

## ВПЛИВ ПРОЯВІВ АКТИВНОСТІ СОНЦЯ НА GPS-СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Л. Янків-Вітковська, Я. Костецька

Національний університет «Львівська політехніка», 79013, Львів, вул. С.Бандери, 12  
<luba\_y@ukr.net>

Зроблено аналітичний огляд робіт про вплив активності Сонця на стан іоносфери, яка в свою чергу, впливає на результати GPS-спостережень. Показано, що для уточнення моделі іоносфери необхідно знайти більш точні зв'язки між явищами, що відбуваються на Сонці і станом іоносфери.

Сонячно-земна фізика, як самостійна наука знаходиться на етапі становлення, хоча інтерес до сонячно-земних явищ в більш широкому розумінні, включаючи ефекти впливу Сонця на метеорологічні процеси, біологічні, медичні і ін., проявився набагато швидше [3]. Однією із основних її задач є дослідження ефектів прямого впливу сонячного випромінювання на атмосферу. Особливе місце займають іоносферні дослідження.

Глобальні навігаційні системи (GPS), створені в США і Росії, широко застосовують для геодезичних вимірювань. В Україні використовують систему NAVSTAR/GPS. За допомогою GPS-приймачів здійснюється оновлення державної геодезичної мережі, виконуються спостереження на геодинамічних полігонах і т.п., тобто виконуються високоточні геодезичні роботи.

Функціонування глобальних навігаційних систем визначення місця положення пов'язане з проходженням радіосигналів крізь всю товщу атмосфери, в тому числі і через верхній її шар – іоносферу. Дослідження, які проводились у зв'язку із впровадженням навколосемних, ракетних і супутникових вимірювань, дали поштовх для розробки основ формування іоносфери [4,6].

Проходження радіосигналів від супутника на приймач через іоносферу має суттєвий вплив на результати GPS-спостережень. Цей вплив може викликати зміну у виміряному значенні віддалі між супутником і приймачем при підвищенні активності Сонця навіть на 50 м. При денних спостереженнях під час максимуму сонячного циклу на середніх широтах для частоти 1.5 – 2 ГГц вплив

іоносфери на виміряні віддалі до супутників становить приблизно 10 – 20 м. Вночі запізнення сигналу становить 10-20 % від денного, тобто є меншим в 5 – 10 разів. Крім цього, в періоди збурення іоносфери сила радіосигналу може зменшуватись навіть в 4 рази (амплітуда сигналу зменшується на 50 %). Найсильніші збурення іоносфери мають місце в полярній зоні і вони можуть викликати повне зникнення сигналу супутника [11]. Результати цих та інших спостережень кількісно характеризують вплив іоносфери на вимірювання в глобальних супутникових системах.

Детальний аналіз результатів багатогранних досліджень процесів, що відбуваються в незбуреній і збуреній іоносфері, показує, що стан і загальна структура іоносфери формується в основному під впливом активності Сонця. Дослідження, виконані при різних рівнях сонячної активності на різних широтах, підтверджують необхідність врахування змін конкретних геліофізичних умов при визначенні параметрів іоносфери [12]. Оптичні явища на Сонці (флокули, факели, протуберанці, яскраві коронарні утворення і т.п.) корелюють із станом іоносфери [5]. Вже існує теорія, яка дозволяє розрахувати осереднені значення основних для GPS-спостережень параметрів іоносфери, а саме відносну і абсолютну концентрацію іонів, зміну з висотою ефективного коефіцієнту рекомбінації на протязі циклу сонячної активності. Один із цих параметрів, а саме загальна кількість електронів вздовж траєкторії радіосигналу (TEC), має істотний вплив на вимірювання GPS-приймачами і залежить в основному від соня-

чної активності [1]. Отже, можна твердити, що активність сонячної діяльності має посередній вплив на точність визначення місця положення супутниковими системами через вплив на стан іоносфери.

В одночастотних приймачах, простіших і дешевших, для наближеного врахування впливу іоносфери використовують різні моделі іоносферної рефракції [7-12]. Ці моделі дають тільки задовільну характеристику її параметрів [7].

Будова іоносфери і процеси, які в ній протікають, є дуже складними, і тому ще не створена така модель цього шару атмосфери, яка дозволила би із задовільною точністю враховувати її вплив на швидкість розповсюдження сигналів супутників.

Створення досконалішої моделі іоносфери, яка дозволить з більшою точністю враховувати її вплив на виміряні віддалі від супутників до наземних приймачів є надалі актуальною задачею.

Високі вимоги до точності таких робіт, як визначення рухів земної кори, створення державних мереж нульового і першого класів та інших, вимагають прогнозування періодів, коли врахування впливу іоносфери є найточнішим.

Ми бачимо шлях до розв'язання цих проблем у наступному:

- більш детальне вивчення механізмів сонячної активності;
- знаходження теоретичних зв'язків між активністю Сонця та станом іоносфери на різних широтах і на основі цього створення більш точної моделі іоносфери;
- збільшення мережі перманентних GPS-станцій на території України, що

дозволить уточнити як модель іоносфери так і кореляційні зв'язки між результатами вимірювань GPS-приймачами та явищами, які відбуваються на Сонці.

1. Антонова Л.А., Иванов-Холодный Г.С. Солнечная активность и ионосфера (на высотах 100-200 км). – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989, 168 с.

2. Гофманн-Велленгоф Б., Лихтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): теорія і практика. – К.: Наукова думка, 1996. – 376с.

3. Иванов-Холодный Г.С., Никольский Г.М. Солнце и ионосферы. М.: Наука, 1969. – 456 с.

4. Ришбэт Г., Гарриот О. К. Введение в физику ионосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 304 с.

5. Физика верхней атмосферы. Под ред. Дж. А. Ратклифа. М.: 1963.

6. Харгривс Дж.К. Верхняя атмосфера и солнечно-земные связи. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 351с.

7. Хода О. А. Космічна наука і технологія. – 1999. – Т.5. №5/6. – С.25-32.

8. Coster A.J., Buonsanto M., Gaposchkin E.M., Tetenbaum D., Thornton L.E. Adv. Space Res. Vol. 10, No. 8, pp.(8)105-(8)108, 1990.

9. Jakowski N., Saradon E., Schlüter S. Adv. Space Res. Vol. 22, No. 6, pp.803-806, 1998.

10. Komjathy A., Langley R.B., and Bilitza D. Adv. Space Res. Vol. 22, No. 6, pp.793-801, 1998.

11. Langley R.B. GPS World. – 1997 – 8, N 3 – P. 51 – 56.

12. Swiatek A. Artificial Satellites, Vol. 35, No. 1 – 2000.

## ON THE WORK OF INFLUENCE OF SOLAR ON GPS-SUPERVISION

L. Yankiv-Vitkovska, Ya. Kostecka

National University "Lvivska Polytechnika", 12 St.Bandera str., Lviv, 79013, Ukraine  
<luba\_y@ukr.net>

The state-of-the-art review of influence of Solar activity on condition ionosphere is made which, in turn, influences of GPS-supervision. Is shown, that for specification of model ionosphere it is necessary to find exacter connections between the phenomena occurring on the Sun, and condition ionosphere.