



МАТЕРІАЛИ
XIII Міжнародної
науково-технічної конференції
“АВІА-2017”
19-21 квітня

Київ 2017

Міністерство освіти і науки України
Національна академія наук України
Національне космічне агентство України
Національний авіаційний університет
ДП «АНТОНОВ»
Національна Академія Авіації ЗАТ «Азербайджан Хава Йоллари»,
Азербайджан
Грузинський авіаційний університет, Грузія
Міжнародний університет логістики і транспорту у Вроцлаві, Польща
Польсько-український дослідний інститут, Польща
Технологічний університет Нінгбо, Китай
Коледж економіки та менеджменту Технологічного університету
Нінгбо, Китай
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса, Литва
Нанчангський авіаційний університет, Китай

МАТЕРІАЛИ

ХІІІ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АВІА-2017”

19-21 квітня

Київ 2017

Розрахунок зони дії радіолокаційних станцій та оцінювання точнісних характеристик

Виконано оцінювання доступності радіолокаційних послуг для повітряного простору України за даними збірника аеронавігаційної інформації. Розглянуто проблему оцінювання точності радіолокаційних вимірювань та виконано комп'ютерне моделювання максимальної точності.

Вступ

На сьогоднішній день весь контроль за повітряним простором виконується за допомогою радіолокаційних станцій. Радіолокаційна станція – це система для віддаленого виявлення повітряних, морських і наземних об'єктів, а також для ведення повітряного судна на всіх етапах польоту. У повітряній навігації, цивільного застосування, радіолокаційні системи застосовують як основне джерело координатної інформації про рухомі об'єкти – користувачів повітряного простору. Ці системи є основним засобом для організації повітряного руху.

На сьогоднішній день основними джерелами інформації про місцезположення рухомих об'єктів у повітряному просторі для завдань організації повітряного руху залишаються радіолокаційні системи [1].

Порівняно з іншими засобами спостереження радіолокаційні станції є найбільш точними та доступними у повітряному просторі України [2,3]. Радіолокаційна станція, як сенсор виконує вимірювання дальності до об'єкту та кута азимуту, проте як і будь-якому іншому вимірювальному обладнанню радіолокаційній станції притаманні певні похибки вимірювання по дальності та куту. На подальших етапах обробки радіолокаційної інформації координати об'єкта переводяться з полярної до декартової системи координат для наступних обчислень та візуалізації. Відповідно до цього цікаво оцінити вплив похибок радіолокаційної станції на точність визначення координат цілі у декартовій системі координат.

Оцінювання доступності радіолокаційних даних

Оцінювання доступності радіолокаційного обслуговування виконується за допомогою комп'ютерного моделювання та побудови певної сітки можливого місцезположення літака у певній частині повітряного простору. Для обчислень використовуються дані зі збірника аеронавігаційної інформації зокрема інформація стосовно місцезположення радіолокаційних станцій їх максимальної дальності дії та інші характеристики. Надалі для певної висоти польоту виконується обчислення взаємної відстані до радіолокаційної станції. Отримані відстані порівнюються з моделлю, що описує зону їх

функціонування. Потім результати по різних наземним станціям поєднуються та будується графік з контурними лініями, що відповідають кількості доступних засобів у певній частині повітряного простору.

Оцінювання точності

Похибки вимірювань радіолокаційної станції зазвичай складаються з систематичних та випадкових частин. У загальному випадку систематична похибка скомпенсована за рахунок численних вимірювань та спостережень. Випадкові похибки зумовлені впливом великої кількості чинників і підкоряються нормальному закону розподілу з параметрами. Похибки вимірювань дальності $\Delta\rho$ і азимута $\Delta\theta$ є адитивними, тобто результати вимірювань, що надходять в певний момент часу ρ^* і θ^* можна записати у наступному вигляді:

$$\rho^* = \rho + \Delta\rho; \quad \theta^* = \theta + \Delta\theta.$$

Для імітації радіолокаційних вимірювань необхідно для наперед розрахованих точок локації обчислити дальність точки локації до РЛС і азимут.

На наступному етапі застосовуються формули переходу від полярної до декартової системи координат, які у випадку напрямлення вісі x на північ будуть мати такий вигляд:

$$\begin{aligned} x &= \rho \cos(\theta); \\ y &= \rho \sin(\theta). \end{aligned}$$

Для обчислення похибки отримання координат у декартовій системі виконують лінеаризацію рівнянь переходу з застосування розкладу у ряд Тейлора. Наприклад, обмежившись точністю у одну похідну, для координати x можна записати:

$$x^* = f(\rho, \theta) + \frac{\partial f}{\partial \rho}(\rho^* - \rho) + \frac{\partial f}{\partial \theta}(\theta^* - \theta) = x + \frac{\partial f}{\partial \rho} \Delta\rho + \frac{\partial f}{\partial \theta} \Delta\theta.$$

Тобто похибка буде мати наступний вигляд:

$$\Delta x = \frac{\partial f}{\partial \rho} \Delta\rho + \frac{\partial f}{\partial \theta} \Delta\theta = \Delta\rho \sin \theta + \rho \Delta\theta \cos \theta.$$

Оскільки дисперсія матиме наступний вигляд:

$$\sigma_x^2 = M \left[\Delta x^2 \right] = M \left[\rho^2 \sin^2 \theta + 2\rho \Delta\rho \Delta\theta \sin \theta \cos \theta + \rho^2 \Delta\theta^2 \cos^2 \theta \right],$$

тоді матимемо:

$$\sigma_x^2 = \sigma_\rho^2 \sin^2 \theta + \rho^2 \sigma_\theta^2 \cos^2 \theta.$$

Аналогічно для координати y :

$$\sigma_y^2 = \sigma_\rho^2 \cos^2 \theta + \rho^2 \sigma_\theta^2 \sin^2 \theta.$$

Комп'ютерне моделювання

Виконаємо комп'ютерне моделювання оцінювання доступності та точності визначення координат об'єкту для повітряного простору України. Моделювання виконано з використанням даних наведених у збірнику аеронавігаційної інформації [4]. Із цифрового АІР формуємо базу даних

програмного забезпечення, яка містить координати радіолокаційних станцій. За допомогою бази даних картографічної інформації формуємо базу даних для позначення адміністративних меж країни для цього вводимо координати меж кордонів країни. Загалом структурна схема програмного забезпечення наведена на рис.1.



Рис.1. Структурна схема програмного забезпечення

Моделюємо елементарні частинки простору, для цього розіб'ємо наш простір на сітку і знайдемо координати кожної комірки сітки. Далі розрахуємо відстані від кожної комірки до радіолокаційної станції та порівняємо їх з моделями РЛС для оцінювання меж зон їх дії. Оціним кількість доступних РЛС та виконаємо розрахунок похибок. Результати комп'ютерного моделювання наводяться у вигляді контурних графіків.

Наприклад для висоти спостереження 9750 м для повітряного простору України результати комп'ютерного моделювання доступності представлені на рис.1, а різних компонентів точності у локальній, зв'язаний з наземним засобом системи координат на рис.2-3.

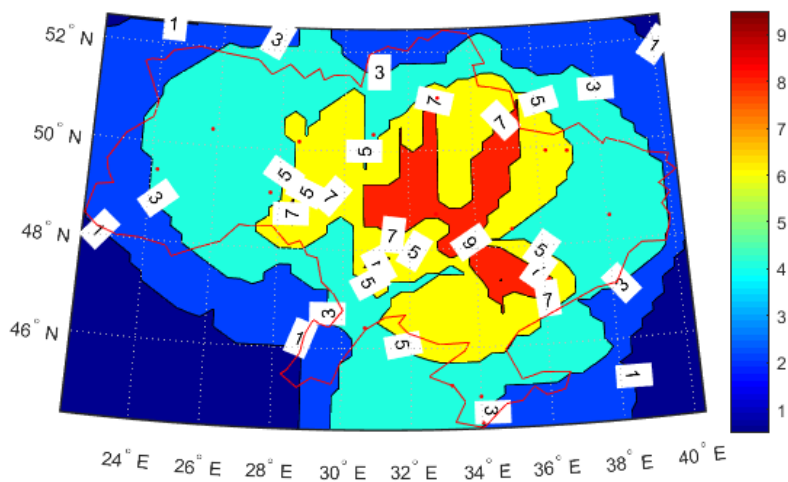


Рис.1. Результати оцінювання доступності

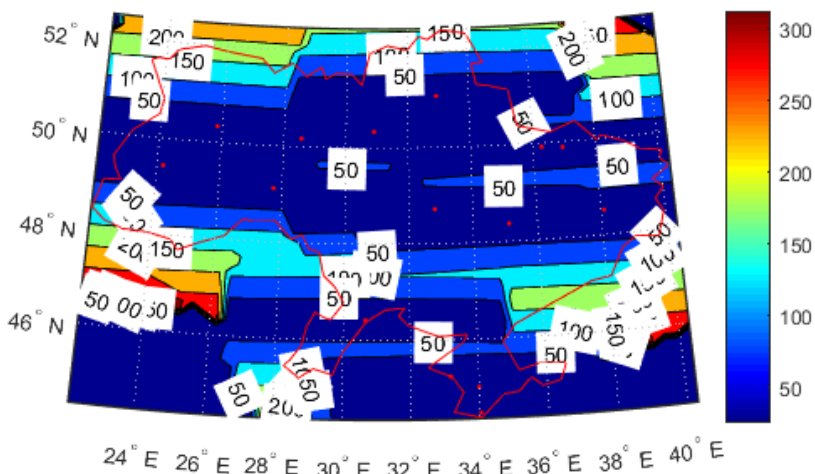


Рис.2. Максимальна точність визначення координат у північному напрямку

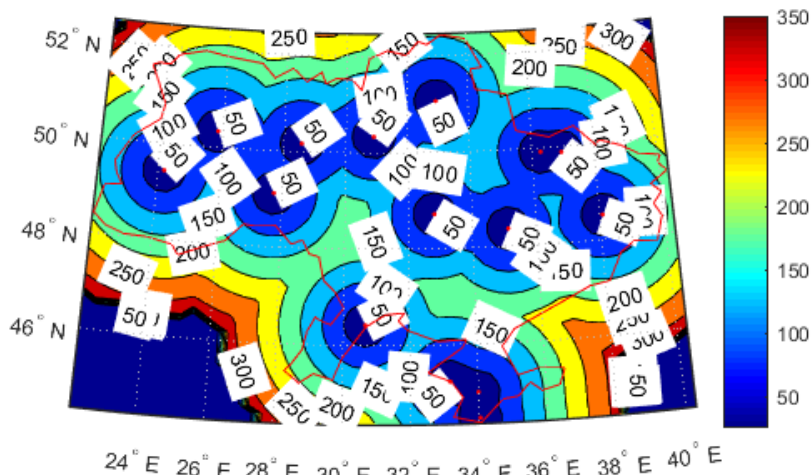


Рис. 4. Загальна точність визначення координат цілі

Висновки

Кожен з радіолокаторів має певну зону покриття відповідно до якої територію можна поділити на певні зони відповідно до точності. Оцінюючи карту зон покриття, можна сказати що радіолокаційні станції забезпечують стовідсоткове покриття всієї території України, не зважаючи на втрати радіолокаторів в східних та південних областях. Є зони в яких аеронавігаційне обслуговування здійснюють від чотирьох до семи радіолокаторів, що забезпечує більшу точність, є зони де контроль здійснюється двома або одним радіолокатором, але все рівно аеронавігаційне обслуговування здійснюється хоча не з такою великою точністю.

Список літератури

1. Авіоніка: навч. посіб. / В.П. Харченко, І.В. Остроумов – К.: НАУ, 2012 – 281с. – ISBN 978-966-598-783-3
2. Ostroumov I., Kuzmenko N. Accuracy estimation of alternative positioning in navigation / 2016 IEEE 4th International Conference «Methods and Systems of Navigation and Motion Control»(MSNMC), October 18-20, – 2016 : proceedings. – Kyiv, 2016. – 291-294 pp.
3. Nychak M.V Real time sensors data processing/ M.V. Nychak, V.I. Zaporozhets, I.V. Ostroumov // Polit. Challenges of science today: XIV International Scientific and Practical Conference of Young Researchers and Students, April 2–3, 2014 : theses. – K., 2014. – 35p.
4. Aeronautical Information Publication of Ukraine. Published by AIS of Ukraine under the authority conferred by the State Aviation Administration. – 2017. – electronic version, available by link: <http://www.aisukraine.net>.



Наша адреса:
Національний авіаційний університет
проспект Космонавта Комарова, 1, кім. 1.238
03058, Київ-058,
тел.: (044) 406-71-56
факс: (044) 406-79-21
e-mail: avia@nau.edu.ua
<http://avia.nau.edu.ua>