

УДК 629.734.7

ХАРИТОНОВ М.О., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник

СОРОКІН Д.М., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник

СОРОКІНА О.М., науковий співробітник

ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

В статті розглянуто сучасні тенденції розвитку інтелектуалізації бортового обладнання літаків та визначені основні переваги технології штучного інтелекту бортової авіоніки

Ключові слова: бортове обладнання, інтелектуалізація, розумові процеси, штучний інтелект, авіоніка

На даний час комплекс бортового обладнання (БО) літальних апаратів (ЛА) перетворився з допоміжного елемента в основний елемент ЛА.

Сучасний рівень розвитку ЛА викликає необхідність використання інформаційної технології штучного інтелекту (ШІ). Під цим терміном розуміється реалізація найновіших досягнень кібернетики та інформатики з використанням зростаючих можливостей бортової обчислювальної техніки (ОТ), а також програмного забезпечення з моделювання та імітації розумових процесів людського мозку.

Необхідність розробки бортових систем ШІ пов'язана з тим, що у польоті на сучасному ЛА, особливо бойовому, екіпаж працює на межі своїх інтелектуальних і психофізичних можливостей. Зростаючий потік інформації, яка надходить у кабіну екіпажу, і необхідність здійснення багатьох ручних дій з управління польотом та зброєю знижує можливості пілота щодо оцінки тактичної обстановки, аналізу різних варіантів дій та прийняттю рішень про оптимальний варіант виконання поставленої задачі. У зв'язку з цим і виникла потреба у використанні на борту ЛА спеціальних засобів, що дозволяють, з одного боку, надати суттєву допомогу льотчику в умовах польоту, з іншої – підвищити ступінь автоматизації та надійності БО. Ці спеціальні засоби, як правило, базуються на технології ШІ, а їх технічна реалізація основана на розробці бортових експертних систем (ЕС), що впроваджуються в БО ЛА. Таким чином, зусилля розробників БО ЛА направлені на удосконалення інтелектуальної складової комплексу БО, тобто сукупності алгоритмів бортової ОТ і алгоритмів діяльності екіпажу, яка зараз називається бортовим інтелектом [1], [2]. Отже, в авіоніці в область ШІ звичайно вкладають бортову ОТ, мовну взаємодію екіпажу і ОТ, «інтелектуальних» роботів, «машинне»

бачення, ЕС.

Бортові ЕС використовуються для рішення в польоті широкого кола інтелектуальних задач, які оптимізують сумісну роботу екіпажу і БО. Їх функціонування базується на обробці знань в області авіаційної техніки та способах її раціонального застосування. Здійснюється систематизація та узагальнення практичних знань, загальних представлень і експертних оцінок, що характеризують діяльність екіпажу під час вирішення різного роду задач, пов'язаних з пілотуванням, забезпеченням навігаційних режимів польоту, бойового застосування, експлуатації БО. Таким чином, метою ЕС БО є рішення проблеми подальшої автоматизації процесів обробки інформації та управління в БО.

Впровадження інформаційної технології ШІ в БО ЛА направлене не тільки на суттєве розширення їх функціональних можливостей підвищення ефективності застосування, але й на докорінну зміну технічного обліку БО.

Оснащення ЕС базується на таких аспектах:

суттєве розширення інформаційно-операційного забезпечення льотчика на різних режимах пілотування та застосування авіаційної зброї;

підвищення функціональних можливостей БО ступеня автоматизації ряду функцій;

удосконаленні структури ОБ в плані підвищення надійності, відмовобезпечності;

суттєве підвищення рівня і якості технічного обслуговування БО, яке пов'язане з високоавтоматизованим контролем та діагностуванням технічного стану БО.

При розробці нового класу інтелектуальних алгоритмів ЕС ураховуються такі положення:

керівна роль на борту ЛА належить льотчику, і він не повинен сповіщати систему про свої поточні наміри або про необхідність отримати в даний момент консультацію;

будь-якій ситуації, яка потенційно входить в її предметну область, ЕС повинна давати переконливі та конструктивні рекомендації в рамках активізованої льотчиком моделі поведінки;

ЕС повинна семантично та інформаційно вмонтовуватись у реальне інформаційно-керуюче поле кабіни.

Серед можливих бортових ЕС найбільший розвиток отримують системи, представлені в таблиці 1.

Модернізація бортового обладнання літальних апаратів повинна передбачати використання ряду таких систем. Серед них необхідно відмітити електронну картографічну навігаційно-інформаційну систему. Головне завдання цієї інформаційної системи – забезпечення вирішення задач навігації і керування ЛА. Система інтегрує, обробляє і надає екіпажу всю наявну на борту інформацію зокрема:

- відображення географічних координат та інших пілотажно-навігаційних параметрів ЛА;

Таблиця 1

№ з\ч	Призначення	Вирішувані задачі
1	2	3
1.	Оцінка аварійно небезпечної ситуації	Вирішує задачі надання допомоги льотчику при відмовах БО, небезпеки наближення інших ЛА, землі і т.д.
2.	Планування атак наземної цілі	Планування маршруту забезпечення атаки
3.	Автоматизація і рішення бойової задачі	Планування бойових задач та організація роботи БО
4.	Автоматизація управління БО і ЛА	Визначення стану БО, оцінка обстановки планування бойових задач, оцінка ефективності рішення.
5.	Розпізнавання та визначення типів цілей та ступеню їх небезпеки	Визначення пріоритетів цілей з даними БО та зовнішніх систем
6.	Надання допомоги льотчику	Контроль БО, підтримка прийняття рішення, оцінка обстановки та розпізнавання цілей
7.	Навігація	Формування варіантів маршрутів. Об'єднання інформації декількох навігаційних систем

вимірювання координат будь-яких об'єктів, карту об'єктів, пеленгів та дальності до них;

- синтез електронної карти заданої проекції;
- отримання додаткової довідкової інформації про картографічні об'єкти, навігаційне обладнання та інших даних із бази даних по запиту екіпажу.

Можливості таких систем розширюються. Система забезпечує вирішення великої кількості сервісних задач: автоматичну зміну електронної карти, застосування її масштабу; відображення повітряних цілей та попередження екіпажу щодо небезпечного зближення з ними; відображення рельєфу місцевості з попередженням про небезпечне зближення з землею.

В якості апаратної основи навігаційної ЕС виступає комп'ютер з розвинутою графічною системою, великою пам'яттю та кольоровим багатofункціональним індикатором (БФІ).

Ядром системи служить центральний процесор, у зовнішній пам'яті якого розміщується картографічна база даних, що містить набір цифрових авіаційних карт.

У якості вихідного матеріалу для створення такої бази використовуються офіційні паперові карти. Сумісність картографічної бази різних виробників забезпечується міжнародним стандартом, який встановлюється ІКАО, міжнародною географічною організацією (ІНО) S-57.

Базове картографічне навігаційне забезпечення системи містить три основних компоненти:

1. Інформаційне забезпечення – сукупність методів і засобів організації, підтримки, зберігання та поповнення навігаційної інформації. Тут здійснюється організація зовнішніх зв'язків та інформаційних потоків від бортових джерел інформації (СНС, РСБН, РСДН, СПС, РЛС та ін.), організація використання інформаційної бази системи.

2. Лінгвістичне забезпечення – це сукупність мов і термінів, визначень і правил формалізації, що підтримують організацію діалогу в інтерактивному режимі. Забезпечення повинно передбачати загальну структуру діалогу, структуру інформаційних запитів до картографічної бази, маркерну підтримку, діалогову реалізацію коректур.

3. Математичне забезпечення – сукупність математичних моделей і алгоритмів рішення навігаційних задач, що реалізуються у системі: синтез електронної карти, відображення синтезованої карти, ідентифікація картографічних об'єктів рішення функціональних задач (комплексування ідентифікації відмов БО та ін.).

Таким чином, може бути побудована єдина інтегрована система інтелектуальної підтримки навігації та пілотування.

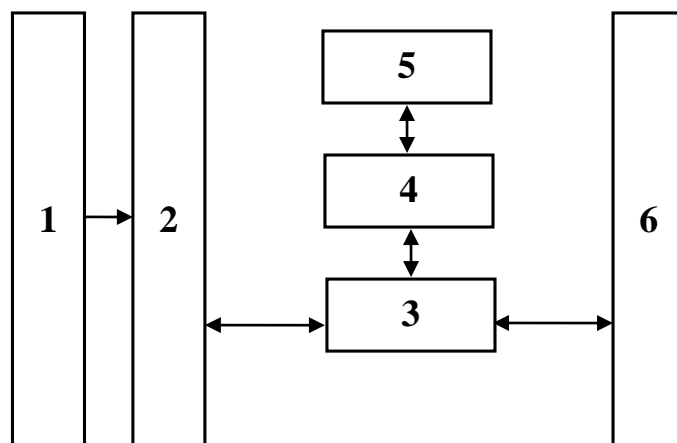


Рис.1. Структурна схема навігаційної ЕС

1 – навігаційне БО (інерціальна навігаційна система, система повітряних сигналів, супутникова навігаційна система, радіотехнічна система ближньої і дальньої навігації, доплерівський вимірник швидкості і кута зносу, радіовисотомір та ін.);

- 2 – інтерфейсна підсистема;
- 3 – процесор;
- 4 – графічна пам'ять;
- 5 – МФІ;
- 6 – картографічна база даних.

Другим актуальним напрямком використання ЕС є тактичні системи підтримки екіпажу – бортові оперативні відповідні ЕС. Функціональна схема таких систем приведена на рис.2 [3].

В базу знань повинні бути включені складові, представлені на рис.2:

Перший ієрархічний рівень цього блоку бортової оперативно дорадчої експертної системи (БОДЕС), що будується на продукційних правилах, забезпечує постійний вибір (активізацію) поточної проблемної субситуації (режиму) і необхідних математичних моделей подій. Всі правила сконструйовані за принципом ситуаційного управління (ліві частини правил залежать тільки від фазових координат, що входять до ситуаційного вектора, яким описується поточна субситуація);

Другий ієрархічний рівень блоку БОДЕС забезпечує вибір раціонального способу вирішення цієї проблемної субситуації. На практиці тут застосовуються три типи механізмів виводу: продукційні правила, багатокритеріальний вибір, вибір за прецедентом.

база математичних моделей декількох типів. Забезпечує просторово-часовий прогноз початку важливих подій (перший тип), генерування та ранжирування поточної множини допустимих рішень (другий тип). Серед різних типів виділяються математичні моделі, побудовані на базі систем диференціальних рівнянь з точним та інтервальним знанням параметрів;

інформаційне поле ІКП. На індикатори і мовні інформатори ІКП БОДЕС посилає екіпажу відповідну інформацію. Рекомендації екіпажу повинні бути короткими та легко сприйматися;

система реєстрації відмов екіпажу від рекомендацій БОДЕС. У штатній бортовій системі об'єктивного контролю фіксуються знехтувана рекомендація, прийняття екіпажем рішення, поточні умови польоту.

За цією схемою будуються ЕС «Введення групи у повітряний бій», «Дальній повітряний бій», «Протиракетний маневр» та ін.

Ще одним новим напрямком застосування систем ІН на борту є система автоматичного розпізнавання цілей, які відносяться до комплексів машинного зору. Задачі цих систем такі:

- виявлення об'єктів та змін на сцені спостереження;
- високоточне вимірювання елементів сцени;
- слідкування за об'єктами;
- самоорієнтація та самопозиціонування ЛА;
- реконструкція спостерігаємих поверхонь та виявлення тримірних структур;

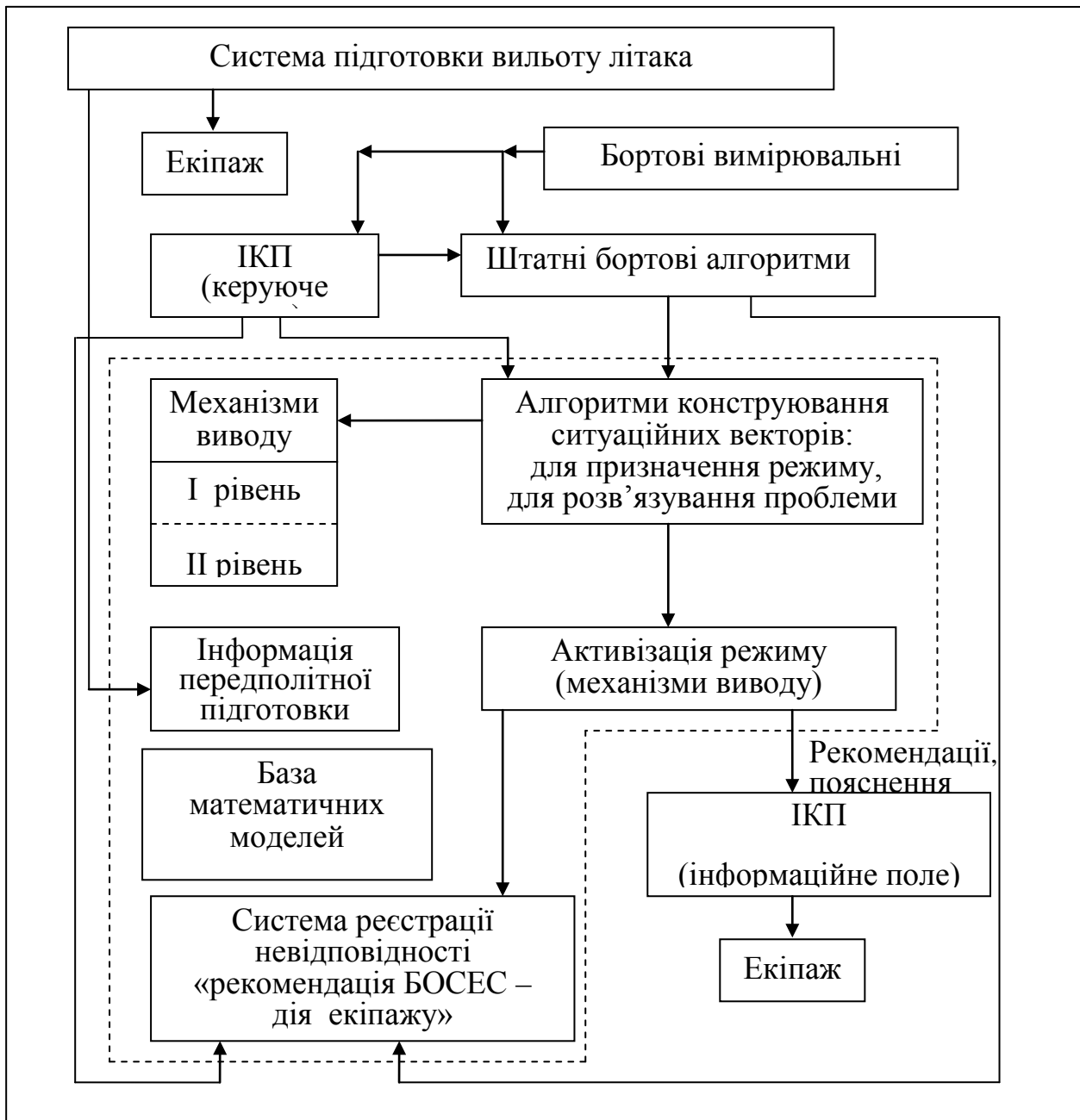


Рис.2. Функціональна схема систем підтримки екіпажу

опис сцени та ідентифікація об'єктів.

Для систем автоатизованого розпізнавання цілей важливе значення мають датчики інформації. При цьому використовується комплексування датчиків різної фізичної природи. Основні з них приведені в табл.2 [4].

Таблиця 2

Тип датчика	Формат представлення даних	Корисні ознаки
Тепловізійний	2D-теплове зображення	форма, max/min емісія, кількість та розташування гарячих п'ятен, оточення (середовище)
Радар мм-хвиль	1D-вдвіображений профіль, 1D або 2D-поляризаційні зображення, 2D-поле швидкостей	розподіл та ступінь протяжності розсіювачів, парний і непарний номер та розташування пружних розсіювачів, частоти пульсації і ширина пучка розсіювання
Лазерний локатор	3D-зображення, доплерівська модуляція (вібрація), 2D-поле швидкостей	розмір, 3D-форма, розташування об'єктів, пульсація, структурна та поверхнева частоти, просторовий розподіл рухомих ділянок сцени
Локатор із синтетичним розкриванням	2D-зображення	розмір та розташування об'єктів
Телевізійний	2D-напівтонове відеозображення	форма, розміри, текстура, внутрішня структура об'єктів, оточення
Мікрохвильовий радар	доплерівська модуляція, 2D-зображення	швидкість, частота пульсування і ширина пучка, розмір, формат, розташування об'єктів
Акустичний датчик	відображений звуковий сигнал	частоти пульсації, гармоніки відношення частот, джерела специфічного шуму
Інтерферометр	спектральна та часова залежність мікрохвильового випромінювання	частота, частотна модуляція, амплітудна модуляція, тривалість пульсування, інтервали пульсування

Таким чином, комплексний підхід до раціонального використання великого об'єму інформації у польоті на основі впровадження бортових систем ШІ може забезпечити реалізацію таких функцій:

автоматизоване загальне планування льотного бойового завдання та маршруту польотів у цілях підвищення бойової живучості ЛА, оптимізації розходу палива, підвищення координації бойових дій;

автоматизоване планування маршруту польоту;

автоматизована оцінка небезпеки за даними бортових джерел інформації та систем зв'язку;

автоматизована оцінка ефективності різних варіантів відповідних дій;

автоматизоване розпізнавання повітряних, наземних та морських цілей за межами повітряної видимості;

автоматизована координація дій щодо планування маршрутів, керування польотом на бойових маневрах, супроводження цілей та управління авіаційною зброєю для підвищення ефективності застосування;

автоматизація процесів керування режимами роботи бортових датчиків для комплексної обробки інформації, що має підвищену якість;

координував управління інформаційною системою обмеженою групою літаків для підвищення загального об'єму інформації на кожному борту групи;

автоматизована оцінка тактичної обстановки для керування групою літаків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Система искусственного интеллекта и области их военного применения. / Под общ. ред. Е.А Федосова. М. : изд Нии Гос НИИАС, 1992 – 340с.
2. Бортовые экспертные системы тактических самолетов 5-ого поколения./ Под общ. ред. Е.А Федосова. М.: изд НИИ Гос НИИАС, 2002 – 280с.
3. Баханов Л.Е. Системы управления вооружением истребителей: Основы интеллекта многофункционального самолета./ РАРАН; под ред. Е.А Федосова. М.: Машиностроение, 2005 – 398с.
4. Желтов С.Ю, Визильтер Ю.В. Перспективы интеллектуализации систем управления ЛА за счет применения технологий машинного зрения. Труды МФТИ.- №4 2009.- с.с 164-181

Надійшла до редакції 25.09.2014