

УДК 629.7.07(043.2)

Безпаленко О.І., студент

Конін В.В., д.т.н., проф.

Національний авіаційний університет, м. Київ

МОДЕЛЬ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ БЕЗПЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОЇ ДОСТУПНОСТІ

Наводиться модель супутникової навігаційної системи, що дозволяє оцінювати точність визначення координат за будь-якого розташування навігаційних супутників щодо безпілотного літального апарату. Даються результати моделювання оцінки позиції із застосуванням GPS та ГЛОНАСС.

Основною функцією супутникової навігаційної системи (СНС) є виявлення параметрів (швидкість, координати, час) безпілотних літальних апаратів (БПЛА). БПЛА можуть знаходитися в різній місцевості при різних рівнях перешкод. При визначенні координат БПЛА важливими параметрами є дальність до супутника, їх розташування, кут маски (мінімальний кут видимості супутників) в реальному часі.

При плануванні польоту БПЛА передбачається, що за його знаходження у певних зонах доступність СНР може бути обмежена. Тому важливо знати з якою точністю може здійснюватися навігація в умовах обмеженої доступності навігаційних супутників. Параметр точності безпосередньо пов'язаний із геометричним фактором.

Завдання, вирішуване у роботі, формуються так. Є дві СНР GPS і ГЛОНАСС. Відомі ефемериди супутників, розташування БПЛА, експериментальні псевдодальності до супутників. Потрібно запропонувати та випробувати метод оцінки точності визначення координат та значення геометричного фактора при різних конфігураціях розташування супутників щодо БПЛА. Ефемериди та псевдодальності отримані експериментально за допомогою приймача OEM 719 представлені нижче. Відповідні тимчасові, іоносферні, тропосферні корекції включені до псевдодальності.

$A = 1.0e+07*...$

[0.743969507931521	1.835943245181110	1.824205022459420
1.320239946541640	1.265473192832610	1.913643631443840
-0.350453372350397	2.277674219512480	1.340534817502060
-1.628294545094400	-0.127069173493271	2.105294547927350
0.691073942467448	-1.558169493777120	2.021021585506690
1.991453909131120	1.130942349856910	1.344546297508410
2.369773179922120	-0.776041642074437	0.923392825341097
0.996656645967017	-1.436313261124170	1.993763526256420
-1.692888811957120	0.166788670427429	2.093755983709060
1.233256010182990	2.367700964106590	-0.071202657299068
-1.650996681268890	1.085295610289370	1.803466000115140
-0.068190076000000	-1.613435565000000	1.972099924000000
-1.241174931000000	0.039757693000000	2.227131788000000
2.437598815000000	0.406305768000000	0.627283871000000

1.22790699000000 1.002612703000000 1.997446248000000];

Перші одинадцять рядків матриці описують супутники GPS, а 4 останні рядки - ГЛОНАСС. В рядках наведені координати X Y Z спутників відповідно в рядках 1 2 3.

А псевдо дальності представленні у вигляді матриці експериментальних значень:

$P = 1.0e+07*...$

```
[2.142845384907509-dta 2.022384662092726-dta 2.346550318782243...
2.576093739823005+dta 2.360811083746415 2.068520592366336-dta...
2.286996688983165 2.318862603028191+dta 2.597968254419408...
2.401345415616430 2.550376275571986+dta 2.372087393068987...
2.350164697835089 2.089354978646578+dta 1.905764132867241-dta];
```

де dta – спеціально ведена передбачувана помилка псевдодальності.

Координати позиції розраховувалися ітераційним методом із застосуванням методу найменших квадратів [1].

В ітераційному методі можна змінювати кількість супутників, комбінувати супутники в будь-якому порядку, оцінювати кількість комбінацій супутників за допомогою стандартної програми Matlab nchoosek.

Для відображення результатів моделювання в цифровому та графічному вигляді був розроблений спеціальний інтерфейс, що дозволяє виводити на екран точність, геометричний фактор, у графічному вигляді зображати місце розташування супутників по азимуту та куту місця.

Нижче наводяться деякі результати досліджень, що ілюструють можливості запропонованої моделі.

На рис. 1 відображено положення супутників при нульовому значенні кута маски, на рис. 2 показанні значення похибки положення PDOP від кута маски для БПЛА, на рис. 3-5 показанні значення похибок координат X Y Z від кута маски для БПЛА, на рис. 6 -8 зображено «погане» і «хороше» геометричне розташування обмеженого числа супутників супутників. При "поганому" геометричному розташуванні супутників геометричний фактор дорівнює 14, 5, при "хорошому" - 2.8.

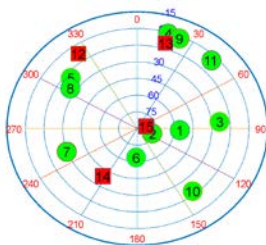


Рис. 1

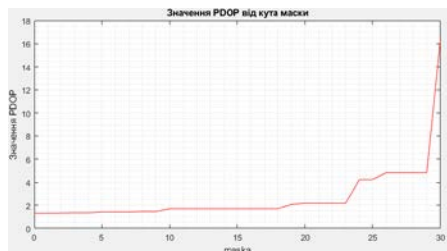


Рис. 2

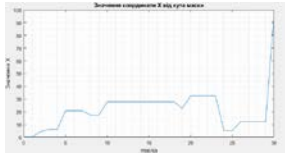


Рис. 3

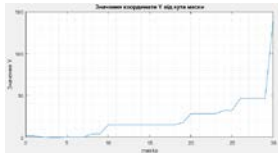


Рис. 4

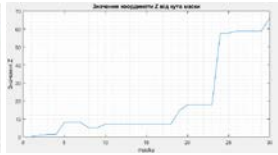


Рис. 5

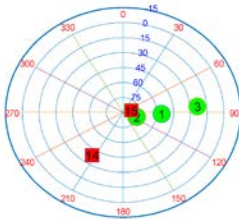


Рис. 6

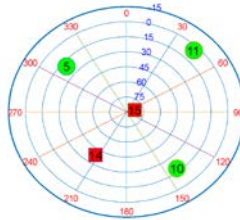


Рис. 7

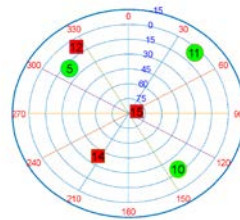


Рис. 8

Такі значення і положення супутників, як і програму можна використовувати для розрахунку похибок в реальних ситуаціях. Проект був виконаний в лабораторії НАУ при наявності реального обладнання.

Список використаних джерел

1. Конин В.В., Харченко В. П. Системы спутниковой радионавигации. – К.: Холтех, 210. – 520 с.