

УДК 629.735.017.1(045)

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ Й ЕФЕКТИВНОСТІ ІНОЗЕМНОЇ ТА ВІТЧИЗНЯНОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Кучер О.Г., Власенко П.О.

Національний авіаційний університет

kucher@nau.edu.ua

Проведено порівняльний аналіз показників надійності й ефективності вітчизняної та іноземної авіаційної техніки та приведення їх до оптимального виду. Розглянуто питання використання цих показників в автоматизованій системі контролю стану надійності авіаційної техніки авіакомпанії для забезпечення необхідного рівня льотної придатності та безпеки польотів.

The comparative analysis of reliability and efficiency characteristic for Russian and foreign aviation technique and their adduction to the optimum values were conducted. The questions of using these indexes in the automated aviation technique reliability control system for providing the necessary level of airworthiness and flights safety were considered.

Вступ

У наш час управління станом надійності парку повітряних суден (ПС) авіакомпаній проводиться за двома контурами — зовнішнім (на рівні галузі) та внутрішнім (на рівні експлуатанта). Кожна авіакомпанія повинна звітувати про стан надійності та льотної придатності ПС, що знаходяться у неї в експлуатації Державіаадміністрації (зовнішній контур управління), розробникам та виробникам даної авіаційної техніки (АТ).

Ці два типи звітів засновані на різних показниках надійності ПС. Крім цього, визначення стану надійності вітчизняної та іноземної АТ засноване на різних нормативних документах (АП-25 для вітчизняної техніки, FAR та JAR для іноземної техніки) і, як наслідок, на різних показниках надійності та ефективності.

Постановка питання. Тому проведення оцінювання, порівняльного аналізу та узгодження (гармонізації) всіх цих показників між собою є важливим питанням для забезпечення льотної придатності ПС та безпеки польотів [1; 7].

Порівняння показників надійності та ефективності для іноземної та вітчизняної АТ.

Під час експлуатації авіаційної техніки авіакомпанія несе повну відповідальність за стан льотної придатності свого парку ПС.

Для забезпечення заданого рівня надійності та льотної придатності ПС авіакомпанії та контролюючі органи Державіаадміністрації, МАК, ІСАО та інших міжнародних організацій проводять постійний контроль за станом надійності АТ. Для

цього на практиці використовується багато різних показників надійності та ефективності.

Парк ПС авіакомпаній України в даний час налічує АТ як іноземних, так і вітчизняних виробників. Для їх ефективної експлуатації авіакомпаніям необхідно враховувати те, що надійність таких ПС визначається на основі

різних показників надійності та ефективності. У зв'язку з чим проведено порівняльний аналіз цих показників.

Серед великої кількості показників надійності слід виділити три основні групи: показники, що використовуються для оцінювання та контролю стану надійності і ефективності функціональних систем, видів обладнання, основних виробів та літака в цілому; показники для оцінювання надійності компонентів (комплектуючих виробів) та для оцінки стану надійності двигунів СУ літака [2—5]. Для визначення стану надійності систем і ПС у цілому використовуються загальні статистичні дані з надійності, наведені в табл. 1.

При порівнянні цих показників для іноземної та вітчизняної техніки видно, що для вітчизняної техніки основними показниками надійності є напрацювання на відмову в польоті та експлуатації — T_n, T_e , а для іноземної техніки: показник K_{1000} — кількість відмов на 100 польотних циклів та показник K_{1000} — кількість відмов на 1000 год напрацювання.

Для вітчизняної техніки показники надійності та ефективності розраховуються для відмов, виявлених в польоті та в експлуатації, а для іноземної техніки — виявлених у польоті та на землі. Для того щоб можна було порівнювати стан надійності вітчизняної й іноземної АТ, визначення стану надійності ПС можна звести до розрахунку показника надійності K_{1000} для вітчизняної техніки та K_{1000} для іноземної.

Стан надійності компонентів ПС визначається на основі показників, наведених у табл. 2.

Для визначення стану надійності компонентів ПС, як для вітчизняної, так і для іноземної техніки, частіше використовуються показники надійності — напрацювання на відмову в годинах та кількість виявлених відмов на 1000 год нальоту.

Але облік відмов для вітчизняної техніки ведеться окремо для тих, що виявлені в польоті, і тих, що виявлені в експлуатації, для іноземної техніки — для тих, що виявлені в польоті, та тих, що виявлені на землі [9].

Основними показниками надійності для авіаційних двигунів є напрацювання двигуна на заплановане та незаплановане зняття, кількість запланованих та незапланованих зніманих двигуна на 1000 год напрацювання, напрацювання

двигуна на відмову в польоті, кількість вимкнень двигуна в польоті на 1000 год напрацювання, середнє напрацювання двигуна на зняття (табл. 3).

Наведені показники розраховуються однаково для вітчизняної та іноземної техніки.

Таблиця 1

Загальні статистичні показники надійності вітчизняної та іноземної АТ

Вітчизняна АТ	Іноземна АТ
t_c — напрацювання в польотних циклах; t_Σ — напрацювання в год	t_c — напрацювання в польотних циклах
$T_n = \frac{t_\Sigma}{n_n}$ — напрацювання на відмову в польоті, де n_n — кількість відмов, виявлених в польоті	$K_{100c} = \frac{n_n}{t_c} 100$ — кількість відмов, виявлених пілотами на 100 польотних циклів, де n_n — кількість відмов, виявлених пілотами
$T_e = \frac{t_\Sigma}{n_e}$ — напрацювання на відмову в експлуатації, де n_e — кількість відмов, виявлених в експлуатації. Допоміжні показники: $K_{1000n} = \frac{n_n}{t_\Sigma} 1000$; $K_{1000cn} = \frac{n_n}{t_c} 1000$; $K_{1000e} = \frac{n_e}{t_\Sigma} 1000$; $K_{1000ce} = \frac{n_e}{t_c} 1000$	$K_{100c3} = \frac{n_3}{t_c} 100$ — кількість відмов, виявлених на землі на 100 польотних циклів, де n_3 — кількість відмов, виявлених наземною службою. Допоміжні показники: $K_{1000n} = \frac{n_n}{t_\Sigma} 1000$; $K_{1000cn} = \frac{n_n}{t_c} 1000$
$K_{1000з.р} = \frac{n_{з.р}}{t_\Sigma} 1000$, $K_{1000с.з.р} = \frac{n_{з.р}}{t_c} 1000$ — кількість відмов, що призвели до затримок рейсів на 1000 год напрацювання, де $n_{з.р}$ — кількість відмов, що призвели до затримок рейсів	$K_{1000с.з.р} = \frac{n_{з.р}}{t_c} 1000$ — кількість відмов, що призвели до затримок рейсів на 100 польотних циклів, де $n_{з.р}$ — кількість відмов, що призвели до затримок рейсів
$K_{1000т.і} = \frac{n_{т.і}}{t_\Sigma} 1000$, $K_{1000с.т.і} = \frac{n_{т.і}}{t_c} 1000$ — кількість технічних інцидентів на 1000 год напрацювання, де $n_{т.і}$ — кількість технічних інцидентів	$K_{100с.т.і} = \frac{n_{т.і}}{t_c} 100$ — кількість технічних інцидентів на 100 польотних циклів, де $n_{т.і}$ — кількість технічних інцидентів
$K_{1000у.р} = \frac{n_{у.р}}{t_\Sigma} 1000$, $K_{1000с.у.р} = \frac{n_{у.р}}{t_c} 1000$ — кількість усунень від рейсів на 1000 год напрацювання, де $n_{у.р}$ — кількість усунень від рейсів	$K_{100с.у.р} = \frac{n_{у.р}}{t_c} 100$ — кількість усунень від рейсів на 100 польотних циклів, де $n_{у.р}$ — кількість усунень від рейсів
	$P(n_{з.р}) = \int_0^\infty f(n_{з.р}) dn_{з.р} = 1 - \exp(-\lambda t_\Sigma) = 1 - \exp\left(-\frac{t_\Sigma}{T_{з.р}}\right)$ — імовірність того, що відмов, які призвели до затримок рейсів не буде, де $n_{з.р}$ — кількість відмов, що призвели до затримок рейсів;

Закінчення табл. 1

Вітчизняна АТ	Іноземна АТ
---------------	-------------

	$P(n_{з.р(тех)}) = \int_0^{\infty} f(n_{з.р(тех)}) dn_{з.р(тех)} =$ $= 1 - \exp(-\lambda t_{\Sigma}) = 1 - \exp\left(-\frac{t_{\Sigma}}{T_{з.р(тех)}}\right),$ <p>де $n_{з.р(тех)}$ — кількість відмов з технічних причин, що призвели до затримок рейсів;</p> $P(n_{з.р(орг)}) = \int_0^{\infty} f(n_{з.р(орг)}) dn_{з.р(орг)} =$ $= 1 - \exp(-\lambda t_{\Sigma}) = 1 - \exp\left(-\frac{t_{\Sigma}}{T_{з.р(орг)}}\right),$ <p>де $n_{з.р(орг)}$ — кількість відмов з організаційних причин, що призвели до затримок рейсів</p>
--	---

Таблиця 2

Показники надійності для компонентів вітчизняних та іноземних ПС

Вітчизняна АТ	Іноземна АТ
$T_{п.в} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{п.в}} QPA$ — напрацювання на підтвержену відмову одного компонента, де $n_{п.в}$ — сумарна кількість підтверджених відмов	$MTBF = \frac{t_c}{n_{п.в}} QPA$ — напрацювання на підтвержену відмову одного компонента, де $n_{п.в}$ — сумарна кількість підтверджених відмов
$T = \frac{t_{\Sigma}}{n_e} QPA$ — напрацювання на зняття одного компонента, де n_e — кількість відмов, виявлених в експлуатації; QPA — кількість однотипних компонентів на літаку	$MTBUR = \frac{t_c}{n_{\Sigma}} QPA$ - напрацювання на зняття одного компонента, де $n_{\Sigma} = n_{п.в} + n_{н.п.в}$ — сумарна кількість знятих компонентів
$K_{1000к.в} = \frac{n_{п} 1000}{t_{\Sigma} QPA}$ — кількість відмов, виявлених в польоті, на 1000 год напрацювання; $K_{1000к.в.е} = \frac{n_e 1000}{t_{\Sigma} QPA}$ — кількість відмов, виявлених при експлуатації, на 1000 год напрацювання,	$URR_{п} = \frac{n_{п} 1000}{t_{\Sigma} QPA}$ — кількість відмов, виявлених пілотами, на 1000 год польоту; $URR_3 = \frac{n_3 1000}{t_{\Sigma} QPA}$ кількість відмов, виявлених на землі, на 1000 год польоту, де QPA — кількість однотипних компонентів на літаку

Таблиця 3

Загальна статистика із зняття двигунів для вітчизняних та іноземних ПС

Вітчизняна АТ	Іноземна АТ
$T_{н.з.д} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{н.з.д}}$ — напрацювання двигуна на незаплановане зняття, де $n_{н.з.д}$ — кількість незапланованих знімів двигуна	$MTBUR = \frac{t_{\Sigma}}{n_{URR}}$ — напрацювання двигуна на незаплановане зняття, де n_{URR} — кількість незапланованих знімів двигуна
$K_{1000н.з.д} = \frac{n_{н.з.д} 1000}{t_{\Sigma} QPE}$ — кількість незапланованих знімів двигуна на 1000 год напрацювання, де QPE — кількість двигунів на ПС	$URR = \frac{n_{URR} 1000}{t_{\Sigma} QPE}$ — кількість незапланованих знімів двигуна на 1000 год напрацювання, де QPE — кількість двигунів на ПС

Закінчення табл. 3

Вітчизняна АТ	Іноземна АТ
$T_{3.3.d} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{3.3.d}}$ — напрацювання двигуна на заплановане зняття, де $n_{3.3.d}$ — кількість запланованих знімів двигуна	$MTBSR = \frac{t_{\Sigma}}{n_{SRR}}$ — напрацювання двигуна на заплановане зняття, де n_{SRR} — кількість запланованих знімів двигуна
$K_{10003.3.d} = \frac{n_{3.3.d} 1000}{t_{\Sigma} QPE}$ — кількість запланованих знімів двигуна на 1000 год напрацювання	$SRR = \frac{n_{SRR} 1000}{t_{\Sigma} QPE}$ — кількість запланованих знімів двигуна на 1000 год напрацювання
$T_{д.п} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{д.п}}$ — напрацювання двигуна на відмову в польоті, де $n_{д.п}$ — кількість вимкнень двигуна в польоті	$MTBIFSD = \frac{t_{\Sigma}}{n_{IFSD}}$ — напрацювання двигуна на відмову в польоті, де n_{IFSD} — кількість вимкнень двигуна в польоті
$K_{1000д.п} = \frac{n_{д.п} 1000}{t_{\Sigma} QPE}$ — кількість вимкнень двигуна в польоті на 1000 год напрацювання	$IFSD = \frac{n_{IFSD} 1000}{t_{\Sigma} QPE}$ — кількість вимкнень двигуна в польоті на 1000 год напрацювання
$T_{Дсер} = \frac{t_{\Sigma}}{n_{\Sigma}}$ — середнє значення напрацювання двигуна на зняття, де $n_{\Sigma} = n_{H3д} + n_{33д} + n_{ПД}$ — загальна кількість знімів двигуна	$MTBER = \frac{t_{\Sigma}}{n_{ERR}}$ — середнє значення напрацювання двигуна на зняття, де $n_{ERR} = n_{URR} + n_{SRR} + n_{IFSD}$ — загальна кількість знімів двигуна
$K_{1000Дсер} = \frac{n_{\Sigma} * 1000}{t_{\Sigma} * QPE}$ — загальна кількість знімів двигуна на 1000 годин напрацювання	$ERR = \frac{n_{ERR} * 1000}{t_{\Sigma} * QPE}$ — загальна кількість знімів двигуна на 1000 год напрацювання

Забезпечення льотної придатності засновано на показниках надійності, розглянутих вище, та реалізовано в автоматизованій системі контролю надійності парку авіаційної техніки [6]. Для цього до автоматизованої системи вноситься інформація про паспортні дані, наробітки, ресурси, відмови та рух основних виробів і компонентів у процесі їх експлуатації: загальні дані про літак, в якому виявлено несправності, опис відмов та вжитих заходів щодо їх усунення, дані про зняття та встановлення агрегатів, ведеться облік їх постачальників, напрацювань та ресурсів, інформації щодо затримок, відмін рейсів, інцидентів та відкладених ТО тощо.

У системі ведеться розрахунок загальних статистичних даних з надійності та показників надійності, на основі яких проводиться контроль, моніторинг та аналіз стану надійності функціональних систем і основних виробів ПС авіакомпанії.

Для вітчизняних ПС контроль проводиться за функціональними системами, видами обладнання, основними виробами та літаком у цілому, для іноземних ПС — за функціональними системами, дещо скороченими списками видів обладнання та літаком у цілому. До видів обладнання іноземних ПС відносяться всі функціональні системи (21—49), включаючи допоміжну силову установку, планер та двигун, а до видів обладнання вітчизняних ПС —

радіоелектронне, приладне електрообладнання, планер та двигун. Списки функціональних систем для вітчизняних та іноземних ПС також відрізняються своїм складом і структурою кодування: три- або двоцифрові коди систем. До першого списку вітчизняних систем додатково включені 9 систем, що не мають аналогів серед систем іноземних ПС, що, таким чином, дозволяє використовувати закладену в них незалежну систему кодування для проведення розрахунків.

На рис. 1. наведено одну із вихідних форм системи — контроль стану надійності функціональних систем та основних виробів ПС для повітряного судна B767-300ER. Контроль проводиться помісячно для кожної функціональної системи ПС окремо, для всіх систем, двигуна, планера та літака в цілому за значеннями кількості відмов та показника надійності K_{100C} , виявлених в польоті (рис. 1), на землі та тих, що призвели до затримок рейсів. За контрольований період експлуатації типу ПС визначається кількість відмов агрегатів і конструкцій та не підтверджених відмов.

Контроль надійності ПС проводиться на основі порівняння розрахункових значень показників надійності за поточний рік із контрольними рівнями за попередній рік експлуатації.

Для розрахунку контрольного рівня використовується формула $UCL = m + k\sigma$, де m і

σ — середнє значення та середнє квадратичне відхилення показника за рік, $m = 1/12 \sum_{i=1}^{12} Y_i$, $\sigma = \sqrt{1/12 \sum_{i=1}^{12} (Y_i - m)^2}$, Y_i ($i = 1, 12$) — значення показника за місяць, k — коефіцієнт, що набирає значення в діапазоні (2—3) (в системі $k = 2,5$) [10]. У системі також проводиться аналіз стану надійності.

Якщо значення фактичних показників надійності функціональних систем перевищують значення контрольного рівня, то комірка таблиці зафарбовується в жовтий колір.

Для остаточного аналізу використовується останній стовпчик форми. Якщо контрольний рівень системи за вказаний період експлуатації перевищений один раз, то комірка стовпчика, що відповідає цій функціональній системі, зафарбовується в жовтий колір, а якщо зафіксовано 2 і більше подій, то відповідна комірка стовпчика зафарбовується в оранжевий колір.

Такий машинний аналіз полегшує прийняття рішення щодо оцінки стану надійності і вироблення керівних впливів як по окремих системах ПС, так і по основних виробках і літаку в цілому.

Для іноземної техніки контроль стану надійності компонентів ПС проводиться шляхом порівняння фактичних показників надійності із контрольними рівнями встановленими фірмами-розробниками АТ, а якщо їх немає то зі середньостатистичними показниками за попередній період експлуатації (3—5 років) однотипних ПС авіакомпанії.

Для вітчизняної техніки контрольні рівні надійності агрегатів встановлюються на основі інформації за кілька років експлуатації всього однотипного парку ПС країни.

В автоматизованій системі розраховуються показники надійності та ефективності кожного агрегату ПС, які входять до складу парку АТ авіакомпанії.

Проводиться контроль, моніторинг та аналіз цих показників (рис. 2). При проведенні контролю стану надійності розраховані значення показників надійності порівнюються із контрольними рівнями.

При перевищенні фактичними показниками контрольних рівнів $n_{фк} > n_{доп}$ приймаються рішення та розробляється ряд заходів із попередження зниження рівня надійності АТ. Вихідні дані сортується за кодами систем та підсистем, партійними номерами (шифрами агрегатів) або кодами ASN.

У формі приводиться загальна кількість агрегатів на ПС (QPA) та кількість агрегатів, що відмовили (Сум), а також для кожного року контрольного періоду — число знімів (2006) та підтверджених відмов (F) агрегатів і статистичні показники надійності фірми — розробника агрегатів. значення контрольних рівнів надійності (URR).

Для всього підконтрольного періоду розраховуються напрацювання на підтверджену відмову (MTBF), напрацювання на зняття компонентів ПС (MTBUR) та кількість відмов на 1000 годин польоту (URR) за весь період та кожен рік експлуатації. Загальний аналіз стану надійності комплектуючих виробів ПС відображається в останньому стовпчику таблиці шляхом зафарбовування комірок таблиці у випадку, якщо значення відпо-відного показника надійності перевищує конт-рольний рівень. Якщо відмова агрегату відбулася вперше, то у відповідній комірці записується «New», якщо відбулася одна відмова агрегату, то записується «Ye», а якщо дві і більше, то «Red».

В автоматизованій системі проводиться прогнозування кількості відмов компонентів АТ на основі розподілу Пуассона для забезпечення авіакомпанії необхідною кількістю запасних виробів ПС. Кількість відмов знаходиться з розв'язком рівняння

$$P(n_{доп} \frac{1}{T}, t_{\Sigma}) = P_{доп}.$$

яке при потоці числа відмов за законом Пуассона має вигляд

$$P_{доп} = \frac{\sum_{n=0}^{n_{доп}} \left(\frac{1}{T} t_{\Sigma} \right)^n}{n!} \exp\left(-\frac{1}{T} t_{\Sigma}\right),$$

де $P(\cdot)$ — закон розподілу ймовірності безвідмовної роботи; $P_{доп}$ — допустима ймовірність безвідмовної роботи елемента, $n_{доп}$ — допустима кількість відмов.

Зазвичай ймовірність безвідмовної роботи елемента приймається рівною 0,75, 0,9, 0,95 та 0,975.

На основі даних з надійності ведеться щомісячний статистичний аналіз замін двигунів ПС авіакомпанії з різних причин (рис. 3). Визначається кількість двигунів, які були замінені, їх напрацювання, кількість незапланованих знімів двигуна, кількість незапланованих знімів двигуна на 1000 год напрацювання, напрацювання двигуна на незаплановане зняття, кількість запланованих знімів двигуна, кількість знімів двигуна з інших причин, кількість знімів двигунів за плановим ремонтом, кількість запланованих знімів двигуна на 1000 год напрацювання, напрацювання двигуна на заплановане зняття, кількість вимкнень двигуна в польоті, кількість вимкнень двигуна в польоті на 1000 год напрацювання, середнє згладжене за рік значення вимкнень двигуна в польоті на 1000 год напрацювання, напрацювання двигуна на відмову в польоті, загальна кількість знімів двигуна на 1000 год напрацювання, середнє значення напрацювання двигуна на зняття. За цими даними визначається стан надійності типів двигунів, що перебувають в експлуатації за кожний місяць періоду, що розглядається, за цей період в цілому та за весь період експлуатації.

Планується проведення технічного
обслуговування та необхідних закупок [8].

Стр.	Название	Янв. 2008		Февр. 2008		Март 2008		Апр. 2008		Май 2008		Июнь 2008		Июль 2008		Авг. 2008		Сент. 2008		Окт. 2008		Нояб. 2008		Дек. 2008		Год			UCL	Ст-с					
		Ц	147	Ц	106	Ц	111	Ц	135	Ц	119	Ц	148	Ц	196	Ц	181	Ц	180	Ц	164	Ц	135	Ц	126	Ц	1748	Para			CF	AC	NF		
21(36)	СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА	NR	0.68	NR	0.94	NR	0.90	NR	2.96	8	6.72	3	2.03	NR	1.02	1	0.55	5	2.78	2	1.22	3	2.22	1	0.79	NR	1.83	10	10	12	4.57	Yel			
22	ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ						1	0.74						1	0.51	1	0.55	1	0.56							4	0.23	2	1	1	1.80	Cl			
23	СВЯЗНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	4	2.72	2	1.89	4	3.60	3	2.22	4	3.36	6	4.05	6	3.06	9	4.97	2	1.11	3	1.83	4	2.96			47	2.69	29	4	14	6.97	Cl			
24	СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ															2	1.10						1	0.74			3	0.17	3						
25	БЫТОВОЕ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ			2	1.89			2	1.48	1	0.84	1	0.68	1	0.51			3	1.67	2	1.22	1	0.74			13	0.74	4	9		4.05	Cl			
26	ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ			1	0.94					1	0.84			2	1.02					1	0.61	5	2.22	1	0.79			9	0.51	2	1	6	2.29	Cl	
27	СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ СУДНОМ					2	1.80			2	1.68	1	0.68	2	1.02			2	1.11	3	1.83					12	0.69		2	10		3.69	Cl		
28	ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА					1	0.90	1	0.74	5	4.20			1	0.51	3	1.66	1	0.56				2	1.59		14	0.80	11	2	1		4.66	Cl		
29	ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА	2	1.36			4	3.60	1	0.74					2	1.02	1	0.55								2	1.59	12	0.69	7	2	3	2.95	Yel		
30	ПРОТИВООБЕЩЕДИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА									1	0.84					1	0.55			1	0.61					3	0.17	1	1	1		2.83	Cl		
31	ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	1	0.68			1	0.90	3	2.22					1	0.56	2	1.22	1	0.74							9	0.51	5	1	3		2.38	Cl		
32	ШАССИ	1	0.68	3	2.83	1	0.90	1	0.74					2	1.11										4	3.17	12	0.69	3	1	8		1.14	Red	
33	СВЕТОТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	1	0.68			2	1.80	3	2.22	1	0.84	3	2.03	1	0.51	2	1.10			4	2.44	5	3.70	2	1.59	24	1.37	16	5	3		5.02	Cl		
34	ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОННАЯ АВТОМАТИКА	5	3.40			5	4.50	5	3.70	1	0.84	1	0.68	3	1.53	2	1.10								2	1.59	24	1.37	13	2	9		8.34	Cl	
35	КИСЛОРОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ					1	0.90																			2	0.11	2				1.25	Cl		
36	ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА							1	0.74					4	2.70	2	1.02	1	0.55	2	1.11	2	1.22	1	0.74			13	0.74	6	2	5	3.29	Cl	
38	СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И УДАЛЕНИЯ ОТБОРОВ			1	0.94																					2	0.11	1	1			0.89	Yel		
49	БОРТОВАЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ СИЛОВАЯ УСТАНОВКА	1	0.68									1	0.68			4	2.21	1	0.56							8	0.46	4	2	2		1.63	Yel		
51(57)	КОНСТРУКЦИЯ ПЛАНЕРА																																1.31	Cl	
52	ДВЕРЦЫОКИ, СТВОРКИ	1	0.68			2	1.80	1	0.74																2	1.59	6	0.34	2	2	2		1.03	Red	
53	#ЮЗЕЛЯЖ																																		
54	ГОНДОЛЫ ДВИГАТЕЛЕЙ, ПИЛОНЫ																																		
55	ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ И ВЕРТИКАЛЬНОЕ ОПЕРЕНИЕ																																		
56	#ОНАРЬ, ОКНА							3	2.22					1	0.51									1	0.74	1	0.79	6	0.34	2	1	3		1.53	Yel
57	КРЫЛО																																		
71	СИЛОВАЯ УСТАНОВКА																																		
72	ГАЗОТУРБИННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ							1	0.74																		2	0.11	1		1		0.54	Red	
73	ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ДВИГАТЕЛЯ					1	0.90																				2	0.11			2				
74	СИСТЕМА ЗАЖИГАНИЯ																																		
75	СИСТЕМА ОТБОРА ВОЗДУХА																																		
76	СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ							1	0.74																		1	0.06	1				0.48	Yel	
77	ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЯ					1	0.90																				1	0.06			1				
78	СИСТЕМА БЪЮЛОПА			2	1.80					1	0.84											2	1.22				5	0.29	2	1	2		1.31	Yel	
79	МАСЛЯНАЯ СИСТЕМА							1	0.84																	1	0.79	2	0.11			2		0.82	Yel
80	СИСТЕМА ЗАПУСКА													1	0.51												2	0.11	2				0.73	Cl	
Всего:	Стр. 21-49	16	10.88	10	9.43	22	19.82	25	18.52	24	20.17	20	13.51	23	11.72	27	14.92	21	11.67	20	12.20	21	15.56	14	11.11	243	13.90	119	46	78		33.63	Cl		
Всего:	Стр. 51-57	1	0.68			2	1.80	4	2.96					1	0.51												5	0.29	2	1	2		2.53		
Всего:	Стр. 71-80			4	3.60	2	1.48	2	1.68					1	0.51			1	0.56	3	1.83					2	1.59	15	0.86	6	1	8		2.18	
Всего:		17	11.56	10	9.43	28	25.23	31	22.96	26	21.85	20	13.51	25	12.76	27	14.92	22	12.22	23	14.02	22	16.36	19	15.08	270	15.45	129	50	91		35.34			
																											47%	19%	34%						

Рис. 1. Помісячний контроль стану надійності функціональних систем і основних виробів В767-300ER за 2008 рік

B767-300. 01.01.2006 : 31.12.2008 Период Отчет по отказам компонентов за период. Группа по ASN. Учитывать первым Стат-96.

type: B737-200, B737-300/400/500, B767-300

Начало: 2006, Год: 2008

Группа по: PN_OFF, ASN

Учитывать первым: Стат-96, Пред.период

Учитывать больше: 0

Fix: 6

Сист	Part Name	P/N	ASN	QPA	Сум	2006	F	2007	F	2008	F	MTBF	MTBUR	URR	Ста...	Стат	Стат...	URR_P	UR...	UR...	URR...	Кат	
34	STBY ALT Indicator	LK35-2	34-13-284-031	1	1			1	1			36961	36961	0,027				0,029	0,071				
34	Indicator assy; Indica...	622-5001-...	34-21-284-742	2	11	3	3	4	4	4	4	6720	6720	0,149	0,056	17858	32536	0,103	0,149	0,142	0,156	Y	
34	Generator Assy; Sym...	622-9436-...	34-26-250-011	3	3			1	1	2	2	36961	36961	0,027	0,063	15940	62205	0,010		0,024	0,052		
34	Display; ELECTRONIC ...	622-7999-...	34-26-284-452	3	7	1	1	3	3	3	3	15840	15840	0,063	0,107	9381	20836	0,049	0,033	0,071	0,078		
34	EADI; EADI; ADI; ADI...	622-7998-...	34-26-284-482	3	5	1	1	2	2	2	2	22176	22176	0,045	0,009	106688	17123	0,029	0,033	0,047	0,052	R	
34	EFIS Panel; Panel; EFI...	622-5048-...	34-26-368-541	3	4			3	3	1	1	27720	27720	0,036	0,115	8669	12673	0,029		0,071	0,026		
34	IRU CONTROL PANEL	CG1093AD01	34-27-368-521	1	1					1	1	36961	36961	0,027							0,078	New	
34	IRU; IRU; IRU; IRU; I...	HG1050AD...	34-27-665-011	3	7			2	2	5	5	15840	15840	0,063	0,110	9088	25980	0,039		0,047	0,130		
34	Panel ILS assy	285T0553-4	34-31-368-501	1	1			1	1			36961	36961	0,027	0,066	15232	22704	0,029		0,071			
34	Receiver	2041217-0...	34-41-550-011	2	1			1	1			73922	73922	0,014	0,041	24283	80384	0,059		0,035			
34	Antenna drive unit	2041444-0...	34-41-673-021	2	1	1	1					73922	73922	0,014	0,129	7771	10864	0,015	0,050				
34	GPWS	965-0976-...	34-43-130-231	1	1					1	1	36961	36961	0,027	0,158	6334	25458				0,078		
34	Control Panel; Control...	285T0554-...	34-50-368-341	2	5	3	3	2	2			14784	14784	0,068	0,069	14571		0,074	0,149	0,071			
34	DME intergorator; DM...	622-4540-...	34-55-290-011	2	2			1	1	1	1	36961	36961	0,027	0,027	37319	88460	0,059		0,035	0,039		
34	ADF CP; ADF Panel; A...	622-6830-...	34-57-368-431	1	6	1	1	4	4	1	1	6160	6160	0,162	0,044	22783	30222	0,147	0,099	0,284	0,078	R	
34	Receiver	622-5222-...	34-57-410-091	2	1			1	1			73922	73922	0,014	0,087	11481	37250	0,015		0,035			
34	GPS Antenna; "-" GPS ...	567-1575-...	34-58-024-521	2	3	1	1	1	1	1	1	24640	24640	0,041		0		0,029	0,050	0,035	0,039	N	
34	FMC CDU; CDU FMC; ...	4058650-9...	34-61-368-531	2	3			2	2	1	1	24640	24640	0,041	0,131	7618	13006	0,059		0,071	0,039		
34	Panel	285T0554-5	~285T0554-5		1			1	1			36961	36961	0,027				0,029		0,071			
34	Tranceiver	9599-607-...	~9599-607-...		1			1	1			36961	36961	0,027				0,029		0,071			
34	"-" Selector	CG1093AC01	~CG1093AC01		1			1	1			36961	36961	0,027				0,029		0,071			
34	IRMP	CG1093AD...	~CG1093AD...		1					1	1	36961	36961	0,027							0,078	New	
34	IRU; IRU	HG 1050 A...	~HG 1050 A...		2					2	2	18480	18480	0,054							0,156	New	
34	IRU	HG105DA...	~HG105DAD09		1	1						36961	36961	0,027				0,029	0,099				
34	IRU	HG105OA...	~HG105OA...		1					1	1	36961	36961	0,027							0,078	New	
34	IRU	HG150AD05	~HG150AD05		1	1						36961	36961	0,027				0,029	0,099				
34	Antenna	S220T116-1	~S220T116-1		1	1						36961	36961	0,027				0,029	0,099				
34	"-" Antenna	567-2002-18	~567-2002-18		1			1	1			36961	36961	0,027				0,029		0,071			
Сум	2006	2007	2008																				
36961,2	10055,9	14102,7	12802,6																				

Рис. 2. Контроль стану надійності комплектуючих виробів ПС В767–300 за 2006–2008 роки

В767-300: Суммарный стат.отчет по двигателю. 01.01.2008 : 31.12.2008

type
 В737-200
 В737-300/400/500
В767-300

Месяц 12 Год 2008 Показ.

Exel

Таблица | Граф.

Тип ВС											Год	2008	Пери-	Over.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	од	Дан-е
Двигатель:PW-4060	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4
Налет часов	1250.7	915.0	868.1	860.3	932.4	859.3	1094.9	1217.3	1325.0	1286.9	1125.8	1066.9	12802.6	59214.9
Досрочные съемы														
Кол-во дос.съемов	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
URR	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0169
MTBUR														59171
Плановые съемы														
Кол-во пл.съемов	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	4
HSI	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	2
EHM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SRR	0.0000	0.0000	0.0000	0.5812	0.0000	0.0000	0.4567	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0781	0.0338
MTBSR													12804	29585
Выкл.в полете														
Кол-во IFSD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
IFSD Rate	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0084
IFSD Rate уср.	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		
MTBIFSD														119047
ERR														
MTBER	0.000	0.000	0.000	0.581	0.000	0.000	0.457	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078	0.051
														118429

Рис. 3. Загальна статистика із заміни двигунів ПС В767-300 авіакомпанії з різних причин за 2008 рік

Висновки

Для оптимізації процесу забезпечення необхідного рівня надійності та льотної придатності повітряних суден проведений порівняльний аналіз показників надійності й ефективності іноземної та вітчизняної авіаційної техніки. Як основний для іноземної техніки вибраний показник надійності K_{100C} (кількість відмов на 100 польотних циклів), а для вітчизняної техніки — K_{1000} (кількість відмов на 1000 год напрацювання). Ці показники використовуються для оцінювання, контролю, моніторингу, прогнозування та аналізу стану надійності парку ПС авіакомпаній.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Безпека авіації* / В.П. Бабак, В.П. Харченко, В.О. Максимов, О.Г. Кучер та ін.: за ред. В.П. Бабака. — К. : Техніка, 2004. — 585 с.
2. *Документ ICAO (Doc 9051-AN/896) «Техническое руководство по летной годности».*
3. *Документ ICAO (Doc 9642-AN/941) «Руководство по сохранению летной годности».*
4. *Документ ICAO (Doc 9760-AN/967) «Руководство по летной годности».*
5. *Новожилов Г.В. Безопасность полета самолета. Концепция и технология* / Г.В. Новожилов, М.С. Неймарк, Л.Г. Цесарский. — М. : Машиностроение, 2003. — 144 с.
6. *Автоматизированная система контролю надежности парка воздушных судов авиакомпании «АЭРОСВИТ».* Руководство пользователя / Науч. рук. Кучер А.Г., отв. исп. Якушенко А.С., исп. Власенко П.А., Сухоруков А.Ю. и др. — НАУ, 2008. — 167 с.
7. *Энциклопедия безопасности авиации* / Н.С. Кулик, В.П. Харченко, М.Г. Луцкий, А.Г. Кучер и др.: под ред. Н.С. Кулика. — К. : Техніка, 2008. — 1000 с.
8. *Руководство по производству.* Книга 10. Управление техническим обслуживанием ВС (МОЕ). Утверждено приказом Авиакомпании от 05.09.2007 № 572. Введено в действие с 19.09.2007.
9. *Technical procedures manual. Reliability control program.* 23-Jul-97.
10. *Timely Reaction on Unscheduled System Troubles.* XXX Reliability Control Program Document. Apr — 05.

Стаття надійшла до редакції 20.03.09