

УДК 528.711.1

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ НАВІГАЦІЙНОГО СУПРОВОДУ ТА МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЇХ В АЕРОФОТОЗНІМАННІ

© Яцинич Р.С., 1999

ДУ “Львівська політехніка”

Приводится обзор навигационных GPS, которые можно использовать для целей аэрофотосъемки. Авторами предлагается классификация GPS, анализируется точность определения координат центров проекций аэрофотокамер. Подчеркивается универсальность системы ASCOT фирмы Leica с точки зрения технологичности при выполнении крупномасштабных аэрофотосъемок.

The overview of navigation GPS's which can be used for purposes of aerial surveying is described in the paper. Authors propose the classification of aerocamera centre of projection. Multifunctionality of system ASCOT (Leica) correspondings to manufacturing requirements for implementation of large scale aerial surveyings is emphasized.

На даному етапі розвитку аерофотознімання широко застосовуються технології з використанням GPS. Основна ідея аерофотознімання з GPS складається у позиціюванні носія (аерофотоапарата). Зараз в експлуатації знаходиться велика кількість GPS, які випускаються різними фірмами. Для проведення аналізу навігаційних GPS перш за все

необхідно класифікувати приймачі. Пропонується виділити позиційні системи з погляду застосування, тобто, по-перше, визначити безпосередньо навігаційні GPS, які застосовуються для польоту за аерофотознімальними маршрутами і для визначення заходження на посадку тощо. По-друге, це використання методу диференційного GPS знімання з метою визначення положення центра проекції АФА. Цей процес виконується за допомогою одного або декількох приймачів, які встановлюються у точках, положення яких відоме, в той час, як приймач, що пересувається, розташовується на носії. Азимут, відстань та висота від фіксованої точки визначається обчисленням різниці векторів GPS вимірів, які виконані фіксованими приймачами та приймачем носія [2,3]. Отже, актуальним є розгалуження GPS на навігаційні та фотограметричні.

Крім того, у фотограметричних GPS існує декілька методів визначення GPS векторів. Одним з основних методів визначення положення GPS є диференційний метод визначення "псевдовідстані". У цьому методі фіксований приймач, розташований у відомій опорній точці, використовується для забезпечення приймача носія з невідомими координатами та поправками за віддалі до супутників. Вказані поправки можна застосовувати як в реальному часі, так і для подальшої обробки даних.

Інший метод – це кінематичне знімання. У ньому для підвищення точності системи використовується вимір несучої фази на базовій станції (частоти L1 і L2). Для реалізації технологічної схеми необхідна наявність приймача в районі знімання та визначення точного положення носія на земній поверхні до вильоту. Недолік цього методу полягає у тому, що при втраті сигналу з супутника носію необхідно приземлитися і провести повторну ініціалізацію.

Модифікацією другого методу є застосування фільтра Калмана, що згладжує супутникові виміри та вираховує положення носія на основі декількох послідовних вимірів. Отже, носій може продовжувати польот після тимчасової втрати супутникового сигналу з врахуванням тільки фактичної перерви, що виникла між втратою сигналу супутника та повторною ініціалізацією.

Розглянемо тепер технічні особливості GPS. Основними фірмами, що виготовляють GPS є: Trimble Navigation, Leica, Sokkia, Garmin Int, Magellan, Motorola. З переліку цих фірм безумовним пріоритетом в навігаційних та фотограметричних GPS користуються фірми Trimble та Leica.

Фірма Trimble Navigation Ltd є однією з перших компаній, яка почала випускати GPS приймачі [1,4]. Компанія володіє повним циклом виробництва: від автоматизованого проектування мікросхем до автоматичного збирання приймачів. Фірма контролює більше третини світового ринку GPS-обладнання. Технічні характеристики основних GPS фірми Trimble наведені у табл.1.

На жаль, неможливо навести дані безпосередньо навігаційних GPS фірми Trimble (Trimble: 1000DC, 1000 Approach, 2101 Approach, 8100, TNL-2900, TRIMFLIGHT, Centurion).

Інша провідна фірма, яка спеціалізується на виготовленні GPS, є корпорація Leica. Фірма виготовляє як навігаційні, так і фотограметричні GPS [5]. Діапазон продукції дуже великий: антени, контролери, програмне забезпечення, а також навігаційні системи для виконання аерофотознімання. Характеристики основних GPS фірми Leica наведені у табл.2.

Для аерофотознімання особливий інтерес представляє система ASCOT [6]. Її блок-схема показана на рисунку.

Розглянемо детальніше будову цієї системи. Як антени GPS приймача можуть застосовуватись сенсори SR260–SR399. GPS контролер використовується типу SR9500 або аналогічний за точністю. Антена встановлюється по можливості над оптичною віссю об'єктива АФА. Це потрібно для визначення вузлової точки S.

Таблиця 1

Технічні характеристики GPS фірми Trimble

Назва приймача	Точність визначення координат		Режими	Память (Мб)	Антенна	Кількість каналів	Електроживлення	Розміри (см)	Вага
	планові	висотні							
Pathfinder™ Pro XR	± 10см	± 10см	Статичний, кінематичний, диференціальний	1	CPS/Brason	8 або 12			2,2кг
Site Surveyor 4400™	± 1см	± 2см		1 або 4	Зовнішній вхід Lemo	9	Потужність 8 Вт 10,5-35В	24×28×8	2,8кг
Site Surveyor SSi	± 1см	± 1см		1	Traverse Antenna Kit	12	Потужність 8 Вт 10,5-35В	24,8×28×10,2	1,2кг
4600 LS Surveyor™	± 5мм	± 5мм	1	1	Geodetic Antenna Kit	8	Потужність 2 Вт Батареї 5v	22.1см (діаметр) 18.8см (висота)	1,7кг
4000 SSi Geodetic Surveyor	± 5мм	± 5мм	4 (80)		Traverse Antenna Kit	12	Потужність 2 Вт Батареї класу C(343)	24×28×8	1,3кг

Таблиця 2

Технічні характеристики GPS фірми Leica

Назва приймача	Точність визначення координат	Режими	Прийом сигналів	Кількість каналів	Антенна	Вага, кг	Застосування
MX 200	1м-5м	диференційний	код C/A	6	в комплекті	1,4	навігація
MX 300	1-5м	диференційний	код C/A	6	в комплекті	1,4	навігація
MX 9400N	1м-0,3м	диференційний	код C/A, фаза L1, P код, L2	12	в комплекті	1,5	навігація
MX 9400R	1м-0,3м	диференційний	код C/A, фаза L1	12	в комплекті	1,5	нерухома станція
MX 8600	1м	диференційний	код C/A, фаза L1	6	в комплекті	1,5	нерухома станція
SR260	1м	диф./статичний	код C/A	6	сенсор SR260	1	ГІС-приймач
SR261	1м-5мм+1ppm	диф./статичний	код C/A, фаза L1	6	сенсор SR261	1	вимірювальний приймач
SR299	1м-5мм+1ppm	диф./стат./кінематичний	код C/A, фаза L1	2x9	сенсор SR299	2,3	вимірювальний приймач
SR399	0,5м-5мм+1ppm	диф./стат./кінематичний	код C/A, фаза L1, P код на L2	2x9	сенсор SR399	2,3	геодезичний приймач
SR9500	10м-5мм+2ppm	диф./стат./кінематичний	код C/A, фаза L1, L2, P код	12	зовнішній вхід LEMO	1,2	геодезичний приймач



Блок-схема системи ASCOT

Бортова ПЕОМ служить для прийому та обробки інформації з GPS приймача та порівняння дійсних координат положення носія з запрограмованими координатами маршрутів. Отже, борт-оператор та пілот спостерігають на дисплеї переміщення носія відносно запроєктованих маршрутів аерофотознімання.

Стабілізуючий пристрій встановлює АФА в горизонтальне положення. Від КІПТ АФА в період експозиції у ПЕОМ подається сигнал, який комутується з інформацією, що поступає з GPS. Отже, в момент експозиції фіксуються координати центра проєкції АФА.

Для підвищення точності та однозначності визначення точки S об'єктива АФА, використовуються здебільшого не одна, а чотири антени, які розташовуються на носії у вершинах квадрата, в перетині діагоналей якого знаходиться аерофотокамера.

В результаті аналізу технічних та технологічних характеристик, необхідно зробити такі висновки:

1. Застосування GPS систем в аерофотозніманні забезпечує контроль за пілотуванням.

2. Визначення просторових координат вузлової точки об'єктива АФА за допомогою GPS кардинально спрощує технологічні схеми подальшої обробки аерофотознімків.

3. Система ASCOT дає можливість повністю автоматизувати процес аерофотознімання. Борт-оператор виконує лише контроль та корекцію виконання АФЗ.

4. Необхідно розробити вітчизняну систему типу ASCOT, яка повинна бути за габаритами та масою (в основному пристрій стабілізації АФА) компактнішою та легшою. Це необхідно для встановлення системи на надлегкі носії (мотодельтаплани) та виконання великомасштабного аерофотознімання.

5. Вищевказану систему необхідно застосовувати для виконання аерофотознімання у Збройних Силах України, що дасть можливість значно збільшити оперативність виготовлення високоточних картматеріалів.

1. Каравенов М.Ю., Вальдовский А.В. Компания Trimble – мировой лидер GPS-индустрии. Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. 1996. №4. 2. Lamparski J. System navstar GPS. Torun. 1997. 3. Osada E. Analiza wyrownanie i modelowanie geodanych. Wroclaw. 1998. 4. Спутниковое навигационное и геодезическое оборудование фирмы Trimble. Геокад Ltd. 5. Vermessungslomngen. Instrumente, System und Software. Leica AG, Heerbrugg, Switzerland. 1996. 6. Leica ASCOT, Leica AG, Heerbrugg, Switzerland. 1996.