

УДК 629.7.036.34

Олег Добриденко, к.т.н., с.н.с.; Максим Стрела, Ph.D.

Державний науково-дослідний інститут авіації, Україна

**ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИКИ
КЛАСИФІКАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ
ВИКОНАННІ ДОСЛІДЖЕНЬ І РОБІТ З ПРОДОВЖЕННЯ (ЗБІЛЬШЕННЯ)
РЕСУРСНИХ ПОКАЗНИКІВ**

Анотація. За часи незалежності України в її державній авіації створено дієву систему підтримання справності авіаційної техніки та її комплектувальних виробів шляхом безпечного продовження (збільшення) ресурсних показників під час виконання ремонтних робіт на авіаційних ремонтних підприємствах. В статті розглянуто авторська методика виконання досліджень щодо визначення можливості продовження (збільшення) ресурсних показників виробам авіаційній техніці, за якими не здійснюється авторський нагляд. Зазначена методика має на озброєнні два основних напрямки: дослідження напружено-деформованого стану та експлуатаційно-статистичні дослідження. Найбільш детально та предметно розглянуто другу частину досліджень (експлуатаційно-статистичних), які складаються з методу кластеризації FOREL-I та статистичного методу розпізнавання образів. Наведено застосування зазначеного методу на п'яти літаках тактичної авіації, на яких виконувався капітальний ремонт та які потребували продовження (збільшення) ресурсних показників.

Ключові слова: продовження ресурсних показників, літаки тактичної авіації, класифікація технічного стану.

Oleg Dobridenko, Ph.D.; Maxim Strela, Ph.D.

**EXPERIENCE OF USING AND FEATURES OF APPLICATION OF THE
METHOD OF CLASSIFICATION OF THE TECHNICAL CONDITION OF
AVIATION EQUIPMENT WHEN PERFORMING RESEARCH AND WORK ON
CONTINUATION (INCREASING) OF RESOURCE INDICATORS**

Abstract. During the time of Ukraine's independence, its state aviation created an effective system for maintaining the serviceability of aviation equipment and its components by safely extending (increasing) resource indicators during repair work at aviation repair enterprises. The article examines the author's method of carrying out research on determining the possibility of extending (increasing) the resource indicators of aircraft products, which are not supervised by the author. The specified technique has two main directions: stress-strain state research and operational-statistical research. The second part of the research (operational-statistical), which consists of the FOREL-I clustering method and the statistical method of pattern recognition, was considered in the most detailed and objective manner. The application of the specified method on five tactical aviation aircraft, which were overhauled and required an extension (increase) of resource indicators, is presented.

Keywords: continuation of resource indicators, tactical aircraft, classification of technical condition.

В галузі державної авіації України за часи незалежності створено дієву національну систему підтримання справності та льотної придатності авіаційної техніки, яка представляє собою замкнені науково, виробничо-технологічно, нормативно і методично забезпечені цикли її ремонту та продовження строків служби і збільшення ресурсу, переведення та супроводження її експлуатації за технічним станом. Вона базується на відповідній законодавчій та нормативно-правовій базі України, яка

регулює суспільні відносини її суб'єктів. До зазначеної системи входять органи державної влади, органи військового управління, підприємства авіаційної галузі та авіаремонтні заводи Акціонерного товариства “Українська оборонна промисловість”, галузеві науково-дослідні установи, головною з яких є Державний науково-дослідний інститут авіації (далі – ДНДІА), інститути Національної академії наук України, а також авіаційні частини, які безпосередньо здійснюють експлуатацію авіаційної техніки.

В свою чергу, ДНДІА виконує одну із найактуальніших задач сучасності в державній авіації України – продовження (збільшення) ресурсних показників авіаційної техніки (далі – АТ), за якими не здійснюється авторський нагляд.

Актуальність зазначених досліджень полягає в питанні значного вичерпання строків служби та ресурсів як планера в цілому, так і окремих його агрегатів, особливо тих, ресурс яких відрізняється від ресурсу планера. Ця проблема склалась на тих літальних апаратах (далі – ЛА), експлуатація яких не супроводжується Розробником.

В ході досліджень виявлено, що за наявних вхідних даних, дослідження напружено-деформованого стану можуть якісно надавати можливість отримувати інформацію щодо критичних точок в авіаційних конструкціях, в яких з найбільшою вірогідністю виникне дефект (втомна тріщина, руйнування). Експлуатаційно-статистичні дослідження, за наявності таких самих вхідних даних, надають можливість сформувати повноцінні еталонні образи технічного стану, а саме технічно справного із запасом технічно-безпечного конструктивного ресурсу та технічно-небезпечного і забороненого до подальшої експлуатації. Цей факт дозволив виконати спробу визначати належність образу досліджуваної АТ до одного з образів технічного стану, що наведені вище. Також зазначені математичні дослідження підкріплюються методом експертів на стадії обговорення результатів. В загальному вигляді ця методика зображена на рисунку 1.

Зазвичай, дослідження напружено-деформованого стану достатньо виконати один раз, на першій ітерації досліджень об'єкта щодо можливості продовження призначених показників. Щодо виконання експлуатаційно-статистичних досліджень – їх потреба виникає під час кожної ітерації досліджень на об'єкті щодо можливості продовження призначених показників. Обумовлено це тим, що на кожен нову ітерацію об'єкт досліджень отримував нові впливи, які необхідно враховувати (години нальоту, кількість посадок, змінення параметрів матеріалу та інше). Саме тому в доповіді приділяється увага саме експлуатаційно-статистичним дослідженням.

Відповідно до методики, що наведена на рисунку 1, експлуатаційно-статистичні дослідження використовують методи кластеризації (FOREL-I) та класифікації технічного стану (статистичний метод розпізнавання образів). Впродовж року на авіаційно-ремонтні підприємства України надійшло на ремонт п'ять літаків тактичної авіації (досліджувані літаки: L_1, L_2, L_3, L_4, L_5). Літаки вичерпали свої ресурсні показники потребували виконання капітального ремонту. ДНДІА виконувало науково-технічне супроводження робіт і досліджень щодо можливості збільшення призначеного строку служби та встановлення нового міжремонтного ресурсу планеру, а також продовження призначеного строку служби і збільшення призначеного ресурсу агрегатам шасійної групи.

Для виконання досліджень за методом кластеризації “FOREL-I” та статистичного методу розпізнавання образів для кожного досліджуваного літака обрано від 12 до 15 літаків одного з ним типу, які експлуатуються та мають запаси ресурсних показників. В якості визначальних параметрів, які найбільш впливають на визначення його технічного стану обрано – повний строк служби літака у роках $T_{сс,роки}$, напрацювання з початку експлуатації у годинах нальоту $N_{снэ,год}$ та інтенсивність експлуатації $\alpha, год/роки$, що дорівнює відношенню напрацювання з початку

експлуатації до повного строку служби.

Виконання досліджень за методом кластеризації “FOREL-I” дозволило розділити літаки на два образи технічного стану, а саме стани “добрі” та “граничні” (рис. 2).

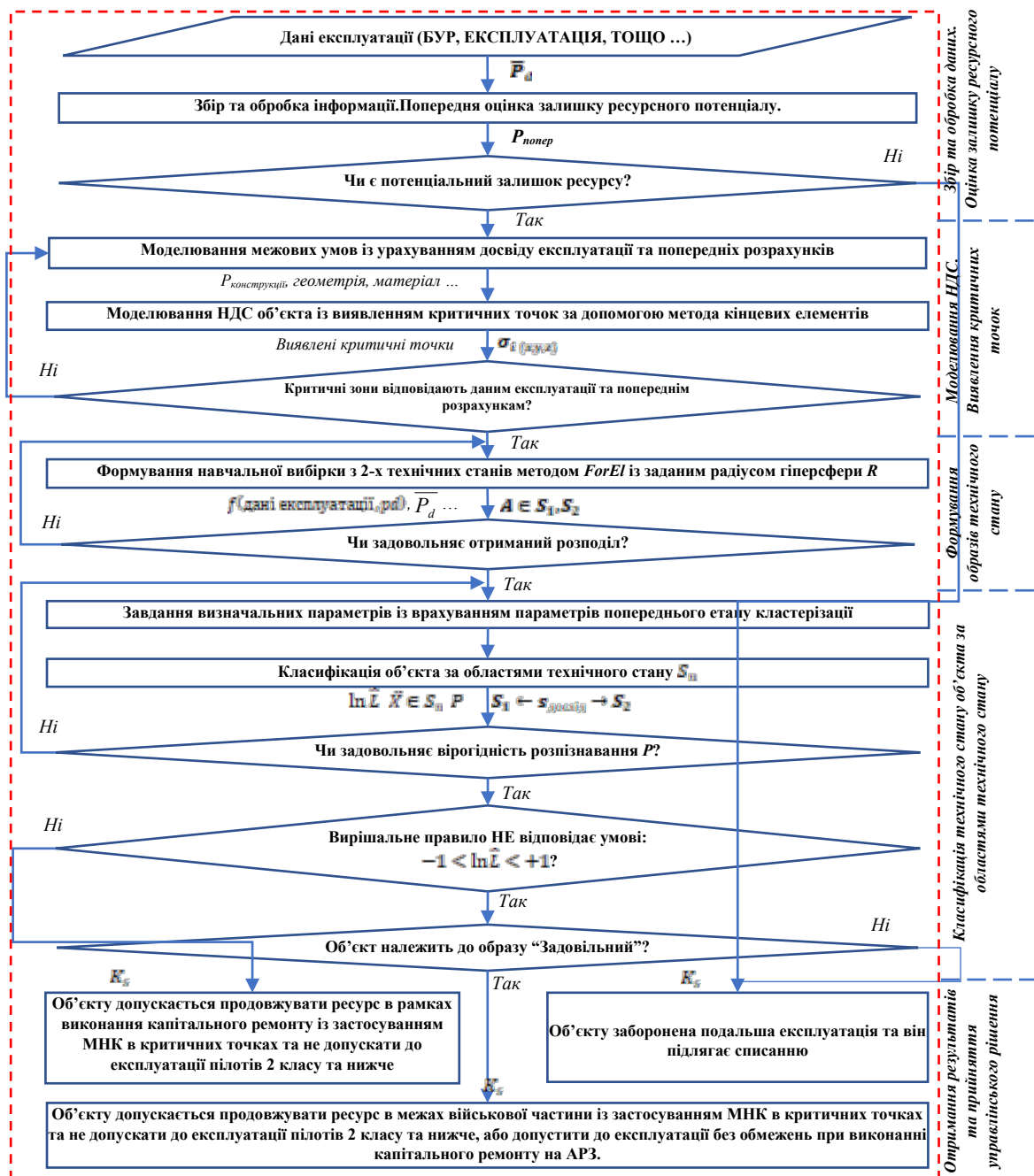


Рисунок 1 – Методика виконання досліджень для визначення можливості подальшої експлуатації досліджуваного об'єкта за межами призначених ресурсних показників

Виконання досліджень за статистичним методом розпізнавання образів дозволило віднести досліджувані літаки до одного з технічних образів, “добрих” або “граничних” (рис. 3).

Виконання досліджень за розглянутою методикою для визначення можливості продовження ресурсних показників підтвердило свою ефективність на практиці. Завдяки проведеним раніше дослідженням напружено-деформованого стану, на літаках

виявлено низку критичних місць, за якими виконується додатковий огляд під час експлуатації. Вищезазначені літаки наразі експлуатуються в Повітряних Силах Збройних Сил України і виконують бойові завдання.

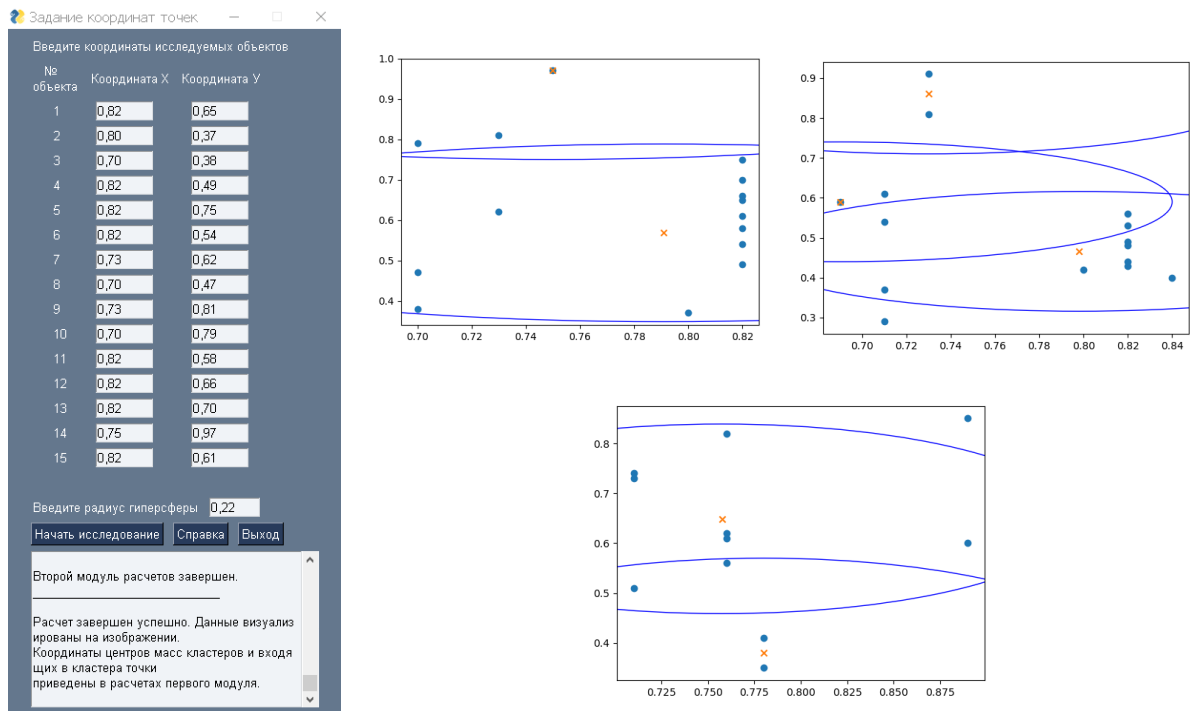


Рисунок 2 – Робочий інтерфейс програми кластеризації “FOREL-I” та результат кластеризації із обраних літаків



Досліджуваний літак	Значення $\ln \hat{L}$	Належність до класу	Вірогідність розпізнавання
L_1	-84,562	Добрі	1,0
L_2	-52,388	Добрі	0,99
L_3	19,883	Граничні	0,99
L_4	-47,67	Добрі	0,99
L_5	-6,6704	Добрі	0,83

Рисунок 3 – Робочий інтерфейс програми статистичного розпізнавання образів із введеними даними та отриманими розрахунками

Зазначена методика має перспективи розвитку в таких напрямках: перший напрямок – це подальше удосконалення програмного забезпечення (перш за все – це реалізація принципу “нуль-один-безліч” в другому алгоритмі та вивід більш якісного зображення в першому алгоритмі); другий напрямок – потребує проведення окремих досліджень, що дозволить більш якісно з’ясувати визначальні параметри різних типів літаків із різною вхідною інформацією.