

УДК 629.7.036.34

ДОБРИДЕНКО О.М., начальник науково-дослідного управління, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

КОВЕЛЬ П.П., старший науковий співробітник, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

ХІЖУН В.В., старший науковий співробітник

МЕТОДИКА ОЦІНКИ МОЖЛИВОСТІ ЗБІЛЬШЕННЯ РЕСУРСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛІТАКІВ ТИПУ Л-39

У статті наведено основи методології збільшення ресурсів літакам типу Л-39

Ключові слова: ресурс авіаційних конструкцій, засоби реєстрації параметрів польоту.

Основним учбово-бойовим літаком Повітряних Силах (ПС) Збройних Сил (ЗС) України є літак типу Л-39, який використовується як для початкового навчання курсантів льотних училищ так і для підтримання льотної кваліфікації льотного складу бойових частин.

На озброєнні військових частин знаходяться літаки типу Л-39 випуску 1985...1989 років, ресурсні показники яких наблизилась до свого вичерпання. Значна кількість літаків практично використала ресурс до першого ремонту.

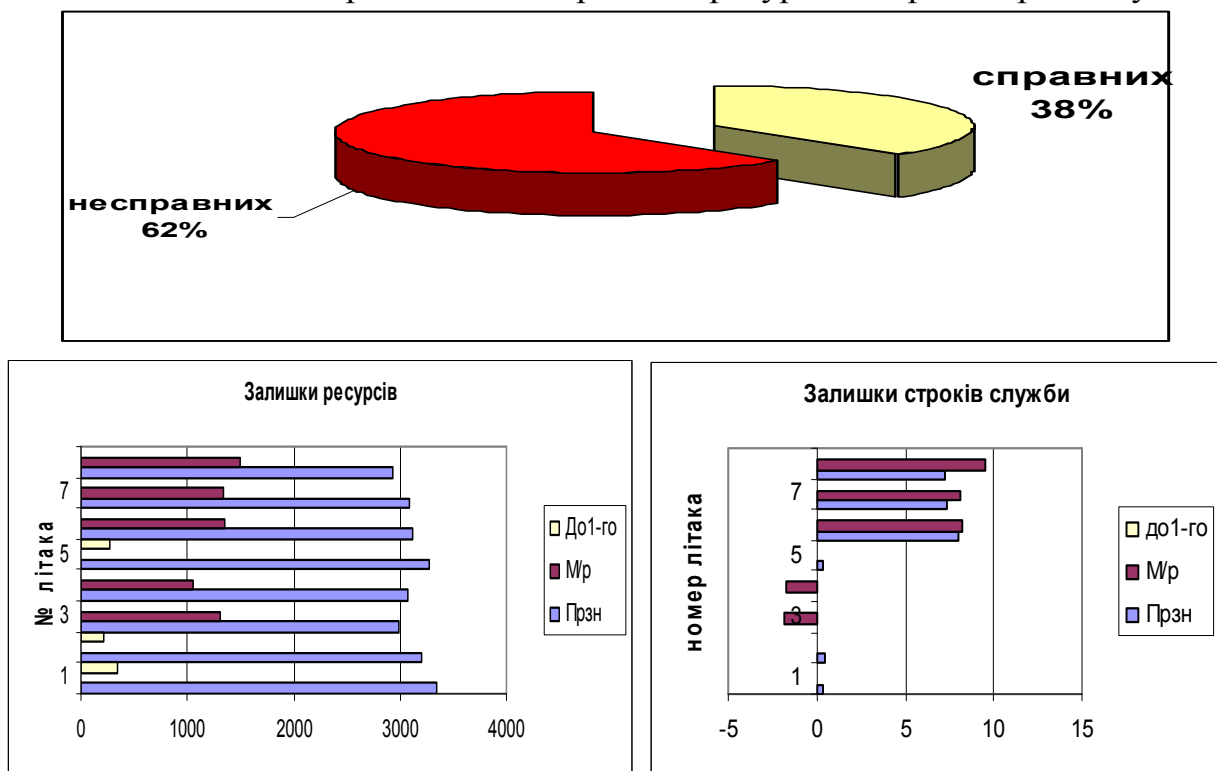


Рис. 1. Календарні та ресурсні показники літаків типу Л-39 на 01.10.2013 року, в/ч 4414 м. Чугуїв

Враховуючи високу інтенсивність експлуатації, стан справності та високу вартість закупівлі нових літаків, проблема продовження установлених ресурсних показників літакам Л-39 є актуальною (Рис.1). Вирішення цієї проблеми дозволить певний час утримувати у бойовому складі авіації ПС ЗС України літаки зазначеного типу.

Відповідно до вимог керівних документів [5] та за результатами проведених попередніх досліджень [6] з'ясовано, що для вирішення проблеми оцінки можливості збільшення ресурсних показників літакам типу Л-39 необхідно додатково виконати відповідні дослідження з метою:

з'ясувати характер та умови експлуатації парку літаків даного типу;

провести спеціальні льотні випробування для уточнення навантажень основних силових елементів літака (за необхідністю);

виконати збір, обробку та аналіз статистичних даних стосовно повторюваності перевантажень у центрі ваги літака при виконанні польотів літаків даного типу;

провести додаткові лабораторні випробування на витривалість та живучість (за необхідністю);

провести відповідні розрахунки для визначення можливості збільшення ресурсних показників літакам типу Л-39.

З досвіду експлуатації [4,6] відомо, що силова конструкція планера літака типу Л-39 спроектована з достатньо великим запасом статичної та динамічної міцності і на даний час практично не містить в собі пошкоджень втоми. Це свідчить про наявність невикористаних можливостей відносно ресурсу планера та вказує на доцільність проведення досліджень щодо фактичної сумарної його витрати з урахуванням ступеня маневрених навантажень під час виконання польотного завдання.

Використовуючи чисельні дослідження фізичних властивостей втоми авіаційних матеріалів та встановлення обмежень з наробітку (ресурсів) для авіаційної техніки було встановлено, що ресурс конструкції визначається двома чинниками: рівнем повторних навантажень і втомною міцністю її основних силових елементів.

Повторні навантаження на елементи конструкції літака виникають з-за дії атмосферної турбулентності, маневрування літака в повітрі, руху з великою швидкістю по нерівній поверхні злітної смуги, з-за герметизації –розгерметизації кабін, тощо.

Втомна міцність є властивістю конструкції і визначається типом матеріалу, особливостями виготовлення елементів конструкції і умовами експлуатації.

Для маневрених літаків, таких як Л-39, основними повторними навантаженнями вважаються саме навантаження, що виникають при маневруванні в повітрі.

Аналіз навантаження силової конструкції планера літака типу Л-39 проведено шляхом обробки відомостей про характеристики польотних завдань, які виконують маневрені літаки, та інформації отриманої від засобів об'єктивного контролю (САРПП-12ГМ або БУР-4) в кожному окремому польоті.

Для реалізації цього завдання та збору вказаної інформації розроблено «Алгоритм обробки даних об'єктивного контролю бортових регістраторів

параметрів польоту САРПП-12Г або БУР-4 з метою проведення ресурсних розрахунків для визначення можливості збільшення ресурсних показників літакам типу Л-39». Цей алгоритм передбачає:

1. Відбір записів бортових регістраторів параметрів польоту САРПП-12Г або БУР-4 за 2012..2013 роки загальним обсягом 200 годин польоту з різних в/частин ПС ЗС України, формування таблиць № 1 та № 2.

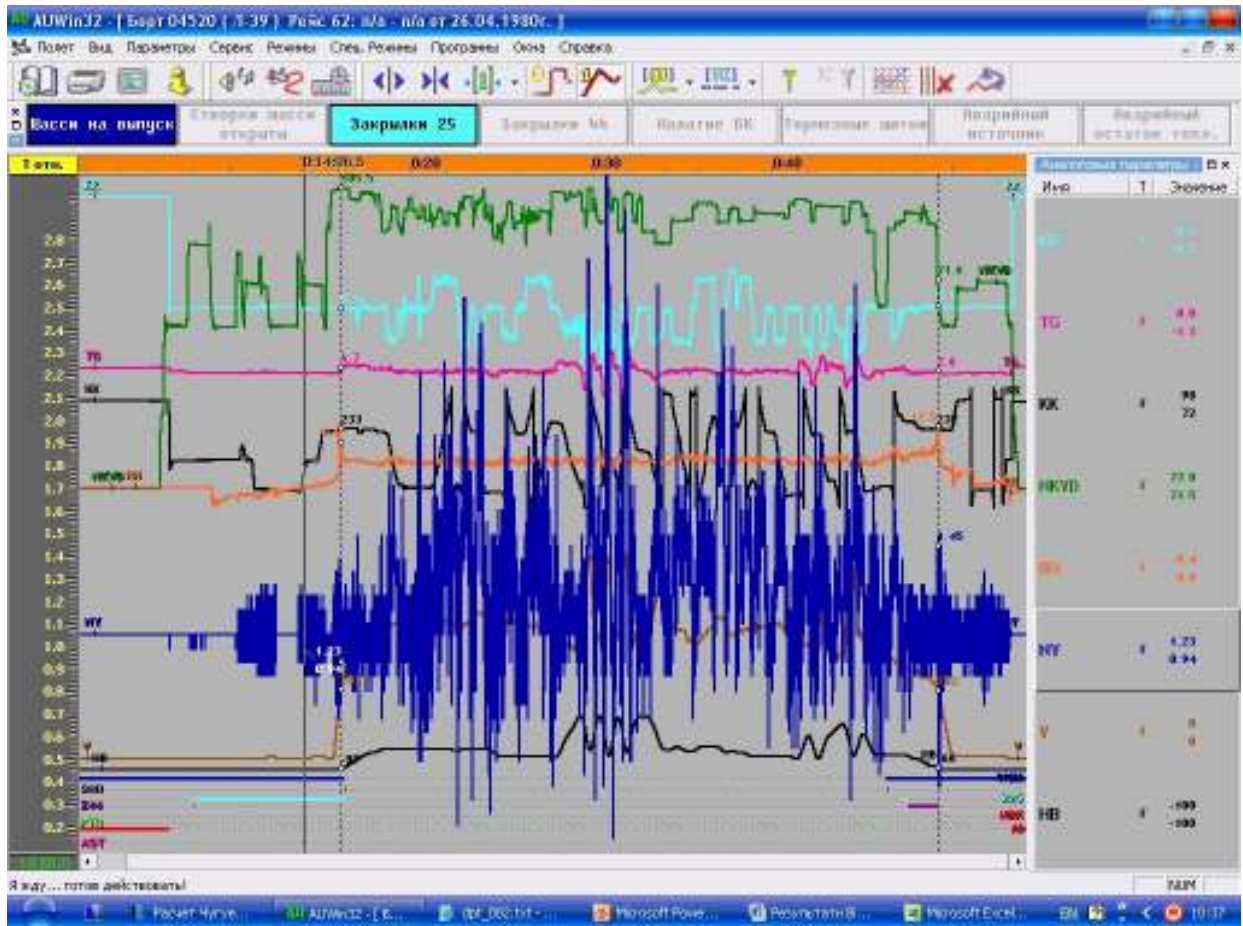


Рис. 2. Інтерфейс програми обробки записів бортових регістраторів параметрів польоту БУР-4

На Рис. 2 зображено приклад дешифрування записів бортового регістратора параметрів польоту БУР-4, що встановлений на літаку Л-39. Ця програма дозволяє наочно побачити зміну параметрів польоту у часі, за допомогою чого можливо збільшити масштаб та скопіювати зміни окремих параметрів в залежності від часу. Так на Рис. 3 представлена відокремлена функція $n_y(t)$ для конкретного польоту виконаного на літаку Л-39 на аеродромі Кульбакіно.

2. Проведення попереднього розподілу відібраних записів на три групи за рівнем максимального перевантаження, яке спостерігалось у запису хоча би один раз для чого:

до першої групи необхідно віднести записи, в яких максимальне перевантаження n_y до 3-х одиниць;

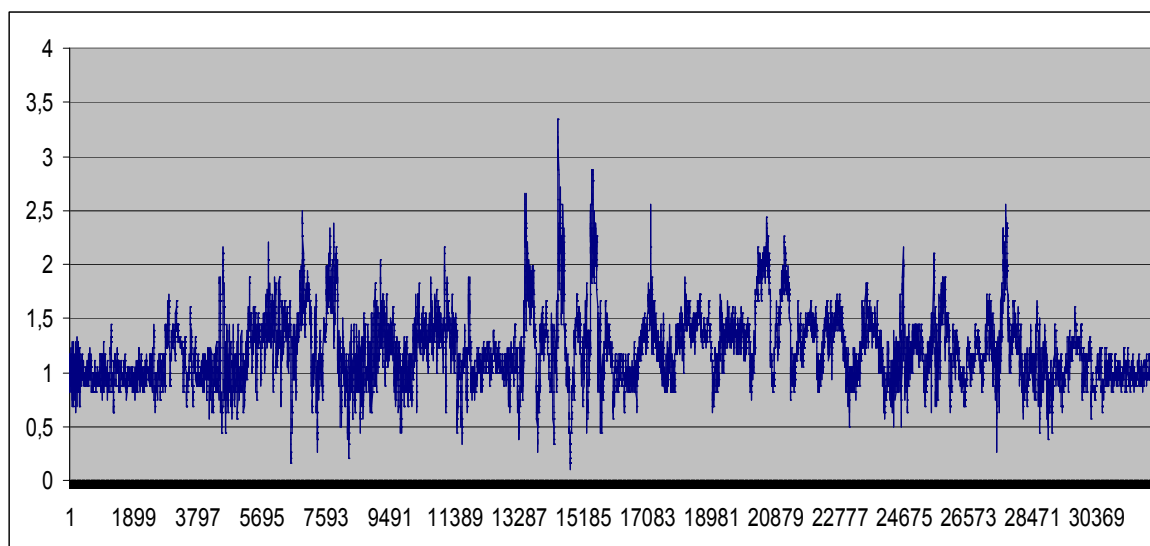


Рис. 3. Запис перевантаження $n_y(t)$ з регістратора БУР-4

до другої групи - віднести записи, в яких максимальне перевантаження n_y перебуває в межах від 3 до 4 одиниць;

до третьої групи - віднести записи, в яких максимальне перевантаження n_y дорівнює та перевищує 4 одиниці.

3. З кожної групи польотних завдань потрібно відібрати випадковим чином по 10 записів (усього 30 польотів, щоб були задіяні усі літаки та усі класності пілотів (Рис. 3)), сформувані таблицю №3 (Рис. 4) для подальшої обробки і проведення розрахунків. Розраховуються коефіцієнти витрати ресурсів KRR_i і еквіваленти витраченого ресурсу EKV_i [6].

Таблиця №3 (зразок)- Полет от 15.06.12 г. самолета Л-39 №831316. Тривалість польоту 1 год. 06 хв. Льотчик Міронов - 1-й клас, в/ч А1404.

№_{екс}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N_y^{max}	2,1	2	1,9	2,1	2	2,3	2,6	2,9	3,1
N_y^{min}	0,9	0,6	0,5	0,8	0,7	0,4	0,6	0,2	2,5
№_{екс}	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N_{yx}^{ma}	3,2	2,6	2,5	3	3	3,1	3,9	2,6	2,7
N_y^{min}	2	1,1	0,9	1,1	0,6	0,8	0,6	0,7	1,4
№_{екс}	19	20	21	22	23	24	25	26	27
N_{yx}^{ma}	2,8	2,7	3,1	3	3,2	3,4	3,3	3,4	3,1
N_y^{min}	1,5	1,4	1,6	1,9	2	1,4	1,5	1,6	1,5

Рис. 4. Результат обробки записів польотного завдання

4. Формування таблиці містить послідовне визначення і запис пікових значень перевантаження n_y , у виконаному польотному завданні.

Прийнятий у роботі метод розрахунку ресурсу містить у собі перевірену багаторічною практикою методику розрахунку ресурсу [1,2,3,6], засновану на лінійній гіпотезі підсумовування втомних ушкоджень, а саме:

використанні наявних характеристик втомної міцності конструкції (це може бути крива втомної міцності матеріалу конструкції з визначеним коефіцієнтом концентрації напружень або реальна крива втомної міцності цієї конструкції, одержана експериментальним шляхом);

аналізі поточної (з використанням даних бортових записів параметрів польоту) або статистичної інформації про повторні навантаження, що діють на конструкцію або її елементи протягом життєвого циклу.

Бортові засоби контролю параметрів польоту несуть інформацію, якої достатньо для розрахунків реальної повторюваності навантажень у польоті.

Всі навантаження, записані бортовими самописцями, систематизуються певним порядком. Найбільше поширення має метод систематизації навантажень, який одержав найменування "метод повних циклів" [1,2,3].

Конкретний політ маневреного літака тривалістю T за сукупністю діючих повторних навантажень може значною мірою відрізнятися від "еталонного" польоту, що покладений виробником в основу розрахунку призначеного ресурсу літака T_p . Коефіцієнт витрати ресурсу в даному типі польотного завдання розраховується за формулою:

$$KRR_i = T / T_p. \quad (1)$$

В загальному випадку величина KRR_i може дорівнювати одиниці, бути більшою, або меншою за одиницю в залежності від інтенсивності навантаження літака в даному типі польотних завдань, тож вести облік витрати ресурсу без урахування цього коефіцієнта, тобто без урахування ступеня навантаженості його конструкції в польоті некоректно. Еквівалент витрати ресурсу дорівнює:

$$EKV_i = KRR_i \cdot tn, \quad (2)$$

де tn – час, витрачений на виконання польотного завдання. Саме ця величина визначає долю накопиченого пошкодження від втоми в даному польотному завданні і саме за нею слід вести облік витрати ресурсу літака.

Втілення системи обліку витрати ресурсу за еквівалентом EKV_i це один із шляхів для збільшення призначених ресурсів і переведення літаків на експлуатацію за технічним станом за ресурсними показниками.

Розрахунки проводились у ДНДІА з застосуванням спеціальної програми на ЕОМ [6]. На Рис. 5,6,7 і 8 наведені отримані результати розрахунків за даними записів засобів об'єктивного контролю (Рис.3) еквіваленту нальоту EKV_i і коефіцієнту витрати ресурсів KRR_i для кожного польотного завдання

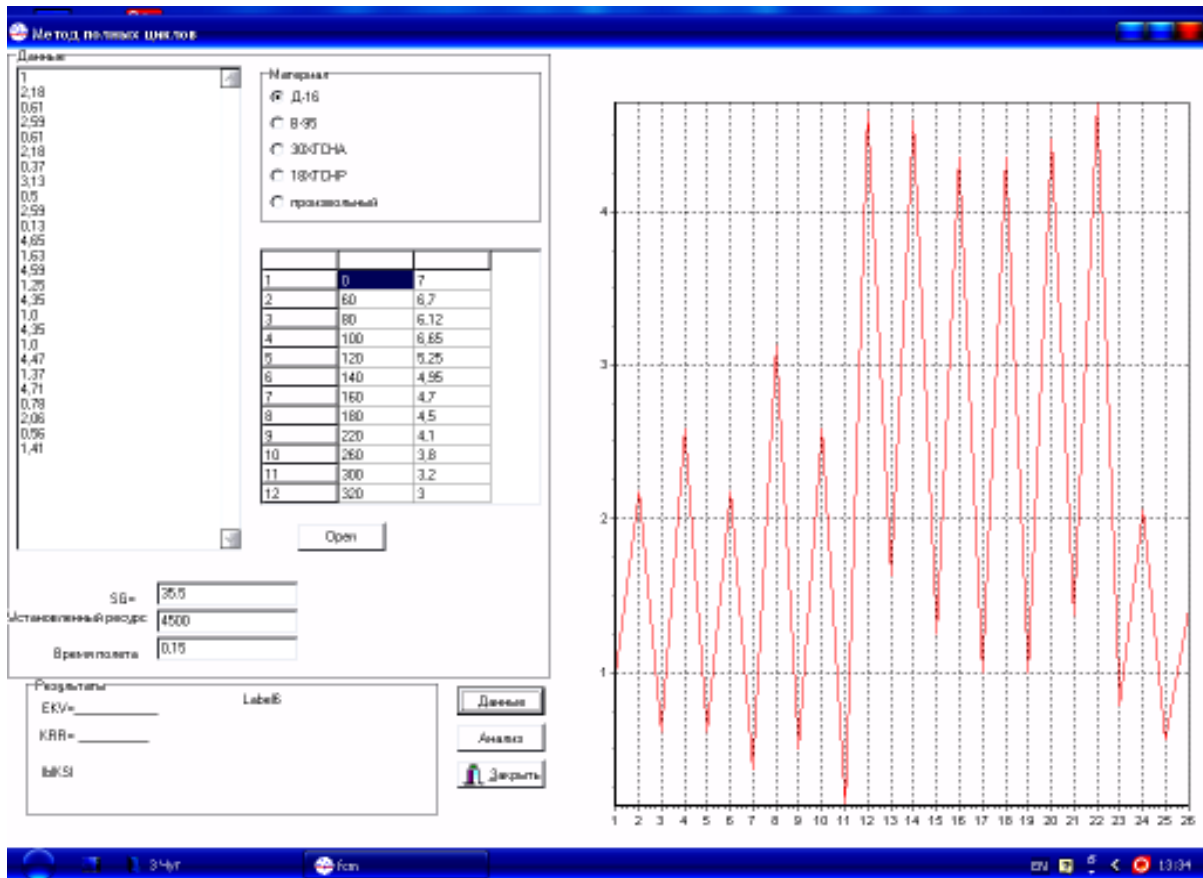


Рис. 5. Интерфейс данных для расчетов

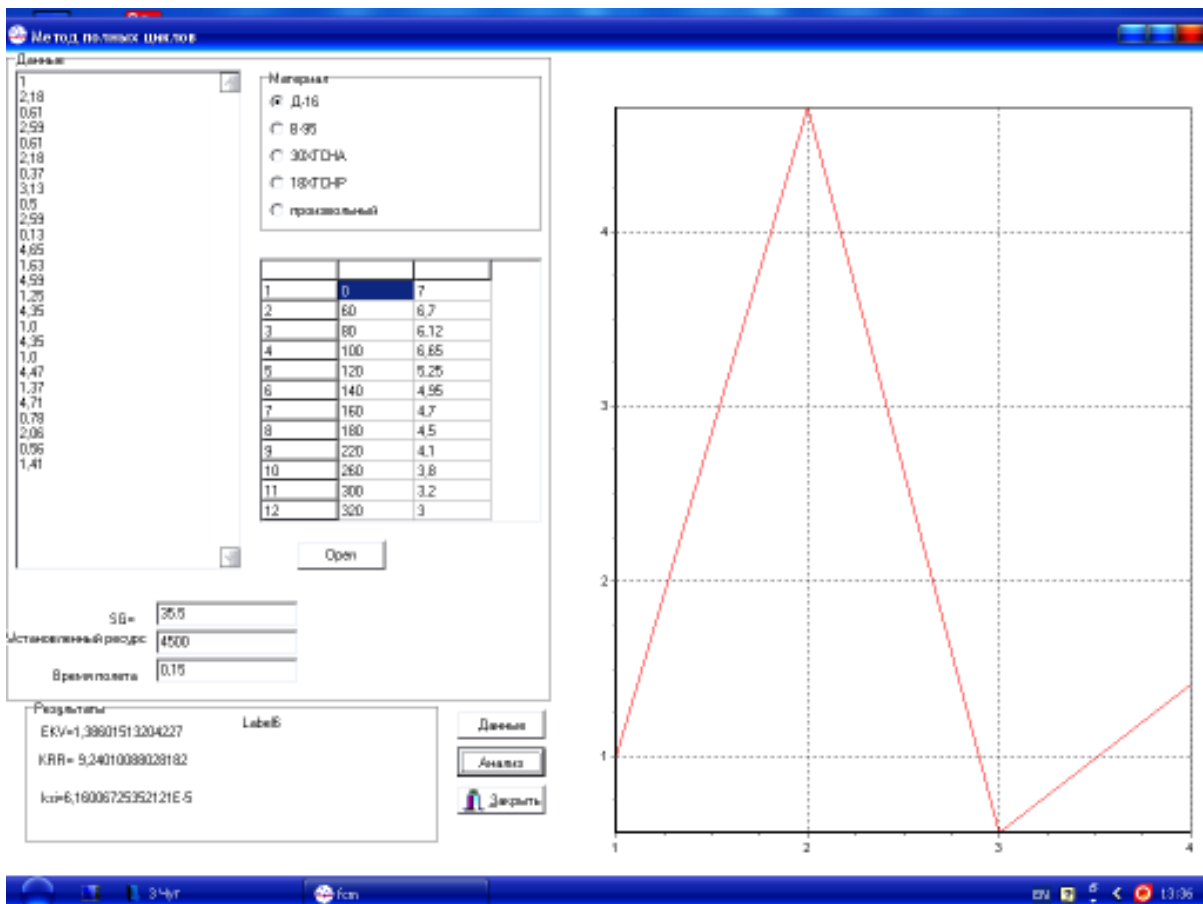


Рис. 6. Интерфейс проведения анализа

Результати розрахунків витрати ресурсу літаків типу Л-39 за даними об'єктивного контролю в/ч А4104 м. Чугуїв

№ з/п	Військова частина	Параметри	Групи польотних завдань			Підсумки у цілому
			Група 1 – без значних маневрів	Група 2 – прості види маневрів	Група 3 – складний пілотаж	
1	А-4104	Розподіл нальоту за групами завдань	118 год 58хв 48,19%	74 год 57 хв 30,36%	52 год 59 хв 21,45%	246 год 54 хв 100%
		Коефіцієнт витрати ресурсу	0,054	0,21	5,05	---
		Еквівалент нальоту	6 год 48 хв	16 год 10 хв	267 год 33 хв	Σ 290 год 13 хв
		Еквівалент / Наліт	290 год 13 хв / 246 год 54 хв			108,60%

Рис. 7. Загальна таблиця розрахунків KRR_i та EKV_i

З наведених результатів розрахунків з'ясована кореляція коефіцієнтів витрати ресурсів KRR_i і еквівалентів нальоту – EKV_i від типу польотних завдань тобто від значень перевантаження n_y .

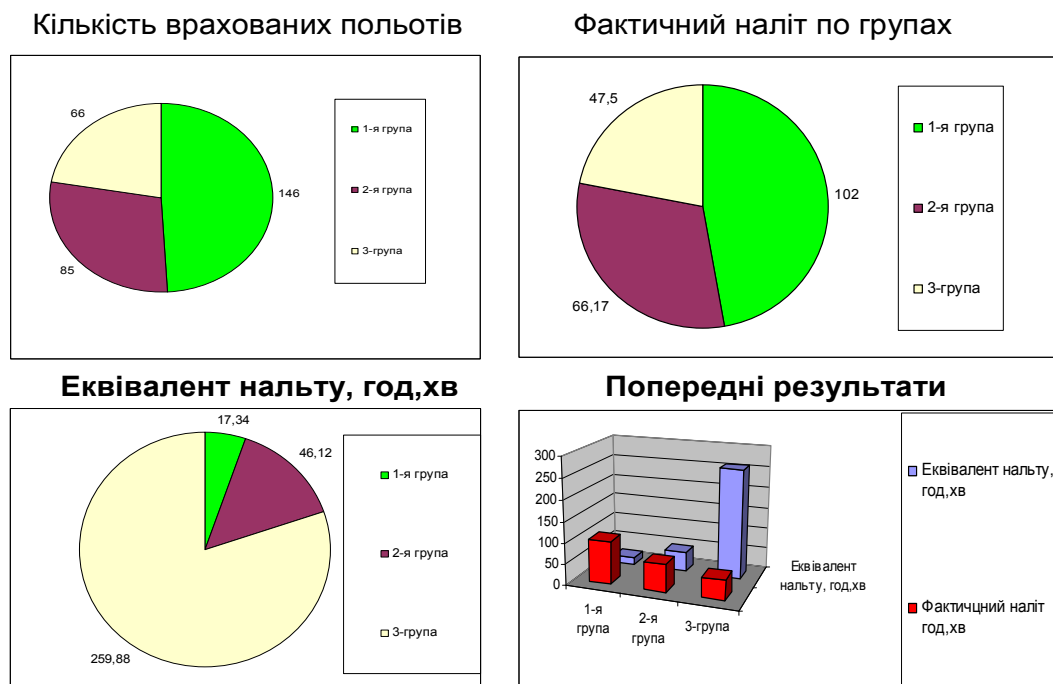


Рис. 8. Підсумкові результати розрахунків EKV_i

Польотні завдання першої групи практично не давали значного внеску у витрату ресурсу силової конструкції літаків типу Л-39. Третя група біль ніж у п'ятеро збільшила еквівалент нальоту у порівнянні з часом перебування літака у повітрі.

При розробці рекомендацій щодо використання учбово-навчальних літаків типу Л-39 необхідно впровадити індивідуальний підхід до розрахунків ресурсних показників за допомогою обробки інформації отриманої від засобів об'єктивного контролю САРПП-12ГМ або БУР-4. Також слід рекомендувати на літаках, обладнаних засобом об'єктивного контролю БУР-4, використовувати розроблену програму для автоматичного розрахунку коефіцієнтів витрати ресурсів KRR_i і еквівалентів нальоту EKV_i та запису цих параметрів у формуляр літака. Для літаків, обладнаних засобом об'єктивного контролю САРПП-12ГМ, слід проводити перерахунки ресурсних показників в залежності від польотного завдання у ручному режимі.

Отримані в ході досліджень результати та розроблена методика може бути використана для удосконалення існуючого механізму обліку витрат ресурсу літаків типу Л-39 і дозволить обґрунтовано підійти до визначення шляхів продовження їх експлуатації.

ЛИТЕРАТУРА

1. Райхер В.Л., Француз Т.А. Рекомендации ЦАГИ по способам расчета усталостных повреждений и оценки ресурса конструкции самолетов. - Отчет ЦАГИ № 711, 1971.- 22 с.
2. Райхер В.Л., Цымбалюк В.И., Лейбов В.Г. Рекомендации по способам расчета повторяемости нагрузок, усталостного повреждения и оценке ресурса конструкции самолета на этапе проектирования. - Труды ЦАГИ, 1974, вып. 1219. - 45 с.
3. Гудков Р.И., Лешаков П.С. Внешние нагрузки и прочность летательных аппаратов. - М.: Машиностроение, 1968, - 258 с.
4. Техническое описание самолета Л-39, 1987 г.
5. Наказ Командувача Повітряних Сил Збройних Сил України № 364 від 02.10.2007 року «Про затвердження Порядку робіт з індивідуального збільшення встановлених показників військової авіаційної техніки, за якою не здійснюється авторський нагляд»;
6. Пашенко С.В. Методологія збільшення ресурсів авіаційної техніки / Пашенко С.В., Хільченко М.Ф., Юхачов В.В. // К.: Збірник наукових праць ДНДІА. – 2012. – 8(15) – с. 161-166

Надійшла до редакції 07.10.2013