

В.А. Храмченко, В.Б. Єрко, М.М. Вознюк

Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

ЩОДО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ПРО ДОПУСК ДО ПОДАЛЬШОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ВИРОБІВ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

У статті розглянуто актуальне науково-технічне завдання з визначення правил допуску до експлуатації на черговий етап виробів бортового обладнання військової авіаційної техніки в умовах дії правового режиму воєнного стану. Запропоновано використовувати параметри, за якими під час експлуатації визначають технічний стан виробів, та показники їхньої безвідмовності як визначальні параметри. Висвітлено методичний підхід з визначення можливості допуску виробів бортового обладнання до експлуатації на черговий етап за їх визначальними параметрами. Обґрунтовано порядок прийняття відповідного рішення.

Ключові слова: виріб бортового обладнання, визначальний параметр, військова авіаційна техніка, технічний стан, воєнний стан.

Вступ

Під час експлуатації в умовах дії правового режиму воєнного стану авіаційна техніка (АТ), окрім бойових пошкоджень, піддається впливу чинників, що погіршують її технічний стан (ТС). Для літальних апаратів, строк служби яких 30 років і більше, це відбувається через фізичне старіння.

Щоб запобігти погіршенню ТС до рівня, неприйняттого з точки зору надійності і безпеки польотів, виробам бортового обладнання (БО) встановлюють призначений ресурс (строк служби).

В умовах воєнного стану для виконання бойових завдань залучають і військову авіаційну техніку (ВАТ) з так званого “залізного ряду”.

Тому виникає **актуальне науково-технічне завдання** прийняття обґрунтованого рішення щодо можливості подальшої експлуатації такої техніки понад встановлені нормативно-правовою базою мирного часу значення показників.

Аналіз попередніх досліджень. Методологічні основи теорії прийняття рішень наведено, наприклад, в [1...5]. У зазначеній літературі розглянуто класифікацію задач прийняття рішень, основні концепції прийняття рішень в умовах невизначеності та ризику, а також багатокритерійні задачі прийняття рішень.

Прийняття рішення являє собою вибір одного з деякої множини варіантів. Найбільш часто на практиці зустрічається випадок, коли є кінцева множина варіантів і для кожного варіанта однозначно встановлено деякий результат.

Пошук оптимального рішення виконують за допомогою критерію, вибір та обґрунтування якого є одним з найважливіших етапів досягнення поставлених цілей. Критерій прийняття рішення –

функція, що виражає переваги того чи іншого варіанта та визначає правило, відповідно до якого обирається прийнятний або оптимальний варіант рішення.

Тому **мета статті** полягає у розробці методичного підходу щодо прийняття рішення про допуск до подальшої експлуатації виробів БО ВАТ на черговий етап в умовах дії правового режиму воєнного стану.

Виклад основного матеріалу

Приймати обґрунтовані рішення щодо можливості подальшої експлуатації виробів БО кожного типу на понад встановлені нормативно-правовою базою мирного часу значення показників, можна за умови чіткого розуміння таких питань:

- вплив виробу БО визначеного типу на бойову ефективність ВАТ і безпеку польотів;
- вимоги до надійності (безвідмовності й довговічності) виробу БО визначеного типу;
- властивості виробу БО визначеного типу як об’єкта діагностування.

Вплив виробу БО визначеного типу на бойову ефективність ВАТ і безпеку польотів визначено у [6] шляхом розподілу комплектувальних виробів (КВ) БО ВАТ на відповідні групи.

КВ групи № 1 після вичерпання встановлених показників підлягають заводському ремонту або на них виконують роботи з продовження життєвого циклу згідно з вимогами [7] і [8].

Можливість продовження експлуатації КВ груп № 2 та № 3 або їх придатність до експлуатації за межами встановлених показників визначають за результатами оцінки технічного стану КВ шляхом виконання на них відповідних робіт.

Вимоги до надійності ВАТ, виробу БО зокрема, задає Командування Повітряних Сил Збройних Сил України з таких міркувань.

По-перше, строк експлуатації виробів БО, особливо на етапі наближення виробів до граничного стану (що на сьогодні фактично має місце), суттєво впливає на показники безвідмовності виробів через значне зростання кількості відмов виробів.

По-друге, необхідно забезпечувати потрібну ефективність виконання бойового завдання та відповідний рівень безпеки польотів. Зазначене залежить, за інших рівних умов, від показників надійності (безвідмовності) виробів БО ВАТ, що їх маємо на сьогодні, оскільки ймовірність безвідмовної роботи БО за час польоту є частковий критерій бойової ефективності та/чи безпеки польотів.

В авіаційних частинах (підрозділах) для оцінювання надійності ВАТ, виробів БО зокрема, за результатами експлуатації за певний період, використовують, відповідно до [9...11], такі показники

наліт на відмову $T_{нб}$, яка призводить до невиконання бойового польотного завдання - відношення нальоту повітряного(-них) судна(-ен) на $T_{нбз}$ бойове застосування за розглядуваний період часу $T_{нбз}$ до кількості відмов у польоті $M_{нбз}$, які призвели до невиконання бойового польотного завдання, за цей самий період часу:

$$T_{нб} = \frac{T_{нбз}}{M_{нбз}}; \quad (1)$$

наліт на відмову та пошкодження T_n , виявлені в польоті - відношення нальоту повітряного(-них) судна(-ен) за розглядуваний період часу T_{nc} до кількості відмов та пошкоджень M_{en} , що їх виявлено в польоті, за цей самий період часу:

$$T_n = \frac{T_{nc}}{M_{en}}; \quad (2)$$

наліт на відмову та пошкодження T_c , виявлені в польоті та на землі - відношення нальоту повітряного(-них) судна(-ен) за розглядуваний період часу T_{nc} до кількості відмов та пошкоджень M_{nc} , що їх виявлено в польоті та на землі, за цей самий період часу:

$$T_c = \frac{T_{nc}}{M_{nc}}. \quad (3)$$

Вимоги до зазначених показників встановлює Командування Повітряних Сил Збройних Сил

України як гранично допустиме значення відповідних показників: $T_{нб}^*$; T_n^* ; T_c^* .

За результатами порівняння досягнутого рівня надійності ВАТ з вимогами приймається відповідне рішення.

Властивості виробу БО визначеного типу як об'єкта діагностування проявляються під час контролю його технічного стану

Контроль технічного стану – це перевірка відповідності значень параметрів виробу ВАТ вимогам технічної документації та визначення на цій основі одного з заданих видів технічного стану виробу ВАТ в даний момент [9], [13].

Загальна кількість параметрів, що їх контролюють на різних výroбах БО ВАТ, змінюється в широких межах залежно від типу виробу БО, мети контролю та вимог до вірогідності результатів, що їх отримують.

Контрольовні параметри описують такими характеристиками, як [14, с. 32]:

номінальне значення та поле допусків;

залежність номінального й граничного допустимих значень від зовнішнього середовища (температури, вологості, атмосферного тиску тощо);

потрібна точність вимірювання;

функціональні залежності (формули) для розрахунку параметрів за результатами вимірювань непрямих величин з урахуванням зовнішніх умов;

закономірність змінення під час експлуатації.

Остання характеристика стосується тільки параметрів, за якими можна прогнозувати технічний стан виробу БО.

Значну частину параметрів, наприклад, виробів БО контролюють через безпосередні вимірювання. Однак є й такі, що потребують вимірювання непрямих величин з наступним перерахунком або перетворенням їх. Також наявні і узагальнені параметри, які характеризуються деякими ознаками станів, що пов'язані з параметрами встановленими залежностями. Ознаки станів, за суттю, можна також вважати за параметри. Усе залежить від постановки завдання, а саме [14]:

оцінка працездатності виробу БО;

пошук місця відмови;

вимірювання значень параметрів для прогнозування.

Залежно від того, для чого контролюють (вимірюють) параметри, розрізняють:

визначальні параметри;

допоміжні параметри;

аварійні параметри;

прогнозні параметри.

Визначальний параметр (ВП) виробу БО – це параметр виробу, який самостійно або в сукупності

з іншими параметрами характеризує працездатність виробу відповідно до вимог нормативної та (чи) конструкторської документації [15].

Допоміжні параметри використовують разом з ВП для пошуку місця відмови. Кількість допоміжних параметрів залежить від точності визначання місця відмови, й може в декілька разів перевищувати кількість ВП.

До аварійних параметрів належить незначна частина ВП, за якими можна визначити наближення аварійних режимів або ситуацій. Аварійні параметри потребують безперервного спостереження за ними під час контролю стану й функціонування виробів БО ВЛТ.

Прогнозні параметри повинні містити інформацію, за якою можна прогнозувати технічний стан виробу БО. Ці параметри повинні відображати завчасне зношення чи старіння елементів апаратури, показуючи напрям і швидкість змінення деяких властивостей цих елементів або виробу в цілому. Прогнозні параметри можуть входити до складу ВП або допоміжних параметрів, але можуть складати й спеціально виділену групу.

Контрольовані параметри виробів БО можна поділити на [16, с. 10]:

- механічні (лінійні та кутові розміри, маса, тиск, швидкість, прискорення, сила тощо);
- електричні (струм, напруга, опір, частота, енергетичний потенціал, напруженість тощо);
- оптичні (густина потоку, освітленість, чутливість, спектральна густина, довжина хвилі тощо);
- радіотехнічні (частота імпульсів, потужність випромінювання, коефіцієнт підсилення, модуляція, часова затримка, фазовий зсув тощо).

Розрізняють контроль працездатності (КП) демонтованих з борту ПС агрегатів і механізмів (виробів БО) та контроль їхньої працездатності на борту.

У першому випадку контролюють вироби БО, як правило, поза бортової системи як окремі агрегати або в системі з лабораторним комплектом, який призначено для перевіряння та налаштування окремих блоків бортової системи.

В іншому разі контролюють бортову систему в цілому. При цьому не завжди є можливість або доцільність оцінити працездатність кожного агрегату системи окремо. Глибина КП кожного агрегату на борту ПС зазвичай менше, ніж у лабораторних умовах техніко-експлуатаційної частини авіаційної техніки.

Наприклад, для груп виробів авіаційного обладнання (АО) є характерно таке:

у лабораторних умовах працездатність електромашинних джерел електроенергії

контролюють шляхом визначення зовнішніх (вольт-амперних) і регульовних характеристик при мінімальній і максимальній частотах обертання для генераторів постійного струму, при номінальній частоті обертання і розрахунковому (мінімальному) значенні $\cos\phi$ навантаження – для генераторів змінного струму. Контролюють також опір ізоляції обмоток машини. За наявності засобів акустичного контролю контролюють стан підшипників без розбирання машини;

стан підшипників працюючих електричних машин можна перевірити шляхом аналізування коливань вихідної напруги (для генератора) і споживаного струму (для електродвигуна);

працездатність бортових акумуляторних батарей у лабораторних умовах визначають шляхом контролю їхньої ємності та зняття зовнішніх характеристик у зарядженому стані. На борту ПС працездатність батарей визначають за напругою при короткочасному вмиканні певного навантаження;

пристрої регулювання (стабілізування) напруги, частоти, розподілення потужностей між генераторами, засоби захисту систем електропостачання контролюють у лабораторії на спеціальних електроенергетичних стендах або за допомогою установок, які імітують умови роботи енергосистеми;

на борту ПС генератор, його системи регулювання, захисту й керування перевіряють як одне ціле. Однак при цьому одночасно перевіряють працездатність і деяких окремих блоків системи;

електромашинні перетворювачі й трансформаторно-випрямні блоки контролюють за їхніми вихідними параметрами без навантаження та під час їх вмикання;

працездатність електромеханізмів у лабораторних умовах перевіряють за їхніми вихідними характеристиками: осьовому зусиллю на вихідному штоці, механічній характеристиці, споживаному струму (потужності). На борту ПС це контролюють, як правило, за шумовою дією й наявністю перекладання виконавчих пристроїв. В окремих випадках контролюють також (приблизно) споживані струми та швидкість руху вихідних валів;

з обладнання систем запуску в лабораторних умовах перевіряють працездатність автоматичних панелей запуску – виконання програми видачі сигналів керування. Працездатність системи на борту ПС контролюють під час безпосередніх запусків авіаційних двигунів. При цьому, як правило, засоби вимірювальної техніки військового призначення не застосовують;

пілотажно-навігаційні прилади й системи є важливі для забезпечення безпеки польотів. Тому

оцінюванню їхньої працездатності приділяють особливу увагу. У лабораторних умовах періодично контролюють точність вимірювань на всіх режимах роботи з використанням спеціальної апаратури. Під час підготовок до польотів працездатність пілотажно-навігаційних приладів і систем перевіряють вбудованими системами контролю, спрощеними переносними установками; для навігаційних автоматів задають для розв'язання контрольні задачі.

Для груп виробів авіаційного радіоелектронного обладнання (РЕО), авіаційних прицільно-навігаційних комплексів (АПНК) та комплексних систем можна також відзначити, що контроль їхньої працездатності виконують під час передпольотної підготовки, контрольного огляду, періодичних і регламентних роботах, як правило, на борту ПС.

Наприклад, важлива експлуатаційна особливість літаків типу МиГ-29 є наявність бортової системи “Екран” і наземної системи контролю МК-9.12М.

Система “Екран” добре зарекомендувала себе і фактично стала основним засобом контролю БО літака під час його підготовки до польоту. Наземний засіб експлуатаційного контролю БО літаків типу МиГ-29 є комплекс засобів автоматизованого контролю МК-9.12М. Використовують комплекс МК-9.12М під час періодичних і регламентних робіт, виявлення несправностей і перевірок після встановлення нового двигуна на літак.

Для літаків типу Су-27 склалась аналогічна ситуація, що полягає у використанні системи “Екран” як основного інструмента з оцінки працездатності виробів БО при виконанні оперативних видів підготовок ЛА. Використання комплексу типу МК-Т10 є вжитим для більш поглибленої оцінки технічного стану виробів БО при виконанні періодичних та регламентних робіт, контрольно-технічних оглядів тощо.

Отже, можна стверджувати, що параметри виробу БО ВАР, наведені в експлуатаційній документації, характеризують його працездатність і можуть бути визнані як визначальні параметри виробу БО.

Досвід експлуатації виробів БО ВАР в особливий період свідчить, що виріб БО можна допустити до подальшої експлуатації, якщо він має працездатний стан і значення показника безвідмовності визначеного типу виробів не менше заданого. Якщо виріб має непрацездатний стан і (або) значення показника безвідмовності визначеного типу виробів менше заданого, то виріб не допускають до подальшої експлуатації та спрямовують в ремонт.

Вид технічного стану виробу БО визначають за результатом: виконання робіт в обсязі

регламентних робіт – для виробу групи № 1; виконання робіт в обсязі періодичних робіт – для виробу групи № 2; виконання робіт в обсязі контрольного огляду – для виробу групи № 3.

Отже, порядок дій під час прийняття рішення щодо допуску виробу БО ВАР до подальшої експлуатації має бути такий, як зазначено на рис.

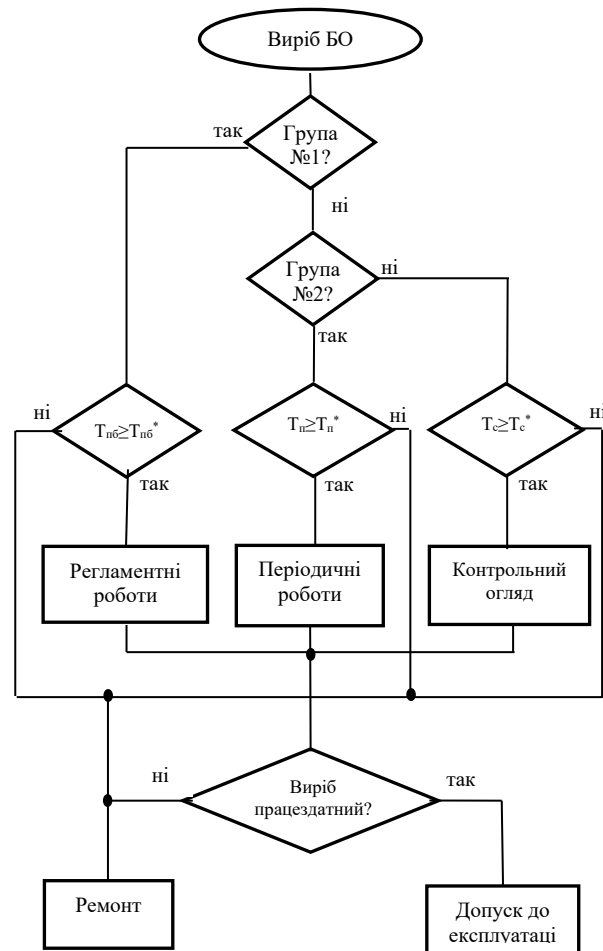


Рис. Алгоритм прийняття рішення щодо подальшої експлуатації виробу бортового обладнання

Джерело: розроблено авторами

Висновки

Параметри виробу БО ВАР, наведені в експлуатаційній документації, характеризують працездатність виробу і є його ВП.

Запропонований методичний підхід дає можливість відповідальним посадовим особам Командування Повітряних Сил ЗС України приймати в умовах правового режиму воєнного стану обґрунтоване рішення про допуск до експлуатації на черговий етап виробів БО з урахуванням розподілу на групи та рівнів безвідмовності виробів БО кожного типу.

Напрямок подальших досліджень має бути створення методики прогнозування технічного стану виробу БО за його визначальними параметрами.

Список літератури

1. Сложные технические и эргатические системы: методы исследования / А.Н. Воронин, Ю.К. Зиятдинов, А.В. Харченко, В.В. Осташевский – Харьков: Факт, 1997. – 240 с.
2. Мушик Э., Мюллер П. Методы принятия технических решений: Пер. с нем. – М.: Мир, 1990. – 208 с.
3. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981. – 560 с.
4. Саати Т. Принятие решений: Метод анализа иерархий – М.: Радио и связь, 1989. – 316 с.
5. Нейман Дж., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970. – 704с.
6. Тимчасова методика розподілу комплектувальних виробів літальних апаратів на групи. (Уведено в дію вказівкою головного інженера авіації Повітряних Сил Збройних Сил України від 12.02.2009 № 420(0009).)
7. Порядок експлуатації за технічним станом виробів авіаційної техніки державної авіації, за якими розробник (виробник) не виконує своїх обов'язків із супроводження експлуатації та підтримання льотної придатності. (Затверджено наказом Міністерства оборони України від 19.12.2014 № 904. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 12 січня 2015 року за № 10/26455.)
8. Порядок продовження (збільшення) встановлених показників виробів авіаційної техніки державної авіації, за якими не здійснюється авторський нагляд. (Затверджено наказом Міністерства оборони України від 16.02.2015 № 68. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 березня 2015 року за № 244/26689.)
9. Правила інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. (Затверджено наказом Міністерства оборони України 05 липня 2016 року № 343. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 08 серпня 2016 року за № 1101/29231.)
10. ВСТ 01.204.005–2018(01) Інженерно-авіаційне забезпечення. Аналіз надійності військової авіаційної техніки. Терміни та визначення.
11. ВСТ 01.204.008–2021(01) Інженерно-авіаційне забезпечення. Аналіз надійності військової авіаційної техніки. Основні положення.
12. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - М.: Наука, 1969. – 576 с.
13. ДСТУ В 3576-97 Експлуатація та ремонт військової техніки. Терміни та визначення.
14. Кудрицкий В.Д., Синица М.А., Чинаев П.И. Автоматизация контроля радиоэлектронной аппаратуры / Под ред. П.И. Чинаева. - М.: Сов. радио, 1977. – 256 с.
15. ВСТ 01.204.001-2019(02). Інженерно-авіаційне забезпечення. Порядок переведення військової авіаційної техніки на експлуатацію за технічним станом. Терміни та визначення.
16. Дунаев Б.Б. Точность измерений при контроле качества. – К.: Техніка, 1981. – 152 с.

Надійшла до редколегії 31.10.2024

Схвалена до друку 18.11.2024

Відомості про авторів:

Храмченко Вячеслав Анатолійович

кандидат технічних наук
доцент, старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8462-4184>

Єрко Віктор Борисович

кандидат технічних наук
старший дослідник
начальник відділу - заступник начальника управління
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5150-5303>

Вознюк Микола Миколайович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
заступник начальника науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9730-1376>

Information about the authors:

Viacheslav Khrumchenko

Candidate of Technical Sciences
Associate Professor, Senior Researcher
Leading Researcher
of State Research Institute of Aviation
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8462-4184>

Viktor Yerko

Candidate of Technical Sciences
Senior Researcher
Head of Research Department
of State Research Institute of Aviation
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5150-5303>

Mykola Voznyuk

Candidate of Technical Sciences
Senior Researcher
Deputy Head of Research Department
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9730-1376>

Concerning the decision on the admission for further operation in the conditions of the state of war of the products of on-board equipment of military air craft

V. Khramchenko, V. Yerko, M. Voznyk

This technology, in addition to military damage, is susceptible to the influx of officials who will submerge its technical state. For aircraft of service lines of 30 years and more, this is achieved through the old age, both physically and morally.

In order to prevent the technical condition from degrading to a level that is unpleasant from the point of view of the reliability and safety of the water, indicators are installed in the on-board control systems of aircraft.

Depending on the onboard equipment and the specifics of its operation, this may include: service lines, resource, number of landings, flights, contact, etc. Their depletion is a loss of the virus's ability.

Therefore, once the installation of indicators of on-board germs of the skin type has been eliminated, it is due to the current scientific and technical adoption of a grounded solution for the possibility of further exploitation of them after the establishment of a regulatory framework Peaceful hour of the significance of the demonstrators.

The article examines the current scientific and technical knowledge regarding the selection of initial parameters for the skin type of germs in the on-board equipment of military aviation technology, for which indicators can be taken as a basis for possible solutions, further operation of on-board viruses according to the established normative and legal framework indicators. A methodological approach has been identified to determine the feasibility of exploiting the on-board equipment of aircraft in the minds of the legal regime of a military state. The algorithm for making decisions for further operation of the on-board equipment has been expanded.

Keywords: on-board equipment product, initial parameter, military aviation technics, technical plant, military state.