

УДК 62.50

**ЧЕПІЖЕНКО В.І.**, заступник начальника відділу, кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник

**ЯСЕНОВА І.С.**, доцент Національного авіаційного університету, кандидат  
технічних наук

## **ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ СУПРОВОДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

*Висвітлюються науково-технічні,  
функціональні і апаратно-програмні  
аспекти технології створення  
інформаційно-керуючої системи  
супроводження експлуатації авіаційної  
техніки*

### **Постановка проблеми**

Сучасний етап експлуатації військової авіаційної техніки (АТ) іноземної розробки і виробництва, яка перебуває на озброєнні в Повітряних Силах Збройних Сил України, характеризується тим, що:

авторський нагляд з боку розробників і виробників АТ здійснюється в більшості випадків лише на гарантійному етапі їхньої експлуатації. Надалі відповідальність за працездатність АТ покладає на експлуатантів;

експлуатація АТ проводиться в умовах обмеженого фінансування, що не дозволяє в повному обсязі відновлювати її технічний стан шляхом виконання капітально-відновлювальних ремонтів;

технічний стан АТ характеризується суттєвим вичерпанням установлених показників, що приводить до необхідності збільшення її строків служби та ресурсу і тим самим приводить до необхідності розширення експлуатаційного інтервалу життєвого циклу АТ.

В цих умовах експлуатантом АТ разом з науково-дослідними установами України в якості основної технології підтримки справності (працездатності) АТ використовується комплекс заходів, що включає:

дослідження, направлені на визначення реального технічного стану конкретних виробів АТ;

проведення наукового аналізу інформації про стан і надійність АТ;

підготовку і прийнятті рішень про можливість подальшої експлуатації АТ;

створення відповідних структур, оснащених сучасною діагностичною апаратурою;

проведення необхідних досліджень з метою відпрацювання нових методик контролю технічного стану АТ;

переведення АТ на прогресивні і більш економічні стратегії експлуатації, в основу яких покладаються концептуальні принципи експлуатації за станом.

Правовим підґрунтям для цих заходів є постанова Кабінету Міністрів України від 5 липня 2006 року №915 "Про забезпечення розвитку Повітряних Сил Збройних Сил", наказ Міністра оборони України від 20 лютого 2007 року № 61 "Про затвердження Порядку переведення та експлуатації за технічним станом військової авіаційної техніки, за якою не здійснюється авторський нагляд", "Концепція створення інформаційної системи супроводження експлуатації авіаційної техніки Збройних Сил України", яка затверджена 23.05.08 заступником Міністра оборони України.

Однак, ефективному проведенню вищезазначених заходів заважає ряд об'єктивних факторів:

існуюча система збору, обліку і аналізу інформації про технічний стан і надійність АТ не є автоматизованою та ґрунтується на паперових технологіях;

відсутні автоматизовані довідники нормативно-технічних та методичних даних з питань експлуатації АТ;

існує велика кількість неавтоматизованих експлуатаційних процесів, розподілених в просторі та часі;

проведення аналізу технічного стану і надійності АТ характеризується великою трудомісткістю та низькою оперативністю, що суттєво ускладнює формування управлінських рішень щодо підтримання її справності.

Усунення цих завад можливо шляхом підвищення ефективності інформаційного забезпечення процесів супроводження експлуатації АТ.

### **Аналіз останніх досліджень**

Світовий досвід підвищення ефективності експлуатації АТ свідчить про необхідність впровадження сучасних інформаційних технологій MRO (Maintenance, Repair & Overhaul) супроводження процесів обслуговування, ремонту і модернізації АТ і інформаційних обліково-управлінських технологій ERP (Enterprise Resource Planning). Ці технології широко застосовуються у військово-повітряних і військово-морських силах багатьох країн, таких як Норвегія, Великобританія, Франція, Греція, Південна Африка, а також у компаніях-виробниках авіаційної і космічної техніки, таких як аерокосмічний концерн Saab, компанія Sikorsky Aircraft Australia, міжнародний консорціум Eurofighter і інші. До основних процесів, що опрацьовуються в інформаційних системах (ІС), відносяться:

підтримка легких і важких форм обслуговування, ремонту вузлів і агрегатів, ремонту компонентів АТ;

планування і складання графіків ремонтів і інших видів робіт;

керування конфігураціями техніки;

матеріально-технічне постачання;

відстеження витрат;

статистика й аналіз.

Вся інформація, що курсує в елементах ІС, представлена повністю в електронному вигляді, наприклад, інтерактивні електронні технічні керівництва, електронні каталоги, електронні формуляри основних виробів і електронні паспорти агрегатів і комплектувальних виробів. Функціонування ІС спрямовано на вирішення

логістичних, інженерно-технічних задач, а також задач підтримки прийняття рішення.

Досвід впровадження і використання ІС показав, що неможливо розробити і впровадити в процес експлуатації і ремонту універсальну інформаційну систему, оскільки для кожного експлуатанта, для кожної компанії-виробника існує специфічний перелік функціональних задач. Тому єдиним шляхом інформатизації процесів експлуатації і ремонту в Повітряних Силах Збройних Сил України є використання сучасних програмних продуктів і технологій, як фундаменту для створення власної інформаційної системи. Унікальність інформатизації процесів експлуатації АТ в Повітряних Силах полягає в необхідності розробки ефективної теоретичної основи для синтезу гнучкого гарантованого керування технічним станом АТ на розширеному експлуатаційному інтервалі її життєвого циклу. Це, в свою чергу, вимагає розробки загальної наукової методології як аналізу та синтезу моделей еволюції технічного стану АТ в процесі її експлуатації, так і аналізу та синтезу систем комплексного керування експлуатаційними процесами з урахуванням закономірних динамічних, параметричних, економічних, енергетичних і інформаційних процесів.

### **Мета статті**

Метою статті є формулювання завдань технології створення інформаційно-керуючої системи супроводження експлуатації авіаційної техніки щодо науково-технічного, функціонального і апаратно-програмного аспектів.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

#### **1. Науково-технічні аспекти**

Аналіз, проведений в [1], показав, що існуюча система управління технічним станом АТ на розширеному експлуатаційному інтервалі її життєвого циклу не дозволяє ефективно вирішувати функціональні завдання щодо:

оперативної підтримки заданого технічного стану АТ без проведення капітально-відновлювальних робіт;

управління фінансовими витратами на підтримку заданого рівня функціонального стану АТ.

Недоліки існуючої системи управління технічним станом АТ призвели до виникнення ряду наукових проблем.

Перша проблема полягає в протиріччі між потребою в оперативному, адаптивному (гнучкому) управлінні технічним станом АТ в сучасних умовах, особливо на етапах виконання функціональних завдань за призначенням, і недостатніми можливостями існуючого науково-методичного апарату, зокрема, відсутністю науково обґрунтованих методів і методик такого управління [2].

Друга проблема полягає у необхідності розробки методологічного апарату оперативного адаптивного управління технічним станом АТ в інтеграції з новітніми концепціями, такими як концепція віртуальних функціональних систем [3, 4]. Концепція віртуальних функціональних систем ґрунтується на використанні потенціалу корпоративних ресурсів єдиного інформаційного простору

(мережецентричного середовища) з метою підвищення (підтримання на заданому рівні) показників безвідмовності та живучості складних технічних систем [5].

Третя актуальна і насущна проблема полягає в необхідності проведення комплексної оцінки й управлінні еволюційними процесами деградації та старіння АТ на розширеному експлуатаційному інтервалі її життєвого циклу. Вирішення цієї проблеми вимагає розробки загальної наукової методології як аналізу й синтезу моделей еволюції технічного стану АТ, так і аналізу й синтезу систем комплексного керування експлуатаційними процесами з урахуванням закономірних динамічних, параметричних, економічних і енергетичних процесів, що протікають у кожному виробі АТ на розширеному експлуатаційному інтервалі їх життєвого циклу [6].

Очевидними шляхами вирішення зазначених проблем є реалізація при створенні ІС таких заходів:

дослідження областей динамічного стану експлуатаційних показників АТ, виявлення об'єктивно існуючих властивостей і закономірностей АТ та розробка і впровадження відповідного науково-методичного апарату в алгоритмічне та програмне забезпечення ІС;

реалізація в інформаційно-керуючій системі супроводження експлуатації авіаційної техніки концепції адаптивного управління технічним станом АТ у мережецентричному середовищі на основі віртуальних функціональних технологій;

розвинення концепції системного представлення узагальнених динамічних процесів функціональної та параметричної еволюції (деградації) виробів АТ на розширеному експлуатаційному інтервалі їх життєвого циклу.

## 2. Функціональні аспекти

Удосконалення інформаційного забезпечення експлуатації і ремонту АТ полягає в:

створенні єдиного масиву інформації для вирішення в структурних підрозділах різного рівня авіації Повітряних Сил завдань планування, організації і управління експлуатацією АТ та її матеріально-технічним забезпеченням, а також розширенні можливостей щодо оптимізації зазначених процесів;

інтегруванні інформаційних потоків системи експлуатації АТ в єдину автоматизовану систему управління бойовою і господарською діяльністю в Збройних Силах України;

зменшенні трудомісткості та підвищенні оперативності процесів збирання, оброблення, систематизації, аналізу і надання інформації з питань експлуатації АТ шляхом автоматизації цих процесів;

формуванні електронної бази нормативно-технічних і методичних даних та вимог щодо експлуатації АТ, рівня її матеріально-технічного забезпечення;

підвищенні повноти і достовірності інформації щодо технічного стану АТ та рівня її надійності.

Для інформаційного забезпечення комплексу заходів, що здійснюються в процесі експлуатації, ІС АТ повинна виконувати наступні функціональні завдання:

збір, накопичення, систематизація і математичне оброблення даних з експлуатуючих частин та авіаремонтних підприємств і формування на їх основі інформаційної бази даних про пономерну наявність АТ, її експлуатаційну надійність і технічний стан на встановлений рівень глибини деталізації обладнання, витрачання

ресурсних показників та строків служби АТ, рівень трудомісткості і вартості її технічного обслуговування і ремонту та інших даних;

облік та систематизація даних про відмови та несправності АТ, оцінювання та прогнозування її надійності, супроводження аналізу та дослідження причин та умов виникнення відмов і несправностей;

контроль переміщення агрегатів і комплектувальних виробів АТ і дотримання умов її експлуатації, визначення фактичного рівня технічних та експлуатаційних характеристик АТ, прогнозування величини та характеру їх змін;

ведення електронної бази нормативно-технічних даних і вимог з питань експлуатації АТ, а також класифікаторів обладнання АТ;

формування звітних груп даних для вирішення завдань планування і оптимізації робіт з технічного обслуговування та ремонту при експлуатації АТ за технічним станом, наукового обґрунтування змін нормативних показників і вимог до АТ та матеріально-технічного забезпечення (в першу чергу забезпечення запасними частинами та агрегатами) її експлуатації, збільшення установлених показників АТ, оцінки реального рівня напруженості експлуатації зразків АТ (за даними об'єктивного контролю), розробки нормативних документів з питань експлуатації АТ за технічним станом;

накопичення та зберігання значень вимірюваних параметрів АТ, які визначають її фактичний технічний стан, супроводження аналізу тенденцій їх зміни та причин, що обумовлюють ці зміни в різних умовах експлуатації, виявлення негативних тенденцій у зміні технічного стану АТ та діагностування за ними несправностей і відмов ще на ранніх стадіях їх розвитку;

уточнення показників модельного представлення еволюційних (деградаційних) процесів, пов'язаних з старінням і напрацюванням АТ;

супроводження аналізу економічної діяльності, планування та контролю фінансового стану в ході експлуатації АТ;

систематизація, ієрархічна структуризація та кодифікація зовнішніх проявів відмов та несправностей АТ;

супроводження аналізу технічного стану АТ, що зазнала аварій та катастроф, для визначення причин авіаційних подій;

формування та коригування вихідних обліково-звітних документів.

### 3. Апаратно-програмні аспекти

При виконанні робіт з експлуатації АТ в організаційних структурах ЗС України формується структура інформаційних потоків, схема якої наведена на рис.1.

Для ефективного інформаційного забезпечення експлуатації АТ програмно-технічний комплекс ІС має бути сформований як сукупність організаційно-функціональних підсистем, які реалізують сумісне функціонування підсистем інформаційного забезпечення експлуатації АТ. При цьому, програмно-технічні комплекси підсистем ІС формуватимуться із сукупності однорідних, функціонально уніфікованих модулів, програмне забезпечення кожного з яких має включати повний набір інформаційних функцій і процедур обробки інформації, необхідних для інформаційного забезпечення робіт, виконуваних в ході експлуатації АТ. Доступ користувачів до інформації в кожному із модулів підсистем ІС здійснюється згідно з процедурами допуску у відповідності до їх повноважень.

Для вирішення завдань розробки ІС пропонується розглядати інформаційну технологію супроводження експлуатації АТ як комплексний масштабуємий безпаперовий засіб, заснований на сучасному комп'ютерному та телекомунікаційному обладнанні та спрямований на вирішення завдань військово-наукового і технічного супроводження експлуатації АТ.

Підхід, який пропонується для вирішення завдань розробки, полягає в наступному: розглядати задачу створення і супроводження експлуатації АТ в інформаційному аспекті як задачу розподіленого автоматизованого документообігу з поглибленою аналітичною обробкою даних для підтримки прийняття рішень щодо стану АТ, причин відмов і несправностей та умов їх виникнення.

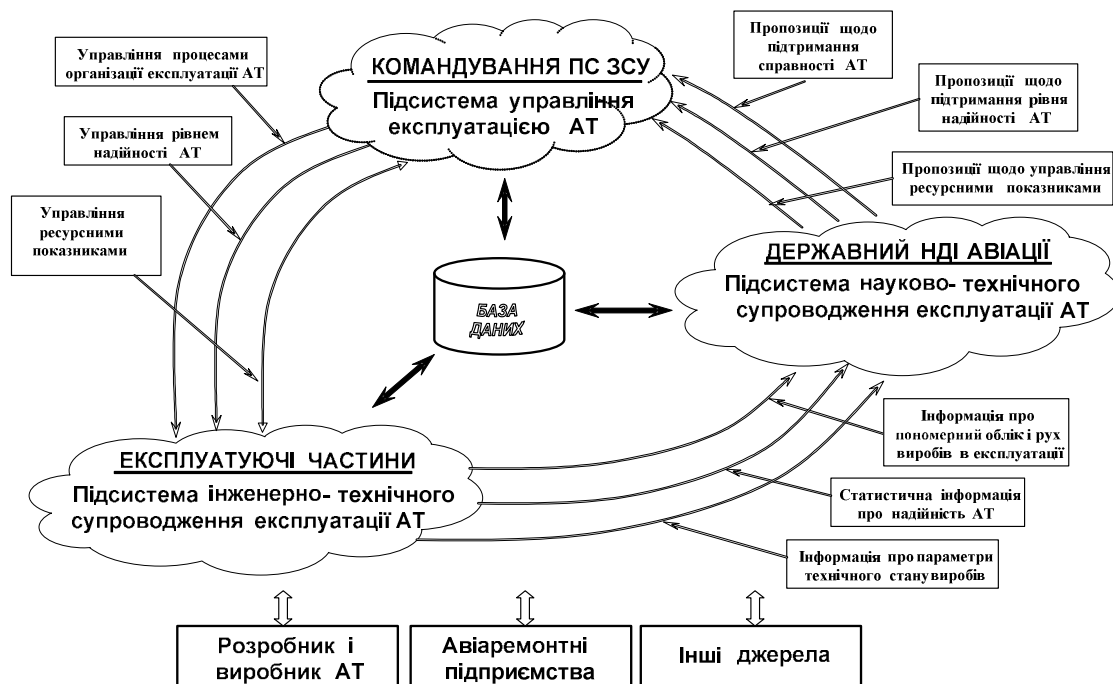


Рис. 1. Структура інформаційних потоків при експлуатації військової авіаційної техніки

Для реалізації запропонованого підходу необхідно використовувати web-платформу управління інформаційним конвентом. Це забезпечить високу оперативність процесів збирання, оброблення та аналізу даних та формування сукупності реалізованих рішень щодо обсягу, розміщення і форм існування інформації, яка використовується в інформаційній системі при її функціонуванні. Крім того, такий підхід дозволить реалізувати та забезпечити функціонування автоматизованих класифікаторів об'єктів АТ та електронної нормативної бази щодо технічного обслуговування і ремонту АТ.

Для побудови інформаційної технології пропонується застосувати:

методи системного та доменного аналізу для ведення обліку та систематизації даних про відмови і несправності АТ, оцінювання і прогнозування надійності АТ,

супроводження аналізу і дослідження причин та умов виникнення відмов і несправностей АТ;

методи дослідження операцій з метою формування своєчасного впливу управлінських рішень на технічний стан АТ;

методи теорії прийняття рішень для формування достовірної інформації щодо наявності, фактичного технічного стану та рівня надійності як окремого виробу АТ, так і парку АТ, рівня матеріально-технічного забезпечення їх експлуатації, витрачання ресурсних показників та строків служби;

засоби автоматизації процесів розподіленого документообігу на базі однієї з відомих програмних платформ (наприклад, MS SharePoint 2010, Lotus Notes, тощо).

В рамках створення інформаційної технології автори очікують отримати:

науково-прикладну технологію інформаційного супроводження експлуатації АТ за технічним станом, а також моніторингу та оцінки стану АТ методами теорії прийняття рішень на основі використання отримуваних в інформаційній технології даних;

методи, алгоритми і програми підвищення точності прогнозування величини і характеру змін показників надійності та стану АТ за обмеженою вибіркою експериментальних даних;

засоби збору і аналізу даних при технічному обслуговуванні АТ з контролем параметрів;

нормативні документи з питань використання отримуваних в інформаційній технології результатів оброблення інформації для прийняття обґрунтованих рішень.

### **Висновки**

1. Запропонована технологія створення інформаційно-керуючої системи супроводження експлуатації авіаційної техніки в системному розумінні охоплює три головні аспекти: науково-технічний, функціональний і апаратно-програмний.

2. В основу технології створення інформаційно-керуючої системи покладається новий спосіб, сутність якого полягає в тому, що для реалізації засобів інформаційної технології використовується web-платформа, а процеси в ІС розглядаються як автоматизований документообіг з поглибленою аналітичною обробкою даних для підтримки прийняття рішень щодо технічного стану АТ.

3. Очікувані результати досліджень будуть актуальними не лише в галузі авіації для вирішення задачі створення інформаційної технології супроводження експлуатації АТ за технічним станом, а також для суміжних галузей: при супроводженні версій програмного забезпечення, супроводженні відходів при рішенні задачі екології виробництв і т.д.

4. Впровадження інформаційної технології в систему експлуатації АТ надасть можливість знизити витрати на логістичне забезпечення, дозволить автоматизувати планування потреб та термінів постачання запчастин, підвищить ефективність логістичних процесів.

### **ЛІТЕРАТУРА**

1. Чепіженко В.І. Підхід до управління функціональним станом складних технічних систем на експлуатаційному інтервалі їх життєвого циклу / В.І. Чепіженко // Вісник НАУ. – 2010. – № 2. – С. 53-57.

2. Чепіженко В.І. Наукова проблема адаптивного управління технічним станом військової авіаційної техніки України в сучасних умовах / О.В. Харченко, В.І. Чепіженко // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – К.: ДНДІА. – 2006. – № 2(9). – С. 6-11.
3. Харченко В.П. Функціональна „віртуальність” – концепція майбутніх CNS/ATM систем / В.П. Харченко, В.В. Павлов, С.В. Павлова // Вісник НАУ. – 2004. – № 2. – С. 19-23.
4. Чепіженко В.І. Концепція адаптивного віртуального управління технічним станом військової авіаційної техніки у мережецентричному середовищі / О.В. Харченко, В.В. Павлов, В.І. Чепіженко // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – К.: ДНДІА. – 2007. – № 3(10). – С. 6-15.
5. Чепіженко В.І. Віртуальні технології оперативного керування відмовобезпекою літальних апаратів / В.І. Чепіженко, С.В. Павлова // Збірник наукових праць НЦ ВПС ЗС України. – К.: НЦ ВПС ЗС України. – 2004. – № 7. – С. 164-172.
6. Чепіженко В.І. Концепция моделирования и анализа эволюции технического состояния сложных технических систем на максимально возможном интервале их жизненного цикла / В.В. Павлов, В.И. Чепиженко // Кибернетика и вычислительная техника. – 2009. – № 157. – С. 3-16.

*Надійшла до редакції 29.10.2010*