69, 1. 59–68.

Blackett Shane Allan. (1996). Rational Polynomials. Department of Engineering Science Uniservices Ltd. University of Auckland New Zealand February.

Lutes, J. (2004). Accuracy analysis of rational polynomial coefficients for IKONOS imagery. ASPRS Annual Conference Proceedings. May. Denver, Colorado. 34–42.

Michele Bianconi, Mattia Crespi, Francesca Fratarcangeli, Francesca Giannone, & Francesca Pieralice. (2008). A new strategy for rational polynomial coefficients generation. Remote Sensing – New Challenges of High Resolution. Bochum. 21–28.

Tao Vincent C. & Yong Hu. (2001). A Comprehensive Study of the Rational Function Model for Photogrammetric Processing. Photogrammetric engineering & Remote sensing. 1347–1357.

Toutin, T. (2004). Geometric processing of remote sensing images: models, algorithms and methods. Remote sensing. 1893–1924.

Xutong, Niu, Jue, Wang, Kaichang Di, Jin-Duk Lee, & Ron L. (2004). Geometric modelling and photogrammetric processing of high-resolution satellite imagery. ISPRS. Commission IV, WG IV/7. 1–6.

B. CHETVERIKOV, O. LOMPAS, M. PROTSYK, D. TETERUK

Department of Photogrammetry and Geoinformatics, Lviv Polytechnic National University, 12, S. Bandery Str., Lviv, 79013, Ukraine, +38(063)1671585, e-mail chetverikov@email.ua

ESTIMATION ACCURACY OF ORTHOTRANSFORMATION OF SPACE IMAGES APPLYING SATELLITE PLEIADES-1 BY GNSS SURVEYING

Aim. Perform an estimation of the accuracy of the orthotransformation of the satellite images obtained from the satellite Pleiades-1 on the territory of settlement Skhidnytsya (Ukraine). **Methods.** The method used in the experiment included photogrammetric and geodetic work. Geodetic work consisted of field measurements of coordinates of reference and control points using GNSS. The Erdas Imagine software package transforms a space image from the Pleiades-1 satellite from with RPC coefficients. Further, is applyied a layer of points on a transformed image obtained with GNSS revealed significant deviations of the image points from the real (especially in mountainous terrain). To reduce the deviations in the MathCAD software, a program has been created to calculate the RPC model formulas. Using this model the coordinates of the points of the picture and the coordinates of the points in the area, we obtain the refined coefficients for the given plot. These coefficients have been replaced with the RPC file. Transformation of the image after the updated file was carried out, resulting in a satisfactory result. **Results.** The results of the study of orthotransformation accuracy of space images of the village Shidnytsia (Ukraine) received applying satellite Pleiades-1 are considered in this article. Estimation accuracy has been done basing on coordinates

of 165 points obtained from GNSS surveying. Projective mathematic model RPC have been determined analytically with the help of unknown coefficients. Based on these coefficients retransformation of image has been done, the average square error of coordinate displacement has been determined. **Scientific novelty**. It was determined during the research that the RPC coefficients that firms provide with space image are rather conditional because they are derived from global DEM. In order to refine the coefficients, the solution of the mathematical model was programmed. Using this data, you can edit a file with RPC-coefficients.**The practical significance.** The result of the experiment was a transformation of the image into the local territory of the village of Shednitsa. The transformed image allows to update a previously created tourist map at a scale of 1: 6000 on request of the village management or to create other thematic maps.

Key words: orthotransformation, Pleiades-1 estimation of coordinate accuracy, RPC-coefficients checkpoint.

Надійшла 14.04.2019 р.