

О.А. Тамаргазін

ВДОСКОНАЛЕННЯ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Розглянуті питання вдосконалення керування системою технічного обслуговування авіаційної техніки шляхом впровадження в експлуатацію інформаційних систем, які базуються на інтелектуальній підтримці користувачів (керівництва та інженерно-технічного складу авіакомпаній)

Зміна економічних відношень, принципів і форм державного регулювання в авіаційній галузі, а також нові технологічні можливості експлуатації парку повітряних суден (ПС) цивільної авіації (ЦА) обумовлюють необхідність подальшого розвитку системи організації діяльності для підтримання льотної придатності цивільної авіаційної техніки (АТ) при експлуатації, включаючи технічне обслуговування (ТО), доопрацювання, продовження ресурсу, капітальний ремонт, постачання запасних частин та інші аспекти.

Це потребує суттєвого вдосконалення керування системою технічного обслуговування ПС, яка характеризується великим обсягом потоків інформації, що надходить до неї, складністю задач, що вирішуються, коротким терміном на прийняття рішень. Все це призводить в окремих випадках до невідповідності можливостей людини вимогам ефективно керувати виробничим процесом при ТО ПС. Вихід з цього положення – створення інтелектуальної системи підтримки користувачів (операторів) (ІСПК) для допомоги в оперативному управлінні ТО АТ, контроль за якістю робіт і прогнозування розвитку виробничої ситуації. Високий рівень автоматизації та інтелектуалізації системи дозволить знизити навантаження на керівництво та інженерно-технічний персонал авіакомпанії, підвищити ефективність його дій і збільшити надійність функціонування АТ. Інтелектуальні системи підтримки користувачів повинні прийти на зміну розінтегрованим автоматизованим системам, що використовуються зараз в авіапідприємствах. Водночас, створення подібних інформаційно-комп'ютерних систем дасть змогу по-новому оцінити методи і методики керування виробництвом в цивільній авіації, підвищити загальний рівень кваліфікації персоналу авіакомпаній та державної авіаційної адміністрації.

Для створення ІСПК необхідно інтегрувати в єдине ціле традиційні алгоритмічні засоби управління ТО АТ і парадигму інтелектуальних технологій. При цьому алгоритмічні засоби використовуються в тому випадку, коли знання мають чітку, формалізовану форму, а засоби штучного інтелекту – при рішенні цілого ряду неформалізованих задач, що виникають в процесі управління складними динамічними системами, якими зокрема є виробничий процес при ТО ПС. Такі задачі характеризуються неповнотою, неоднозначністю, невизначеністю вхідної інформації та правил її обробки.

До таких задач ІСПК можна віднести: оцінку ситуації, прогноз поведінки об'єкта керування в штатному режимі, прогноз розвитку аварійних ситуацій, синтез і оцінку можливих дій і вибір найкращих та т.ін.

Особливістю інтелектуальних систем є спроможність до планування поведінки, адаптації і навчання. Для реалізації цих можливостей інтелектуальна система керування ТО АТ повинна бути наділена розвиненою ієрархічною структурою управління. При цьому треба

виділяти, як мінімум, три рівня ієрархії: рівень стратегій, рівень задач і рівень компонент (модулів, підсистем). Найбільш високий рівень, рівень стратегій, визначає черговість виконання або зупинення рішення задач, а також організує взаємодію між ними. Якщо на цьому рівні деякі задачі вибрані для виконання, то на рівні задач визначається, які компоненти повинні працювати для того, щоб вирішити ту або іншу задачу. Нарешті, на самому низькому рівні відбувається керування роботою компонент, які вирішують окремі підзадачі.

В ІСПК роль ієрархічного механізму керування виконує інтелектуальний монітор, який: керує функціонуванням підконтрольної системи; визначає, коли і які задачі повинні бути виконані; здійснює функції інтелектуального конфігуратора, який реалізує автоматичну побудову функціональної схеми обробки інформації на рівні окремих компонент системи, в залежності від задач, що виникають в процесі роботи об'єкта; реалізує взаємодію між компонентами системи, операторами і джерелами даних; керує потоками даних; погоджує локальні рішення, отримані локальними підсистемами, полегшує взаємодію користувача з системою, погоджуючи оцінку і обґрунтування прийняття рішень, з'ясування інших варіантів рішення, уточнення або перегляд раніше прийнятих рішень, оцінку рішень, що пропонуються користувачу, отримання довідкової інформації про події, які відбуваються при керуванні ТО АТ.

Важливою частиною інтелектуального монітору керування системою ТО є ядро, яке виконує низькорівневе керування роботою системи в цілому. При створенні ядра необхідно забезпечити його ефективне і передбачуване функціонування.

Основними функціями ядра є реалізація взаємодії між компонентами системи за допомогою механізму передачі повідомлень і диспетчеризація робіт в системі з метою забезпечення режиму реального часу.

Процес розробки ІСПК передбачає створення:

- 1) інтелектуального монітору;
- 2) інформаційної взаємодії ІСПК із зовнішнім середовищем з метою отримання необхідної інформації для прийняття рішень (ІСПК повинна вміти розуміти вхідну інформацію. Це досягається системними інтелектуальними засобами розшифровки інформації, яка надходить, перевіркою інформації на вірогідність, ідентифікації ситуації, формування переліку задач, що вимагають прийняття рішення);
- 3) ІСПК як розподіленої системи, що підвищує її живучість і швидкодію (ідея організації розподіленої ІСПК полягає в тому, що локальні ІСПК обмінюються даними про задачі, які вони зараз вирішують, та іншою інформацією в процесі вироблення загального результату);
- 4) бази знань (БЗ) і машини висновку, які відображають логіку подій, що відбуваються при ТО АТ і в зовнішньому середовищі;
- 5) підсистеми настройки системи, яка повинна забезпечувати взаємодію особи, яка приймає рішення, з ІСПК (Основною функцією підсистеми настройки є виявлення системи переваг особи, яка приймає рішення, при підготовці до роботи ІСПК і формалізація системи переваг для використання в ІСПК);
- 6) інформаційно-пошукової підсистеми, побудованої на основі гіпертексту (у зв'язку з тим, що оператор при керуванні системою ТО АТ обробляє великий обсяг семантично інформації, йому потрібна відповідна інформаційна підтримка. Гіпертекстова система в ІСПК за своїми функціональними можливостями і структурою повинна бути наближена до сучасних експертних систем. Окрім БЗ, вона повинна мати розвинутий інтерфейс з оператором, а також засоби, які забезпечують зміну і модифікацію БЗ);

7) підсистеми моделювання (при моделюванні роботи об'єкта і стану зовнішнього середовища бажано, щоб більшість інтелектуальних функцій виконувалася автоматично (автоматизовано). Цього можна досягти завдяки використанню методології штучного інтелекту в області імітаційного моделювання. При цьому в підсистемі моделювання повинні бути використані різноманітні механізми висновку, інтерпретації даних в БЗ з метою отримання інформації про конкретну реалізацію системи ТО);

8) інтелектуального інтерфейсу користувача (окремо взяті інтерфейсні можливості певних підсистем і інструментів ІСПК можуть бути достатньо простими, однак інтегрованими у великій кількості, в ІСПК вони утворюють новий рівень складності).

Багато інтерфейсу оператора і ІСПК надати такі можливості:

- асистувати оператору при взаємодії за рахунок інтелектуальних посередників (агентів) – підсистем, які базуються на знаннях, що забезпечують взаємодію з іншими агентами, ресурсами мережі і користувачем [1];
- організувати процес інформаційної взаємодії операторів з ІСПК у відповідності з різними типами задач, що вирішуються (моніторинг стану АТ і засобів ТО, обслуговуючого персоналу, зовнішнього середовища; підтримка прийняття рішень, відображення порушень);
- накладення згенерованої ІСПК інформації на образи реального виробничого процесу;
- підтримувати розуміння структурованої природної мови на основі БЗ;
- реалізувати принцип розшарування інформації для розгляду системи ТО різними спеціалістами з різних точок зору.

Для створення високоефективних інтелектуальних систем з обробки і використання знань в умовах невизначеності необхідно об'єднати засоби штучного інтелекту і передові технології в галузі розробки програмного забезпечення.

Характерною особливістю ІСПК як інтелектуальної системи є наявність баз знань, які використовуються в різних функціональних блоках системи. Для представлення різноманітних типів проблемних середовищ з найбільшою ефективністю може бути використана множина різних засобів подання знань [2]. При створенні БЗ необхідно здійснити аналіз проблемної області для вибору найкращого поєднання об'єктно-орієнтованого підходу та інших моделей представлення знань в функціональних блоках. Наприклад, застосування розмитої логіки в поєднанні з об'єктно-орієнтованою технологією може різко знизити кількість необхідних правил. Тому побудова БЗ на основі розмитої логіки зарекомендувала себе як ефективний засіб для складних об'єктів з неповною інформацією, таких як системи ТО АТ.

При розробці ІСПК виникає ряд складних проблем:

- сьогодні не існує закінченої теорії інтелектуального управління і багато з науково-технічних задач в цій сфері ще тільки чекають свого рішення;
- процес заповнення БЗ є непомірно складним і довгим;
- рівень сучасних інтелектуальних засобів не є достатнім для організації інтерфейсу між оператором і системою;
- розробка ІСПК вимагає великих часових і матеріальних витрат, погодженої роботи великого колективу розробників.

Перелічені проблеми визначають такі основні принципи побудови ІСПК: можливість розширення; незалежна розробка окремих компонентів; розподільність.

Для забезпечення цих принципів в основу системи пропонується покласти концепцію

розширюваного програмування, під яким розуміють можливість конструювання таких ієрархій модулів, коли кожний модуль додає нову функціональність в систему. Розширюване програмування передбачає доповнення модуля без будь-яких змін в існуючих модулях. Нові модулі додають не тільки нові процедури, але й нові (розширені) типи даних [3].

Реалізація цієї концепції базується на комбінації моделі клієнт-сервер і об'єктно-орієнтованої моделі. Ідея моделі клієнт-сервер полягає в розподілі ІСПК на декілька серверів, кожний з яких реалізує певний набір функцій. Один з можливих розподілів системи на сервери показано на рисунку.

Клієнт, яким може бути компонент системи або програма, що відпрацьовує керуючий вплив оператора, запрошує виконання функції, посылаючи серверу повідомлення. Інтелектуальний монітор доставляє повідомлення серверу. Після виконання необхідної функції інтелектуальний монітор повертає клієнту результати у вигляді іншого повідомлення.

При використанні клієнт-серверного підходу можна отримати систему, яка буде складатися з автономних компонентів відносно невеликого розміру. Різні сервери можуть виконуватися на різних комп'ютерах, що добре узгоджується з концепцією розподіленого обчислення.

Фірма Microsoft розробила технологію створення компонентів, відому як СОМ (Component Object Model) [4]. Компоненти, створені на основі СОМ, задовольняють двом важливим вимогам: компоненти СОМ складаються з коду, що виконується, і підключаються один до одного динамічно; компоненти СОМ зв'язуються між собою за допомогою інтерфейсів і інкапсулюють деталі реалізації. Внаслідок цього автоматизована система, побудована з компонентів, які реалізувалися у відповідності зі стандартом СОМ, має ряд суттєвих переваг.

1. Модифікація або розширення системи зводиться до заміни одного з компонентів новою версією. Динамічне компонування дозволяє змінити тільки самий компонент, не перекомпоновуючи всю систему.

2. Клієнт підключається до компонента через інтерфейс СОМ. Якщо компонент модернізується, але зберігає свої інтерфейси, то робота системи не порушується.

3. Динамічне компонування припускає, що компоненти відтрансльовані і скомпоновані (складаються з виконуваного коду). Таким чином, компоненти СОМ приховують мову програмування. Це дозволяє розробляти компоненти незалежно різними розробниками на різних мовах програмування.

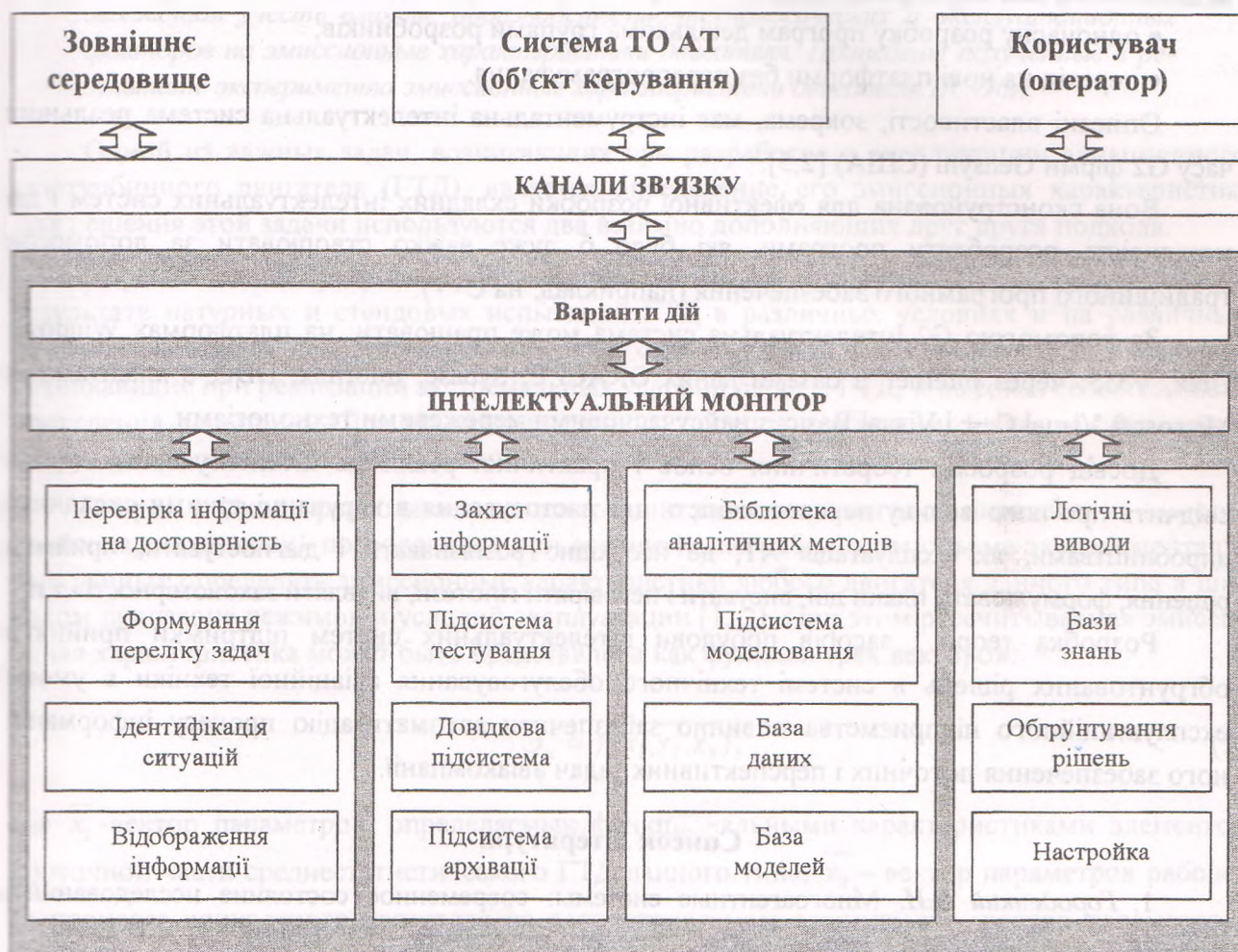
4. Компоненти СОМ прозоро переміщуються у мережі. Клієнт однаково працює і з віддаленими і з локальними компонентами;

Для реалізації концепції програмування пропонується також об'єктно-орієнтована модель. Об'єктно-орієнтований підхід дозволяє побудувати природну і гнучку модель складної ієрархічної системи. При цьому ієрархічний характер складної системи проявляється у вигляді ієрархії класів.

Об'єкти в системі – це відображення елементів реального світу, які застосовуються при рішенні поставлених перед системою задач. З кожним об'єктом асоціюється набір параметрів, які відбивають суттєві властивості об'єкта.

При об'єктно-орієнтованому підході внесення змін в проект на будь-якому етапі життєвого циклу не вимагає повного перегляду проекту, а має локальний характер. Зміни і доповнення порушують лише необхідні класи і об'єкти. Для деталізації проекту в нього вводяться нові класи, які можуть успадковувати поведінку раніше створених класів. При об'єктно-орієнтованому підході можлива швидка розробка прототипу системи і після цього його послідовне розширення до кінцевого результату.

Основні етапи побудови об'єктно-орієнтованої моделі системи: аналіз предметної області і визначення класів, їхніх даних і методів; побудова ієрархічної структури класів на основі механізму успадкування; аналіз зв'язків і взаємодії об'єктів.



Ієрархія механізму керування інтелектуальної системи підтримки користувачів

Інструментальні засоби для створення ІСПК повинні підтримувати життєвий цикл автоматизованої системи, використовуючи:

- об'єктно-орієнтований підхід, графічне середовище і структуровану природну мову, яка забезпечує швидке прототипування програмних модулів;
- об'єктні бібліотеки і функціональні модулі, які сприяють скороченню часу розробки програм;
- повторне застосування об'єктів і модулів в наступних програмних розробках;

- машину висновків із засобами для скорочення перебору, реакції на непередбачені події, багатий набір засобів формування правил;
- багатовхідний доступ до централізованої бази знань і групову роботу з програмами;
- одночасний зв'язок з усіма базами даних та іншими інформаційними системами;
- взаємодію із зовнішнім середовищем в реальному часі;
- інтерактивний редактор, який допомагає розробникам створювати правила, процедури і моделі, використовуючи структуровану природну мову, а також автоматичне виявлення помилок;
- механізми підтримки для тестування і верифікації програм, включаючи динамічне моделювання для перевірки дієздатності за різними сценаріями;
- одночасну розробку програм декількома групами розробників;
- перехід на нові платформи без перепрограмування.

Описані властивості, зокрема, має інструментальна інтелектуальна система реального часу G2 фірми Gensym (США) [2,5].

Вона сконструйована для ефективної розробки складних інтелектуальних систем і дає можливість розробляти програми, які було б дуже важко створювати за допомогою традиційного програмного забезпечення (наприклад, на С++).

За допомогою G2 інтелектуальна система може працювати: на платформах Windows, Unix, VMS; через Internet; з базами даних ORACLE, Sybase, Informix, DBC; з клієнтами на Microsoft Visual C++ і Visual Basic; з найсучаснішими мережевими технологіями.

Досвід розробки теоретичних основ і практичної реалізації інтелектуальних систем свідчить про їхню велику перспективність для застосування в керуванні такими складними виробництвами, як експлуатація АТ, де необхідно розпізнавати і діагностувати, приймати рішення, формулювати плани дій, висувати і перевіряти гіпотези, виявляти закономірності і т.п.

Розробка теорії і засобів побудови інтелектуальних систем підтримки прийняття обґрунтованих рішень в системі технічного обслуговування авіаційної техніки в умовах експлуатаційного підприємства повинно забезпечити автоматизацію процесу інформаційного забезпечення поточних і перспективних задач авіакомпанії.

Список літератури

1. *Городецкий В.И.* Многоагентные системы: современное состояние исследований и перспективы применения // *Новости искусственного интеллекта.* – М., 1996. – №1. – С.44-59.
2. *Попов Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д.* Статические и динамические экспертные системы. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
3. *Карло Пешио.* Никлаус Вирт о культуре разработки ПО // *Открытые системы.* – М., 1998. – №1. – С.41-44.
4. *Роджерсон Д.* Основы COM. – М.: Издательский отдел "Русская редакция ТОО "Channel Trading Ltd", 1997. – 400 с.
5. *Gensym Corp.* G2 Reference Manual, Version 4.0. Cambridge (Mass. USA). 1992. –542 p.

Стаття надійшла до редакції 11 листопада 1999 року.