

МЕТОДИКА ПЕРЕВОДУ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ НА
ЕКСПЛУАТАЦІЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ
З КОНТРОЛЕМ РІВНЯ НАДІЙНОСТІ

д.т.н., проф. В.І. Соловйов, В.М. Кравченко

У статті розглядається методика переведення бортового обладнання на експлуатацію за технічним станом з контролем рівня надійності на основі застосування математичної моделі пуасоновських процесів відновлення

Найбільш прийнятною стратегією технічного обслуговування для авіації Збройних Сил є стратегія з контролем рівня надійності, тому що вона найбільш близько відповідає вимогам експлуатації авіаційної техніки в умовах бойового застосування та бідної матеріально-технічної бази служби озброєння.

Для впровадження технічного обслуговування виробів з контролем рівня надійності в авіації Збройних Сил необхідне вирішення ряду організаційних та технічних завдань:

1. Переробити існуючу в авіації Збройних Сил систему оперативного збирання та обробки інформації про надійність з метою контролю фактичного рівню надійності типів виробів, що експлуатуються за параметром потоку відмов.

2. Розробити підхід до встановлення нормативного значення рівня надійності для кожного типу виробів.

3. Впровадити організацію оперативного порівняння фактичного рівня надійності з нормативним по усім агрегатам літака та створити у службі озброєння групи аналізу надійності та прийняття рішень про можливість продовження експлуатації виробів того чи іншого типу до відмови та розробки заходів для підтримання рівня їх надійності.

В теперішній час контроль рівня надійності сукупності одноманітних виробів повинен здійснюватися статистичними методами незалежно від стратегії технічного обслуговування, що використовується. Проте для стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності цей вид контролю є основним. При цій стратегії обслуговування головним показником фактичного рівня надійності пропонується використовувати параметр потоку відмов ω , як показник, що найбільш повно характеризує рівень надійності відновлюваних об'єктів авіаційної техніки, зручний для проведення оперативно-порівняльного аналізу, чутний до змін процесу технічної

експлуатації, проте потребує деяких змін існуючої системи збору інформації про надійність об'єкта.

Особливе місце при застосуванні стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності займає вибір і призначення нормативного (припустимого) рівня надійності для кожного типу виробів [1].

У зв'язку з відсутністю інформації про нормативний рівень надійності з заводів-виробників авіаційної техніки для початкового періоду впровадження цієї стратегії доцільно встановити припустимий рівень надійності на підставі досвіду експлуатації виробів за попередні роки експлуатації, а також використовувати для уточнення інформацію про надійність виробів, яку мають виробники, розробники чи ремонтні заводи України за наслідками випробувань.

Пропонується при обмеженій інформації про статистику контролювати тільки системи та складні блоки, які мають великий параметр потоку відмов. Для блоків та датчиків, що мають низький параметр потоку відмов, як високонадійних виробів, ω_{ϕ} доцільно не контролювати.

Рівень надійності сукупності однотипних виробів контролюється шляхом порівняння кількості відмов n_{ϕ} , що спостерігається, з верхньою межею регулювання (ВМР), яка являє собою припустимий рівень надійності, котрий розраховується за приведеною нижче методикою.

Кількість відмов що спостерігається n має випадковий характер і підпорядкована відомому закону Пуассона:

$$P_{n,T} = \frac{(\omega \cdot T)^n}{n!} \cdot e^{-\omega T}. \quad (1)$$

Тоді ймовірність того, що загальна кількість відмов пристрою за час T не перевищує верхню границю регулювання (припустимий рівень) при наявності лише випадкових причин, має вид:

$$P_3 = \sum_{n=0}^{n=BMP} \frac{(\omega_3 \cdot T \cdot a)^n}{n!} \cdot e^{-\omega_3 \cdot T \cdot a}, \quad (2)$$

де

$$\omega_3 = \frac{\sum_{i=1}^{k-1} \omega_{\phi i}}{k-1} = \bar{\omega}_{cm}, \quad (3)$$

ω_3 - запланований параметр потоку відмов, який являє собою припустимий рівень надійності за початковий період експлуатації.

$$\omega_{\Phi_i} = \frac{n_{\Phi_i}}{T_i \cdot N_i \cdot a}, \quad (4)$$

де ω_{Φ_i} - фактичний параметр потоку відмов.

Використовуючи вираз (2) та прийнявши необхідний рівень $P_{\text{зад}} = 0,975$ [2], визначається верхня межа регулювання, яка підлягає контролю. Випадковий викид за верхню межу не перевищує 2,5%, що вважається малоймовірним. Наслідки контролю рівня надійності доцільно оформляти як щомісячний звіт.

Контроль рівня надійності здійснюється порівнянням величин n_{Φ} та ВМР. При перевищенні верхньої межі виріб підлягає ретельному аналізу, фіксується бортовий номер, наробіток з початку експлуатації, зовнішнє проявлення відмови, характер відмови. Стосовно нього розробляються заходи з підвищення надійності авіаційних систем. До таких заходів можливо віднести зміну конструкції, зміну режиму експлуатації.

Коли кількість відмов за наслідками випробувань мала, доцільним є використання критерію згоди (Пірсона), за допомогою якого перевіряють узгодження випадкової величини ξ заданому закону розподілу $F_0(t)$. Критерій згоди необхідний для перевірки гіпотези H_0 у тому, що $F_{\xi}(t) = F_0(t)$, де $F_{\xi}(t)$ - функція розподілу ξ , а $F_0(t)$ – задане експоненціальне розподілення.

Розглянемо методику контролю рівня надійності на прикладі бортової системи СВС-72-1 літака Іл-76. Початкова інформація має такі дані: тип літака; найменування функціональної системи; запланований параметр потоку відмов, встановлений за даними трьох років експлуатації кожного типу виробів; наліт парку літаків що випробуються; кількість відмов, виявлених у польоті та при усіх видах технічного обслуговування (табл. 1).

Таблица 1

Найменування виробу	Кількість на літаку	$\omega_{\text{ст. ср}} \cdot 10^{-4}$, 1/ год	1993		1994		1995	
			n_{Φ}	T, год	n_{Φ}	T, год	n_{Φ}	T, год
БВП-9	2	2,52	2	3800	2	4600	4	7300
УВ-75	2	6,34	4	3800	9	4600	10	7300
УМС-1	2	4,1	2	3800	6	4600	8	7300
БСР-72	1	1,77	0	3800	1	4600	1	7300

Рівень надійності сукупності однотипних виробів контролюють шляхом порівняння n_{Φ} парку літаків що випробуються з верхньою межею регулювання (табл. 2).

Таблиця 2

Найменування виробу	Кількість на літаку	$\omega_{ст\ ср} * 10^{-4}$, 1/ год	1993		1994		1995	
			n_{ϕ}	ВМР	n_{ϕ}	ВМР	n_{ϕ}	ВМР
БВП-9	2	2,52	2	5	2	4	4	7
УВ-75	2	6,34	4	6	9	8*	10	12
УМС-1	2	4,1	2	2	6	7	8	8*
БСР-72	1	1,77	0	2	1	2	1	3

Виконання нерівності $n_{\phi} < \text{ВМР}$ є умовою для продовження експлуатації виробів з використанням стратегії технічного обслуговування з контролем рівня надійності (блоки БВП-9, БСР-72). При виконанні нерівності $n_{\phi} \geq \text{ВМР}$ виріб заноситься до списку з низьким рівнем надійності і стосовно до нього розробляється пропозиція про зниження рівня надійності не тільки за рахунок одних лише випадкових причин (показник УВ-75 у 1994 р. та УМС-1 у 1995р.). Крім того, визначається тенденція зміни показника надійності, розрахованого для контрольного періоду заданої тривалості, та формується гіпотеза про зниження рівня надійності (табл.3).

Таблиця 3

Найменування виробу	Наявність сигналу $n_{\phi} > \text{“ВМР”}$			Гіпотеза про зниження рівня надійності
	1993	1994	1995	
УВ-75	-	+	-	конструктивно-виробничий чинник.
УМС-1	-	-	+	конструктивно-виробничий чинник.

У даному випадку усі відмови пов'язані з конструктивно-виробничими недоліками, які потребують удосконалювання конструкції виробів УВ-75, УМС-1 заводом-виробником, або доробки при ремонті, зміни режиму експлуатації з поглибленим контролем технічного становища після тривалого зберігання, а також контроль працездатності перед кожним польотом для підвищення рівня надійності (табл. 4).

Таблиця 4

Найменування виробу	Бортовий номер	Наробіток з початку експлуатації	Опис відмови	
			зовнішня проява	характер
УВ-75	752	2464	не обертається ручка встановлення тиску	заклинення механізму обертання
УМС-1	540	1871	розбіжність у показаннях приладів	негерметична система повного тиску

Якісний аналіз системи СВС-72-1, зроблений з використанням інформації, яка міститься у карточці обліку несправностей, дозволив визначити характер, зовнішню прояву, причину відмови системи, а також відпрацювати методіку втілення контролю рівня надійності авіаційних систем та зробити деякі висновки;

1. При збільшенні ресурсів літаків (термінів служби) начальником служби озброєння вище ресурсів, встановлених заводом-виробником, виникає необхідність безперервного контролю рівня надійності агрегатів бортових систем авіаційного обладнання з метою з'ясування тенденції пікового збільшення параметра потоку відмов (різкого падіння рівня надійності). У даних умовах необхідними умовами продовження ресурсу літака є контроль рівня надійності всього бортового обладнання.

2. За первинне формування $\omega_{\text{зад.}}$ при відсутності нормативних значень заводу-виробника може виступати середньостатистична оцінка параметра потоку відмов $\omega_{\text{зад.}} = \omega_{\text{ст.}}$.

3. Доцільно визначити $\omega_{\text{зад.}}$ виходячи з розділення парку літаків на групи за категоріями в залежності від періоду експлуатації. Групи з меншим наробітком формують $\omega_{\text{зад.}}$. Групи з найбільшим наробітком використовуються для контролю рівня надійності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Соловьев В.И. Основы теории надежности и эксплуатации систем. К.: КИ ВВС, 1997. - 210 с.

2. Смирнов Н.Н., Ицкович А.А. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию. М.: Транспорт, 1987. – 272с.
