УДК 656.7.052.001.76:551.507(045)

Ю. А. Авер'янова, канд. техн. наук,
Ф. Й. Яновський, д-р техн. наук

ДИНАМІЧНА ІНТЕРАКТИВНА СИСТЕМА ОТРИМАННЯ ТА ПОШИРЕННЯ МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Національний авіаційний університет, e-mail: Yuliya-ans@yandex.ru

Розглянуто можливості сучасної авіації щодо створення глобальної мережі отримання та обміну даними з можливістю їх вибіркового та цільового використання. Повітряний корабель розглядається як інтерактивний динамічний вузол системи керування повітряним рухом для отримання і поширення інформації. Розроблено узагальнену можливу структурну схему глобальної мережі отримання і обміну метеорологічними даними з використанням динамічної інтерактивної системи отримання і поширення інформації.

Ключові слова: безпека польотів, метеорологічна інформація, автоматичні системи спостереження.

Вступ та постановка проблеми. Потреби сучасної авіації в інформаційному забезпеченні для безпечного польоту, успішне впровадження концепцій Free Flight та CNS STM потребує підвищення функціональності сучасних систем спостереження та отримання й доступу до оперативної інформації під час виконання польоту. Оперативна та надійна метеорологічна інформація за маршрутом польоту є одною з основних складових, необхідних для безпечної навігації повітряних кораблів (ПК).

Сучасне метеорологічне забезпечення екіпажу ПК складається із синоптичної інформації, отримуваної під час передпольотних консультацій та брифінгів, оперативної інформації, отримуваної за допомогою бортових радіолокаційних систем та датчиків, а також оновленої інформації, що може передаватися диспетчером повітряного руху за наявності оперативних даних.

Розвиток та впровадження сучасних засобів зв'язку з використанням супутникових технологій, систем автоматичного спостереження за метеорологічними даними та дистанційного отримання метеорологічної інформації значно розширює можливості сучасної авіації щодо створення глобальної мережі отримання та обміну даними з можливістю їх вибіркового та цільового використання.

Аналіз досліджень та публікацій. У праці [1] розглядається стратегія авіаційної безпеки наступного покоління, відповідно до якої значна увага приділяється підвищенню безпеки бортових та наземних систем включно систем спостереження. Концепція цієї стратегії, як і концепції, що презентуються в працях [2 – 4], пропонують розглядати ПК як інтерактивний вузол системи керування повітряним рухом. Така концепція визначає декілька ключових можливостей, спрямованих на розроблення та впровадження авіаційних систем, які б автоматично виконували ті функції, що тепер виконуються авіаційним диспетчером. Крім того, більше можливостей щодо прийняття рішень надаються також пілоту, навіть тих, що традиційно були покладені на авіадиспетчерів. Стратегія передбачає збільшення пропускної здатності системи та зменшення авіаційних мінімумів на всіх етапах польоту. Відзначається, що для мінімізації ризиків зіткнень та потраплянь у потенційно небезпечні зони та ситуації за нових умов необхідно переглянути характеристики навігаційних систем і систем зв'язку та спостереження. Отже, двома з п'яти запропонованих у праці [1] дійових стратегій є підвищення надійності та точності отриманої інформації та даних за допомогою бортових і наземних систем, а також збільшення внеску систем у реалізацію сценарію виходу з потенційно небезпечних ситуацій.

Мета роботи:

– аналіз можливостей сучасних та перспективних систем отримання метеорологічної інформації з перспективою використання оперативних даних від мобільних сенсорів та

пристроїв, а також сучасних систем обміну і поширення інформації та забезпечення оперативного доступу до галузевої цільової інформації;

– розроблення узагальненої можливої структурної схеми глобальної мережі отримання та обміну метеорологічними даними з використанням динамічної інтерактивної системи отримання та поширення інформації.

Сучасне метеорологічне забезпечення польотів. Натепер для спостереження за станом атмосфери та забезпечення користувачів метеорологічної інформації надійними та оперативними даними як для широкого, так і галузевого використання створено доволі широку мережу глобальних спостережень. Основа мережі – метеорологічні станції для навколоземних спостережень. Сучасні станції обладнані автоматичними системами спостереження за погодою і є складовими частинами автоматичної мережі навколоземних погодних спостережень [3]. Дані таких станцій переважно використовують для забезпечення прогностичною інформацією та попереджувальною інформацією про небезпечні явища доволі широкого кола користувачів різних фахових структур винятково авіаційні. На базі метеорологічних станцій проводяться і спостереження за станом атмосфери на різних висотних рівнях за допомогою кулепілотних спостережень. Використання даних автоматичного спостереження має деякі обмеження, такі, як велика кількість явищ, в тому числі небезпечних для авіації, що не можуть бути ідентифіковані автоматичними системами. Наприклад, різновиди явищ, що погіршують видимість, – вулканічний попіл, торнадо, деякі види опадів та комбіновані опади, блискавки в хмарах та між хмарами – зокрема за ними автоматичні станції визначають наявність грозових явищ, типи хмар та ін.

В останній час доволі широко використовують мережу метеорологічних супутників, що дозволяє спостерігати за масштабними атмосферними явищами та розподілом деяких метеорологічних елементів на великих ареалах [4]. Дані метеорологічних супутників використовують переважно для моніторингу за станом землі та атмосфери та для уточнення і поліпшення прогностичної інформації. Широко застосовуються та постійно модернізуються мережі радіолокаційних станцій, наприклад NEXRAD [5], що демонструють великі можливості щодо забезпечення потреб сучасної авіації та метеорологічних служб.

Порівняно недавно для спостережень за станом атмосфери та отримання інформації про деякі небезпечні явища стали використовуватися комерційні літаки, обладнані апаратурою для автоматичного вимірювання параметрів атмосфери та передавання цієї інформації авіаційним диспетчерам і, в разі потреби, відповідним наземним метеорологічним структурам. Таку систему запропонувала до використання Всесвітня метеорологічна організація, беручи до уваги широке зональне покриття комерційних польотів та їх можливості отримати дані про стан атмосфери там, де це не можливо за допомогою кулепілотних та інших спостережень. Таку систему спостережень названо АМДАР (AMDAR – Aircraft Meteorological Data Relay). Система працює таким чином, що метеорологічні дані отримуються за допомогою навігаційної системи літака та різних датчиків характеристик атмосфери, таких як тиск і температура. Після попереднього оброблення дані передаються на землю за допомогою високочастотних ліній зв'язку, або супутникових ліній зв'язку. Всесвітня метеорологічна організація пропонує реалізовувати системний, комплексний та глобальний підхід реалізації спостережень за станом атмосфери та метеорологічними явищами з використанням даних наземних, повітряних та супутникових технологій [6]. Аналогічну концепцію реалізації у царині спостережень за атмосферною електрикою запропоновано раніше у праці [10]. Вона знайшла повну підтримку Академії наук СРСР [11], але робота створеної тоді робочої групи для реалізації концепції припинилася після розпаду СРСР. Досвід, розглянутий у працях [10] і [11], використано в праці [2].

Інтерактивна динамічна система отримання метеорологічної інформації та обміну даними. У праці [2] запропоновано концепцію сумісного використання стійкої та динамічної мереж для отримання та розподілу метеорологічних даних. У цій концепції стійка мережа

розглядається як мережа першого типу і оперує даними, здобутими за допомогою засобів та пристроїв, які мають фіксоване наземне, або повітряне розташування. Динамічна мережа розглядається як система другого типу і складається з просторово розподілених сенсорів, що розміщуються на мобільних носіях. Повітряні кораблі розглядаються як засоби для розміщення необхідного мінімального набору вимірювальних пристроїв для збору інформації на всіх етапах польоту, включаючи зліт та посадку. Увага приділяється необхідності доступу до інформації в реальному часі з урахуванням точної позиції ПК, а також зручній інтерпретації та візуалізації даних.

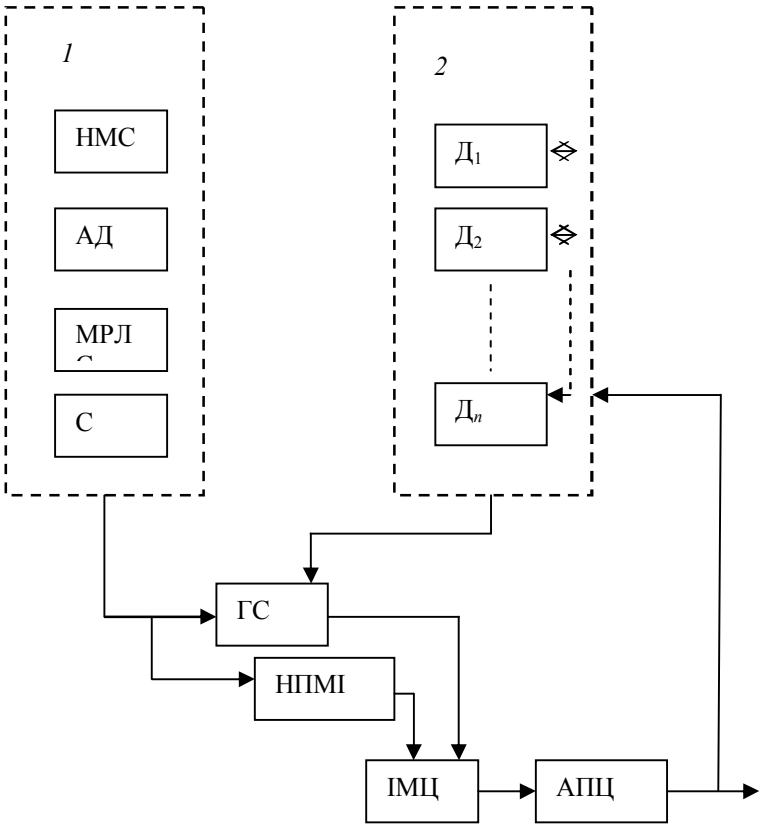
Відповідно до такої концепції глобальну супутникову навігаційну систему можна використовувати для досить точного визначення положення сенсорів та моніторингу розвитку й розподілу явищ в просторі. Новітні засоби автоматичного зв'язку, спостереження та передавання даних, таких як, наприклад ADS-B (IN/OUT) [7], дозволять досить оперативно виконувати обмін даними між ПК та землею, ПК та іншим ПК і навіть використовувати інформацію вибірково, наприклад відбирати інформацію про наявність та інтенсивність небезпечного явища за маршрутом польоту тільки від того сенсора-ПК, місцеперебування якого відповідає наступному місцеперебуванню іншого ПК, і в разі потреби видавати попередження. Узагальнені дані мають передаватися до метеорологічних центрів і надалі стандартно використовуватися для наукових, метеорологічних, синоптичних цілей.

Сучасний рівень технологій та систем оперативного отримання інформації з борту ПК дозволяє не тільки вимірювати стандартні параметри атмосфери, а й досить оперативно отримувати, обробляти та інтерпретувати інформацію про складні небезпечні атмосферні явища. У праці [8] оцінено можливості сучасних радіолокаційних систем нового покоління та запропоновано комплексну концепцію використання доплерівсько-поляриметричного радіолокаційного підходу до отримання інформації про широкий спектр метеорологічних явищ. Доплерівсько-поляриметричний підхід запропоновано для отримання діагностичної та прогностичної інформації про мікроструктуру метеорологічних утворень, їх динамічний стан і визначення рівня небезпеки метеорологічних явищ для авіації та інших потреб. Показано можливості використання поляриметрії для оперативного визначення зон небезпечного обледеніння та зон градової активності під час польоту ПК. У праці [9] показано можливості поляриметрії щодо поліпшення інформації доплерівських радіолокаційних систем про визначення динамічних характеристик в умовах метеоутворень під час польоту ПК. Значна увага в концепції [8] приділяється комбінованому використанню активних радіолокаційних методів та пасивних засобів для дистанційного виявлення зон підвищеної електричної активності та зон грозової діяльності.

Отже, комбіноване використання інформаційних даних системи першого типу з даними, здобутими за допомогою динамічних датчиків, з урахуванням можливостей сучасних систем щодо отримання та передавання даних дозволить не тільки значно підвищити інформативність здобутих даних, але й розглядати ПК як інтерактивний елемент у комплексній системі отримання, розподілу, обміну та кінцевого використовування інформації.

На рисунку блок *1* відповідає системі першого типу – отримання інформації за допомогою датчиків та систем з фіксованою позицією, де НМС – система наземних метеорологічних станцій; АД – система аерологічних датчиків; МРЛ – система наземних метеорадіолокаторів; С – система метеорологічних супутників.

Блок *2* відповідає динамічній інтерактивній системі отримання та поширення інформації; $Д_1 – Д_n$ – система датчиків; як такі можна використовувати ПК з відповідним обладнанням; ГС – геостаціонарні супутники; НПМІ – наземні приймачі метеорологічної інформації; ІМЦ – інформаційні метеорологічні центри та банки погоди; АПЦ – аналітично-прогностичні центри.



Спрощена структурна схема комплексної інтерактивної системи отримання, розподілу, обміну та використання метеорологічної інформації

Висновки. Розглянуто можливості підвищення інформаційного забезпечення користувачів метеорологічної інформації за рахунок використання комплексної глобальної системи отримання та поширення метеорологічних даних. Увагу приділено потребі у використанні сучасних автоматичних систем обміну даними та супутникових ліній зв'язку. Показано можливу структуру отримання та поширення інформації, де окремим блоком виділено активну динамічну систему мобільних сенсорів та пристроїв добування інформації, які можна розмістити на ПК. Відзначено, що для реалізації та впровадження динамічної інтерактивної системи отримання та поширення метеорологічної інформації ПК має бути обладнано необхідним набором сенсорів та новітніми засобами дистанційного отримання інформації в комплексі із засобами автоматичного зв'язку, спостереження та передавання даних, таких, як наприклад ADS-B (IN/OUT).

Використання динамічної інтерактивної системи отримання та поширення метеорологічних даних як частини глобальної комплексної мережі дозволить значно збільшити обсяг та деталізацію метеорологічних даних, підвищити оперативність забезпечення користувачів метеорологічної інформації та забезпечити її цільове використання, наприклад для окремих ПК або аеропортів; ширше використовувати можливості авіації для інформаційного забезпечення спеціалістів різних галузей, наприклад метеорологів, синоптиків або інших видів транспорту.

Список літератури

1. *Darr S.* Safer Systems: A NextGen Aviation Safety Strategic Goal / S. Darr, W. Ricks, K. A. Lemos // IEEE Aerospace and Electronic SYSTEMS Magazine. – June 2010, – Vol. 25, #6. – P. 9 – 14.
2. *Yanovsky F. J.* Weather Data Obtaining and Dissemination Using ADS-B / F. J. Yanovsky // 9th Innovative Research Workshop & Exhibition December 7 – 9. – 2010 – 5 p.
3. *Яновский Ф. И.* Анализ возможностей повышения информативности наблюдений за атмосферным электричеством: / Ф. И. Яновский, Б. Е. Фишман «4-й Всесоюзный

симпозиум по атмосферному электричеству» // Тезисы докладов. – Нальчик, 1990. – С. 23 – 24.
4. *Яновский Ф. И.* Концепция единой сети наблюдений атмосферного электричества и опасных метеоявлений. Пассивная радиолокация гроз / Ф. И. Яновский // Доклад на Научном совете АН СССР по проблеме «Статистическая радиофизика». – 10 с. – Рига, 1990. – Препринт.
5. Automated Surface Observing System (ASOS), 1999. – http://www.weather.gov./ost/asostech.html
6. Europes‘s Meteorological Satellite Organization. – http://www.eumetsat.de
7. http://www.noaa.gov
8. Global Observing System. – www.wmo.ch/web/www/OSY.GOS.html
9. Major Contractfor ADS-B Weather System, Safety and Technology Trends, Monday, March, 31, 2008. – http//: www.aviationtoday.com/asw/categoris/military/20657.html
10. *Yanovsky F.* New Concept of Multifunctional Weather Radar / F. Yanovsky, Yu. Averyanova // Proceedings of Interational Radar Symposium (IRS 2009). 2009.– 09-11 September. Hamburg, Germany. – P. 449 – 455.
11. *Авер’янова Ю. А.* Концепція застосування поляризаційно-чутливих антен для локації об’єктів нестабільної форми / Ю. А. Авер’янова, А. А. Аверьянов, Ф. И. Яновський // Вісник НАУ. – 2011. – 1. – С. 27 – 33.

Ю. А. Аверьянова, Ф. И. Яновский

Динамическая интерактивная система получения и распространения метеорологической информации

Рассмотрены возможности современной авиации касательно создания глобальной сети получения и обмена данными с возможностью их выборочного и целевого использования. Воздушное судно рассматривается как интерактивный динамичный узел системы управления воздушным движением для получения и распространения информации. Разработана обобщенная возможная структурная схема глобальной сети получения и обмена метеорологическими данными с использованием динамической интерактивной системы получения и распространения информации.

Yu. A. Averyanova, F. Y. Yanovsky

Dynamic and interactive system of meteorological information obtaining and dissemination

The modern aviation possibilities as to creating global network for data obtaining and dissemination for further selective and target use are considered. Aircraft is represented as interactive dynamic node in the system of Air Traffic Control. The possible general structural diagram of the global network for weather data obtaining and dissemination including dynamic interactive node is developed.