

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова



ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

ЕТЕМ-2008

ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ,
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ
З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ

МАТЕРІАЛИ



ІАЕ НУК

УДК 629.78

Куліченко М.О.

Науковий керівник – доцент Снігур А.К.

Національний університет кораблебудування імені адмірала
Макарова, м. Миколаїв, Україна

ГЕОМАГНІТНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ТОЧНІСТЬ НАВІГАЦІЙНИХ ВИЗНАЧЕНЬ GPS СУПУТНИКАМИ

Сутність проблеми виявлення залежності між точнісними характеристиками навігаційного поля ШСЗ та результатами впливу сонячної «погоди» на іоносферу Землі з метою розробки уточнених алгоритмів визначення координат полягає в тому, щоб виявити статистичну залежність між ними. Величини, які досліджують: географічні координати (довгота, широта, висота) об'єкту (GPS-приймача) та їх похибки, є вторинними навігаційними параметрами, тобто обчислені з виміряних (первинних: часу, зсуву фаз, псевдовідстаней) за допомогою внутрішніх алгоритмів приладу. Статистичний зв'язок цих величин з сонячною "погодою" визначається їх кореляцією з індексом сонячної активності, даними рентгенівських вимірювань та даними похилого зондування іоносфери.

Статистична модель впливу іоносферних збурень на точність визначення навігаційних параметрів GPS-приймачами базується на теорії кореляції між масивами випадкових величин [1]. В даному випадку ці величини: індекс збурень точності вимірів K та індекс стану сонячної активності R . Ці величини зв'язані функціонально [2,3]. Наявність теоретичного функціонального зв'язку жодним чином не спрощує розв'язання задачі, оскільки статисти-

чно зв'язані величини здебільшого мають похибки спостережень та вимірювань функціонально не зв'язаних між собою. Такі зв'язки вказують на причинно-наслідкову залежність, яку не дає знаходження параметрів кореляції [1].

Індекс K є функцією похибок вимірювань координат і також залежить від похибки, що вноситься іоносферною рефракцією, яка більшою мірою визначається інтенсивністю сонячного випромінювання. Загальна тривимірна модель іоносферної похибки характеризується функцією

$$\Delta r_i^{(3)} = \Delta r_i(f; \phi_{\Pi}, \lambda_{\Pi}, H_{\Pi}; \phi_C, \lambda_C, H_C; t_1, t_2; w; k_p),$$

де f – частота радіосигналу; $\phi_{\Pi}, \lambda_{\Pi}, H_{\Pi}, \phi_C, \lambda_C, H_C$ – широта, довгота, висота приймача та супутника; t_1 – місцевий час; t_2 – номер місяця року; w – середньомісячне число сонячних плям (Вольфа); k_p – індекс магнітної активності. Більш спрощена двовимірна модель представлена виразом

$$\Delta r_i^{(2)} = \frac{4.04 \cdot 10^7 N_1}{f^2 \sqrt{1 - 0.91 \cos^2 \gamma}},$$

де N_1 – інтегрована по висоті повна електронна концентрація; γ – кут місця спостереження.

Статистично взаємозв'язок між функціями індексу збурювання K та індексу сонячної активності R від інтегрального часу t виражається через функцію кореляції P [1]:

$$P(t) = \frac{\overline{K(t)R(t)} - \overline{K(t)} \cdot \overline{R(t)}}{\sqrt{(\overline{K^2(t)} - \overline{K(t)}^2)(\overline{R^2(t)} - \overline{R(t)}^2)}}. \quad (1)$$

Складові виразу (1) обчислюються за формулами

$$\begin{aligned} \overline{K(t)} &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m n_{ik} K_i}{n}; & \overline{R(t)} &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m n_{ik} R_i}{n}; \\ \overline{K^2(t)} &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m n_{ik} K_i^2}{n}; & \overline{R^2(t)} &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m n_{ik} R_i^2}{n}; \end{aligned}$$

$$\overline{K(t)R(t)} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m n_{ik} K_i R_i}{n},$$

де n_{ik} – інтервали двомірного розподілення величин K_i та R_i ; n – загальне число вимірів

$$n = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m n_{ik}.$$

Графічне порівняння індексів сонячної активності та точності представлено на рисунку 1.

Стан сонячної активності, який показано на рисунках, представлений трьома параметрами: концентрацією електронів, напруженість магнітного поля та узагальнений індекс сонячної активності [4].

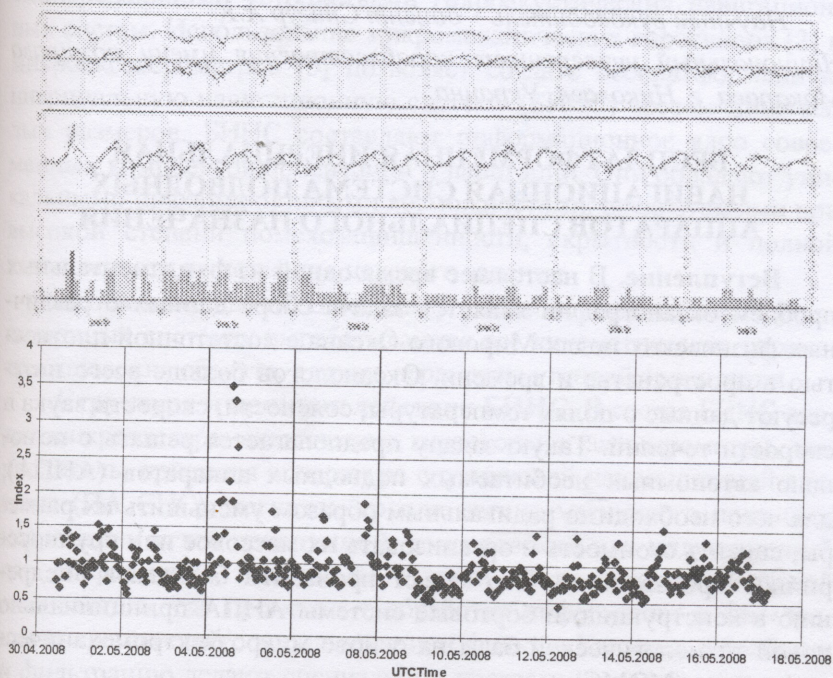


Рисунок 1 – Порівняльний аналіз даних сонячної активності та GPS – вимірювань для приймача на базі модуля Resolution T.

В статті сформовано напрямок дослідження залежності точності супутникових навігаційних визначень від геомагнітних збурень та запропонована статистична модель даної залежності.

Література: 1. Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», 1973. – 900 с. 2. Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика // Пер. з англ. під ред. Яцківа Я.С. – Київ: Наук. думка, 1996. – 380 с. 3. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. – М.: Радио и связь, 1993. 4. <http://www.sec.noaa.gov/today.html> – база даних спостережень за Сонцем.