

УДК 681.5.083.02/03.044.64:51(045)

С.О. ДМИТРІЄВ¹, О.В. ПОПОВ¹, Д.В. ПОПОВ¹, Г.О. АРІСТОВ²¹Національний авіаційний університет, Україна² Національний технічний університет України «КПІ»

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНСТРУКТИВНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ТА АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ

Метою створення автоматизованих систем є оптимізації процесів технічного обслуговування виробів авіаційної техніки, на основі розробки економічно обґрунтованих цілеспрямованих рекомендацій з удосконалення виробів авіаційної техніки, що забезпечують впровадження ефективних стратегій і режимів технічного обслуговування. Тому, в даній статті розглянуті питання оптимізації конструктивно-експлуатаційних властивостей та програм технічного обслуговування виробів авіаційної техніки за умови впливу багатofакторності при невизначеності вихідної інформації, та управління якістю обслуговування повітряних суден та авіаційних двигунів з метою підтримання їх льотної придатності.

Ключові слова: авіаційна техніка, надійність, технічне обслуговування, людський чинник.

Вступ

Формування надійності виробів авіаційної техніки (АТ) є складним процесом, що охоплює етапи проектування, виробництва та експлуатацію, які між собою взаємопов'язані й являються складовими елементами єдиної системи управління.

Виконання робіт на різних етапах супроводжуються прийняттям рішень, які мають специфічні особливості на кожному етапі й різну інформаційну забезпеченість про властивості об'єктів експлуатації, що вимагає необхідність використовувати нові методологічні підходи при оптимізації рішень [1].

Зміст оптимізації складається в забезпеченні збалансованих характеристик і властивостей виробів АТ по сукупності визначальних ознак, що сприяють найбільш ефективні їхні реалізації в умовах експлуатації. Відповідність нормам льотної придатності можна досягти як за рахунок удосконалення конструктивної схеми, підвищення надійності елементів функціональних систем, так і установкою ефективної контрольно-вимірювальної апаратури, зменшенням ресурсу й періодичності їх технічного обслуговування (ТО) та ін.

Актуальність проблеми

На етапі проектування оптимізуються функціональна схема системи, надійність комплектуючих елементів, режими роботи, система контролю та експлуатаційна технологічність компонентів систем.

На етапі експлуатації, при заданих характеристиках й властивостях об'єктів експлуатації, управляючими впливами є: обсяг й періодичність проведення ТО, оптимізація яких проводиться з урахуванням впливу навколишнього середовища, засобів контролю і діагностування, якими користуються, якості роботи та особливості організації робіт з ТО експлуатанта.

Впровадження нових принципів ТО починається з розробки програми ТО за допомоги всебічного аналізу конструкції, можливих відмов та визначення ефективних і прийнятних заходів для їх запобігання. Періодичність виконання робіт з ТО встановлюється з урахуванням надійності і експлуатаційної технологічності об'єктів ТО.

Рішення задачі комплексної оцінки технічного стану виробів з обліком усіх можливих методів контролю працездатності окремих конструктивних елементів повітряних суден (ПС), вузлів, систем і двигунів у цілому вимагає розробки управлінських механізмів, які дозволять приймати рішення за умови невизначеності, неповноти й нечіткості вихідної інформації.

Постановка завдання

Мета роботи є оптимізації конструктивно-експлуатаційних властивостей за умови впливу багатofакторності при невизначеності вихідної інформації, та управління якістю обслуговування виробів АТ з метою підтримання льотної придатності ПС.

Завданням роботи є забезпечення збалансованих характеристик і властивостей виробів АТ по сукупності визначальних ознак, що сприяють найбільш ефективні їхні реалізації в умовах експлуатації.

Рішення

Багатокритеріальна модель прийняття індивідуального оптимального рішення, задається як векторний критерій у вигляді:

$$K(v) = \{k_1(v), k_2(v), \dots, k_m(v)\}. \quad (1)$$

Компонентами векторного критерію є скалярні функції, визначені на V і вимірюють якість рішення за визначеною шкалою. У загальному випадку вони несумісні. Задача вибору оптимальної альтернативи на множині критеріїв формально зводиться до пошуку відображення $C[v(t)] = \{v \in V\}$, яке кожному вектору $v(t)$ ставить у відповідність дійсне число $W_i(t)$:

$$W_i(t) = v(t) = v[v_1(t), v_2(t), \dots, v_m(t)], \quad (2)$$

яке визначає ступінь переваги даного розв'язку.

Методика базується на використанні апріорних інтервальних оцінок показників з наступним обчисленням апостеріорних оцінок відповідно зі збільшенням обсягу інформації. Таке послідовне рішення завдань залежно від точності й вірогідності доступної інформації лежить в основі адаптивного процесу керування конструктивними розробками, формування й коригування програм ТО виробів АТ. Розробка і впровадження нових принципів ТО приводить до різкого збільшення обсягів інформації.

Для формування короткої комплексної характеристики конструктивно-експлуатаційних властивостей виробу АТ виділено « n » ознак. Кожній ознаці поставлено у відповідність « m » станів. Комплексна характеристика виробу записується в певній послідовності, створюючи впорядкований кортеж:

$$V_k = \{x_1^i, x_2^i, \dots, x_j^i, \dots, x_n^i\}, \quad (3)$$

де $i_j \begin{pmatrix} j=1 \dots n \\ i=1 \dots m \end{pmatrix}$ – множина станів j -ої ознаки.

На основі класифікації експлуатаційних властивостей за ознаками та станами визначають кортеж для кожного елементу складної системи АТ.

Якщо визначити оптимальні «базові» властивості й характеристики «ідеальних» виробів й відповідні їм стратегії ТО

$$V_B = \{B_1^{i0}, B_2^{i0}, \dots, B_n^{i0}\}, \quad (4)$$

то на основі порівняння й оцінки ступеня відхилення характеристик виробів АТ від базових векторів можна вирішити ряд поставлених завдань.

За таких умов виникає багатокритеріальний компроміс, головною особливістю якого є те, що використання його рішення не є єдина точка зору, а є множина ефективних рішень, або оптимальних рішень за Парето.

Вимірювання визначається як процедура порівняння об'єктів за відповідними показниками (ознаками). Кожна альтернатива $v_i \in V$ (або $v^i \in V$) є набір параметрів:

$$v_{(i)}^i = V^i(v_1^i, v_2^i, \dots, v_n^i), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

де i – альтернатива;
 n – вимір простору.

Оскільки ця шкала будується безвідносно до конкретних, реальних рішень, то її можна назвати еталоном-інструментом, за допомогою якого будуть потім зроблені оцінки реальних рішень.

Керування процесом ТО відбувається на основі впровадження управляючих впливів, які базується на оцінці ефекту від експлуатації ПС при можливих змінюваннях властивостей об'єктів експлуатації й визначається виразом:

$$e = f_e \sum [x_j^i - B_j^i], \quad (6)$$

де $j = 1 \dots n$ – множина станів j -ої ознаки.

Використання кортежу зручно для запису інформації про об'єкт при автоматизованому рішенні практичних завдань, тому що кожний компонент кортежу займає в ньому певне положення, що дозволяє досить ощадливо робити запис інформації і її пошук.

Метою створення автоматизованої системи є оптимізації процесів ТО виробів АТ, на основі розробки економічно об'рунтованих цілеспрямованих рекомендацій з удосконаленням виробів АТ, що забезпечують впровадження ефективних стратегій і режимів ТО (рис. 1).

При реалізації оптимальних процесів ТО важливого значення набувають також питання керування виробництвом із урахуванням специфіки авіаційних підприємств, парку

об'єктів експлуатації, характеру діяльності роботи авіаційних фахівців, умови та інші аспекти людського чинника, які можуть впливати на очікуваний результат [2]. В процесі виконання робіт з ТО АТ ергатична система має підтримувати – працездатність (R_f), організованість (E_f), технологію (T_f) та ціле визначеність (Q_f) протягом усього часу виконання заданої функції:

$$\Gamma_f(X) = \phi_{\Gamma} [R_f, E_f, T_f, Q_f]. \quad (7)$$

Якість виконання робіт залежить від низки наступних складових [3]:

$$F_f(X) = \phi_F [U, Y, Q], \quad (8)$$

де U – своєчасність початку виконання робіт;

Y – ступінь успішності виконання робіт з ТО в умовах X (готовність до виконання, дотримання технології, безпомилковість, точність);

Q – властивість, яка характеризує якість контролю виконання робіт.

Кількісні значення вихідних характеристик безпомилковості і часу виконання операцій оцінюються на основі результатів експлуатації АТ та протоколів якості. При відсутності експериментальних даних або при освоєнні нових типів АТ необхідно користуватися методом експертних оцінок.

Показником своєчасності являється імовірність виконання задачі протягом часу $\tau \leq t_d$:

$$Q(\tau) = P(\tau \leq t_d) = \int_0^{t_d} f(\tau) d\tau, \quad (9)$$

де t_d – допустимий час на виконання задачі;

$f(\tau)$ – функція розподілу часу рішення задачі спеціалістами.

Імовірність безпомилкового та своєчасного виконання ТО дорівнює:

$$\phi(\beta, \tau) = \pi(\beta)Q(\tau). \quad (10)$$

При недостатності часу на виконання ТО необхідно урахувати операційну напруженість авіаційних спеціалістів.

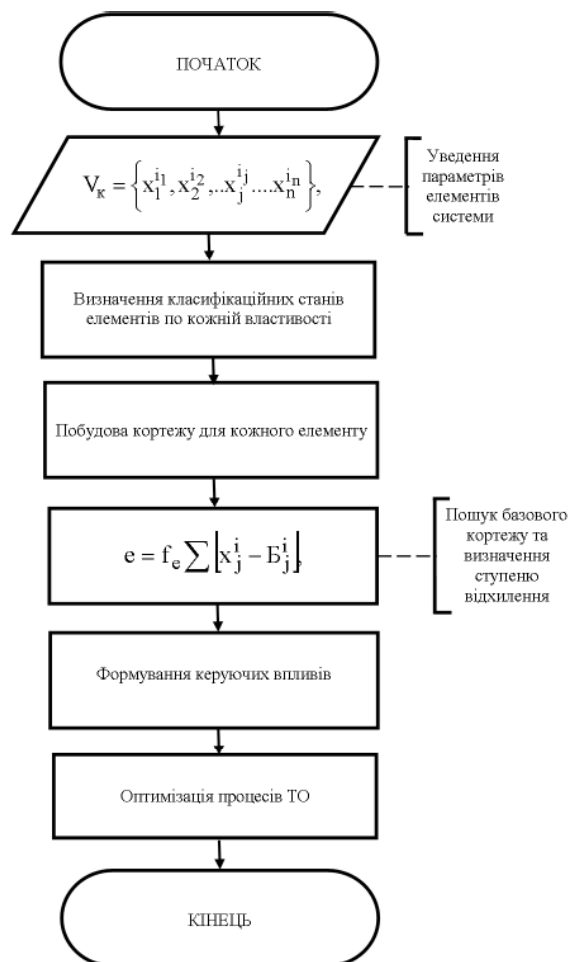


Рис. 1. Алгоритм оптимізації процесів ТО

Для умов діяльності спеціаліста з інформаційним урахуванням операційної напруженості, кількісні значення показників безпомилковості і часу виконання окремих типових структур розраховуються за формулами [4]:

$$\beta_{ін} = \beta_i - \frac{(1 - \beta_i)(H - 1)}{\Pi - 1}, \quad (11)$$

$$M_n(T) = \frac{M(T)}{H}, \quad (12)$$

$$D_n(T) = \frac{D(T)}{H}, \quad (13)$$

де Π – показник напруженості, обирається в залежності від особових якостей спеціаліста, в межах 1,9 ... 2,4:

$$H = \frac{MT'}{\tau_{\text{доп}}}, \quad (14)$$

де H – показник операційної напруженості;

MT' – час, який необхідно для виконання ТО;

$\tau_{\text{доп}}$ – допустимий час на виконання ТО.

Для розрахунку показників якості роботи спеціаліста при виконанні технологічного процесу по ТО АТ розроблено алгоритм (рис. 2). Комплекс методів, засобів та організаційно-технічних заходів дозволить експлуатанту забезпечити:

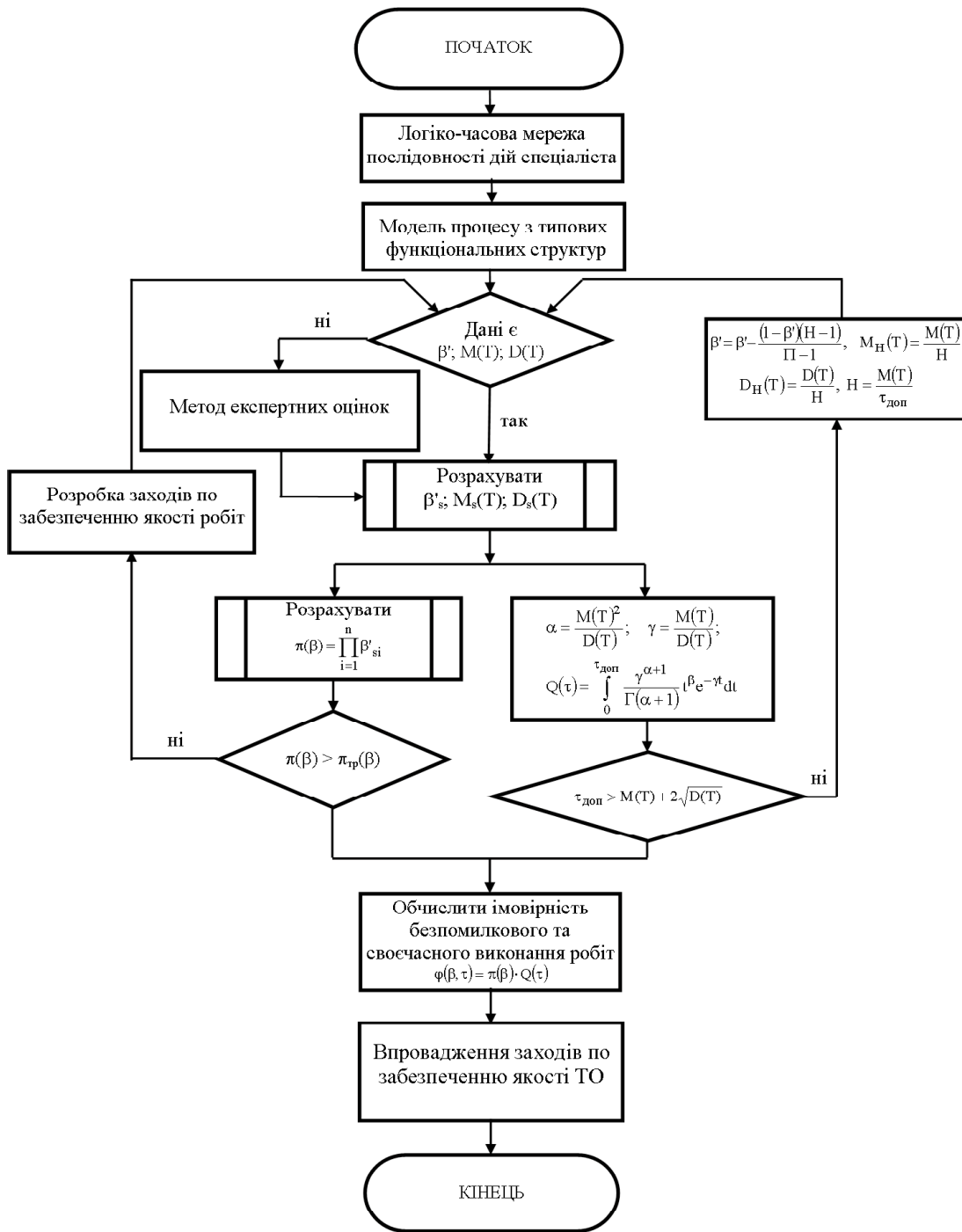


Рис. 2. Алгоритм розрахунку показників якості роботи спеціаліста

- оптимальній контроль та управління якістю діяльності авіаційних спеціалістів;
- контроль функціонального стану ергатичних елементів й підтримку необхідного рівня їх працездатності;
- безпеку праці людини;
- стійку направленість спеціалістів на високоефективну працю та удосконалення методів використання її результатів на основі створення системи морально-психологічного і матеріально-економічного стимулювання;
- формувати вимоги до необхідного рівня професійної підготовки для виконання обов'язків для кожної посади;
- проводити підготовку, сертифікацію та підвищення кваліфікації авіаційних спеціалістів та ін. Із дослідження витікає, що для порівняльного аналізу альтернатив між собою можна застосовувати структуру і функції векторних критеріїв. Щоб визначити ступені порівняння множини базових альтернатив та для встановлення системи переваг між ними і прийняття найкращого, тобто оптимального, рішення пропонується використовувати множину ефективних оптимальних рішень за Парето.

Таким чином, метою розробки є максимальна гармонізація методів та технологій формування конструктивно – експлуатаційних властивостей та програм ТО ПС і авіаційних двигунів, що проводиться за умовою існування ефективних процедур формування еталонних класів ситуацій, що дає можливість будувати ефективні схеми прийняття рішень. Вони засновані на розрахунку для даної конкретної ситуації її ступені належності кожному з еталонних класів, з наступним вибором рішення, що відповідає тому класу або тій еталонній ситуації, до якої дана ситуація належить в найбільшій ступені.

С.А. Дмитриев, А.В. Попов, Д.В. Попов, Г.А. Аристов. Информационные технологии обеспечения конструктивно-эксплуатационных свойств воздушных судов и авиационных двигателей

Целью создания автоматизированных систем является оптимизации процессов технического обслуживания изделий авиационной техники, на основе разработки экономически обоснованных целенаправленных рекомендаций по усовершенствованию изделий авиационной техники, обеспечивающих внедрение эффективных стратегий и режимов технического обслуживания. Поэтому, в данной статье рассмотрены вопросы оптимизации конструктивно-эксплуатационных свойств и программ технического обслуживания изделий авиационной техники при условии влияния многофакторности при неопределенности исходной информации, и управления качеством обслуживания воздушных судов и авиационных двигателей с целью поддержания их летной годности.

Ключевые слова: авиационная техника, надежность, техническое обслуживание, человеческий фактор.

Висновок

Створення автоматизованої системи оптимізації процесів ТО виробів АТ, на основі розробки наведеної методології забезпечують впровадження ефективних стратегій і режимів ТО

Методика оцінки показників якості роботи авіаційних спеціалістів при виконанні технологічного процесу ТО АТ основана здебільш в контролі та управлінні якістю діяльності авіаційних спеціалістів, підтримці їх в працездатному психофізіологічному стані, створенні умов для постійного підвищення якості роботи, включаючи й автоматизовані системи управління виробництвом.

Література

1. Дмитриев С.О. Людський фактор при технічному обслуговуванні авіаційної техніки [Текст]: навч. посібник / С.О. Дмитриев, В.І. Бурлаков, Р.М. Салімов, Ю.П. Пучков, О.В. Попов; Мін-во освіти і науки України, Нац. авіац. ун-т – Київ: Вид-во НАУ, 2011. – 184 с.
2. Роль человеческого фактора при техническом обслуживании и инспекции воздушных судов. Человеческий фактор. Сборник материалов №12 Циркуляр ИКАО 253 – AN/151, 1995 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/253>.
3. Губинский А.И. Информационно-управляющие человеко-машинные системы. Исследование, проектирование, испытание [Текст]: справ. / А.И. Губинский. – М.: Машиностроение, 1993. – 528 с.
4. Шибанов Г.П. Количественная оценка деятельности человека в системах «человек-техника» [Текст] / Г.П. Шибанов. – М.: Машиностроение. 1983. – 263 с.

Поступила в редакцию 03.06.2015

S.O. Dmytriev, O.V. Popov, D.V. Popov, G.O. Aristov. Information technology support structural and operational properties aircraft and aeronautical engines

The purpose of the automated systems is the optimization of maintenance of aviation equipment manufacturing, through the development of economically purposeful recommendations to improve aviation engineering products, providing of high-effective strategies and maintenance mode. Therefore, this article describes how to optimize the structural and operational characteristics and maintenance programs of aircraft manufacturing technology, provided the effect of uncertainty in the comprehensiveness of the original information, and the quality of service of aircraft and aircraft engines in order to maintain their airworthiness.

Key words: *aviation engineering, reliability, maintenance, human factors.*