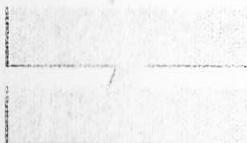


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний авіаційний університет



VIVERE!  
VINCERE!  
CREARE!

Київ 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний авіаційний університет

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

Лабораторний практикум  
для студентів спеціальності 272.01  
«Авіаційний транспорт»

Київ 2019

Укладачі: Р. М. Салімов – доц.,  
Ю. І. Смірнов – доц.,  
Д. В. Попов – асист.

Рецензент М. В. Карускевич – д-р техн. наук, проф.

Затверджено методично-редакційною радою Національного авіаційного університету (протокол № 5/19 від 24.06.2019 р.).

І 741 Інформаційні технології забезпечення процесів  
технічного обслуговування авіаційної техніки: лабораторний практикум / уклад.: Р. М. Салімов, Ю. І. Смірнов,  
Д. В. Попов. – К. : НАУ, 2019. – 40 с.

У лабораторному практикумі наведено методики та порядок виконання лабораторних робіт; запитання та завдання до практичної частини.

Для студентів спеціальності 272.01 «Авіаційний транспорт».

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	5
<b>Модуль I. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМАННЯ ЛЬОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН .....</b>	6
Лабораторна робота 1. Дослідження процесу вибору повітряного судна за допомогою комп’ютерної інформаційно-аналітичної системи технічного маркетингу авіаційної техніки (Частина 1).....	6
Лабораторна робота 2. Дослідження процесу вибору повітряного судна за допомогою комп’ютерної інформаційно-аналітичної системи технічного маркетингу авіаційної техніки (Частина 2).....	10
Лабораторна робота 3. Дослідження особливостей конструкції широкофюзеляжного літака за допомогою комп’ютерної інформаційної системи.....	15
Лабораторна робота 4. Інформаційні технології підтримання збереження льотної придатності авіаційної техніки. (Виконується на ПЕОМ у режимі тестового контролю знань за темами) .....	20
<b>Модуль II. СУЧASNІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЄЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН .....</b>	20
Лабораторна робота 1. Дослідження технічного стану повітряного судна за допомогою комп’ютерної системи «TOP-42» (КС ТОП-42) (Частина 1) .....	20
Лабораторна робота 2. Дослідження технічного стану повітряного судна за допомогою комп’ютерної системи «TOP-42» (КС ТОП-42) (Частина 2) .....	26

<b>Лабораторна робота 3.</b> Дослідження організації наземного обслуговування широкофюзеляжного літака за допомогою комп'ютерних інформаційних технологій (Частина 1).....	31
<b>Лабораторна робота 4.</b> Дослідження організації наземного обслуговування широкофюзеляжного літака за допомогою комп'ютерних інформаційних технологій (на прикладі літака Boeing 787) (Частина 2).....	35
<b>Лабораторна робота 5.</b> Сучасні системи управління організацією технічного обслуговування ПС. (Виконується на ПЕОМ у режимі тестового контролю знань за темами) .....	35
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	39

## ВСТУП

Лабораторні заняття спрямовані на поглиблення знань студентів під час вивчення основних закономірностей процесу інформаційного забезпечення підтримання збереження льотної придатності авіаційної техніки.

Мета лабораторних занять – навчити студентів набувати послідницьких навичок, уміння аналізувати та застосовувати здобуті знання для вирішення практичних завдань.

Тематика лабораторних робіт відповідає програмі курсу.

Роботи можуть бути практичні та тестові комп'ютерні.

Заняття проводяться в комп'ютерних класах кафедри.

Студенти повинні попередньо підготуватись до заняття, використовуючи рекомендовану літературу.

Перевіривши знання з основних теоретичних положень роботи, викладач уточнює порядок виконання лабораторного заняття та доводить до відома завдання, які повинні вирішити студенти у процесі виконання лабораторної роботи.

Студенти, що показали слабку теоретичну підготовку, або запізнилися, до лабораторного заняття не допускаються.

Лабораторні заняття виконуються бригадами студентів, по 1–3 студенти на кожному комп'ютері і під керівництвом викладача.

Після виконання роботи студенти в аудиторії остаточно оформлюють звіти з лабораторного заняття.

Наприкінці викладач проводить опитування та атестує студентів.

**Модуль I**  
**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМАННЯ ЛЬОТНОЇ**  
**ПРИДАТНОСТІ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

**Лабораторна робота 1**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА**  
**ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-**  
**АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО МАРКЕТИНГУ**  
**АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**  
**(Частина 1)**

**Мета:** набути практичних навичок працювати з комп'ютерними інформаційними базами даних цивільних повітряних суден (ПС).

**Основні завдання:** ознайомитися зі складом і режимами роботи інформаційно-аналітичної системи технічного маркетингу авіаційної техніки.

**Основні теоретичні відомості**

Інформаційна технологія – поєднання процедур, що реалізовують функції збирання, отримання, нагромадження, зберігання, оброблення, аналізу і передавання інформації в організаційній структурі з використанням засобів комп'ютерної техніки, або сукупність процесів циркуляції і перероблення інформації та синтез цих процесів. Інформаційна технологія базується і залежить від технічного, програмного, інформаційного, методичного та організаційного забезпечення. Технічне забезпечення – це персональний комп'ютер, оргтехніка, ліній зв'язку, обладнання мереж. Програмне забезпечення, яке безпосередньо залежить від технічного та інформаційного забезпечення, реалізовує функції нагромадження, оброблення, аналізу, зберігання, інтерфейсу з комп'ютером. Інформаційне забезпечення – сукупність даних, поданих у певній формі для комп'ютерного оброблення. Організаційне та методичне забезпечення являють собою комплекс заходів, спрямованих на функціонування комп'ютера і програмного забезпечення для отримання бажаного результату.

Основними властивостями інформаційної технології є:

- доцільність;
- взаємодія із зовнішнім середовищем;
- цілісність;
- розвиток у часі;
- наявність компонентів і структури.

Комп'ютерна інформаційно-аналітична система технічного маркетингу призначена для отримання інформації про типи ПС і авіаційних двигунів, реєстраційні знаки ПС і заводські номери авіаційної техніки (AT), бази технічного обслуговування (ТО) і т. ін.

**Обладнання, пристлади та матеріали**

Робота виконується в комп'ютерному класі кафедри за НЕОМ.

**Послідовність виконання роботи**

У першій частині лабораторної роботи студенти під керівництвом викладача і використовуючи вбудовану в систему функцію допомоги «HELP», ознайомлюються з основними функціями системи (для прикладу рис. 1.1-1.7), послідовно вибираючи завдання в меню, увівши номер завдання в поле «select».

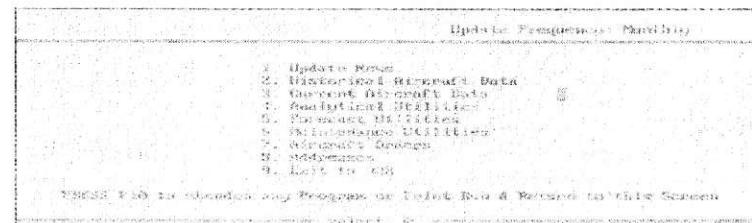


Рис. 1.1. Центральне меню системи

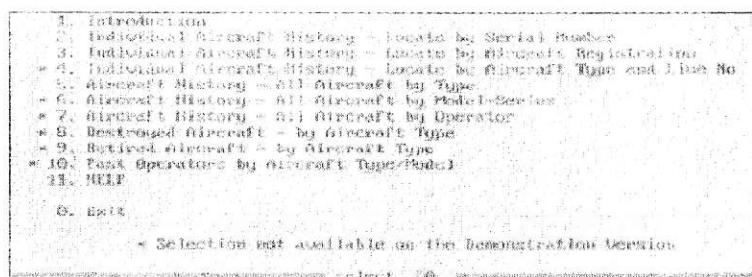


Рис. 1.2. Меню історичних даних ПС

The Aircraft History file contains complete historical records including aircraft which have been written-off or retired for the following aircraft types and/or model-numbers:	
AIRBUS	A300, A300B, A310, A320
ATR	ATR42, ATR72
BAC	BAC 1-16, 1-11 (1-11 Operator history, composite best net hours and cycles by each operator)
BAE	BAE146
BOEING	707, 720, 737, 747, 767, 787
CASA	1112, 212 (CASA own composite)
DASSAULT	DC3, DC4, DC10, MD80, MD11
EMBRAER	E190
FOKKER	F27, F28, F50, F70
IAF	1112
LOCKHEED	L1011 (Information not complete due all destroyed aircraft)
SAAB	340, 341
SPIKE	330, 360

Рис. 1.3. Меню типів ПС

Type	Model	Serial
ATR72	ATR72-200-P-07	0108
ATR72	ATR72-200-P-07	0109
ATR72	ATR72-200-P-07	0126
ATR72	ATR72-200-P-07	0126
ATR72	ATR72-200-P-07	0140
ATR72	ATR72-200-P-07	0145
ATR72	ATR72-200-P-07	0145
ATR72	ATR72-200-P-07	0147
ATR72	ATR72-200-P-07	0147
ATR72	ATR72-200-P-07	0150
ATR72	ATR72-200-P-07	0150

Рис. 1.4. Меню вибору серійних номерів типу ПС

Individual Aircraft History				
Type: ATR72	Model: ATR72-200-P-07	Serial No: 0108		
Operator	In Service	Flying Hours	Landings	
ATLANTIC AIRWAYS	18/01/1987	29/03/1992	719	646
ATLANTIC LITURISAL	20/03/1992	31/03/1993	1863	1842
Total Disclose Hours: 2577 Landings: 2482 (to 31-03-1993)				
Current Model Series: ATR72-200-P-07 Current Registration: F-GIGI				
Total Owner: C.I.E REPASO FRANCE				
on Part 36 Maintenance Stage: 3 Latest Data Reference Date: 31/03/1993				

Рис. 1.5. Екран індивідуальних даних ПС

Individual Aircraft History				
Type: 146	Model: 146-100	Serial No: HS1002		
operator	In Service	From	To	Flying Hours Landings
PACIFIC SOUTHWEST AIRLINES	12/10/1982	17/03/1985		1332 1240
BAA	17/03/1985	09/05/1986		0 0
ROYAL GAST	09/06/1986	28/05/1987		1058 2197
BAA	28/05/1987	29/06/1987		0 0
NON-AIR SERVICES	29/06/1987	16/11/1987		385 371
BAA	16/11/1987	04/12/1987		0 0
AMERICAN AIRLINES	04/12/1987	14/02/1988		373 329
BAA	14/02/1988	05/06/1991		2527 4029

Рис. 1.6. Екран інформації про експлуатанта ПС

Aircraft Type - Historical Utilization Summary		
Type: 146	First Service: 01/01/1984	
Total: 146 produced = 286 (to 30-03-1993)		
Total 146 destroyed = 5		
Total 146 retired = 0		
	Flying Hours	Landings
Destroyed Aircraft:	19563	12794
Retired Aircraft:	0	0
A/C In Service:	2936346	2363075
Fleet Total:	3166900	2315779 (to 30-03-1993)
	Total 146 currently in service = 263	
	Average age: 5.03 years	
	Average fuselage flying hours: 7971	
	Average fuselage landings: 8757	

Рис. 1.7. Екран сумарної інформації про тип ПС

## Сформування результатів роботи

Звіт має містити:

- найменування та мету роботи;
- перелік завдань, які вирішує система;
- висновки.

## Запитання та завдання для самоперевірки

1. Поясніть термін «інформаційна технологія».
2. На чому базується і від чого залежить інформаційна технологія?

3. Поясніть основні властивості інформаційної технології.
4. Назвіть основні завдання, які вирішує система.
5. Назвіть основні функції системи.

Джерела: вбудована допомога «HELP» у комп'ютерну систему.

### Лабораторна робота 2

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИБОРУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО- АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО МАРКЕТИНГУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ (Частина 2)

**Мета:** набути практичних навичок з оптимального вибору типу і серійного номера ПС для виконання польотів по заданому маршруту з використанням комп'ютерних інформаційних технологій.

#### Основні завдання

1. Вибрати тип ПС для виконання заданого маршруту.
2. Вибрати серійний номер ПС для виконання заданого маршруту.
3. Провести перевірку технічних і ресурсних даних обраного ПС.
4. Вибрати місце технічного обслуговування ПС.

#### Основні теоретичні відомості

Стратегічні цілі авіакомпаній визначають вибір ПС. Першоосновою для визначення типу ПС є передбачувана мережа маршрутів авіакомпанії і найвигідніша дальність польотів кожного ПС, за якої собівартість 1 ткм буде мінімальною. Важливе значення має вибір форми фінансування придбання ПС. Найбільшого поширення набув операційний лізинг, відповідно до якого авіакомпанія орендує на декілька років ПС, після чого повертає його лізингодавцю. Обов'язком виробника ПС є визначення його залишкової вартості і надання гарантій збереження залишкової вартості на момент здачі ПС авіакомпанією. Найважливішими проблемами лізингодавця залишаються недостатня ліквідність ПС на вторинному ринку, необхідність формування адекватної системи підтримання льотної придатності і післяпродажного обслуговування ПС (у тому числі постачання запчастинами, поставка тренажерів і навчання персоналу, гарантій льотно-технічних характеристик і льотної придатності ПС) під час усього його життєвого циклу. Після вибору типу ПС авіа-

компанія визначає цільовий сегмент на кожному напрямку для розрахунку кількості посадкових місць і конфігурації салону. Далі слід просканувати і інші чинники, наприклад умови придбання ПС і його ціну, рівні шуму та шкідливої емісії двигунів тощо.

#### Обладнання, пристлади та матеріали

Робота виконується у комп'ютерному класі кафедри на ПЕОМ.

#### Послідовність виконання роботи

1. Ограти індивідуальне завдання від викладача (маршрут рейсу).
2. Виконати лабораторну роботу під керівництвом викладача і використовуючи вбудовану в систему функцію допомоги, послідовно вибирати завдання в меню увівши номер завдання в поле «select» (для прикладу рис. 2.1-2.9).
3. За допомогою системи і Інтернет провести пошук типу та реєстраційного знака ПС, типу і заводського номера АД, які будуть взяті в лізинг для виконання рейсів по заданому маршруту.

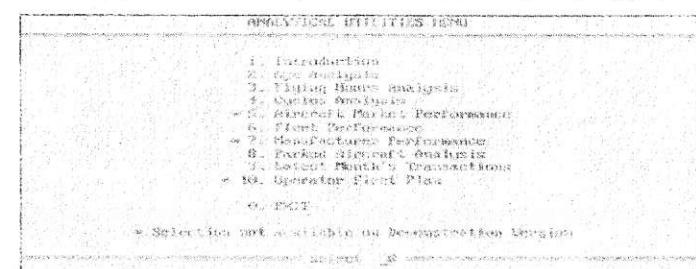


Рис. 2.1. Меню аналітичної утиліт системи

Best Aircraft Configuration for Type & Forecast Fleet		
Forecast Type: 100% of total flights, Date: 2016-01-01		
Age, Years	Number of Aircraft	% of Total
< 5	262	26.8
> 5 & < 10	61	23.4
> 10 & < 15	0	0.0
> 15 & < 20	0	0.0
> 20 & < 25	0	0.0
> 25 & < 30	0	0.0
> 30 & < 35	0	0.0
Total	963	100.0

selected Fleet Type: B737 MAX

Select the preferred Fleet Type: B737 MAX

Рис. 2.2. Екран результатів аналізу за віком типів ПС

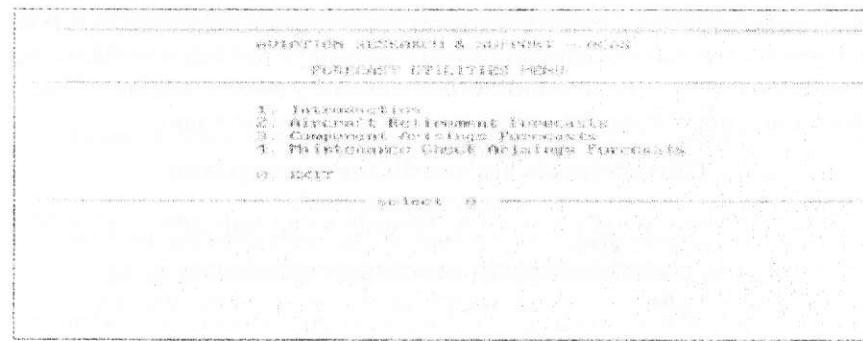


Рис. 2.3. Меню вибору завдань утиліти прогнозу стану ПС

Parameter Type: M20		Delta Reference Date: 20-02-1993			
Initial Parameters: Prod ID: CPG-500		Initial Parameters: Order ID: CPTG-10000001, Location: 00000001			
Initial Parameters: Order ID: CPTG-10000001, Location: 00000001		Initial Parameters: Order ID: CPTG-10000001, Location: 00000001			
<b>Material</b>					
Batter Strength:	1993	1994	1995	1996	1997
First Production:	0	0	0	0	0
New Model:	10	10	10	10	0
Loss in Strength:	100	200	300	400	500
Current Strength:	0	0	0	0	0
<b>Forecast</b>					
Batter Strength:	1993	1994	1995	1996	1997
First Production:	0	0	0	0	0
New Model:	10	10	10	10	0
Loss in Strength:	100	200	300	400	500
Current Strength:	0	0	0	0	0
<b>Productivity</b>					
First Line Product:	1993	1994	20000	20000	20000
New Model:	0	0	0	0	0
Loss in Productivity:	100	100	100	100	100
Current Productivity:	0	0	0	0	0
<b>Financials</b>					
Net Income:	1993	1994	20000	20000	20000
New Model:	0	0	0	0	0
Loss in Income:	100	100	100	100	100
Current Income:	0	0	0	0	0
<b>Annual Hours and Cycles per Aircraft</b> Generated by ZG Compound 3					
Number of years from 19-02-1993					Send to Printer-Print-Print

Рис. 2.4. Екран аналізу стану типу ПС

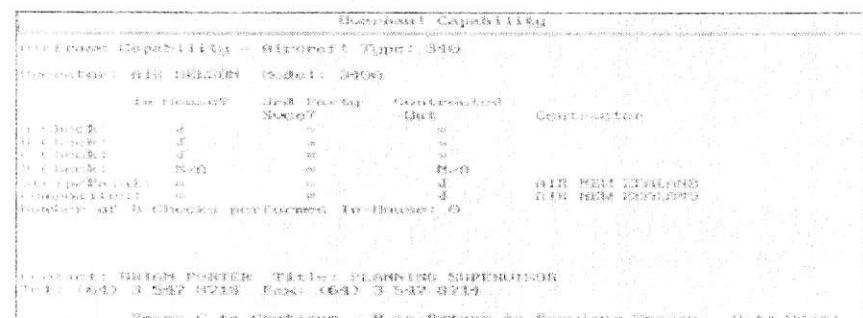


Рис. 2.5. Екран форм технічного обслуговування ПС

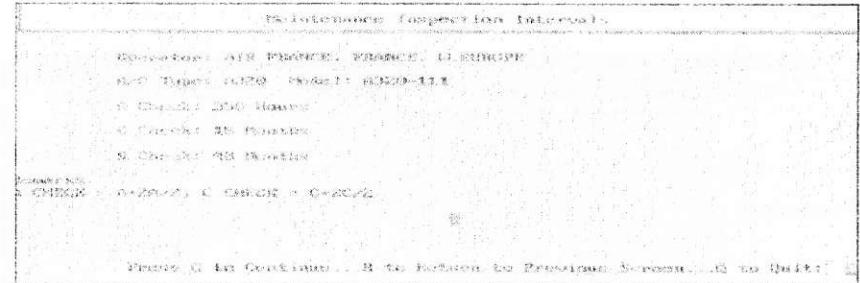


Рис. 2.6. Екран періодичності форм технічного обслуговування ПС

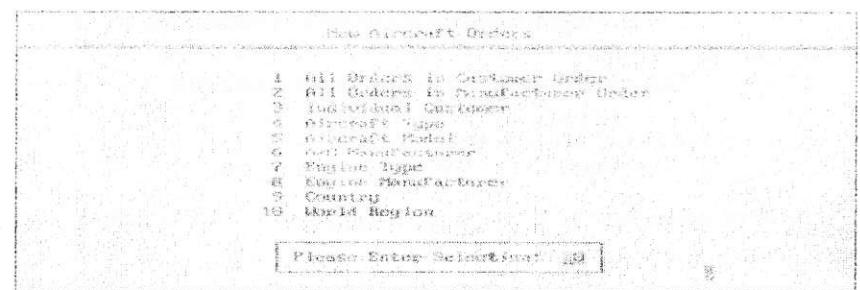


Рис. 2.7. Меню выбору замовлень

Рис. 2.8. Екран аналізу даних парку ПС авіакомпаній

New Aircraft Model		Old Aircraft Model		Total
Detail	Count	Detail	Count	Detail
3. GE MELAKA AIRLINES		C96-80C2B1F-TRU-752-466		11

Рис. 2.9. Екран аналізу даних по авіакомпанії

### Оформлення результатів роботи

Звіт має містити такі дані (протокол):

1. Група.
2. Студенти.
3. Маршрут.
4. Тип ПС і його дані.
5. Тип авіаційного двигуна і його дані.
6. Місце ТО ПС.
7. Місце ремонту ПС.
8. Місце ТО АА.
9. Місце ремонту авіаційних двигунів.
10. Дані ПС (реєстраційний знак ПС і ресурси).
11. Дані авіаційного двигуна (Заводські номери і ресурси).

### Запитання та завдання для самопревірки

1. Що таке технічний маркетинг авіаційної техніки?
  2. Хто призначає маршрути для авіакомпаній?
  3. Наведіть параметри, за якими експлуатант вибирає ПС.
  4. Наведіть параметри, за якими експлуатант вибирає авіаційний двигун для ПС.
  5. Наведіть параметри, за якими експлуатант вибирає місце ТО.
- Джерела: вбудована допомога «HELP» у комп'ютерну систему.

### Лабораторна робота 3

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙ ШИРОКОФЮЗЕЛЯЖНОГО ЛІТАКА ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Мета: ознайомитися з новими авіаційними технологіями і конструктивними рішеннями за допомогою комп'ютерної інформаційної системи.

#### Основні завдання

1. Ознайомитися з новими авіаційними технологіями і конструктивними рішеннями, реалізованими під час створення сучасного широкофюзеляжного літака (на прикладі літака A380).
2. Виконати порівняльний аналіз конструктивних рішень аналогічних старих літаків і літака A380.
3. Зібрати матеріал для дипломного проекту.

#### Основні теоретичні відомості

Аеробус A380 – це широкофюзеляжний реактивний пасажирський літак. Пасажирський салон літака складається з двох палуб. Завдяки своїм розмірам і великій місткості літак є найбільшим пасажирським лайнером у світі. Силова установка літака складається із чотирьох двигунів. Залежно від модифікації це Trent 900 фірми Rolls-Royce (для Airbus A-300-800), або ж GP7000 фірми Engine Alliance (для інших модифікацій аеробуса).

Літак A380, створений на основі новітніх досягнень науки і техніки в галузі матеріалів, бортових систем і виробничих процесів, відповідає найвищим міжнародним сертифікаційним вимогам. У конструкції аеробуса A380 широко використовуються композитні матеріали – метали і пластмаси, армовані скловолокном, вуглецевим і кварцовим волокном. Також широко використовуються нові зварювані алюмінієві сплави, які, в поєднанні зі зварюванням лазерним променем, дозволило позбутися заклепок. У січні 2012 р. на кориусі крил були виявлені мікрогрізини.

В умовах обмежуваного зростання обсягу перевезень здатність A380 перевозити більше пасажирів допоможе полегшити навантаження на аеропорти без виділення частот для додаткових літаків. Істотне зменшення створюваних A380 шуму і шкідливих викидів дасть змогу мінімізувати вплив літака на навколошине середовище.

Завдяки оснащенню двигунами нового покоління, удосконалений конструкції крила і шасі A380 не тільки відповідає обмеженням за шумом, але він значно тихіший від конкуруючого літака, у якого рівень шуму на зльоті вдвічі вищий.

Екологічність A380 не обмежується низьким рівнем шуму. Завдяки зниженню маси за рахунок виключно широкого використання композиційних матеріалів і легких сплавів удається значно підвищити паливну ефективність Аеробус A380. Він споживає на 12 % менше палива, ніж його конкурент, що знижує вплив викидів газів двигунів на атмосферу.

A380 став першим далекомагістральним лайнером, що витрачає менше ніж три літри палива на перевезення пасажира на 100 км. Ця величина порівнянна з витратою палива на сучасних економічних легкових автомобілях.

#### *Обладнання, прилади та матеріали*

Робота виконується в комп'ютерному класі кафедри на ПЕОМ. Для прослуховування мовної інформації студенти використовують навушники.

#### *Послідовність виконання роботи*

Студенти під керівництвом викладача і використовуючи вбудовану в систему функцію допомоги «HELP», послідовно вибираючи завдання в меню, вивчають особливості конструкції широкопролітного літака і технології, які застосовуються під час його виготовлення (для прикладу рис. 3.1–3.9).



Рис. 3.1. Центральне меню системи

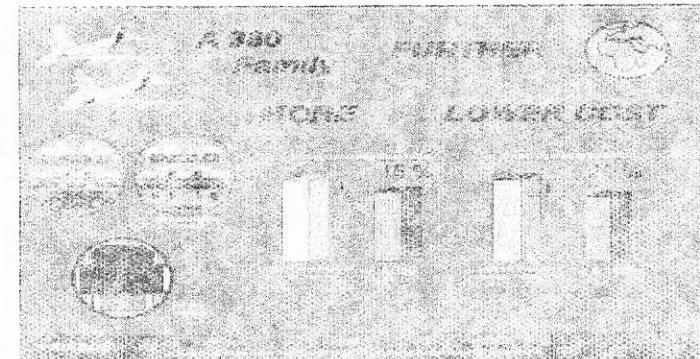


Рис. 3.2. Перевіяння операційних витрат

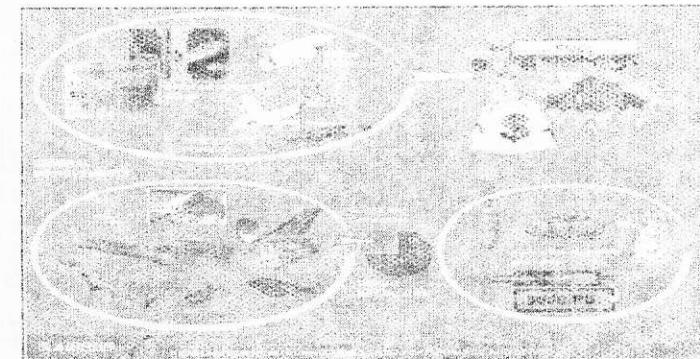


Рис. 3.3. Загальне складання

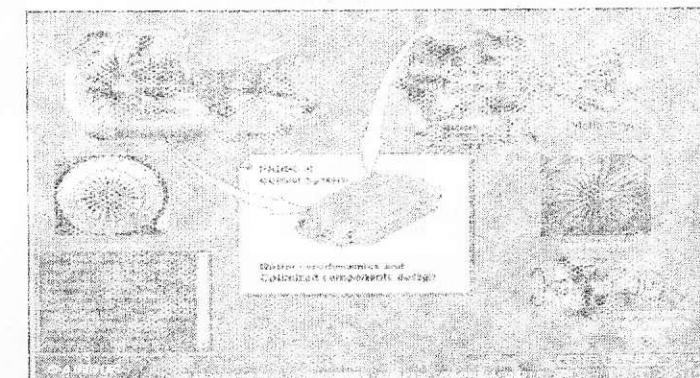


Рис. 3.4. Експлуатація двох типів двигуна

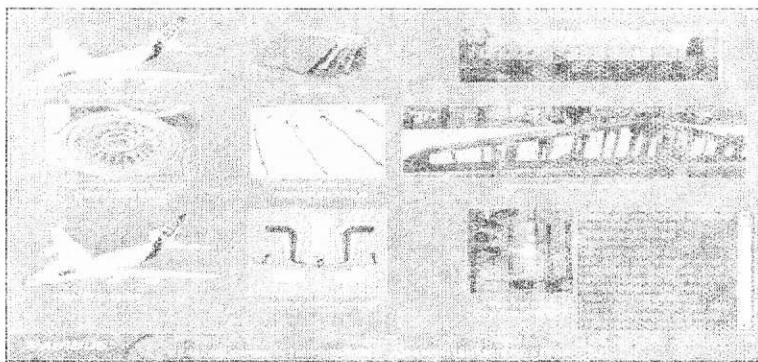


Рис. 3.5. Нові матеріали

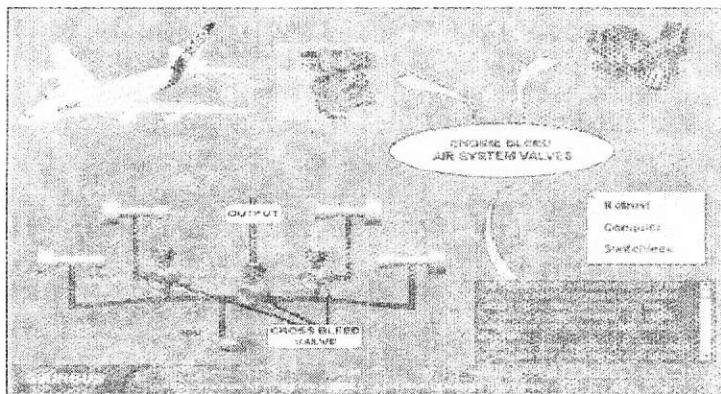


Рис. 3.6. Особливості повітряної системи

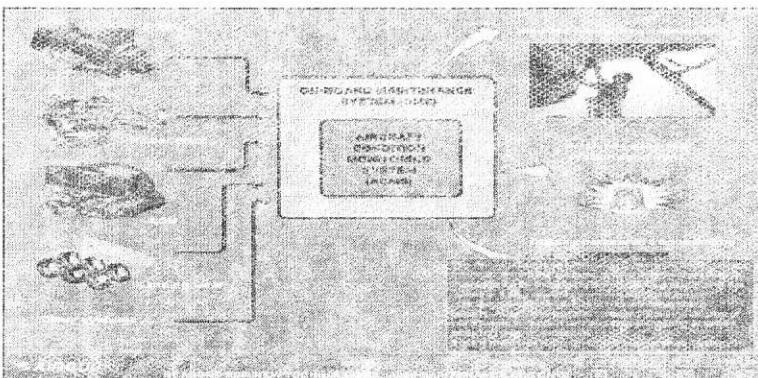


Рис. 3.7. Система технічного контролю

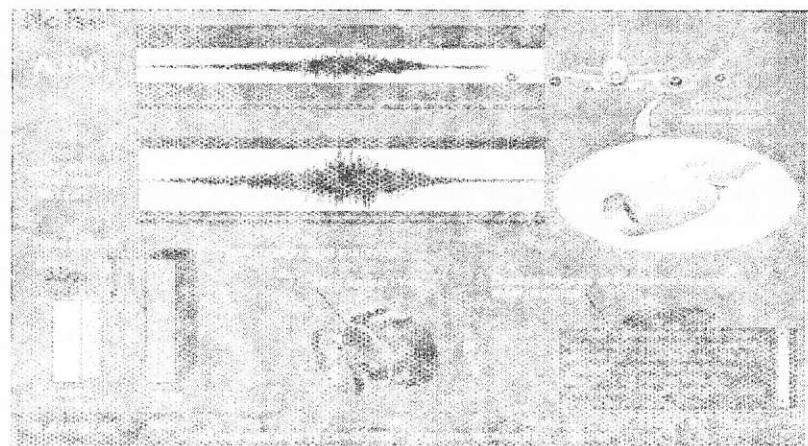


Рис. 3.8. Новий дизайн і матеріали

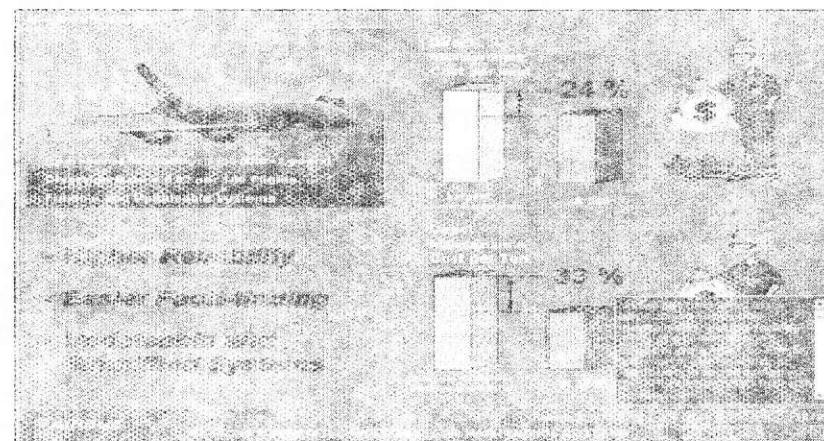


Рис. 3.9. Витрати на ТО

### Оформлення результатів роботи

Звіт має містити:

- найменування та мету роботи;
- перелік нових технологій, що застосовуються під час виготовлення аеробуса А380;
- основні відмінності функціональних систем А380;
- висновки.

### **Задання та завдання для самоперевірок**

1. Назіть нові матеріали, що застосовуються при виготовленні літака А380.
2. Які нові конструктивні рішення застосовано в гідралічній системі літака А380?
3. Які нові конструктивні рішення застосовано в повітряній системі А380?
4. Які нові конструктивні рішення застосовано в шасі літака А380?
5. За рахунок чого поліпшено екологію літака А380?

Джерела: вбудована допомога «HELP» у комп'ютерну систему.

### **Лабораторна робота 4**

#### **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДТРИМАННЯ ЗВЕРЕЖЕННЯ ЛІТОТНОЇ ПРИДАТНОСТІ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ. (ВИКОНУЄТЬСЯ НА ПЕОМ У РЕЖИМІ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА ТЕМАМИ)**

#### **Модуль II СУЧASNІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЮ ТЕХNІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

### **Лабораторна робота 1**

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХNІЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ «TOP-42» (КС TOP-42) (Частине 1)**

Мета: набути навичок практичної роботи з комп'ютерними системами діагностування; ознайомитися з комп'ютерною системою «TOP-42».

#### **Основні завдання**

1. Ознайомитися зі складом і режимами роботи КС «TOP-42».
2. Ознайомитися з електронним обліком формуллярних даних ПС, АТ, ВСУ і агрегатів літака.

#### **Основні теоретичні відомості**

Комп'ютерна система «TOP-42» призначена для вдосконалення і автоматизації етапів процесу діагностування двигунів Д-36, функцій

обліку, контролю, планування вироблення ресурсу авіаційної техніки, формування змінно-добових завдань, завдань на ТО.

Комп'ютерна система «TOP-42» автоматизує такі функції:

- оброблення параметрів, що реєструються екіпажами в польоті за алгоритмами методики ЗГПМ-5.2;

- аналіз відповідності отриманих результатів системі допусків;
- видача діагностичних повідомлень по парку двигунів Д-36;

- видача інформації за запитуваним двигуном у вигляді діаграм, таблиць і графіків за будь-який період його експлуатації;

- облік напрацювань літаків, двигунів, допоміжних силових установок, агрегатів;

- формування завдання на ТО за оперативними і періодичними формами;

- формування списків агрегатів (поточний, за типом, за контрольним діапазоном, перспективний);

- формування довідкової інформації про спеціальні роботи (доопрацюванням, разовою перевіркою, бюллетенями, особливим контролем), ТО агрегатів і т.ін.

Двигун Д-36 – двоконтурний, тривальний, турбореактивний з високими ступенями двоконтурності і підвищеним тиску в компресорах. Двигун встановлений на літаках Як-42, Ан-72 і Ан-74. Д-36 – один з найбільш економічних двигунів і перший вітчизняний авіадвигун модульної конструкції. 12 модулів двигуна та численні агрегати, установлені на ньому, є конструктивними елементами, які можуть бути зняті на авіаційно-технічній базі з метою їх відновлення або заміни. Модульність конструкції значно розширяє можливості корування станом двигуна в експлуатації.

Компресор циклуна – основний, трикаскадний, складається з одноступеневого надзвукового вентилятора, шестиступеневого низького тиску і семиступеневого компресора високого тиску. За робочим колесом вентилятора посік ділиться на два контури. Між компресором низького тиску і компресором високого тиску розташований переходний патрубок. Камера згоряння – кільцевого типу з 24 наливними форсунками. Турбіна двигуна – основна, реактивна, трикаскадна, складається з одноступеневих турбін високого і низького тиску і триступеневої турбін вентилятора. Реактивні сопла внутрішнього і зовнішнього контурів нерегульовані. Система відбору повітря включає в себе:

- відбір повітря після четвертого ступеня компресора низького тиску, переходного патрубка, третього і сьомого ступенів компресора високого тиску на внутрішні потреби;

— перепуск повітря з компресора низького тиску і компресора високого тиску для підвищення газодинамічної стійкості компресорів на низьких режимах.

Від ротора високого тиску відбирається потужність на привід агрегатів. Система регулювання двигуна – однофакторна. Регульовальний чинник – витрата палива. Регульовальний параметр – сумарний ступінь підвищення тиску  $P_k$ , певне значення якого відповідає кожному положенню важеля керування двигуном і коригується залежно від тиску гальмування на вході у двигун висотним коректором. Крім усірежимного регулятора величини  $P_k$  двигун оснащений обмежувачами частоти обертання ротора вентилятора  $n_0$  і температури газів за турбіною низького тиску  $t_{\text{ти}}$ , причому ступеневе налагування останнього залежить від режиму роботи.

## *Обладнання, пристрії та матеріали*

Робота виконується у комп'ютерному класі кафедри на ПЕОМ.

### **Послідовність виконання роботи**

1. Перед початком виконання роботи бригада студентів отримує індивідуальне завдання (бортовий номер літака).
  2. Студенти під керівництвом викладача і використовуючи вбудовану в систему функцію допомоги «HELP», ознайомлюються з основними функціями системи (для прикладу рис. 1.1–1.7).
  3. За бортовим номером літака студенти за допомогою комп’ютерної системи «TOP-42» досліджують формулярні дані планера, авіадвигунів, допоміжної силової установки, агрегатів і аналізують їх ресурсний стан.

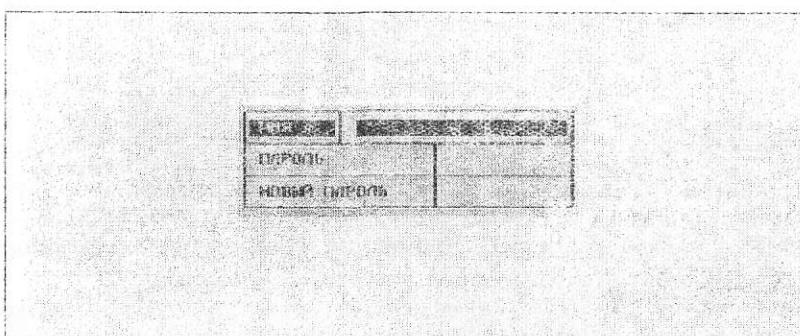


Рис. 1.1. Вхід у систему за паролем

<p>СОВА КОМПЕКТ-ПОЛКА СИСТЕМЫ СВЯЗИ ООО БЕЛГЛОБС СЕРВИС БЕЛГЛОССИ</p>	<p>2017-01-10 00:00:00</p>	<p>СОВА-КОМПЕКТ-ПОЛКА СИСТЕМЫ СВЯЗИ ООО БЕЛГЛОССИ БЕЛГЛОССИ</p>	<p>БЕЛГЛОССИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ ООО БЕЛГЛОССИ</p>	
		<p>СОВА-КОМПЕКТ-ПОЛКА СИСТЕМЫ СВЯЗИ ООО БЕЛГЛОССИ БЕЛГЛОССИ</p>		
		<p>СОВА-КОМПЕКТ-ПОЛКА СИСТЕМЫ СВЯЗИ ООО БЕЛГЛОССИ БЕЛГЛОССИ</p>		

Рис. 1.2. Меню перегляду формульних даних

Рис. 1.3. Формуванні дзвінка плавера лігака

STATE DEPARTMENT PECUNIAS BC				
GRANDEUR BUREAU	GRANDEUR BUREAU	GRANDEUR BUREAU	GRANDEUR BUREAU	GRANDEUR BUREAU
42,333	12,333	42,333	42,333	42,333
GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM
42,333	12,333	42,333	42,333	42,333
GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM
42,333	12,333	42,333	42,333	42,333
GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM	GRANDEUR TELEGRAM
42,333	12,333	42,333	42,333	42,333
GRANDEUR PECUNIAS COTON CHOCOLAT				
GRANDEUR PECUNIAS				
42,333	12,333	42,333	42,333	42,333

Рис. 1.4. Ресурсні дані планера літака

СВЯЩЕННОЕ ПОСЛАНИЕ ПАПЫ РИЧАРДА ВОЛФАРДА						
ПОРТНЫЙ НОМЕР	ПРИБЫТИЕ	ВСЕ САКРЕЛЕТЫ	ЧИСЛО ПОДПИСЬЮЩИХ ПОДПИСЬ	СТАВ МОЛД		
12339	10/08/07	20-42	001429	42 373	11/08/07	
ВИДЕО	ОБРАЗ	ПОСЫПКА	ВИДЕО	ПОСЫПКА	ПОСЫПКА	
ВОРОБЕЙЧИК	СИНЕЕ	ЖЕЛТЫЙ	ПАРАДОКС	ЖЕЛТЫЙ	ПОСЫПКА	
ВОЛЧАНИК ГИГ	4990	2509	ИСКУССТВО ОВР			
ТЕКСТОВЫЙ ГИГ	7730	28	3215	ТЕКСТОВЫЙ ГИГ		
С НАЧАЛОМ ГОДА	5	46	3	С НАЧАЛОМ ГОДА	313	38
К ПОСЛЕДНІЙ "Т"	2669	33	3642	К ПОСЛЕДНІЙ "Т"	7610	39
						36532

Рис. 1.5. Напрацювання піаніста літака

ЖУРН. РЕГИСТРАЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СЛЕДОВ В РС							
КОРПУС/БДР	ИМЯ/ФИО/ИМЯ	НОМЕР	ТИП	ВОДА	СЛУДОВЫЙ	ЧАСТЬ, СМ.	ЧАСТЬ, СМ.
НОМЕР	ИЗДЕЛИЕ/М	СМ	КЛАССИФИКАЦИЯ	ВОДОВОД	ВИДЕО	1-4	М.В.
42339	ДИКИЙ ГРИБ	3	д-36	000168	2253688661645	1-3	2-10
300	ДАТА ИЗГОТ.	ДАТА ПРИБ.		ОТКЛЮЧИ ПРИБЫЛ		ДАТА ВСТ.	
300	11-11-09	11-12-09	041			12-12-09	
300	СРОК ХРАНЕНИЯ	СРОК ПОСЛЕД.ХРАН	ДАТА ПОСЛ.ХРАН	ХРАН.ЧЕМ	ХРАН.ЧЕМ	ХРАН.ЧЕМ	
20-12-09							
ПРИЧИН.СЛЕДОВ	ДАТА ЧЕМОУ	СЛУДОВЫЙ ЧЕМОУ		НЕСЛУДОВЫЕ			
				42339-1 - Бычково			

Рис. 1.6. Формулярні дані двигуна літака

КАРТА РЕГИСТРАЦІЇ РЕСурсів ВС							
КОД ЗАВОДУ	Номер	ПІДПІДІМНОВЕЧІ	ІМ'Я	ДІЛ ВІДДІЛЕННЯ	КОД ПІДПІДІМНОВОГО	ПІДПІДІМНОВА ГРУПА	КОД ПІДПІДІМНОВОГО
022209		ДІВІДЕНДІВ	І.	В-76	00100	222209000000	
ПІДПІДІМНОВОГО	ОБІГІВ	КІЛЬКІСТЬ	ІМ'Я	ВІДДІЛ	ІМ'Я	ПІДПІДІМНОВОГО	ОБІГІВ
ПОДОБЛЮДНИКІВ	2500					21000	2500
ІДІОМІДІВ	9900					06500	9900
АКТИВНИЙ СРОК	2500					21000	2500
КОД АКТИВНОГО РЕСурсу		3	ІДІОМІДІВ СЛІД СЛІДУЮЧИМ ПОСТАВКАМ:				
ІДІОМІДІВ			ІДІОМІДІВ:				

Рис. 1.7. Ресурсні дані двигуна літака

КРИТ. РЕГИСТРАЦИЯ ПРИРОДОБОЛ.									
КОД. НОМ.	ПОВЕРХНОСТЬ	Н. СМ.	ЧИСЛО ДИАГРАМ	КОД. НОМ.	ОБРАЗОВАНИЕ	ДЕТАЛ. ФОРМЫ	ДЕТАЛ. ФОРМЫ	ДЕТАЛ. ФОРМЫ	ДЕТАЛ. ФОРМЫ
42288	ДЕФОРМАЦИЯ	3	10-30	020060	225.1654082001	30-60	02	00	00
	ВАЛ.ДИ		ОБЩИЙ	ИН. ВЛИЯНИЕ	ИН. ВЛИЯНИЕ	ИН. ВЛИЯНИЕ	ИН. ВЛИЯНИЕ	ИН. ВЛИЯНИЕ	ИН. ВЛИЯНИЕ
ИМП.006128			АНАЛИЗ	АНАЛИЗ	АНАЛИЗ	АНАЛИЗ	АНАЛИЗ	АНАЛИЗ	АНАЛИЗ
			00001						
			00002	1.0	47	52	35%	51	1200
			00003						
			00004						
			00005						
			00006						
			00007						
			00008						
			00009						
			00010						
			00011						
			00012						
			00013						
			00014						
			00015						
			00016						
			00017						
			00018						
			00019						
			00020						
			00021						
			00022						
			00023						
			00024						
			00025						
			00026						
			00027						
			00028						
			00029						
			00030						
			00031						
			00032						
			00033						
			00034						
			00035						
			00036						
			00037						
			00038						
			00039						
			00040						
			00041						
			00042						
			00043						
			00044						
			00045						
			00046						
			00047						
			00048						
			00049						
			00050						
			00051						
			00052						
			00053						
			00054						
			00055						
			00056						
			00057						
			00058						
			00059						
			00060						
			00061						
			00062						
			00063						
			00064						
			00065						
			00066						
			00067						
			00068						
			00069						
			00070						
			00071						
			00072						
			00073						
			00074						
			00075						
			00076						
			00077						
			00078						
			00079						
			00080						
			00081						
			00082						
			00083						
			00084						
			00085						
			00086						
			00087						
			00088						
			00089						
			00090						
			00091						
			00092						
			00093						
			00094						
			00095						
			00096						
			00097						
			00098						
			00099						
			00100						
			00101						
			00102						
			00103						
			00104						
			00105						
			00106						
			00107						
			00108						
			00109						
			00110						
			00111						
			00112						
			00113						
			00114						
			00115						
			00116						
			00117						
			00118						
			00119						
			00120						
			00121						
			00122						
			00123						
			00124						
			00125						
			00126						
			00127						
			00128						
			00129						
			00130						
			00131						
			00132						
			00133						
			00134						
			00135						
			00136						
			00137						
			00138						
			00139						
			00140						
			00141						
			00142						
			00143						
			00144						
			00145						
			00146						
			00147						
			00148						
			00149						
			00150						
			00151						
			00152						
			00153						
			00154						
			00155						
			00156						
			00157						
			00158						
			00159						
			00160						
			00161						
			00162						
			00163						
			00164						
			00165						
			00166						
			00167						
			00168						
			00169						
			00170						
			00171						
			00172						
			00173						
			00174						
			00175						
			00176						
			00177						
			00178						
			00179						
			00180						
			00181						
			00182						
			00183						
			00184						
			00185						
			00186						
			00187						
			00188						
			00189						
			00190						
			00191						
			00192						
			00193						
			00194						
			00195						
			00196						
			00197						
			00198						
			00199						
			00200						
			00201						
			00202						
			00203						
			00204						
			00205						
			00206						
			00207						
			00208						
			00209						
			00210						
			00211						
			00212						
			00213						
			00214						
			00215						
			00216						
			00217						
			00218						
			00219						
			00220						
			00221						
			00222						
			00223						
			00224						
			00225						
			00226						
			00227						
			00228						
			00229						

Рис. 1.8. Напицювання друкуні літака

Рис. 1.9. Відомості про ТО літака

## **Оформлення результатів роботи**

Gant Mac Michen

- найменування та мсгу роботи
  - формулярні дані візака,
  - висновки про стаж праці.

Задачи та завдання для самодеревірки

1. Що входить до складу формуллярних даних піанера літака?
  2. Що входить до складу формуллярних даних двигуна літака?
  3. Дайте характеристику двигуна Д-36.
  4. Які форми ТО виконуються на літаку Як-42?
  5. Що входить по складу паспорта агрегату літака?

Джерелат вбудованої допомоги «HELP» у комп'ютерну систему.

**Лабораторна робота 2**  
**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА**  
**ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ**  
**«TOP-42» (КС TOP-42) (Частина 2)**

**Мета:** ознайомитися та набути навичок практичного застосування методик діагностування авіаційного двигуна за параметрами, що реєструються в експлуатації, а також навичок інженерного аналізу діагностичної інформації.

**Основні завдання**

1. Отримати за допомогою комп'ютерної системи «TOP-42» діагностичну інформацію про всі двигуни за бортовим номером з першої частини лабораторної роботи.

2. Виконати інженерний аналіз цієї діагностичної інформації.

3. Підняти обґрунтоване рішення про допуск двигунів до експлуатації.

**Основні теоретичні відомості**

Під час експлуатації двигунів під впливом динамічних і термодинамічних навантажень відбувається зміна геометричних характеристик елементів (пошкодження лопаток роторів і статора, викривлення деталей камери згоряння, прогари соплових апаратів і т.ін.) проточної частини, що призводить до спотворення їх аеродинамічних характеристик, порушення подібності газодинамічних процесів. Відображенням цих змін є динаміка вимірюваних у процесі експлуатації параметрів робочого процесу. У деяких випадках стартіння і зношування елементів двигуна зумовлюють зміну вібраційних характеристик двигуна; можливі також зміни параметрів наливкої і масляної систем і т. ін.

У загальному випадку зміну реєстрованих параметрів  $\Pi$  можна подати у вигляді суми збільшень, викликаних змінюванням умов польоту  $\Pi_{\text{ум.п.}}$  режиму роботи двигуна  $\Pi_{\text{р.д.}}$  технічного стану двигуна і його систем  $\Pi_{\text{т.с.}}$  а також випадковою помилкою вимірювань  $\Pi_{\text{в.}}$

$$\Pi = \Pi_{\text{ум.п.}} + \Pi_{\text{р.д.}} + \Pi_{\text{т.с.}} + \Pi_{\text{в.}}$$

Для використання цього параметра з метою діагностування необхідно виділити складову, пов'язану тільки зі зміною технічного стану, тобто виключити всі інші. Виняток становить, пов'язаний зі зміною умов польоту і режиму роботи двигуна здійсниться

зведенням параметрів до стандартних атмосферних умов і режиму, для якого використовуються формули, основані на теорії газодинамічної подібності. Формули уточнюються на підставі результатів стендових і льотних випробувань цих двигунів. Для зведення параметрів робочого процесу, отриманих на режимах, близьких до розрахункового, використовуються формули лінійного зведення, коефіцієнти яких визначаються на підставі газодинамічних розрахунків або експериментально. Для багатодвигунових літаків ( $N > 2$ ) застосовуються методи кореляційного зведення, заснованого на однаковій реакції схожих двигунів на зміну умов польоту. Виняток становить випадкова помилка, яка досягається методами експоненціального згладжування або осередженням значень параметрів, отриманих у декількох послідовних польотах. Гід час оброблення параметрів необхідно враховувати роботи, що виконуються у процесі ТО, можуть спричинити стрибкоподібну зміну параметрів, що не пов'язано із жодним з перерахованих факторів (заміна окремих конструктивних елементів, регулювання, налаштування і заміни елементів контрольно-вимірювальної апаратури і т. ін.). Для врахування таких змін уводиться спеціальна поправка  $\Pi_{\text{п.}}$ . З урахуванням складності і різноманіття процесів зміни технічного стану для діагностування двигунів за параметрами, що реєструються в експлуатації, застосовується система допусків:

- на абсолютні значення наведених параметрів для всього парку однотипних двигунів;
- на граничну величину відносної зміни параметрів за весь ресурс двигуна;
- на швидкість зміни параметрів;
- на зміну дисперсії тренду параметрів.

Допуски на абсолютні значення наведених параметрів для всього парку однотипних двигунів призначаються без урахування їх індивідуальних особливостей з міркувань відповідності двигунів технічним умовам або умовам міцності (так, мінімальна частота обертання ротора вентилятора для тривального двигуна, на який припадає 70 % сумарної тяги, обмежується умовою отримання мінімально допустимої тяги, а максимальна частота обертання – формуларним налаштуванням системи регулювання або умовами міцності).

Допуски на граничну величину відносної зміни параметрів за весь ресурс двигуна призначається з урахуванням допустимого

розділу параметрів нового двигуна з умов обмеження процесів ста-  
ріння. Ширина поля таких допусків у деяких випадках залежить від  
наочності. Допуски на швидкість зміни параметрів призначенні  
для виявлення нивидкоплинних процесів знашування і запобігання  
рентгомікроскопічним

Допуски на зміну дисперсії тренду параметрів призначенні для виявлення відмов контрольно-вимірювальної і топливорегулювальної апаратури.

## **Обладнання, пристрої та матеріали**

Робота виконується у комп'ютерному класі кафедри на ПЕОМ.

## Послідовність виконання роботи

1. Перед початком виконання роботи бригада студентів отримує індивідуальне завдання (бортовий номер літака).
  2. Студенти під керівництвом викладача і використовуючи вбудовану в систему функцію допомоги «HELP», ознайомлюються з основними функціями режиму діагностування двигунів (для прикладу рис. 2.1–2.7).
  3. За бортовим номером літака студенти за допомогою комп’ютерної системи «TOP-42» виконують інженерний аналіз діагностичної інформації.

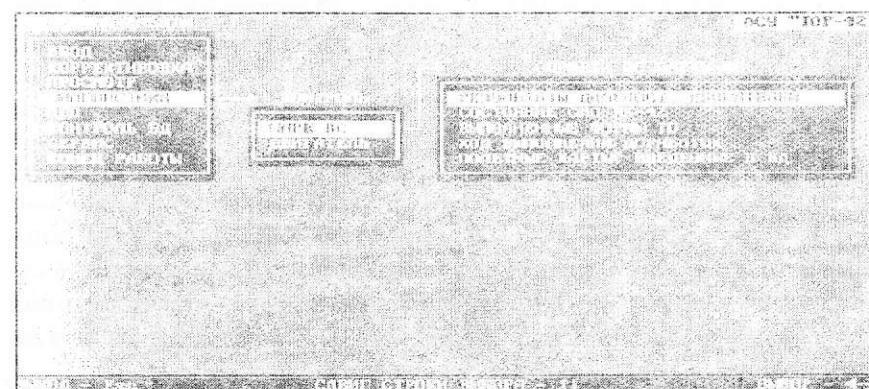


Рис. 2.1. Меню діагностики двигунів



Рис. 2.2. Результати діагностиування двигунів

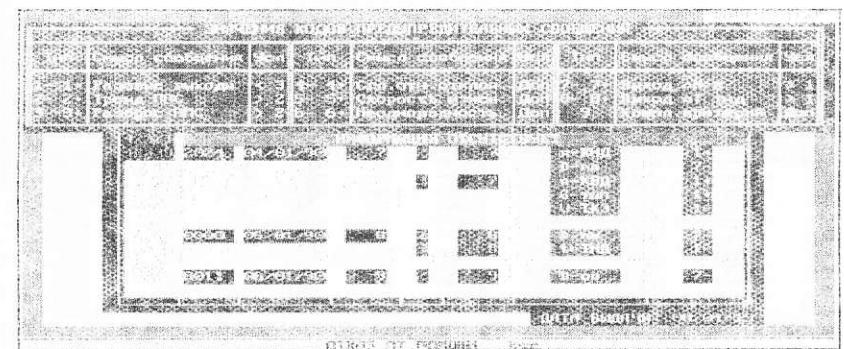


Рис. 2.3. Значення кодів посереджувальних повідомлень



Рис.2.4. Меню режиму діагностики двигуна

Рис. 2.5. Результати діагностикування ЕСУ

Год	Номер	Номер	Номер	Номер	Номер	Номер	Номер	Номер	Номер
1922	18-11	2522	3167	37	365	378	380	381	382
1923	21-1	2525	3168	38	366	379	382	383	384
1924	27-15	2526	3169	39	367	380	383	384	385
1925	31-15	2527	3170	40	368	381	384	385	386
1926	35-15	2528	3171	41	369	382	385	386	387
1927	39-15	2529	3172	42	370	383	386	387	388
1928	43-15	2530	3173	43	371	384	387	388	389
1929	47-15	2531	3174	44	372	385	388	389	390
1930	51-15	2532	3175	45	373	386	389	390	391
1931	55-15	2533	3176	46	374	387	390	391	392
1932	59-15	2534	3177	47	375	388	391	392	393
1933	63-15	2535	3178	48	376	389	392	393	394
1934	67-15	2536	3179	49	377	390	393	394	395
1935	71-15	2537	3180	50	378	391	394	395	396
1936	75-15	2538	3181	51	379	392	395	396	397
1937	79-15	2539	3182	52	380	393	396	397	398
1938	83-15	2540	3183	53	381	394	397	398	399
1939	87-15	2541	3184	54	382	395	398	399	400
1940	91-15	2542	3185	55	383	396	400	401	402
1941	95-15	2543	3186	56	384	397	401	402	403
1942	99-15	2544	3187	57	385	398	402	403	404
1943	103-15	2545	3188	58	386	399	403	404	405
1944	107-15	2546	3189	59	387	400	404	405	406
1945	111-15	2547	3190	60	388	401	405	406	407
1946	115-15	2548	3191	61	389	402	406	407	408
1947	119-15	2549	3192	62	390	403	407	408	409
1948	123-15	2550	3193	63	391	404	408	409	410
1949	127-15	2551	3194	64	392	405	409	410	411
1950	131-15	2552	3195	65	393	406	410	411	412
1951	135-15	2553	3196	66	394	407	411	412	413
1952	139-15	2554	3197	67	395	408	412	413	414
1953	143-15	2555	3198	68	396	409	413	414	415
1954	147-15	2556	3199	69	397	410	414	415	416
1955	151-15	2557	3200	70	398	411	415	416	417
1956	155-15	2558	3201	71	399	412	416	417	418
1957	159-15	2559	3202	72	400	413	417	418	419
1958	163-15	2560	3203	73	401	414	418	419	420
1959	167-15	2561	3204	74	402	415	419	420	421
1960	171-15	2562	3205	75	403	416	420	421	422
1961	175-15	2563	3206	76	404	417	421	422	423
1962	179-15	2564	3207	77	405	418	422	423	424
1963	183-15	2565	3208	78	406	419	423	424	425
1964	187-15	2566	3209	79	407	420	424	425	426
1965	191-15	2567	3210	80	408	421	425	426	427
1966	195-15	2568	3211	81	409	422	426	427	428
1967	199-15	2569	3212	82	410	423	427	428	429
1968	203-15	2570	3213	83	411	424	428	429	430
1969	207-15	2571	3214	84	412	425	429	430	431
1970	211-15	2572	3215	85	413	426	430	431	432
1971	215-15	2573	3216	86	414	427	431	432	433
1972	219-15	2574	3217	87	415	428	432	433	434
1973	223-15	2575	3218	88	416	429	433	434	435
1974	227-15	2576	3219	89	417	430	434	435	436
1975	231-15	2577	3220	90	418	431	435	436	437
1976	235-15	2578	3221	91	419	432	436	437	438
1977	239-15	2579	3222	92	420	433	437	438	439
1978	243-15	2580	3223	93	421	434	438	439	440
1979	247-15	2581	3224	94	422	435	439	440	441
1980	251-15	2582	3225	95	423	436	440	441	442
1981	255-15	2583	3226	96	424	437	441	442	443
1982	259-15	2584	3227	97	425	438	442	443	444
1983	263-15	2585	3228	98	426	439	443	444	445
1984	267-15	2586	3229	99	427	440	444	445	446
1985	271-15	2587	3230	100	428	441	445	446	447
1986	275-15	2588	3231	101	429	442	446	447	448
1987	279-15	2589	3232	102	430	443	447	448	449
1988	283-15	2590	3233	103	431	444	448	449	450
1989	287-15	2591	3234	104	432	445	449	450	451
1990	291-15	2592	3235	105	433	446	450	451	452
1991	295-15	2593	3236	106	434	447	451	452	453
1992	299-15	2594	3237	107	435	448	452	453	454
1993	303-15	2595	3238	108	436	449	453	454	455
1994	307-15	2596	3239	109	437	450	454	455	456
1995	311-15	2597	3240	110	438	451	455	456	457
1996	315-15	2598	3241	111	439	452	456	457	458
1997	319-15	2599	3242	112	440	453	457	458	459
1998	323-15	2600	3243	113	441	454	458	459	460
1999	327-15	2601	3244	114	442	455	459	460	461
2000	331-15	2602	3245	115	443	456	460	461	462
2001	335-15	2603	3246	116	444	457	461	462	463
2002	339-15	2604	3247	117	445	458	462	463	464
2003	343-15	2605	3248	118	446	459	463	464	465
2004	347-15	2606	3249	119	447	460	464	465	466
2005	351-15	2607	3250	120	448	461	465	466	467
2006	355-15	2608	3251	121	449	462	466	467	468
2007	359-15	2609	3252	122	450	463	467	468	469
2008	363-15	2610	3253	123	451	464	468	469	470
2009	367-15	2611	3254	124	452	465	469	470	471
2010	371-15	2612	3255	125	453	466	470	471	472
2011	375-15	2613	3256	126	454	467	471	472	473
2012	379-15	2614	3257	127	455	468	472	473	474
2013	383-15	2615	3258	128	456	469	473	474	475
2014	387-15	2616	3259	129	457	470	474	475	476
2015	391-15	2617	3260	130	458	471	475	476	477
2016	395-15	2618	3261	131	459	472	476	477	478
2017	399-15	2619	3262	132	460	473	477	478	479
2018	403-15	2620	3263	133	461	474	478	479	480
2019	407-15	2621	3264	134	462	475	479	480	481
2020	411-15	2622	3265	135	463	476	480	481	482
2021	415-15	2623	3266	136	464	477	481	482	483
2022	419-15	2624	3267	137	465	478	482	483	484
2023	423-15	2625	3268	138	466	479	483	484	485
2024	427-15	2626	3269	139	467	480	484	485	486
2025	431-15	2627	3270	140	468	481	485	486	487
2026	435-15	2628	3271	141	469	482	486	487	488
2027	439-15	2629	3272	142	470	483	487	488	489
2028	443-15	2630	3273	143	471	484	488	489	490
2029	447-15	2631	3274	144	472	485	489	490	491
2030	451-15	2632	3275	145	473	486	490	491	492
2031	455-15	2633	3276	146	474	487	491	492	493
2032	459-15	2634	3277	147	475	488	492	493	494
2033	463-15	2635	3278	148	476	489	493	494	495
2034	467-15	2636	3279	149	477	490	494	495	496
2035	471-15	2637	3280	150	478	491	495	496	497
2036	475-15	2638	3281	151	479	492	496	497	498
2037	479-15	2639	3282	152	480	493	497	498	499
2038	483-15	2640	3283	153	481	494	498	499	500
2039	487-15	2641	3284	154	482	495	499	500	501
2040	491-15	2642	3285	155	483	496	500	501	502
2041	495-15	2643	3286	156	484	497	501	502	503
2042	499-15	2644	3287	157	485	498	502	503	504
2043	503-15	2645	3288	158	486	499	503	504	505
2044	507-15	2646	3289	159	487	500	504	505	506
2045	511-15	2647	3290	160	488	501	505	506	507
2046	515-15	2648	3291	161	489	502	506	507	508
2047	519-15	2649	3292	162	490	503	507	508	509
2048	523-15	2650	3293	163	491	504	508	509	510
2049	527-15	2651	3294	164	492	505	509	510	511
2050	531-15	2652	3295	165	493	506	510	511	512
2051	535-15	2653	3296	166	494	507	511	512	513
2052	539-15	2654	3297	167	495	508	512	513	514
2053	543-15	2655	3298	168	496	509	513	514	515
2054	547-15	2656	3299	169	497	510	514	515	516
2055	551-15	2657	3300	170	498	511	515	516	517
2056	555-15	2658</td							

Рис. 2.6. Режимні параметри двигуна

Рис. 2.7. Допуски швидкостей зміни

## *Оформлення результатів роботи*

### Звіт має містити:

- найменування та мету роботи;
  - результати діагностування двигунів;
  - висновки про технічний стан двигунів і рішення про допуск їх експлуатації.

## **Запитання та завдання для самоперевірки**

1. Назвіть газодинамічні параметри двигуна.
  2. Розкрijте режмові параметри двигуна.
  3. Що являють собою вихідні і наведені значення параметрів?
  4. Що таке комплексний здатностичний параметр?
  5. У чому полягає інженерний аналіз здатностичної інформації?

Джерела: вбудована допомога «HELP» у комп'ютерних систем.

### Лабораторна робота 3

**ДОСПІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАЗЕМНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ  
ШИРОКОФЮЗЕЛЯЖНОГО ЛІТАКА ЗА ДОПОМОГОЮ  
КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
(НА ПРИКЛАДІ ЛІТАКА B787) (Частина 1)**

Мета: ознайомитися з новими авіаційними технологіями і конструктивними рішеннями за допомогою комп'ютерної інформаційної системи.

1996-1997  
1997-1998  
1998-1999  
1999-2000  
2000-2001  
2001-2002  
2002-2003  
2003-2004  
2004-2005  
2005-2006  
2006-2007  
2007-2008  
2008-2009  
2009-2010  
2010-2011  
2011-2012  
2012-2013  
2013-2014  
2014-2015  
2015-2016  
2016-2017  
2017-2018  
2018-2019  
2019-2020  
2020-2021  
2021-2022  
2022-2023  
2023-2024  
2024-2025  
2025-2026  
2026-2027  
2027-2028  
2028-2029  
2029-2030  
2030-2031  
2031-2032  
2032-2033  
2033-2034  
2034-2035  
2035-2036  
2036-2037  
2037-2038  
2038-2039  
2039-2040  
2040-2041  
2041-2042  
2042-2043  
2043-2044  
2044-2045  
2045-2046  
2046-2047  
2047-2048  
2048-2049  
2049-2050  
2050-2051  
2051-2052  
2052-2053  
2053-2054  
2054-2055  
2055-2056  
2056-2057  
2057-2058  
2058-2059  
2059-2060  
2060-2061  
2061-2062  
2062-2063  
2063-2064  
2064-2065  
2065-2066  
2066-2067  
2067-2068  
2068-2069  
2069-2070  
2070-2071  
2071-2072  
2072-2073  
2073-2074  
2074-2075  
2075-2076  
2076-2077  
2077-2078  
2078-2079  
2079-2080  
2080-2081  
2081-2082  
2082-2083  
2083-2084  
2084-2085  
2085-2086  
2086-2087  
2087-2088  
2088-2089  
2089-2090  
2090-2091  
2091-2092  
2092-2093  
2093-2094  
2094-2095  
2095-2096  
2096-2097  
2097-2098  
2098-2099  
2099-20100

1. Ознайомитися з новими авіаційними технологіями і конструктивними рішеннями, реалізованими під час створення широкофюзеляжного літака (на прикладі літака B787).
  2. Виконати порівняльний аналіз конструктивних рішень аналогічних старих літаків і літака B787.
  3. Зібрати матеріал для дипломного проекту.

## *Основні теоретичні відомості*

Boeing 787 Dreamliner – сім'я широкофюзеляжних далекомагістральних авіалайнерів, розроблена фірмою Boeing на початку 2000-х років. Перший комерційний авіалайнер з радикально збільшеною часткою композитних матеріалів у конструкції. Крім цьо-

го літак оснащений багатьма новітніми системами і елементами, що значно поліпшили його льотні та економічні характеристики.

#### Переваги Boeing 787:

- закінцівки стрілоподібних крил згидаються змінно, забезпечуючи збільшення піднімальної сили;
- за допомогою подовженого фюзеляжу зросла пасажиромісткість;
- спеціально розроблені нові двигуни значно знижили шумовий фон (на 20 %). Це відрізняється усіх авіапасажирів, які вже злітали на дримлайнери;
- відділення для багажу стало наполовину просторішим завдяки ілюскуму дну фюзеляжу;
- менше споживання палива;
- знизилася маса за рахунок використання композитних матеріалів;
- у кабіні пілотів зображення з робочих моніторів прослухується на лобове скло для зручності зчитування параметрів, установлені датчики, що вимірюють турбулентність і інші додаткові обладнання.

#### Конструктивні особливості Boeing 787

**Композитні матеріали.** Широке застосування вуглецевих композитних матеріалів зумовило зниження маси лайнера і, як наслідок, зменшення витрати палива. Половина композитів використана у виготовленні салону, вся робоча частина двигуна складається з них, за винятком головної кромки з металу.

**Крила.** Стрілоподібні крила мають велику довжину відносно інших лайнерів такого класу, що забезпечує підвищену еластичність. Електрообладнання проти обмерзання, механізми закрилків сконструйовані спільним блоком. Це зменшує можливість відмов у роботі і спрощує ТО.

**Салон.** Роботу системи мікроклімату організовано інноваційним способом. Забір повітря відбувається не від двигунів з подальшим охолодженням і подачею в салон, а нагнітається компресорами із зовнішнього навколошного простору. Усередині забезпечується природна вологість.

**Система енергопостачання.** Споживання електроенергії на борту істотно зросло. Електропостачання лайнера забезпечують сім генераторів і дві батареї літієвих акумуляторів. Одна батарея використовується у випадку перебування літака на землі, коли генератори зупинені. Додаткова функція – аварійне електропоста-

чення у польоті в разі відмови всіх генераторів. Інша батарея живить допоміжні системи і слугує для пуску двигунів.

**Кабіна пілотів.** У кабіні Boeing 787 над головою пілотів міститься дубльована приладова дошка і електронний планшет, у якому зберігаються в цифровому вигляді карти, схеми та інструкції. Є і наземна навігаційна система, яка допоможе екіпажу орієнтуватися в незнайомих аеропортах. Запобігаючи помилкам пілота під час руління по аеродрому, знижуємо ймовірність зіткнень на злітній смузі.

**Двигун.** Майданчиковий та надекономічний двигун GEnx компанії General Electric – один із двох, які передбачається ставити на Boeing 787 (другий – Trent 1000 компанії Rolls Royce). У двигуні GEnx і корпус, і лопатки турбіни цілком виготовлені з композитних матеріалів, як і форсунки, які подають паливно-повітряну суміш у камеру згоряння двигуна. У результаті двигун виходить на режим робочої тяги при більш низьких температурах, що, відповідно, залишає менш об'ємні вуглєводневі викиди.

**Фюзеляж.** 50 % фюзеляжу виготовлено з композитних матеріалів на основі вуглецю на противагу 9 % у моделі 777. У результаті Boeing 787 обіцяє бути легший і міцніший, ніж звичайний лайнер з алюмінієвим фюзеляжем.

**Крила.** Стрілоподібні крила Boeing 787 зі змінним вигином закінцівок на 2 % збільшують піднімальну силу порівняно з моделлю 767. Ці крила довші ніж у інших літаків подібного класу, що надає їм додаткову еластичність. Механізми закрилків, протиобліднюючого електрообладнання та інші системи змонтовані єдиним блоком, що полегшує їх обслуговування і знижує ймовірність відмов.

**Система підтримання тиску.** Більш пружний композитний корпус 787-ї моделі дозволяє підтримувати в салоні тиск на рівні, що відповідає висоті 1800 м, тоді як у салоні звичайного алюмінієвого пасажирського літака тиск відповідає висоті 2400 м. Сама система в новому лайнера реалізована більш просто, і пасажири в салоні підкачується звичайними електричними компресорами, а не відводиться з повітряних потоків у зоні двигуна.

**Клімат-контроль.** Зазвичай кондиціонери подають у салон надто сухе повітря, що виникає певний дискомфорт у пасажирів. Композитний корозійностійкий корпус літака Dreamliner не боїться і більш високих, тобто більш природних для людини рівнів вологості.

*Датчики.* Діагностичний містить безліч різноманітних датчиків, багато з яких безконтактно (по радіоканалу) зв'язані з центральним процесором. Наприклад, спеціальні датчики системи «активної компенсації» порівів вітру» вимірюють турбулентність у зоні носа, і в той же момент процесор розраховує оптимальний для даної ситуації кут закрілків, а приводи ставлять їх у потрібне положення.

Обладнання, пристрії та матеріали

Робота виконується в комп'ютерному класі кафедри на ПЕОМ.

### **Порядок виконання роботи**

Студенти, під керівництвом викладача, поєднано вибираючи завдання в меню, вивчають особливості конструкції широкофюзеляжного літака і застосовані під час його виготовлення технології (для пристладу рис. 3.1–3.3).

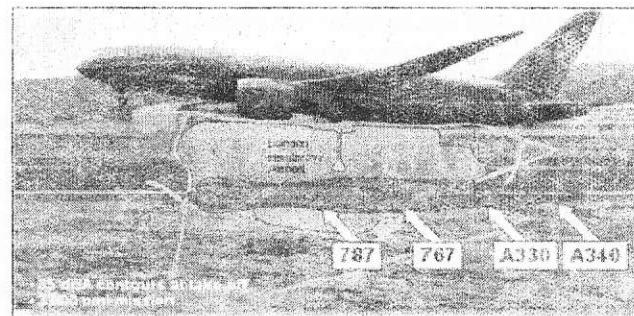


Рис. 3.1. Порівняльні характеристики за шумом

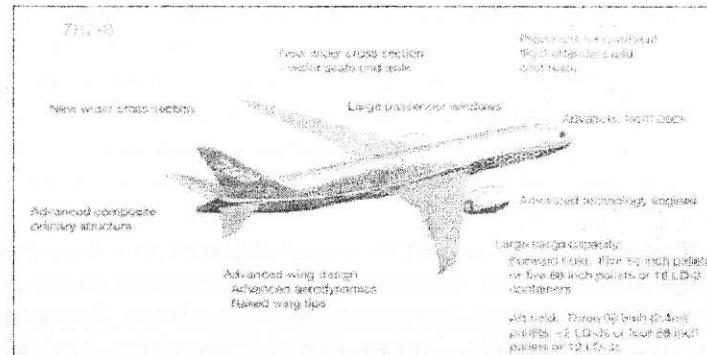


Рис. 3.2. Особливості конструкцій

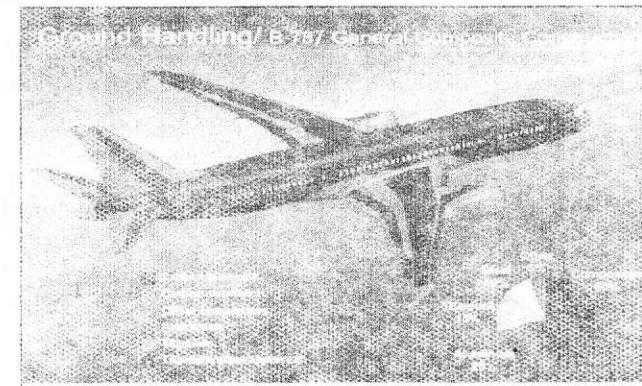


Рис. 3.3. Застосовані матеріали в конструкції літака

## **Оформлення результатів роботи**

ЗВІТ РОВИНСЬКИХ МІСЦІЙ

- найменування та мету роботи;
  - перелік нових технологій, що застосовуються під час виготовлення Boeing 787;
  - основні відмінності функціональних систем Boeing 787.

## Запитання для самопреквізиту

1. Які нові матеріали застосовуються при виготовленні літака Boeing 787?
  2. Які нові конструктивні рішення застосовані в гідравлічній системі літака Boeing 787?
  3. Які нові конструктивні рішення застосовані в повітряній системі Boeing 787?
  4. Які нові конструктивні рішення застосовані в хвості літака Boeing 787?
  5. Загальний час польоту авіоніка літака Boeing 787.

Документ обуславлює поправки до НЕПД в коміт'ютерну систему.

## Лабораторна робота 4

# ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ НАЗЕМНОГО ОБСЛУГСУВАННЯ ШИРОКОФЮЗЕЛЬНОГО ЛІТАКА ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ (НА ПРИКЛАДІ ЛІТАКА BOEING 787) (Частина 2)

**Мета:** вивчити особливості наземного обслуговування широкофюзеляжного літака за допомогою комп'ютерних інформаційних технологій.

1974-75  
1975-76  
1976-77  
1977-78  
1978-79  
1979-80  
1980-81  
1981-82  
1982-83  
1983-84  
1984-85  
1985-86  
1986-87  
1987-88  
1988-89  
1989-90  
1990-91  
1991-92  
1992-93  
1993-94  
1994-95  
1995-96  
1996-97  
1997-98  
1998-99  
1999-2000  
2000-2001  
2001-2002  
2002-2003  
2003-2004  
2004-2005  
2005-2006  
2006-2007  
2007-2008  
2008-2009  
2009-2010  
2010-2011  
2011-2012  
2012-2013  
2013-2014  
2014-2015  
2015-2016  
2016-2017  
2017-2018  
2018-2019  
2019-2020  
2020-2021  
2021-2022  
2022-2023  
2023-2024  
2024-2025  
2025-2026  
2026-2027  
2027-2028  
2028-2029  
2029-2030  
2030-2031  
2031-2032  
2032-2033  
2033-2034  
2034-2035  
2035-2036  
2036-2037  
2037-2038  
2038-2039  
2039-2040  
2040-2041  
2041-2042  
2042-2043  
2043-2044  
2044-2045  
2045-2046  
2046-2047  
2047-2048  
2048-2049  
2049-2050  
2050-2051  
2051-2052  
2052-2053  
2053-2054  
2054-2055  
2055-2056  
2056-2057  
2057-2058  
2058-2059  
2059-2060  
2060-2061  
2061-2062  
2062-2063  
2063-2064  
2064-2065  
2065-2066  
2066-2067  
2067-2068  
2068-2069  
2069-2070  
2070-2071  
2071-2072  
2072-2073  
2073-2074  
2074-2075  
2075-2076  
2076-2077  
2077-2078  
2078-2079  
2079-2080  
2080-2081  
2081-2082  
2082-2083  
2083-2084  
2084-2085  
2085-2086  
2086-2087  
2087-2088  
2088-2089  
2089-2090  
2090-2091  
2091-2092  
2092-2093  
2093-2094  
2094-2095  
2095-2096  
2096-2097  
2097-2098  
2098-2099  
2099-20100

- Вивчити наземні технічні обслуговування Boeing 787.
  - Ознайомитись із технологією роботи авіаційного інженера.

## **Основні теоретичні відомості**

Наземне обслуговування ПС або хендлінг (Handling) – комплекс робіт з приймання ПС на стоянці, з підготовки до вильоту і випуску в політ.

Наземне обслуговування повітряного судна включає:

1. Зустріч.
  2. Буксирування.
  3. Забезпечення наземним електро живленням.
  4. Кондиціонування салону.
  5. Розвантаження і завантаження багажу та вантажу.
  6. Заправлення паливом, маслом, гідравлічною рідиною, водою.
  7. Прибирання салону.
  8. Забезпечення бортовим харчуванням.
  9. Протиoblідновальне оброблення.
  10. Запуск двигунів.
  11. Випуск.

Обладнання, прилади та матеріали

Робота виконується у комп'ютерному класі кафедри на ПЕОМ.

## **Послідовність виконання роботи**

Студенти, під керівництвом викладача, послідовно вибираючи завдання в меню, вивчають особливості наземного обслуговування широкопасажирського літака (для прикладу рис. 4.1–4.3).

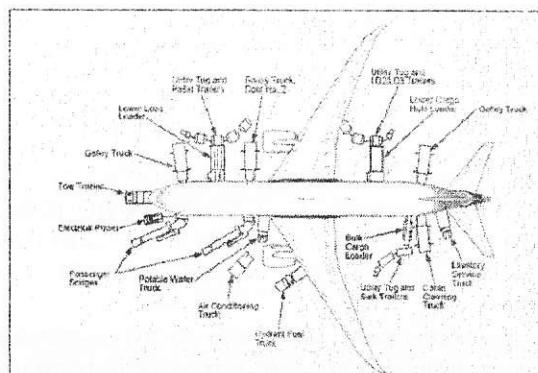


Рис. 4.1. Місця обслуговування

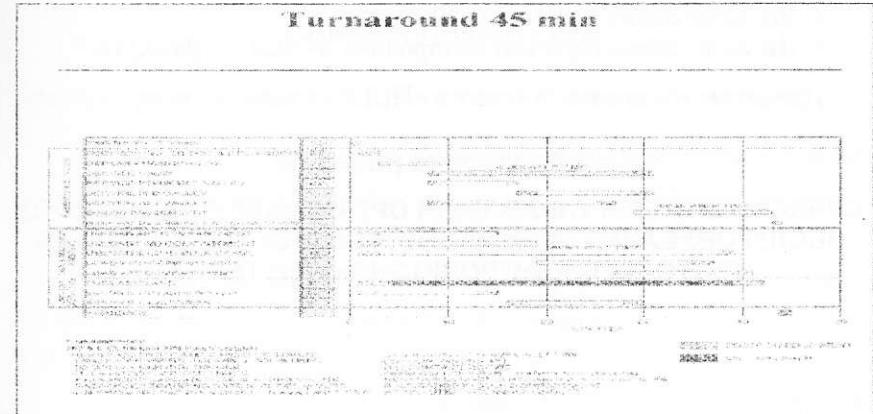


Рис. 4.2. Графік обслуговування

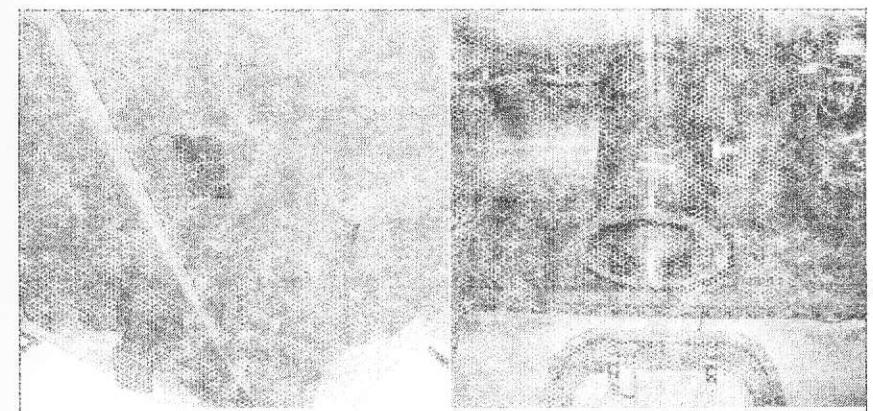


Рис. 4.3 Вузол газового конденсатора

## Оформлення результатів роботи

ZET MAC MICHTEN

- найменування та мету роботи;
  - перелік робіт з ІО ПС між рейсами

## Запитання та завдання для самоперевірки

1. Поясніть визначення та зміст програми ТО експлуатанта ПС.
  2. У чому полягає наземне ТО ПС?
  3. Які є форми ТО ПС?

4. Що являє собою система АСARS?

5. Що являє собою бортовий електронний журнал (Logbook) ПС?

Джерела: вбудована допомога «HELP» в комп'ютерну систему.

### Лабораторна робота 5

#### СУЧАСНІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЄЮ ТЕХНІЧНОГО ОСЛУГОВУВАННЯ ПС. (ВИКОНОУТЬСЯ НА ПЕОМ У РЕЖИМІ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗА ТЕМАМИ)

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Люгер Джордж Ф. Искусственный интеллект: стратеги и методы решения сложных проблем: пер. с англ. / Ф. Джордж, Люгер. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 864 с.
2. Григорак М. Ю. Логістичний інженіринг: навч. посібник / М. Ю. Григорак, В. С. Марчук, О. Й. Косарев. – К. : НАУ, 2011. – 324 с.
3. Довбшик А. С. Основи проектування інтелектуальних систем: навч. посібник / А. С. Довбшик. – Суми: СумДУ, 2009. – 179 с.
4. Мелихов А. Н. Ситуационные соответствующие системы с нечеткой логикой / А. Н. Мелихов, Л. С. Берштайн, С. Я. Коровин. – М. : Наука, 1990. – 272 с.
5. Ситник В. Ф. Інтелектуальний аналіз даних (дектамайнінг): навч. посібник / В. Ф. Ситник, М. Т. Краснюк. – К. : КНЕУ, 2007. – 376 с.
6. Ильин С. Н. Математические расчеты на базе MATLAB / С. Н. Ильин. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 640 с.
7. Байдык Т. Н. Нейронные сети и задачи искусственного интеллекта / Т. Н. Байдык. – К. : Наук. думка, 2001. – 263 с.
8. Александрова И. Е. Имитационное моделирование / И. Е. Александрова. – Харьков, 2001. – 91 с.
9. Гаврилова Г. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ**

Лабораторний практикум  
для студентів спеціальності 272.01  
«Авіаційний транспорт»

Укладачі: САЛІМОВ Ринат Мартинович,  
СМІРНОВ Юрій Іванович,  
ПОПОВ Дмитро Вікторович

Редактор *P. M. Шульженко*  
Технічний редактор *A. I. Лавринович*  
Коректор *O. O. Крусь*  
Комп'ютерна верстка *B. B. Мишкур*

Підп. до друку 16.12.2019. Формат 60x84/16. Папір офс.  
Офс. друк. Ум. друк. арк. 2,32. Обл.-вид. арк. 2,5.  
Тираж 50 пр. Замовлення № 201-1.

Видавець і виготовник  
Національний авіаційний університет  
03680. Київ – 58, проспект Космонавта Комарова, 1

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 977 від 05.07.2002