

Література

1. Яновський Ф. Бортові метеорологічні радіолокатори: Навчальний посібник. К.: НАУ, 2003. – 302 с.
2. Annex 3 - Meteorological Service for International Air Navigation.
3. Doviak R.J., D.S. Zmic. Doppler radar and weather observations. Academic Press, inc., 1993, 522 с.
4. Yu.A. Averyanova, A. Averyanov A, F.J. Yanovsky. "Analysis of the possibility to determine wind parameters ahead the aircraft by using polarimetric airborne radar". International Workshop on Microwaves, Radar and Remote Sensing, Kiev, Ukraine, September 19-21, 2005. MRRS 2005 Proceedings pp. 81–86.
5. Краснов Н.Ф. Аэродинамика, изд. 3-е., Москва, Высшая школа. – 1980.
6. Бусройд Р. Течение газа со взвешенными частицами. – М.: Мир. – 1975.
7. Averyanova Yu. A. "Use of Doppler-Polarimetric parameters for wind phenomena localization" EuRAD 2004, Proceedings of the 34th European microwave Conference, 11-15 October 2004, Amsterdam, The Netherlands
8. Мирский Г.Я. Аппаратурное определение характеристик случайных процессов. Изд. 2-е переработанное и доп., М.: Энергия, 1972. – 456 с. с ил.

УДК 621.396.96

Харченко В.П., Кондратюк В.М., Трикоз В.П., Вишнякова Є.В., Газнюк М.О.
 Національний авіаційний університет. Україна, Київ

ВПРОВАДЖЕННЯ СУПУТНИКОВИХ НАВІГАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗВ'ЯЗКУ В СИСТЕМУ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМИМИ ОБ'ЄКТАМИ

Анотація

Сформульовано принципи побудови автоматизованих систем моніторингу та управління рухомими об'єктами, що використовують супутникові технології глобальної навігації та зв'язку.

Обґрунтовується необхідність та достатність використання супутникової радіонавігаційної системи GPS для технології моніторингу та управління рухомими об'єктами, що забезпечують точне місцевизначення об'єкта.

Abstract

The construction principles of the automated system of monitoring and control of mobile objects, which are utilized satellite technique of global navigating and communications.

The necessity for monitoring and control of mobile objects is substantiated to use technologies, which provide radio navigation, place position mobile objects at the expense of usage satellite radionavigation system GPS.

Актуальною проблемою на сьогодні є моніторинг та управління рухомими об'єктами з метою його подальшого, найбільш адекватного з економічної і технічної точки зору використання, або забезпечення безпеки пересування пасажирів, небезпечних вантажів, а також попередження катастроф спеціалізованих транспортних засобів. Для попередження зіткнень літаків та інших транспортних засобів на землі в робочій зоні аеропорту, ІКАО розробило рекомендації (A-SMGCS - Surface Movements Guidance and Control System (Вдосконалена система супроводження та управління рухом по поверхні аеродрому)) з обов'яз-

ковим застосуванням в аеропортах спеціальних технічних вимог по підвищенню безпеки руху в робочій зоні аеропорту (літаків, транспортних засобів технічного обслуговування, а також окремих груп осіб). При цьому в розрахунок приймаються такі параметри як: оперативність і вірогідність одержання інформації, надійний спосіб її одержання, можливість швидкого і всебічного аналізу. Застосування наукоємних технологій дають змогу реалізувати задачу моніторингу та управління рухомими об'єктами, що базується на принципі визначення місцеположення об'єкта за допомогою супутникової радіонавігаційної системи Global Position System (GPS).

Принцип визначення місцеположення об'єкта полягає у вимірюванні дальності від споживача до навігаційних супутників (НС), з відомими координатами, за часом затримки розповсюдження сигналу від НС до споживача:

$$D = cT, \quad (1)$$

де D – дальність від НС до споживача; c – швидкість світла; T – час розповсюдження сигналу від НС до споживача. Час розповсюдження вимірюють в результаті зіставлення двох однакових псевдовипадкових кодів, один з яких приходить з НС, а другий генерується апаратурою споживача (рис. 1). При цьому момент випромінювання псевдовипадкового коду передається самою навігаційною системою.

Якщо позначити координати i -го НС X_i, Y_i, Z_i , а координати споживача X, Y, Z , то дальність від i -го НС до споживача (рис. 1)

$$D_i = \sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2 + (Z_i - Z)^2}. \quad (2)$$

Вираз (2) описує ідеальний випадок, коли відсутні, будь-які, похибки вимірювань. Проте в реальних умовах

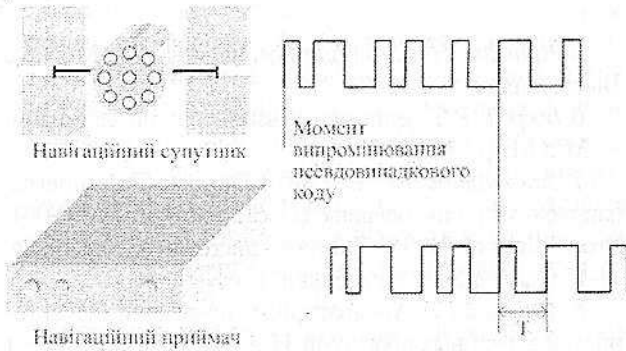


Рис. 1. Вимірювання дальності від НС до споживача

завжди, існує розбіжність шкали часу НС і споживача, що приводить до помилки визначення дальності.

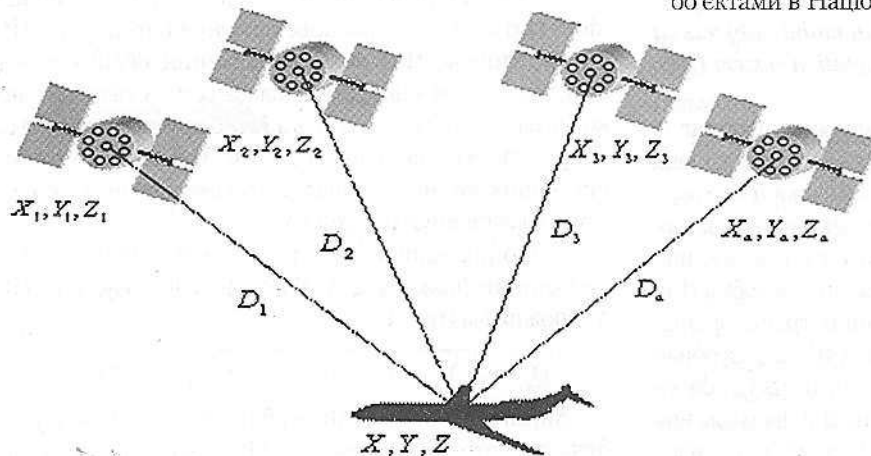
Виміряну, таким чином, дальність далі називатимемо псевдодальністю. Завдяки тому, що час на всіх НС синхронізоване, то помилка визначення псевдодальності від, будь-кого, НС до споживача буде однаковою. Якщо зсув шкали часу НС і споживача позначити T' , то вираз (2) матиме вигляд

$$D_i^{uzm} = \sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2 + (Z_i - Z)^2} + cT'. \quad (3)$$

Враховуючи, що в (3) чотири невідомих (X, Y, Z, cT'), необхідно мати не менше чотирьох вимірювань псевдодальностей, тобто в межах видимості споживача повинно знаходитися, як мінімум, чотири НС (рис. 2). Таким чином, для визначення координат споживача, ми повинні розв'язати систему з чотирьох рівнянь

$$\begin{cases} D_1^{uzm} = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2 + (Z_1 - Z)^2} + cT' \\ D_2^{uzm} = \sqrt{(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2 + (Z_2 - Z)^2} + cT' \\ D_3^{uzm} = \sqrt{(X_3 - X)^2 + (Y_3 - Y)^2 + (Z_3 - Z)^2} + cT' \\ D_4^{uzm} = \sqrt{(X_4 - X)^2 + (Y_4 - Y)^2 + (Z_4 - Z)^2} + cT'. \end{cases} \quad (4)$$

Така система рівнянь називається визначеною, оскільки у нас чотири невідомих і чотири рівняння. В



реальних умовах, в зоні видимості споживача, можуть виявитися більше чотирьох НС. У такому разі, ми одержимо перевизначену систему рівнянь, в якій рівнянь більше, ніж невідомих. Це, звичайно, децю ускладнює процес обчислення координат, але приводить до підвищення точності їх визначення.

Окрім розбіжності шкали часу НС і споживача на процес вимірювання псевдодальності впливає ще багато зовнішніх чинників. До основних з них відносяться: похибка ефемеридної інформації, частотно-тимчасові похибки, похибки пов'язані з шумами навігаційних приймачів, помилки пов'язані з проходженням сигналу через іоносферу і тропосферу, помилки пов'язані з селективним доступом. Цю сумарну помилку називають UERE (User Equivalent Range Error – призначений для користувача еквівалент помилки визначення дальності). Якщо позначити UERE як δD , то вираз визначення псевдодальності до i -го супутника

$$D_i^{uzm} = \sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2 + (Z_i - Z)^2} + cT' + \delta D_i, \quad (5)$$

а вираз (4) в загальному виді, матиме наступний вигляд:

$$\begin{cases} D_1^{uzm} = \sqrt{(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2 + (Z_1 - Z)^2} + cT' + \delta D_1 \\ D_2^{uzm} = \sqrt{(X_2 - X)^2 + (Y_2 - Y)^2 + (Z_2 - Z)^2} + cT' + \delta D_2 \\ D_3^{uzm} = \sqrt{(X_3 - X)^2 + (Y_3 - Y)^2 + (Z_3 - Z)^2} + cT' + \delta D_3 \\ D_4 = \sqrt{(X_4 - X)^2 + (Y_4 - Y)^2 + (Z_4 - Z)^2} + cT' + \delta D_4 \\ D_i^{uzm} = \sqrt{(X_i - X)^2 + (Y_i - Y)^2 + (Z_i - Z)^2} + cT' + \delta D_i \\ D_n^{uzm} = \sqrt{(X_n - X)^2 + (Y_n - Y)^2 + (Z_n - Z)^2} + cT' + \delta D_n, \end{cases} \quad (6)$$

де n – кількість НС, що беруть участь в позиціонуванні споживача.

Інтеграція технології GPS, технології бездротового зв'язку, технології ГІС та Інтернет-технологій на базі сучасних комп'ютерних технологій і програмного забезпечення в поєднанні з мікроелектронікою забезпечило реалізацію задачі моніторингу та управління рухомими об'єктами в Національному авіаційному університеті.

Система моніторингу та управління рухомими об'єктами (рис. 3) складається з наступних складових: центр обробки даних (ЦОД), де обробляються, накопичуються і відображаються на електронній карті дані про рухомі об'єкти та мобільний прилад, що забезпечує визначення поточних координат рухомих об'єктів за допомогою GPS та передачі відповідних даних по каналах мобільного зв'язку та Інтернет мережі в ЦОД.

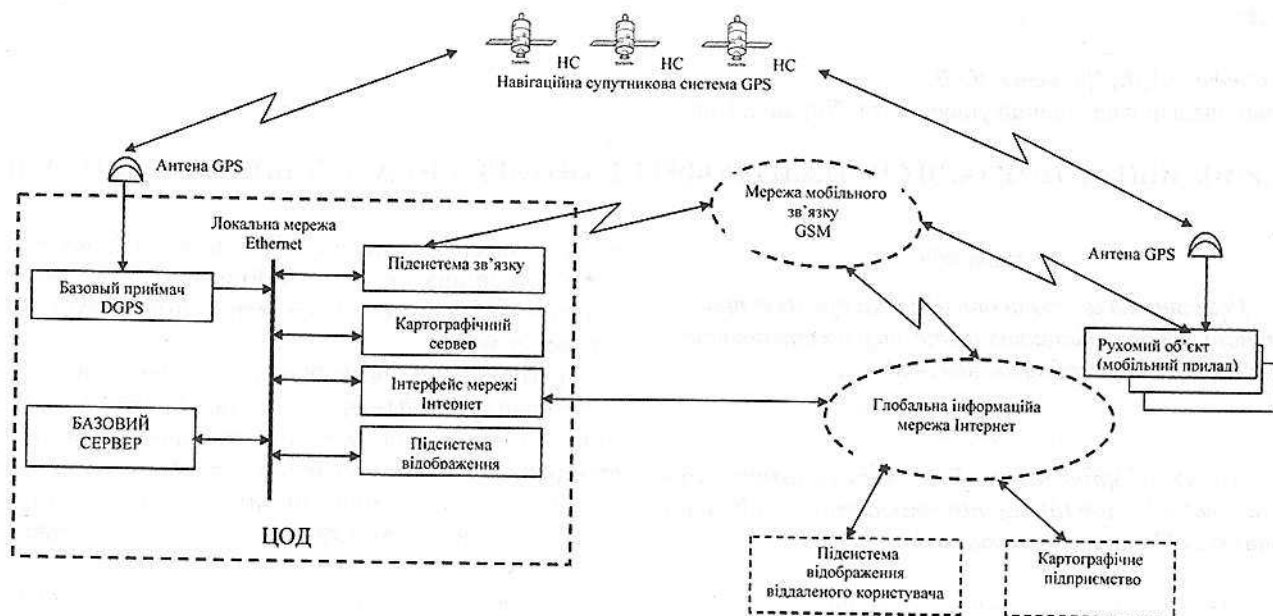


Рис. 3. Структурна схема системи моніторингу та управління рухомими об'єктами

В основу розробки мобільного приладу покладено модуль WISMO Quik Q2501, що відповідає стандартам Radio and Telecommunication Terminal Equipment (R&TTE) і Global Certification Forum (GCF), виробництва компанії Wavecom.

Система дозволяє точно й однозначно визначити будь-який рухомий об'єкт, що обладнаний відповідним апаратним і програмним забезпеченням та локалізувати його точне місце знаходження на електронній карті.

Література

1. Скорик Е.Т., Кондратюк В.М., Землянський В.М., Черевко В.Л. Применение спутниковых технологий радионавигации и связи в железнодорожной отрасли.

Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту, серія "Транспортні системи і технології", випуск 5, Київ. – 2004. – С. 91–100.

2. Скорик Е.Т., Кондратюк В.М., Пасичник Л.П. Мониторинг железнодорожных магистралей с помощью технологии спутниковой радионавигации. Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту.

3. Кондратюк В. М., Скорик Е.Т. и Пасичник Л.П. Спутниковые технологии радионавигации и радиосвязи в железнодорожной отрасли. Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту.

4. Кондратюк В.М. Застосування спутникових технологій навігації та зв'язку у автотранспортній галузі, "Наука та інновації" №4, 2006.

5. A. Ampelas, M. Dagueregarey. Paris public transit: The GPS difference, GPS World, Oct. 1999, #10, pp. 24–41.

6. Hackos, Joann T. and Janice C. Redish. User and Task Analysis for Interface Design. New York, NY: John Wiley & Sons, 1998.

7. Council Regulation EC #2135/98 of 24 Sept. 1998 amending Regulation (EEC) #3821/85 on recording equipment in road transport.

8. GPS/AVL Subsystem. Overview and System Integrator's Guide, Trimble Navigation, Sunnyvale, CA 94088-3642, USA.

9. Объединяя GSM коммуникацию и GPS навигацию. Электроника. Минск. – 2006.

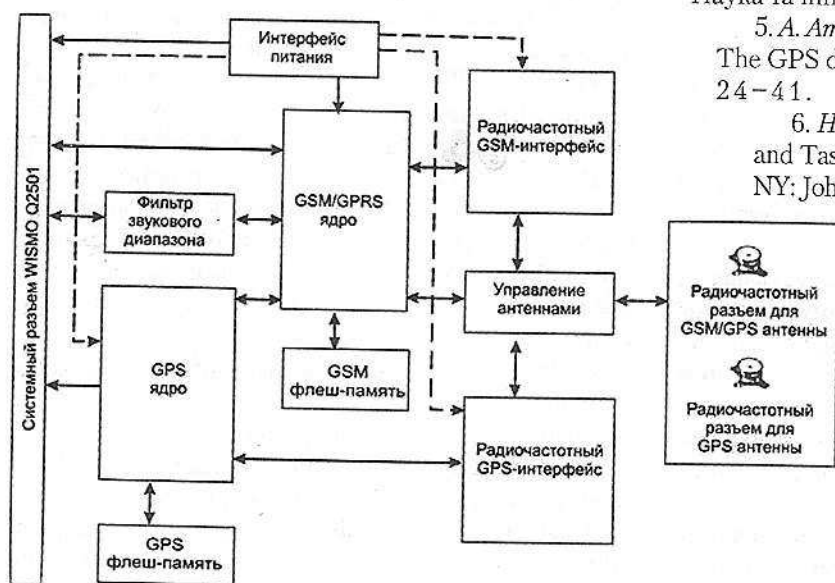


Рис. 4. Функціональна схема