

Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри КІТ
А.Савченко
20 лютого 2020р..

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ
"Магістр"

Тема: Технологія застосування розрахункових параметрів в задачах відтворення поточного стану динамічних систем

Виконав: _____ А. Комісаров

Керівник: _____ О. Малежик

Нормоконтролер з ЄСКД (ЄСПД) _____ І.Райчев

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет кібербезпеки, комп'ютерної та програмної інженерії
Кафедра комп'ютерних інформаційних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень **магістр**
Спеціальність 122 «Ком'ютерні науки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КІТ
А.Савченко
22 листопада 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи студента

Комісарова Андрія Олександровича

Тема: Технологія застосування розрахункових параметрів в задачах відтворення поточного стану динамічних систем

затверджена наказом ректора від 22.11.2019р. № 2701/ст.

2. Термін виконання роботи з 25.11.2019р. до 20.02.2020р.

3. Вихідні дані до роботи:

Формат інформаційного кадру бортового параметричного реєстратора. Дані керівних документів з льотної та технічної експлуатації повітряних суден. Характеристики існуючих програмно-апаратних комплексів комп'ютеризованого контролю польотів повітряних суден за польотною інформацією.

4.Зміст пояснювальної записки:

Постановка завдання на дипломну роботу і загальні принципи його рішення. Спеціальна частина проекту із наведенням інформаційного та алгоритмічного забезпечення поставленої задачі. Заходи по експлуатації розробленого програмного забезпечення.

5.Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

Постановка завдання на дипломну роботу, структурні схеми алгоритмічного і програмного забезпечення, результати експериментальної частини роботи.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№п/п	Етапи виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Знайомство із літературними джерелами за темою роботи	25.11.2019 – 01.12.2019	
2	Підготовка матеріалів до 1-го розділу роботи	02.12.2019 – 16.12.2019	
3	Підготовка матеріалів до спеціальної частини роботи.	17.12.2019 – 02.01.2020	
4	Підготовка матеріалів по заходам з експлуатації розробленого алгоритмічного та програмного забезпечення.	03.01.2020 – 20.01.2020	
5	Проведення експериментальної частини роботи.	21.01.2020 – 04.02.2020	
6	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки.	05.02.2020 – 14.02.2020	
7	Оформлення графічної частини роботи	15.02.2020 – 17.01.2020	
8	Підготовка доповіді до захисту	18.02.2020 – 20.02.2020	

Студент _____ А. Комісаров

Керівник дипломної роботи _____ О.Малежик

б.Дата видачі завдання 22 листопада 2019р.

Керівник _____ О.Малежик

Завдання прийняв до виконання _____ А. Комісаров

Дата 22 листопада 2019р.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СЛОВОСПОЛУЧЕНЬ

АНАЛОГОВИЙ ПАРАМЕТР – АП;

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ;

ГРАДУЮВАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА – ГХ;

КОНТРОЛЬОВАНИЙ СИГНАЛ;

ПОВІТРЯНЕ СУДНО – ПС;

ПОЛЬОТНА ІНФОРМАЦІЯ – ПІ;

ЦИФРОВЕ КОДУВАННЯ;

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ – ПЗКП;

РАЗОВА КОМАНДА – РК;

РОЗПІЗНІЮВАЛЬНІ ДАНІ – РД.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СЛОВОСПОЛУЧЕНЬ	4
РЕФЕРАТ	6
ВСТУП	7
1. ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН	9
1.1 АНАЛІЗ ДІЙ ЕКІПАЖУ ПОВІТРЯНОГО СУДНА ПРИ ЗАХОДІ НА ПОСАДКУ І ПОСАДЦІ	10
1.2 АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІКИ ПІЛОТУВАННЯ ПРИ ЗАХОДІ З ПОСАДКОЮ	11
1.3 ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДОПУСКОВОГО КОНТРОЛЮ ПОСАДКИ ПС	17
1.4 ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	24
2. ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА	26
2.1 СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ПОРТРЕТА ЗАХОДУ З ПОСАДКОЮ	27
2.3 АЛГОРИТМИ СТВОРЕННЯ ПОРТРЕТА ЗАХОДУ З ПОСАДКОЮ	31
2.4 ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	41
3. ТИПОВІ ЕЛЕМЕНТИ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ЗА ПОЛЬОТНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ	43
3.1. Загальні відомості про інформаційне та програмне забезпечення системи початкової підготовки фахівців відповідного профілю	44
3.2. Дослідження етапу зльоту повітряного судна (наземної та повітряної частин)	53
3.3. Дослідження етапу заходу і посадки повітряного судна	58
3.4. Висновки до розділу 3.	61
ВИСНОВОК	63
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	64

Реферат

Представлена робота «Технологія застосування розрахункових параметрів в задачах відтворення поточного стану динамічних систем» відображує теоретичні та практичні аспекти професійної діяльності фахівців зі створення й експлуатації ПЗ комп'ютеризованого контролю польотів ПС за інформацією бортових параметричних реєстраторів. Робота складається із вступу, трьох розділів основної частини, післямови та списку літературних джерел.

У вступі наведені основні аспекти застосування інформації бортових параметричних реєстраторів при виконанні контролю польотів ПС, показана необхідність підготовки фахівців з проблем розробки і експлуатації апаратно-програмних комплексів і сформульовано основну мету.

Розділ 1 містить загальну постановку проблеми розроблення ПЗ контролю польотів ПС.

У розділі 2 наведені інформаційні аспекти контролю посадки повітряного судна.

Розділ 3 присвячений висвітленню типових елементів практичної підготовки фахівців з контролю польотів ПС за ПЗ.

Представлена робота складена на основі матеріалу лекцій, що читаються для студентів денної та заочної форм навчання в Національному авіаційному університеті.

ВСТУП

Відповідно до вимог Міжнародної організації цивільної авіації (ІСАО) на повітряних суднах (ПС) встановлюють бортові системи реєстрації параметрів польоту, дані яких використовуються для проведення розслідувань авіаційних подій та інцидентів, вивчення звичайних дій екіпажа у польоті і для технічного обслуговування ПС. Розроблення і реалізація авіакомпаніями ПЗКП відповідно до наступного рисунку (на прикладі літака Ил-76) вимагає виконання таких кроків, як формалізація представлення контрольованого етапу польоту, на підставі нормативної документації розроблення алгоритмів контролю, визначення джерел контрольованої інформації, розроблення відповідних програмних модулів та їх апробація.

На основі використання інформації, що одержують від бортових засобів реєстрації, авіакомпанії засвоїли і успішно вирішують наступні задачі: контроль режимів польоту і правил льотної експлуатації ПС; контроль працездатності авіаційної техніки; контроль працездатності бортових реєстраторів; контроль технології роботи екіпажів з диспетчерами управління повітряним рухом; виявлення причин авіаційних подій і інцидентів.

Польотна інформація може використовуватися також для вдосконалення професійної підготовки льотного складу, об'єктивної оцінки технічного стану і прогнозування відмов систем і устаткування повітряних суден, контролю за підтримкою льотно-технічних характеристик ПС.

Важливим чинником підвищення ефективності об'єктивного контролю польотів за польотною інформацією є підготовка фахівців відповідного профілю, здатних кваліфіковано застосовувати наявні апаратні і програмні засоби, а також брати участь в їх модифікації при різних змінах умов експлуатації.

Метою даної роботи є викладення основ проектування та експлуатації окремих елементів ПЗ КП ПС за інформацією бортових параметричних

реєстраторів, дослідження процесів реєстрації і відтворення кодів ПІ, аналіз проблеми використання службових даних (РД) про поточні польоти ПС із реєстратором МСРП-64-2 і розробка програмного модуля вибірки і перетворення РД у процесі відтворення ПІ, що входить до складу навчального програмного комплексу ілюстрації практичного застосування ПІ в задачах контролю польотів ПС.

Ілюстрація складових елементів окремого алгоритма контролю польоту



Швидкість при піднятті передньої опори шасі менш $V_R - 10$

$$S = S007 \ \& \ V07 < V_R - 10$$

S007-точка зльоту "Підняття передньої опори шасі"

V07-приладова швидкість в момент S007

V_R -розрахункова швидкість підняття передньої опори

$$V_R = \begin{cases} 180, & \text{якщо } Mv \leq 110; \\ 0.67 * Mv + 110, & \text{при } Mv > 110. \end{cases}$$

Mv -злітна маса в т.

S005-точка зльоту: "Досягнення контрольної швидкості"

фіксується в момент $V_{пр} = 170$ км/г

ПІДСТАВА

ПЛЕ літака Ил-76 кн.1, п.4.2.3А(12) "После доклада штурмана «Подъем» выключите управление поворотом колес носовой ноги шасси и плавным отклонением штурвала «на себя» переведите самолет в положение, при котором угол тангажа самолета по шкале тангажа КПШ составляет 8 град. "... .

ПЛЕ літака Ил-76 кн.1, п.4.2.3 "Взлет состоит из следующих этапов:

- разбег по ВПП до скорости V_R ;
- отрыв колес носовой ноги шасси и перевод самолета в режим начального набора высоты".

1. ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Вдосконалення льотної майстерності екіпажів є одним з основних видів робіт, який проводиться командним складом льотних підрозділів по підвищенню безпеки польотів. Одним з факторів рішення цієї задачі є метод самонавчання екіпажів на основі аналізу результатів контролю сукупності своїх польотів за допомогою і під спостереженням керівництва льотного підрозділу.

Для цього необхідно забезпечити своєчасне надання екіпажам як результатів оперативного контролю польотів, так і результатів узагальнення сукупності польотів, а керівництву льотних підрозділів - інформацію для вироблення "керуючих" заходів і що дозволяє:

- визначати причини масових відхилень;
- виявляти екіпажі, що вимагають особливої уваги, і визначати стереотипи їхніх дій;
- оцінювати динаміку зміни основних показників якості пілотування обраних екіпажів за задані періоди.

Метою даного розділу є розгляд проблеми програмного пошуку небезпечних відхилень від правил виконання заходу на посадку з посадкою, аналіз алгоритмів контролю небезпечних відхилень і визначення інформаційної бази контролю заходу на посадку з посадкою ПС шляхом розробки програмного модуля визначення портрета заходу.

Кафедра 47				НАУ 20.01 00.000 ПЗ			
Виконала	Комісаров А.О.			ТЕХНОЛОГІЯ СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Малежик О.І.				Д	9	17
Консультант					122		
Н. Контр.	Райчев І. Е.						

1.1 АНАЛІЗ ДІЙ ЕКІПАЖУ ПОВІТРЯНОГО СУДНАПРИ ЗАХОДІ НА ПОСАДКУ І ПОСАДЦІ

Етап заходу на посадку умовно розділений на 4 підетапи :

- "Випуск механізації та вхід у глісаду";
- "Політ по глісаді";
- "Політ по продовженій глісаді";
- "Приземлення та пробіг".

За інформацією контрольованих польотів виконується пошук ситуацій, зв'язаних з виходами значень параметрів пілотування за межі встановлених для них обмежень і допусків.

Крім того, точність пілотування на цих підетапах оцінюється наступним набором ЧПЯ:

Наприклад, ЧПЯ Q20 "Вихід на поріг ЗПС по висоті" має графічне представлення розподілу значень виду

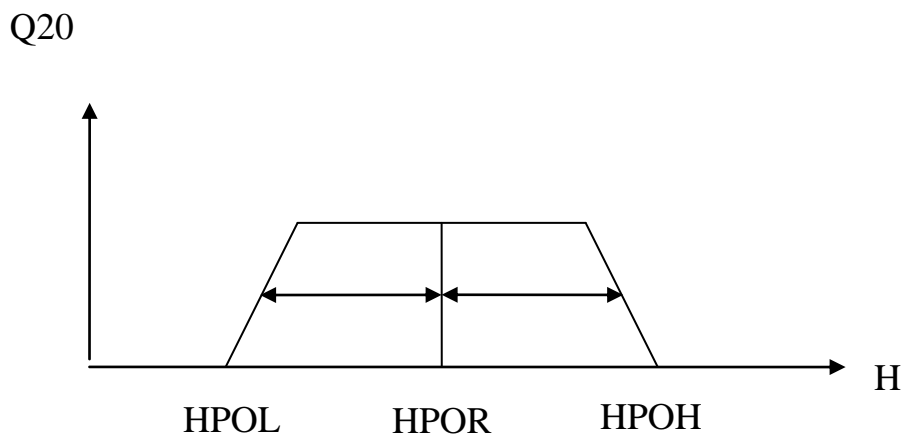


Рис.1.1. Графічне представлення ЧПЯ "Вихід на поріг ЗПС по висоті".

Для визначення чисельних значень Q20 використовується наступне співвідношення

$$Q20 = \begin{cases} 1, & \text{якщо } HPOR-3 < HG76 < HPOR+3; \\ (HPOH - HG76) / (HPOH - HPOR), & \text{якщо } HG76 \geq HPOR+3; \\ (HG76 - HPOL) / (HPOR - HPOL), & \text{якщо } HG76 \leq HPOR-3; \end{cases}$$

0, якщо $HG76 > HPOH$! $HG76 < HPOL$,

компонентами якого є:

$HG76 = C076.04$ - геометрична висота прольоту порога ЗПС;

$HPOH = C115.26$ - задана висота прольоту порога ЗПС;

$HPOH = C115.27$ - максимально-допустима висота прольоту порога ЗПС;

$HPOL = C115.28$ - мінімально-допустима висота прольоту порога ЗПС.

Для рішення задачі визначення негативних стереотипів дій кожного КПС, обумовлених неправильно щепленими або несталими навичками пілотування при оперативному контролі польоту виробляється виявлення факторів (причин) зниження значень конкретних показників якості.

1.2 АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІКИ ПІЛОТУВАННЯ ПРИ ЗАХОДІ З ПОСАДКОЮ

У даному підрозділі розглянуті деякі аналітичні співвідношення, на основі яких виконується програмний пошук небезпечних відхилень від правил виконання заходу на посадку з посадкою.

1.1.1 Висота прольоту ДПРМ більш припустимої

$S = S066 \ \& \ HD = 1 \ \& \ DHDP > DHDMA$,

$S066$ - характерна точка заходу на посадку "Проліт ДПРМ";

$DHDP$ - відхилення від заданої висоти;

$DHDMA$ - максимально - припустиме перевищення висоти прольоту ДПРМ.

$DHDMA = 0.0053 * L66 + 10$,

$L66$ - віддалення літака від порога ЗПС (розрахунковий параметр) в момент фіксації точки $S066$;

HD - ознака вірогідності оцінки дистанції.

1.1.2 Висота прольоту ДППМ менш припустимої

$S = S066 \ \& \ HD = 1 \ \& \ DHDP < DHDMI$, де

DHDMI - максимально-припустиме відхилення вниз від висоти прольоту ДППМ. $DHDMI = -(0.0053 * L66 + 10)$.

1.1.3 Кут крену на глісаді більш припустимого

$S = S067 \ \& \ ABSKR > KRGL$,

S067 - характерна точка заходу на посадку "Проліт БППМ";

ABSKR - модуль максимального крену від розрахункової точки входу в глісаду до БППМ;

KRGL - максимально-допустимий крен на глісаді.

1.1.4 Незадовільне балансування літака стабілізатором на глісаді

$S = S067 \ \& \ RHSR < RHMIN \ \& \ HD = 1$,

RHSR - балансировочне (середнє) положення руля висоти на ділянці S081-S067;

S081 - характерна точка заходу на посадку: "H= 200";

RHMIN - мінімально-припустиме балансировочне положення руля висоти на глісаді.

1.1.5 Швидкість на глісаді більш припустимої

$S = S067 \ \& \ VMA3 > VREFMA \ \& \ VSR1 > WREF$,

VMA3 - максимальна швидкість на ділянці S081 - S067;

VREFMA - максимально-допустима швидкість на глісаді.

$VREFMA = VREF + 25$;

VREF - розрахункова швидкість перетинання порога ЗПС (без урахування умов польоту).

VSR1 - середня швидкість на ділянці S081 - S067;

WREF - розрахункова швидкість заходу на посадку з урахуванням умов посадки.

1.1.6 Швидкість на глісаді менш припустимої

$S = S067 \ \& \ VMI3 < VREFMI \ \& \ VSR1 < WREF,$

VMI3 - мінімальна швидкість на ділянці S081 - S067;

VREFMI - мінімально-допустима швидкість на глісаді.

1.1.7 Висота прольоту БПРМ більш припустимої

$S = S067 \ \& \ HD = 1 \ \& \ DNB > DNBMA,$

DNB - відхилення по висоті при прольоті БПРМ;

DNBMA - максимально-допустиме перевищення висоти прольоту БПРМ, DNBMA= 16м.

1.1.8 Висота прольоту БПРМ менш допустимої

$S = S067 \ \& \ HD = 1 \ \& \ DNB < DNBMI,$

DNBMI - максимально-допустиме відхилення вниз від висоти прольоту БПРМ.

1.1.9 Бокове відхилення при прольоті БПРМ більш припустимого

$S = S067 \ \& \ |Z67| > ZBPR,$

Z67 - бокове відхилення при прольоті БПРМ;

ZBPR - граничне допустиме бокове відхилення на віддаленні БПРМ.

1.1.10 Висота відключення САУ менш припустимої

$S = (S073 \ ! \ S074) \ \& \ (HG73 < HSAU \ ! \ HG74 < HSAU),$ де

S073 - характерна точка заходу на посадку "Відключення повздовжнього каналу САУ";

S074 - характерна точка заходу на посадку "Відключення бічного каналу САУ";

HG73 - значення геометричної висоти в момент фіксації точки S073;

HG74 - значення геометричної висоти в момент фіксації точки S074;

HSAU - мінімально-допустима висота відключення САУ при автоматичному заході на посадку.

1.1.11 Висота відключення автомата тяги менш припустимої

$S = S088 \& HG88 < NAT$, де

S088 - характерна точка заходу на посадку: "Вимикання автомата тяги";

HG88 - значення геометричної висоти в момент фіксації точки S088;

NAT - мінімально-допустима висота відключення автомата тяги.

ги менш висоти вирівнювання".

1.1.12 Режим роботи двигуна 1 на глісаді менш припустимого

$S = S067 \& RAMIN < RZMG$,

RAMIN – мінімальне положення РУД 1-го двигуна на ділянці S081 - S067;

RZMG – режим РУД малого газу (27град.).

1.1.13 Режим роботи двигуна 4 на глісаді менш припустимого

$S = S067 \& RCMIN < RZMG$,

RCMIN – мінімальне положення РУД 1-го двигуна на ділянці S081 - S067;

RZMG – режим РУД малого газу (27град.).

1.1.14 Швидкість на продовженій глісаді більш припустимої

$S = S076 \& S067 \& VMA3 < VREFMA \& VPMAH > WREF+25$,

S076 - характерна точка заходу на посадку: "Поріг ЗПС";

VMA3 - максимальна швидкість на ділянці S081 - S067;

VPMAX- максимальна швидкість на ділянці S081 - S076.

1.1.15 Бокове відхилення на порозі ЗПС більш половини ширини ЗПС

$S = S076 \ \& \ |Z76| > ZPPR,$

Z76 - значення бічного відхилення в момент фіксації точки S076;

ZPPR - максимально-допустиме бокове відхилення на порозі ЗПС

$ZPPR = 0.5 * SVPP,$

SVPP - ширина ЗПС.

1.1.16 Відхилення від осі ЗПС у момент торкання більш 1/4 ширини ЗПС

$S = S080 \ \& \ |Z80| > ZKPR ,$

S080 - характерна точка заходу на посадку: "Перше торкання ЗПС";

Z80 - значення бічного відхилення в момент фіксації точки S080;

ZKPR - максимально-допустиме бокове відхилення в точці приземлення.

1.1.17 Перевантаження при торканні більш 1.71

$S = S080 \ \& \ NYK > NYMAX,$

NYK - максимальне вертикальне перевантаження;

NYMAX - максимальне вертикальне перевантаження в момент торкання, $NYMAX = 1.71.$

1.1.19 Вимикання реверса на швидкості менш рекомендованої

$S = (S086 \ \& \ V86 < VREW - 5) \ ! \ (S090 \ \& \ V90 < VREW - 5),$

S086 - характерна точка заходу на посадку: "Вимикання реверса двигунів";

V86 - приладова швидкість у момент фіксації точки S086;

S090 - характерна точка заходу на посадку: "Повторне вимикання реверса";

V90 - приладова швидкість у момент фіксації точки S090;

VREW - рекомендована швидкість вимикання реверса двигунів.

1.1.20 Результати аналізу алгоритмів контролю заходу на посадку з посадкою

Аналіз розрахункових співвідношень показує, що їхніми компонентами є наступні елементи:

- значення даних про умови виконання посадки (LVPP, SVPP, WP, WB, P, T, MP, HDPRM, HBPRM, ...);
- значення реєструємих сигналів, обумовлені як елементи стандартних послідовностей портрета заходу (HG76, V76, NYK, HG66, HG67, ZL80, Z67, ...);
- значення розрахункових параметрів, обумовлені як елементи частинних послідовностей портрета заходу (VSR1, HD, S, VY76, Z76, L80, Z80, ABSKR, RHSR, VMA3, ...);
- значення т.зв. номіналів, що задають припустимі межі зміни контрольованих сигналів з оголошенням точки або інтервалу, що відповідають "відмінним" значенням ЧПЯ (DHDMA, DHDMI, KRGL, VREF, VREFMA, VREFMI, ZKPR, ...).

Усі перераховані елементи утворюють інформаційну базу для контролю якості пілотування при посадці. При цьому слід зазначити, що значення елементів частинних послідовностей портрета і номіналів у свою чергу в загальному випадку обчислюються на основі співвідношень, компонентами яких є дані про умови заходу, а також додаткові елементи стандартних і частинних послідовностей портрета, явно не зазначені у визначенні алгоритмів заходу на посадку.

У цілому повний перелік номіналів не тільки враховує можливість визначення небезпечних відхилень від правил пілотування шляхом проведення допускового контролю, але і дає можливість визначення значень частинних показників якості пілотування.

1.3 ПРОГРАМНИЙ МОДУЛЬ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ДОПУСКОВОГО КОНТРОЛЮ ПОСАДКИ ПС

Програмний модуль визначення інформаційної бази контролю якості посадки реалізований засобами проблемно-орієнтованої мови логічної обробки даних про окремі етапи польоту повітряного судна. Основним інструментом цієї мови є операція визначення елементарних польотних ситуацій.

1.3.1 Операції виявлення польотних ситуацій

Дані операції використовуються для програмного визначення точок портрета заходу і для обчислення значень відповідних параметрів стандартних і частинних послідовностей. У програмі ці операції позначаються мітками Txyz (x,y,z – необов'язкові будь-які символи, крім символу 's'), Ts. З погляду структури Txyz - визначення робочих і контрольних точок, Ts - обчислення значень стандартних і частинних послідовностей.

Загальний формат запису оператора даного типу має вигляд

$$Txyz = I = |Us1| OPS, T1, T2, PIS; , (1.1)$$

де Txyz - мітка операції, I - ідентифікатор обумовленої контрольної або робочої точки ділянки польоту,

Us1 - логічна умова виконання операції пошуку контрольної або робочої точки,

OPS - логічна умова визначення польотної ситуації (точки початку або закінчення),

T1, T2 - границі інтервалу початку і кінця пошуку ситуації,

PIS - поріг істинності ситуації (мінімальна тривалість ситуації, при якій вона приймається, що відбулась), ';' (точка з комою) - ознака кінця оператора.

Наприклад, оператор

$$T053 = S053 \sim |S054 \cdot 0| Kkssr \geq 135, (S054, 0, -10);$$

визначає контрольну точку заходу "Середина 3-го розвороту" тільки за умови раніше визначеної точки "Середина 4-го розвороту". Пошук S053 здійснюється на інтервалі T1=S054, T2=0 (початок етапу захід).

Точка S053 буде визначена в момент виконання логічної умови досягнення модулем відхилення від курсу ЗПС значення 135 град., якщо ця ситуація буде безупинно мати місце протягом 10 точок (моментів) заходу.

З взаємного розташування T1 і T2 на осі часу впливає, що пошук S053 здійснюється в зворотному напрямку.

Якщо умова Us1 повертає логічний 0 або логічний вираз OPS не знаходить свого істинного рішення на всьому заданому інтервалі T1 ... T2, вихідне значення перемінної Tхuz не змінюється.

Знак мінус перед PIS=10 означає, що в даному випадку не потрібно фіксувати фактичну тривалість польотної ситуації, хоча така можливість існує при завданні позитивного значення PIS.

У загальному випадку компонентами T1, T2 можуть бути арифметичні вирази; PIS завжди повинне бути числом, наприклад, запис

$$R1 = hg \geq 120, (S005+10, tend-100, -1);$$

визначить момент досягнення геометричної висоти 120 м, шуканий на інтервалі S005+10 ... tend-100 .

У цілому використання Us1 не є обов'язковою нормою.

1.3.2 Символічний запис програмного модуля

Символічний запис програмного модуля складається з 3-х розділів:

- визначення контрольних точок;
- обчислення елементів частинних послідовностей;
- обчислення значень номіналів.

Оператори визначення контрольних точок мають мітки, що починаються латинською буквою T і наступним номером контрольної точки.

Оператори обчислення елементів частинних послідовностей мають мітки, що починаються сполученням Ts і наступним номером контрольної точки.

Текст символічного запису програмного модуля визначення інформаційної бази контролю якості посадки ПС має такий вигляд

Розділ визначення контрольних точок.

PR = |rzmg=20|;

PR = |[R1=(100*PT3)-(3.6*up)] ! [R2=(160*PT3)-(3.6*up)]|;

PR = |[R3=0] ! [R4=0] ! [tv100=0] ! [kra=0] ! [hga=0] ! [hba=0] |;

PR = R3 ~ |R3=0 & iz=0| v>R2 & hg<10, (tend,2,-5);

PR = R4 ~ |R4=0 & R3•0| v<R2 & hg<10, (R3-10,tend,-5);

PR = |R4=R4-1|;

PR = tv100 ~ |R4•0| v<R1 & hg<10, (R4,tend,-1);

PR = |[tv100=tv100-1 ? tv100•0] ! [S087=tv100]|;

PR = |[R3=tend] ! [R3=R4+10 ? R4+10<tend] !

[kra=MIDkr\R3_R4\ ? iz=0] ! [hga=MIDhg\R3_R4\ ? iz=0] !

[hba=MIDhb\R3_R4\ ? iz=0]|;

PR = t0 ~ |t0=0 & iz=0| hg>=hga+15, (R4,2,-1);

PR = |[kssr=MIDkk\R4_R4+10\ ? iz=0] ! [kssr=Kkssr] ? iz=0|;

PR = R1~mm^1, (2,tend,-2);

PR = R2~mm^0, (R1,tend,-2);

PR = |S066=R1+R2-1/2"DPRM"|;

PR = R1~mm^1, (R2,tend,-2);
 PR = R2~mm^0, (R1,tend,-2);
 PR = |S067=R1+R2-1/2"BPRM"|;
 PR = S076~dis<0, (S067,tend,-1);
 PR = |S076=S076-1"Porog"|;

 T080 = S080 ~ hg>hga, (tend,1,-1);
 T080 = |S080=S080+1|;
 T081 = S081 ~ dis>ruh-60 & dis>0, (tend,1,-1);
 Th200 = |th200=S081|;
 Tc3 = R3 ~ |R3=0| rev^1 & u1^0 & u2^0, (S080,1,-3);
 T072 = S072 ~ |R3•0"VPR"| rev^0 & u1^0 & u2^0, (R3,1,-3);
 T072 = |S072=S072+1 ? S072•0|;
 T073 = S073 ~ sauh^1 & dis<ltvg-30, (S080,1,-6);
 T073 = |S073=S073+1 ? S073•0|;
 T074 = S074 ~ sauk^1 & dis<ltvg-30, (S080,1,-6);
 T074 = |S074=S074+1 ? S074•0|;
 T083 = S083 ~ |iz=0| rev^1 & u1^1 & u2^1, (S067+1, tend,-1);
 T086 = S086 ~ |S083•0| u1^0 & u2^0, (S083+9, tend,-1);
 T089 = S089 ~ rev^1 & u1^1 & u2^1, (S086, tend,-6);
 T088 = S088 ~ vat^1, (S080,1,-6);
 T088 = |S088=S088+1 ? S088•0|;
 T090 = S090 ~ |S089•0| u1^0 & u2^0, (S089, tend,-1);

Розділ обчислення елементів частинних послідовностей

Ts066 = |[C066.20=hdprm] ! [C066.21=Phg\S066\hga-hdprm]|;
 Ts081 = |[C081.24=MAXv\S081_S059_1\] !
 [C081.25=MINv\S081_S059_1\] ! [C081.26=MIDvy\S081_S081-
 10\] !

[C081.29=Bvat\S081\] ![C081.27=MIDv\S081_S081-120\C081.29] ! [C081.28=(S067-S081)/2] ! [C081.30=(S067-S081)*3];

Ts081 = |[C081.32=nod] ! [C081.33=nob] ! [R1=S066] ! [R1=S081 ? szx=0] ! [C081.34=MINho\R1_S059_1\];

Ts067 = |[C067.50=MAXMkr\S067_S059_1\] ! [C067.24=MIDv\R1_S081\] ! [C067.25=MAXv\R1_S081_1\] ! [C067.26=MINv\R1_S081_1\] ! [C067.27=Phg\S067\ -hga-hbprm] ! [R2=MIDkk\R1_S081\] ! [C067.28=US\R2_kssr\] ! [C067.30=MIDrh\R1_S081\] ! [C067.31=MIDvy\R1_S081\];

Ts067 = |[C067.32=MAXra\R1_S081_7\] ! [C067.33=MAXrb\R1_S081_7\] ! [C067.36=MINra\R1_S081_1\] ! [C067.37=MINrb\R1_S081_1\] ! [C067.40=MIDvy\R1_R1-10\];

Ts067 = |"vref=" NO\11\|;

Ts067 = |"wref=" NO\17\|;

Ts067 = |"vynom=" NO\18\|;

Ts067 = |[C050.39=vynom] ! [C050.20=2]"Категор.PTC";

Ts067 = |[C067.41=SMPra\R1_S081\] ! [C067.42=SMPkr\R1_S081\] ! [C067.43=kw] ! [C067.44=SMOvy\R1_S081_vynom\] ! [C067.45=MINna\R1_S081_1\] ! [C067.46=MINnb\R1_S081_1\];

Ts076 = |[C076.20=MAXMkr\S076_S067_7\] ! [C076.21=Phg\R0\] ! [C076.22=MIDtg\S076_S067\] ! [R1=C067.29-C076.22] ! [C076.23=|R1|] ! [C076.24=SMOvy\S076_S067_vynom\];

Ts076 = |[R1=MIDkk\S076_S067\] ! [C076.25=US\R1_kssr\] ! [R1=Pkk\S076\] ! [C076.26=US\R1_kssr\] ! [C076.27=MIDv\S076_S067\] ! [C076.28=MAXv\S076_S067_7\] ! [C076.29=MINv\S076_S067_7\] ! [C076.31=MINvy\S076_S067_1\];

Ts076 = R1 ~ |[R1=0] rh>=C067.30+20, (S067,S076,-4);

Ts076 = |C076.30=MAXrh\R1_S076_1\ ? R1•0|;

Ts078 = |C078.20=S080-S078/2|;

Ts080 = |[R1=Pkk\S080\] ! [C080.20=US\R1_kssr\] !

[C080.21=ny80+100] ! [C080.22=Pv\S080*kw/100 ? nod=1] !

[C080.22=VPv\S080\ ? nod=0]|;

Ts086 = |[C086.20=MAXjx\S086+6_tv100_1\] ! [C086.21=S086-S083/2]|;

Розділ програмної реалізації алгоритмів допускового контролю заходу з посадкою

Og715 = hd=1 & dhdp>dhdma;

Og716 = hd=1 & dhdp<dhdmi;

Og719 = abskr>krgl;

Og720 = hd=1 & rhsr<rhmin;

Og721 = vma3>vrefma & vsr1>wref;

Og722 = vmi3<vrefmi & vsr1<wref;

Og725 = hd=1 & dhb>dhbma;

Og726 = hd=1 & dhb<dhbmi;

Og727 = hd=1 & |z67|>zbpr;

Og728 = [hg73<hsau] ! [hg74<hsau];

Og729 = hg88<hat;

Og734 = ramin<rzmg;

Og735 = rbmin<rzmg;

Og738 = vma3<vrefma & vpmx>wref+25;

Og744 = hd=1 & nkz=1 & |z76|>zppr;

Og757 = hd=1 & nkz=1 & |z80|>zkpr;

Og759 = nyk>nymax;

Og764 = [v86<vrew-5] ! [v90<vrew-5];

1.3.3 Опис операцій визначення значень компонент частинних послідовностей

Портрет заданого етапу польоту являє собою опис даного етапу у виді сукупності контрольних точок, що характеризують особливості траєкторії і динаміки польоту, дій екіпажа або функціонування бортового устаткування контрольованого ПС. Кожна точка портрета описується моментом часу її появи в межах контрольованого етапу і, у загальному випадку, 2-ма наборами даних:

- стандартною послідовністю чисельних значень аналогових параметрів, обраних у момент фіксації конкретної точки портрета;

- частинною послідовністю значень деяких показників, що характеризують якісну сторону польотних ситуацій і причинно-наслідкові зв'язки між ними.

Стандартні послідовності мають фіксовану структуру, що не залежить від конкретної точки портрета (крім технологічних точок умов злету або заходу і номінальних значень параметрів польоту).

Частинні послідовності мають різну довжину і способи визначення значень своїх компонентів, у якості яких можуть бути середні, мінімальні, максимальні значення аналогових або розрахункових параметрів, показники наявності або відсутності разових команд та інші дані.

Значення елементів частинних послідовностей визначаються в розділі програми, оператори якого мають мітки виду $Ts[xyz]$, де x, y, z можуть бути будь-якими символічними знаками.

Оператори визначення значень елементів частинних послідовностей у загальному виді мають формат типу (1.1). Наприклад, параметр ZL1F, описуваний як "Положення закрилків після випуску" і маючий позначення з погляду структури портрета заходу C057.22, може бути визначений за допомогою 2-х операторів

$$Ts057 = R1 \sim |R1=0| \quad Dz1=0,(S057,S057+50,-4);$$

$$Ts057 = |C057.22=Pz1\R1\|;$$

Перший з них визначає момент закінчення першого прийому випуску закрилків, вимірюваний у т.зв. точках польоту, рівних 0.5 сек., і прирівнює його значення змінній R1. Другий оператор обчислює положення закрилків і привласнює його значення змінній портрета C057.22.

Відзначимо, що формати записів 1-го і 2-го операторів являють собою окремі випадки запису виду (1.1), широко застосовувані (особливо тип 2-го оператора) у визначенні значень елементів частинних послідовностей. Найбільш широке поширення мають звичайні обчислювальні операції, що мають формат арифметичних виразів.

1.4 ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. Умовно етап заходу на посадку розбивається на 4 підетапи:

- "Випуск механізації та вхід в глісаду";
- "Політ по глісаді";
- "Політ по продовженій глісаді";
- "Приземлення та пробіг".

2. Перелік алгоритмів допускового контролю описує наступні події:

- "Висота прольоту ДПРМ більш припустимої";
- "Висота прольоту ДПРМ менш припустимої";
- "Кут крену на глісаді більш припустимого";
- "Незадовільне балансування літака стабілізатором на глісаді";
- "Швидкість на глісаді більш припустимої";
- "Швидкість на глісаді менш припустимої";
- "Висота прольоту БПРМ більш припустимої";
- "Висота прольоту БПРМ менш припустимої";
- "Бокове відхилення при прольоті БПРМ більш припустимої";
- "Висота відключення САУ менш припустимої";
- "Висота відключення автомата тяги менш припустимої";
- "Режим роботи двигуна 1 на глісаді менш припустимого";
- "Режим роботи двигуна 4 на глісаді менш припустимого";

- "Швидкість на продовженій глісаді більш припустимої";
- "Бокове відхилення на порозі ЗПС більш половини ширини ЗПС";
- "Відхилення від осі ЗПС у момент торкання більш 1/4 ширини ЗПС";
- "Перевантаження при торканні більш 1.71 ";
- "Вимикання реверса на швидкості менш рекомендованої".

3. Аналіз алгоритмів допускового контролю показує, що їхніми компонентами є наступні елементи:

- значення даних про умови виконання посадки (LVPP, SVPP, WP, WB, P, T, MP, HDPRM, HBPRM, ...);
- значення реєстрованих сигналів, обумовлені як елементи стандартних послідовностей портрета заходу (HG76, V76, NYK, HG66, HG67, ZL80, Z67, ...);
- значення розрахункових параметрів, обумовлені як елементи частинних послідовностей портрета заходу (VSR1, HD, S, VY76, Z76, L80, Z80, ABSKR, RHSR, VMA3, ...);
- значення т.зв. номіналів, що задають припустимі межі зміни контрольованих сигналів з оголошенням точки або інтервалу, що відповідають "відмінним" значенням ЧПЯ (DHDMA, DHDMI, KRGL, VREF, VREFMA, VREFMI, ZKPR, ...).

4. Усі перераховані елементи утворюють інформаційну базу для контролю якості пілотування при заході на посадку. При цьому слід зазначити, що значення елементів частинних послідовностей портрета і номіналів у свою чергу в загальному випадку обчислюються на основі співвідношень, компонентами яких є дані про умови заходу, а також додаткові елементи стандартних і частинних послідовностей портрета, явно не зазначені у визначенні ЧПЯ заходу на посадку з посадкою.

У цілому повний перелік номіналів не тільки враховує необхідність визначення небезпечних відхилень, але й дає можливість виконання якісного аналізу посадки на основі значень частинних показників якості.

2. ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА

Інформаційне забезпечення процесу удосконалення льотної майстерності екіпажів повинне містити в собі 2 основних компоненти:

- пошук небезпечних відхилень від правил виконання польотів, тобто ситуацій, пов'язаних з виходами значень параметрів пілотування за обмеження і допуски;

- деталізований контроль якості виконання польотів з аналізом точності пілотування на найбільш складних етапах польоту (зльоті, заході на посадку і посадці), при якому існує можливість виявлення незначних помилок в діях екіпажів і їхнього кількісного опису по безперервній шкалі значень, тобто частинних показників якості (ЧПЯ).

З цією метою на етапах польоту, що виконуються за стандартизованою методикою (наприклад, при заході на посадку), де диспетчер може вплинути тільки на початок цих етапів, оцінюється точність керування і при зниженні її показників виконується пошук факторів (причин) зниження якості. Безпосередній логічний аналіз контрольованого етапу польоту ґрунтується на використанні результатів попередньої обробки польотної інформації, представленої у вигляді так званого портрета. В даному розділі розглянуті способи організації даних портрета заходу на посадку літака АН-124, на основі яких виконується контроль небезпечних відхилень від правил виконання польотів, обчислення оцінок частинних показників якості пілотування і визначення причин знижених значень показників якості.

Кафедра КІТ				НАУ 20.01.00.000 ПЗ			
Виконав	Крміссаров А.О.			ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ КОНТРОЛЮ ПОСАДКИ ПОВІТРЯНОГО СУДНА	Літ.	Арк.	Аркшів
Керівник	Малежик О. І.				Д	26	18
Консультант					122		
Н. Контр.	Райчев І. Е.						

2.1 СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ПОРТРЕТА ЗАХОДУ З ПОСАДКОЮ

Портрет контрольованого етапу польоту формується шляхом програмного виявлення сукупності його контрольних точок і наступного визначення даних для стандартних і частинних послідовностей.

Стандартні послідовності мають фіксовану структуру, що не залежить від конкретної точки портрета (крім технологічних точок умов виконання заходу на посадку і номінальних значень параметрів заходу).

Частинні послідовності мають різну довжину і способи визначення значень своїх компонентів, в якості яких можуть бути середні, мінімальні, максимальні значення аналогових або розрахункових параметрів, показники наявності або відсутності разових команд та інші дані. Деякі точки портрета взагалі можуть не супроводжуватися частинними послідовностями.

Стандартна і частинна послідовності окремих точок портрета мають постійну нумерацію своїх компонентів, починаючи з 1, причому стандартна послідовність портрета заходу містить 19 елементів. В такий спосіб нумерація елементів частинних послідовностей починається з 20-го.

Переліки даних, що описують умови заходу (технологічна точка портрета номер 050) мають індивідуальні структури послідовностей даних типу температури і атмосферного тиску аеропорту посадки, довжини ЗПС і ін. Аналогічною властивістю індивідуальності володіють переліки номінальних значень параметрів заходу (технологічна точка портрета 115). Номінальні значення в загальному випадку розраховуються на основі умов заходу і даних стандартних або частинних послідовностей інформаційних точок портрета. Формули розрахунку номінальних значень є унікальними з погляду типу повітряного судна.

Переліки аналогових параметрів (АП) і разових команд (РК), що використовуються при формуванні портрета або при експертному

підтвердженні результатів контролю заходу з посадкою ПС, наведені в .рис.2.1 та 2.2 відповідно.



Рис.2.1 Ідентифікатори аналогових параметрів контролю посадки



Рис.2.2 Ілюстрація опису аналогових параметрів

Самолет АН-124								Регистратор ТЕСТЕР-М							
								Просмотр параметров							
								|| Град. не завершена || Полный просмотр (экран)							
|| MGV3 Исправность 3 гироверт. ||								|| SAUH Вкл. авт. реж. САУ РВ ||							
|| Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп ||								|| Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп ||							
|| 131 256 2 1 2048 - - 44 ||								|| 131 256 2 2 64 - - 5 ||							
|| Нк: 87 215 ||								|| Нк: 84 212 ||							
|| IUA Исправность угла атаки ||								|| SAUN Вкл. авт. реж. САУ РН ||							
|| Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп ||								|| Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп ||							
|| 131 256 2 1 128 - - 58 ||								|| 131 256 2 2 128 - - - ||							
|| Нк: 86 214 ||								|| Нк: 83 211 ||							
|| IRW1 Исправность 1 радиовысот ||								|| SAUK Вкл. авт. реж. САУ эл. ||							
|| Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп ||								|| Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп ||							
|| 131 256 2 1 4096 - - 16 ||								|| 131 256 2 2 256 - - 6 ||							
|| Нк: 85 213 ||								|| Нк: 82 210 ||							
								↓, PgUp -Вперед ↑, PgDn -Назад <Home> -Начало <End> -Конец <F10> -Режимы просмотра <Esc> -Меню <Enter> -Операции с град.							
								Циклограмма an124.cyc Градуировка 82042.grd							

Рис.2.3 Ілюстрація опису разових команд

Структура та зміст стандартної послідовності наведена на рис.2.4.

Sxxx – ідентифікатор точки портрета, що має 3-х значний номер, наприклад, S012, S066, S107.

Sxxx.yy – ідентифікатор елемента стандартної або частинної послідовності, що відповідає точці портрета Sxxx і має порядковий номер yy, наприклад, C081.24.

Самолет АН-124		Номер борта 82042	
57	Вып.закр.	T= 346	
V_ 410	НВ 1317	HG 1256	VY 0 TG 44 RH 8 EG - RA 24 RB 26
NA 0	NB 768	KR 143	KK 105 EK - Z_ 3877 L_ 32767ZL 1 ST -
20	10	TZ1 Продолжительность выпуска в секундах	
21	-	VMZ1 Vmax(конец вып.-нач.довып) (без дов.до S67)	
22	28	ZL1F Положение закрылков после выпуска	
23	32767	VZ1MI Vmin(конец вып.-нач.довып) (без дов.-до S67)	
24	189	KRVZ Max |KR| в процессе выпуска закрылков	
116	Довып.закр.15(Ан124)	T= 362	
V_ 403	НВ 1290	HG 1300	VY 0 TG 57 RH 2 EG - RA 24 RB 26
NA 0	NB 768	KR 149	KK 115 EK - Z_ 4816 L_ 32767ZL 21 ST -
53	3 разв.	T= 643	
V_ 349	НВ 741	HG 600	VY 0 TG 57 RH 12 EG - RA 52 RB 50
NA 0	NB 840	KR 153	KK 250 EK - Z_ 7014 L_ 22576ZL 147 ST -
20	226	KR3 Max знач.|KR| при выполн. 3-го разворота	
21	357	VM3 Знач-е приборн.скорости V, соотв. KR3	
56	Шасси	T= 698	
V_ 348	НВ 645	HG 577	VY -20 TG 43 RH 14 EG - RA 63 RB 62

Регистратор ТЕСТЕР-М

Рис.2.4. Приклад індикації даних портрета заходу на посадку

Самолет АН-124		Номер борта 82042	
50	Услов.захода		
1	25	KAP	Код а/п
2	88	TIPS	Тип самолета
3	1500	HPR	Высота перехода
4	2960	MP	Масса посадочная в тоннах
5	380	XT	Посадочная центровка в %
6	500	HKR	Высота круга в метрах
7	500	HTVG	Высота ТВГ в метрах
8	9600	LTVG	Удаление ТВГ в метрах
9	2	KOLM	Количество маркерных маяков
10	420	HDPRM	Высота ДПРМ в метрах
11	7800	LDPRM	Удаление ДПРМ в метрах
12	60	HBPRM	Высота БПРМ в метрах
13	1100	LBPRM	Удаление БПРМ в метрах
14	-	HILS	Высота MILS в метрах
15	-	LILS	Удаление MILS в метрах
16	340	KVPP	Курс ВПП
17	3200	LVPP	Длина ВПП в метрах
18	50	SVPP	Ширина ВПП в метрах
19	0	NVPP	Номер ВПП
20	2	KRTS	Категория РТС
21	1000	LKRM	Удаление КРМ в метрах

Регистратор ТЕСТЕР-М

Рис.2.5 Приклад індикації значень умов заходу на посадку і посадки

Технологічна точка "НОМІНАЛЬНІ ЗНАЧЕННЯ" (S115) формально визначається на 1-й секунді етапу заходу.

Самолет АН-124		Номер борта 82042	
115	Номиналы		
1	9777	RUSH	Рубеж вып.шасси по удален.от порога
2	450	VSHM	Мах-доп.V при выпуске шасси
3	11577	RUVZ	Рубеж нач.вып.закр.по удал-ю от порога
4	150	ZL1	Положение закрыл.после выпуска
5	450	VZ1MA	Мах-доп.V с вып.закр.в полож. ZL1
6	370	VZ1MIN	Min-доп.V с вып.закр.в полож. ZL1
7	8577	RUDVZ	Рубеж конца довып.закр.по удал-ю от порога
8	300	ZL2	Полож-е закрыл.после довыпуска
9	305	VZ2MA	Мах-доп.V с вып.закр.в полож. ZL2
10	242	VZ2MIN	Min-доп.V с вып.закр.в полож. ZL2
11	269	VREF	Расчетн.скор.пересечения порога ВПП
12	294	VREFMA	Мах-доп.V на глисс.
13	254	VREFMI	Min-доп.V на глиссаде
14	33	DHDM	Мах-доп.превышение высоты пролета ДПРМ
Регистратор ТЕСТЕР-М			

Рис.2.6 Приклад індикації значень номіналів заходу з посадкою

2.3 АЛГОРИТМИ СТВОРЕННЯ ПОРТРЕТА ЗАХОДУ З ПОСАДКОЮ

У даному підрозділі розглянуті алгоритми програмного визначення контрольних точок заходу з посадкою ПС, розглянуті компоненти приведених алгоритмів, а також елементи частинних послідовностей, що складають разом з елементами стандартних послідовностей основу інформаційної бази контролю заходу на посадку.

2.3.1 ВИХІД НА ШВИДКІСТЬ ЗНИЖЕННЯ (S052)

Фіксується в момент досягнення швидкості зниження $V_{SN} = 400$ км/ч. Визначається в процесі зворотного перегляду значень V , починаючи з моменту S081, при виконанні умови $V > V_{SN}$. S081 - точка портрета "РУБІЖ ВХОДУ В ГЛІСАДУ".

Самолет АН-124				Номер борта 82042				
T	HG	U	HO	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
546	1000	418	910					
547	1000	418	910					
548	1000	418	909					
549	1000	416	908					
550	1000	413	907					
551	1000	411	906					
552	1000	409	905					
553	1000	408	905					
554	999	407	904					
555	998	406	903					
556	997	404	902					
557	995	403	901					
558	992	403	900					
559	988	402	900					
560	983	401	899					
561	979	401	898					
562	976	400	896					
563	974	400	894					
564	973	399	893					
565	972	399	891					

Регистратор ТЕСТЕР-М

Рис.2.7 Графічна інтерпретація АП для контрольної точки S052

2.3.2 ВИКОНАННЯ З РОЗВОРОТУ (S053)

Фіксується при досягненні модулем відхилення поточного курсу КК від фактичного курсу ЗПС значення 135град..

Визначається шляхом зворотного перегляду значень кута курсу, починаючи з моменту S081, при виконанні умови

КК - KSSR \geq 135град.,

де KSSR - обчислюється як середній курс пробігу по ЗПС при заході з посадкою або дорівнює заданому з паспорта значенню курсу ЗПС при заході з відходом на 2-ге коло.

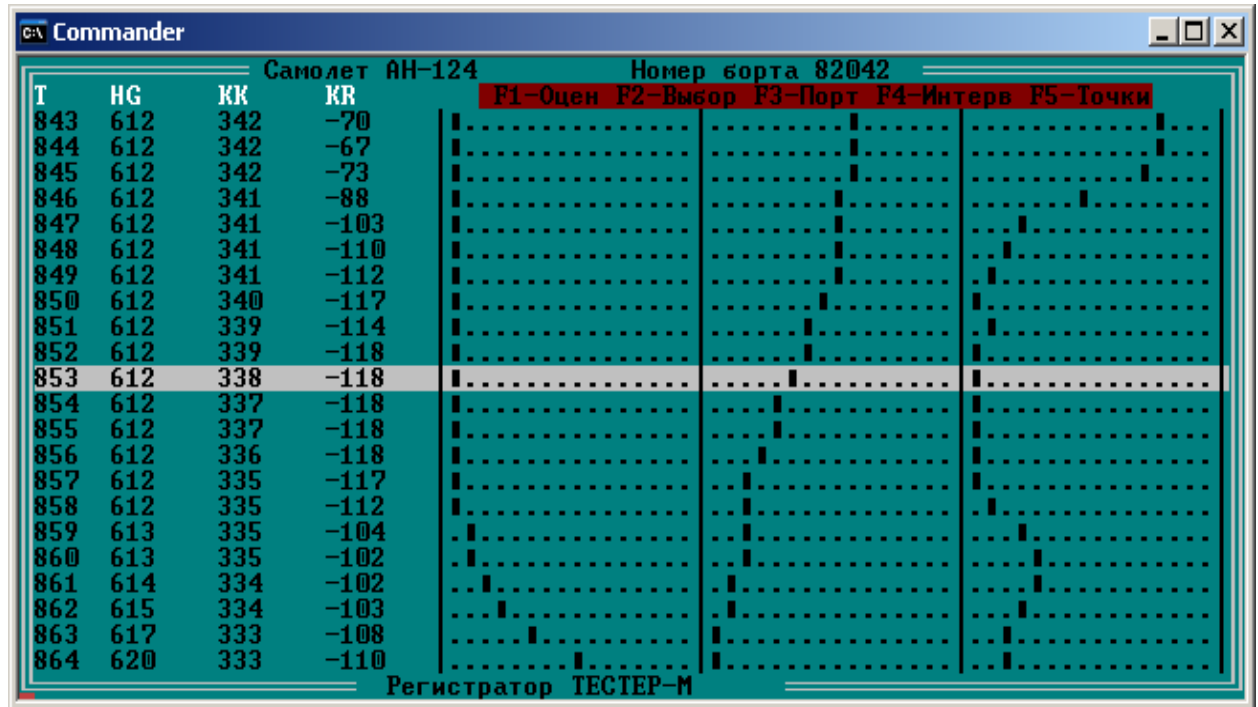


Рис. 2.8 Графічна інтерпретація АП для контрольної точки S053

2.3.3 ВИКОНАННЯ 4 РОЗВОРОТУ (S054)

Фіксується при досягненні модулем відхилення поточного курсу КК від фактичного курсу ЗПС значення 45град..

Визначається шляхом зворотного перегляду значень кута курсу, починаючи з моменту S081, при виконанні умови КК - KSSR \geq 45град., де KSSR - обчислюється як середній курс пробігу по ЗПС при заході з посадкою або дорівнює заданому з паспорта значенню курсу ЗПС при заході з відходом на 2 коло.

2.3.5 ВИПУСК ШАСІ (S056)

Фіксується при стійкій наявності РК SH "Шасі випущені" (56-5) протягом 4-х і більш секунд.

2.3.6 ВИПУСК ЗАКРИЛКІВ (S057)

Фіксується в момент початку випуску закрилків. Визначається шляхом зворотного перегляду значень кута відхилення закрилків ZL, починаючи з моменту S081, при виконанні нерівності $ZL < 2$ град. протягом 3-х і більш секунд.

2.3.7 ЗАКІНЧЕННЯ ДОВИПУСКУ ЗАКРИЛКІВ (S058)

Фіксується в момент закінчення довипуску закрилків. Визначається шляхом зворотного перегляду значень кута відхилення закрилків ZL, починаючи з моменту кінця етапу захід, при виконанні умов $(ZL > ZL1 + 2$ град.) & $(DZL > 0)$ протягом 2-х і більш секунд.

ZL1 - рекомендоване положення закрилків після 1-го прийому випуску; $ZL1 = 20$ град. DZL - збільшення сигналу ZL, $DZL = ZL[i] - ZL[i-1]$, i - порядкові номери проходження значень польотних параметрів в середині етапу заходу на посадку, $i=0,1,\dots,n-1$; n - загальне число відліків.

Самолет АН-124				Номер борта 82042				
T	ZL	HB	U	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
1045	203	502	345	.	.	.	.	.
1046	218	500	345	.	.	.	.	.
1047	218	499	345	.	.	.	.	.
1048	241	498	344	.	.	.	.	.
1049	241	496	343	.	.	.	.	.
1050	266	495	342	.	.	.	.	.
1051	266	493	340	.	.	.	.	.
1052	292	492	338	.	.	.	.	.
1053	292	491	337	.	.	.	.	.
1054	306	489	335	.	.	.	.	.
1055	306	488	334	.	.	.	.	.
1056	306	487	332	.	.	.	.	.
1057	306	485	330	.	.	.	.	.
1058	306	484	328	.	.	.	.	.
1059	306	482	325	.	.	.	.	.
1060	306	481	322	.	.	.	.	.
1061	306	480	321	.	.	.	.	.
1062	306	478	320	.	.	.	.	.
1063	306	477	319	.	.	.	.	.
1064	306	475	318	.	.	.	.	.
1065	306	474	318	.	.	.	.	.
1066	306	473	316	.	.	.	.	.

Регистратор ТЕСТЕР-М

Рис.2.9 Графічна інтерпретація АП ZL для S058

2.3.8 ПРОЛІТ РОЗРАХУНКОВОЇ ТВГ (S059)

Визначається шляхом зворотного перегляду поточних значень видалень ПС від порога ЗПС - L, починаючи з моменту S081, при виконанні умови $L > L_{ТВГ} - 60м$.

$L_{ТВГ} = C050.08$ - віддалення ТВГ в метрах з умов заходу.

2.3.9 ДОСЯГНЕННЯ ШВИДКОСТІ ГЛІСАДИ (S064)

Фіксується в момент досягнення приладовою швидкістю V розрахункового значення VSR, визначеного як середнє значення V на інтервалі S081 - S067 шляхом зворотного перегляду значень V, починаючи з моменту S081, при виконанні умови

$$V \geq VSR + 8 \text{ км/год.}$$

S067 - точка портрета заходу "ПРОЛІТ БПРМ".

2.3.10 ПРОЛІТ ДПРМ (S066)

Фіксується на середині ділянки появи разової команди "Проліт маркерних маяків" у зоні заданого віддалення $L_{дпрм}$ від порога ЗПС.

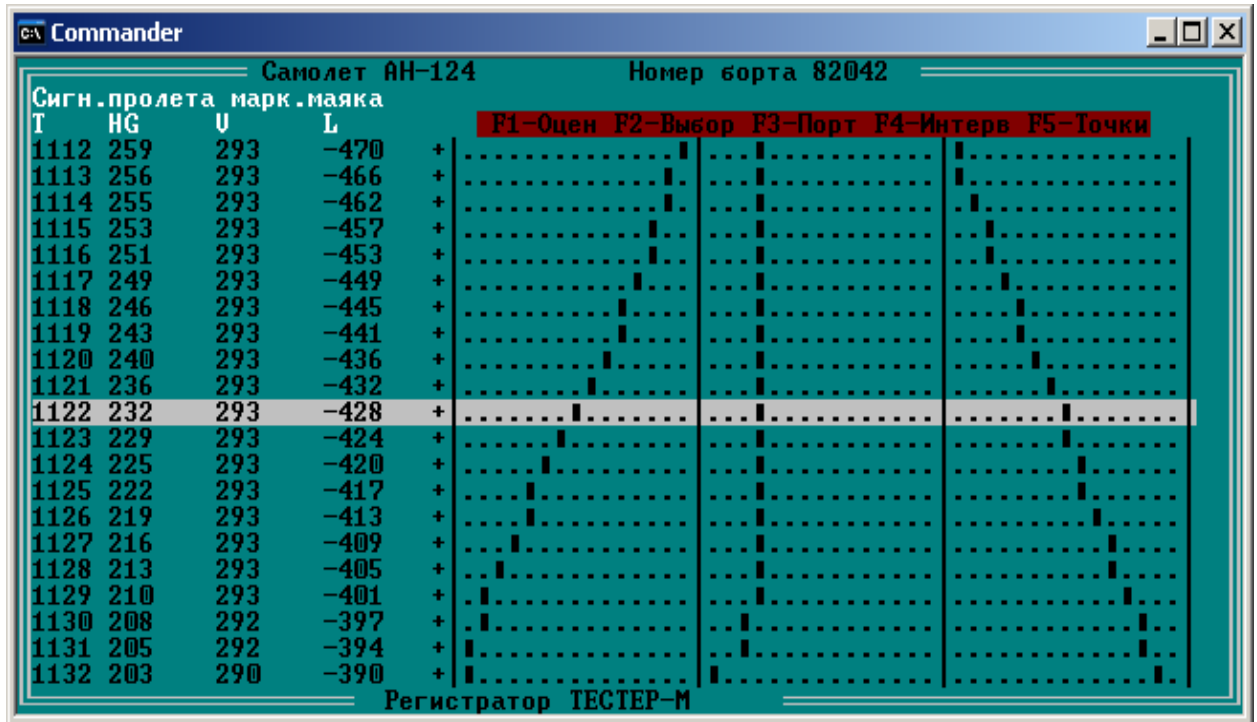


Рис.2.10 Графічна інтерпретація АП та РК для S066

2.3.11 ПРОЛІТ БПРМ (S067)

Фіксується на середині ділянки появи разової команди "Проліт маркерних маяків" у зоні заданого віддалення $L_{бпрм}$ від порога ЗПС.

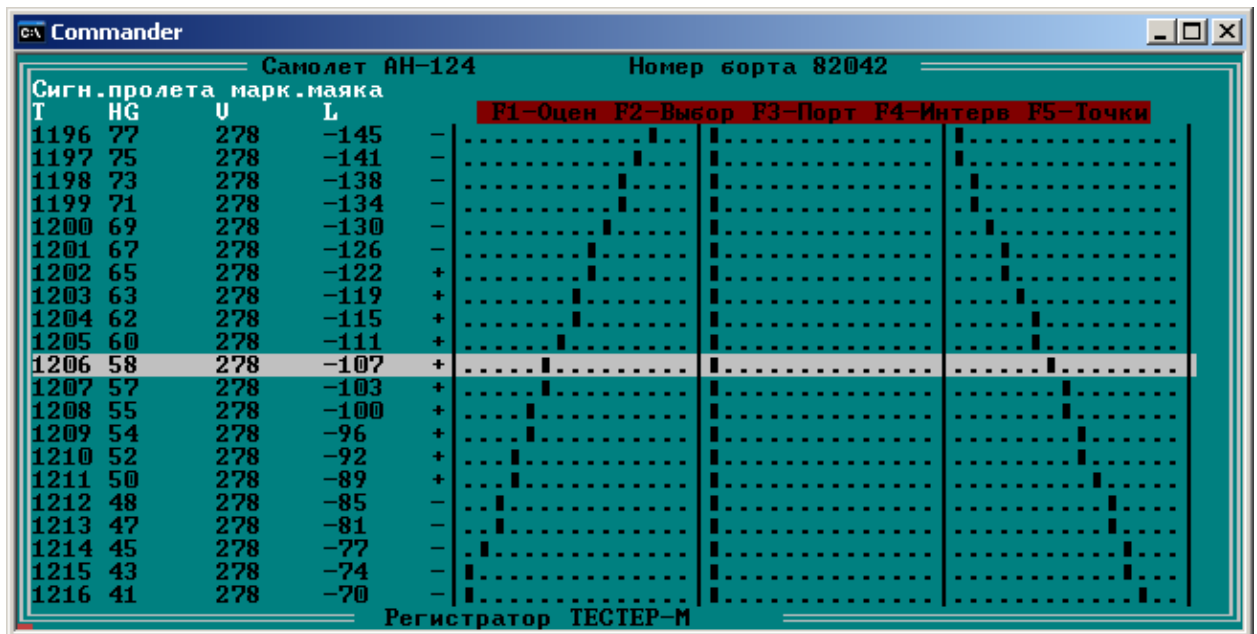


Рис.2.11 Графічна інтерпретація АП та РК для S067

2.3.12 ПОРІГ ЗПС (S076)

Фіксується при досягненні віддаленням від ЗПС L значення 0 метрів.

Визначається шляхом прямого перегляду значень L, починаючи з точки S067, при виконанні нерівності $L < 50$

S067 - характерна точка заходу на посадку: " Проліт БПРМ". Фіксується на середині ділянки появи разової команди "Проліт маркерних маяків" і $Hg < 100m$.

2.3.13 ТОРКАННЯ ЗПС (S080)

Визначається шляхом аналізу значення висоти геометричної при виконанні нерівності $HG > HGA$

шляхом зворотного перегляду від кінцевої точки етапу. Значення моменту виконання нерівності збільшується на 1.

T	HG	U	NY	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
1247	1	264	97	.	.	.	.	.
1248	1	264	97	.	.	.	.	.
1249	1	264	94	.	.	.	.	.
1250	1	264	94	.	.	.	.	.
1251	1	264	94	.	.	.	.	.
1252	1	263	94	.	.	.	.	.
1253	1	263	94	.	.	.	.	.
1254	1	261	91	.	.	.	.	.
1255	1	261	91	.	.	.	.	.
1256	1	260	91	.	.	.	.	.
1257	1	259	106	.	.	.	.	.
1258	0	258	130	.	.	.	.	.
1259	0	256	91	.	.	.	.	.
1260	0	253	91	.	.	.	.	.
1261	0	250	91	.	.	.	.	.
1262	0	248	91	.	.	.	.	.
1263	0	247	97	.	.	.	.	.
1264	0	246	103	.	.	.	.	.
1265	0	244	75	.	.	.	.	.
1266	0	243	100	.	.	.	.	.
1267	0	241	94	.	.	.	.	.
1268	0	240	97	.	.	.	.	.

Рис.2.12 Графічна інтерпретація АП для S080

2.3.17 ВКЛЮЧЕННЯ РЕВЕРСА (S083)

Визначається в процесі прямого перегляду відповідних параметрів, починаючи з точки портрета S067, при виконанні умови

REV=1 & REV4

REV1(4) - РК "Реверс 1(4) двигуна"

2.3.18. ВМІСТ ЧАСТИННИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ КОНТРОЛЬНИХ ТОЧОК S066, S067, S080, S081

Нижче приведені частинні послідовності портрета заходу на посадку з посадкою літака АН-124, деякі елементи яких використані в алгоритмах допускового контролю, приведених в розділі 2.

S066.20 HDP Задана висота прольоту ДПРМ (з паспорта)

S066.21 DHDP Відхилення від заданої висоти прольоту ДПРМ (з урахуванням значення геометричної висоти аеродрому)

S067.21 EGMA3 Max EG на інтервалі S081-S067

S067.22 EKMA3 Max EK на інтервалі S081-S067

S067.23 LEK3 Віддалення від порога ЗПС при досягненні значення EKMA3

S067.24 VSR1 Середня швидкість V на інтервалі S081-S067

S067.25 VMA3 Max швидкість V на інтервалі S081-S067

S067.26 VMI3 Min швидкість V на інтервалі S081-S067

S067.27 DHB Відхилення від заданої висоти прольоту БПРМ

S067.28 US1 Середнє значення кута зносу на інтервалі S081-S067

S067.29 STG1 Середнє значення кута тангажа TG на інтервалі S081-S067

- C067.30 RHSR Середнє (балансировочне) положення руля висоти RH на інтервалі S081-S067
- C067.31 VYSR Середня вертикальна швидкість VY на інтервалі S081-S067
- C067.32 RAMAX Мах значення РУД двигуна 1 RA на інтервалі S081-S067
- C067.33 RBMAX Мах значення РУД двигуна 2 RB на інтервалі S081-S067
- C067.36 RAMIN Мін значення РУД двигуна 1 RA на інтервалі S081-S067
- C067.37 RBMIN Мін значення РУД двигуна 2 RB на інтервалі S081-S067
- C067.40 VY5 Середня вертикальна швидкість VY на інтервалі S067-(S067-5 сек)
- C067.41 DRA0 Сума модулів збільшень РУД дв.1 на інтервалі S081-S067
- C067.42 DKR Сума модулів прирощень кута крену на інтервалі S081-S067
- C067.43 KW Коефіцієнт приведення швидкості $W_{\text{пут.}}/V_{\text{приб.}}$
- C067.44 DVYB Середнє значення VY-VYNOM на інтервалі S081-S067
(при відході на 2-й коло S081-S041), $VYNOM=C113.18$
- C067.45 NAMIN Мін знач-і обертів двигуна 1 NA на інтервалі S081-S067
- C067.46 NBMIN Мін знач-і обертів двигуна 2 NB на інтервалі S081-S067
- C067.49 HBM2 Мін значення відносної барометричної висоти на інтервалі S081-S067
- C067.50 ABSKR Мах KR на інтервалі S059-S067

-
-
- C080.20 USK Кут зносу при торканні
 - C080.21 NYK Мах значення вертикального перевантаження NY при торканні
 - C080.22 WPR Шляхова швидкість приземлення
 - C080.23 LW Дистанція торкання, обчислена з урахуванням вітру і тиску
 - C080.24 PWR Розрахункова повздовжня складової швидкості вітру
 - C080.25 HGV Висота прольоту порога ЗПС, обчислена з урахуванням вітру і тиску

-
- C081.20 EGMA Мах значення сигналу відхилення від РСЗ глісади EG на інтервалі S062-S081 (АН-124 ЯК-42 МУЛ-62 МУЛ-86)
 - C081.21 EGMI Мін значення сигналу відхилення від РСЗ глісади EG на інтервалі S062-S081 (АН-124 ЯК-42 МУЛ-62 МУЛ-86)
 - C081.22 EKMA Мах значення сигналу відхилення від РСЗ курсу ЕК на інтервалі S063-S081 (АН-124 ЯК-42 МУЛ-62 МУЛ-86)
 - C081.23 EKMI Мін значення сигналу відхилення від РСЗ курсу ЕК на інтервалі S063-S081 (АН-124 ЯК-42 ИЛ-62 ИЛ-86)
 - C081.24 VMA2 Мах швидкість V на інтервалі S059-S081
 - C081.25 VMI2 Мін швидкість V на інтервалі S059-S081
 - C081.26 VYS1 Середня вертикальна швидкість VY на інтервалі (S081-5с) - S081
 - C081.27 VAT Середня швидкість V при включеному автоматі тяги на відрізьку (S081-60с) - S081 (ТУ-154М АН-124 ЯК-42 МУЛ-86)
 - C081.28 DRAD Припустима сума збільшень РУД на інтервалі S081-S067
 - C081.29 RAT Режим автомата тяги 1-включений 0-немає

C081.30 DKRD Допустима сума прирощень кута крену на інтервалі S081-S067

C081.31 RSAU Режим CAУ(АБСУ) 0-CAУ відключений 1-директорний 2-автоматичний 3-автоматичний в бічному каналі і директорний у подовжньому 4-автоматичний в подовжньому і директорний у бічному

C081.32 HD Ознака вірогідності оцінки дистанції 1-достовір. 0-немає

C081.33 NKZ Ознака достовірної оцінки бокового відхилення 1-достовір. 0-немає

C081.34 HBM1 Min значення відносної барометричної висоти на інтервалі: - для SZX=0 (віз.захід) S059-S081 - для SZX>0 (інстр.зах.) S059-S066

2.4 ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Інформаційне забезпечення процесу удосконалення льотної майстерності екіпажів припускає пошук грубих відхилень від правил виконання польотів і деталізований контроль якості виконання заходів на посадку.

2. Безпосередній логічний аналіз контрольованого заходу на посадку заснований на використанні результатів попередньої обробки польотної інформації, представлених в виді т.зв. портрета.

3. Портрет контрольованого заходу формується шляхом програмного виявлення сукупності його контрольних точок і наступного визначення даних для стандартних і частинних послідовностей. Стандартні послідовності мають фіксовану структуру, що не залежить від конкретної точки портрета. (крім технологічних точок умов заходу і номінальних значень його параметрів).

4. Частинні послідовності мають різну довжину і способи визначення значень своїх компонентів, в якості яких можуть бути середні, мінімальні, максимальні значення аналогових або розрахункових параметрів, показники

наявності або відсутності разових команд та інші дані. Деякі точки портрета взагалі можуть не супроводжуватися частинними послідовностями.

5. Переліки даних, що описують умови заходу (технологічна точка портрета 050) мають індивідуальні структури послідовностей даних типу температури і тиску аеропорту заходу, довжини ЗПС та ін. Аналогічною властивістю індивідуальності володіють переліки номінальних значень параметрів заходу (технологічна точки портрета 115).

3. ТИПОВІ ЕЛЕМЕНТИ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ЗА ПОЛЬОТНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ

Вдосконалення льотної майстерності екіпажів є одним з основних видів робіт, який проводиться командним складом льотних підрозділів по підвищенню безпеки польотів. Одним з факторів рішення цієї задачі є метод самонавчання екіпажів на основі аналізу результатів контролю сукупності своїх польотів за допомогою і під спостереженням керівництва льотного підрозділу.

Для цього необхідно забезпечити своєчасне надання екіпажам як результатів оперативного контролю польотів, так і результатів узагальнення сукупності польотів, а керівництву льотних підрозділів - інформацію для вироблення "керуючих" заходів і що дозволяє:

- визначати причини масових відхилень;
- виявляти екіпажі, що вимагають особливої уваги, і визначати стереотипи їхніх дій;
- оцінювати динаміку зміни основних показників якості пілотування обраних екіпажів і АЕ за задані періоди.

Кафедра 47				НАУ 20.01 00.000 ПЗ			
Виконала	КОМІССАРОВ А.О.			ТИПОВІ ЕЛЕМЕНТИ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З КОНТРОЛЮ ПОЛЬОТІВ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН ЗА ПОЛЬОТНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник	Малежик О.І.				Д	44	20
Консультант					122		
Н. Контр.	Райчев І. Е.						

3.1. Загальні відомості про інформаційне та програмне забезпечення системи початкової підготовки фахівців відповідного профілю

Однією з цілей практичної підготовки фахівців з контролю польотів ПС є набуття ними практичних навичок та закріплення теоретичних знань з проблеми алгоритмізації формування інформаційної основи для контролю етапів польоту ПС за інформацією бортових параметричних реєстраторів.

Розроблення програмного забезпечення контролю штатних польотів відповідно до рис.3.1. (на прикладі літака Ил-86) вимагає виконання таких кроків, як формалізація представлення контрольованого етапу польоту, на підставі нормативної документації розроблення алгоритмів контролю, визначення джерел контрольованої інформації, розроблення відповідних програмних модулів та їх апробація.

В процесі виконання окремих завдань відбувається ознайомлення з методами візуального виявлення контрольних точок окремих етапів польотів ПС за інформацією бортових параметричних реєстраторів та їх використання в задачах власне контролю.

Дослідження інформаційного забезпечення шляхом використання програми індикації чисельних значень реєстрованих сигналів та їх графічного зображення. Переліки аналогових параметрів АП і РК, що використовуються в завданнях експертного підтвердження результатів контролю польотів ПС, наведені в табл. 3.1, 3.2 відповідно.

Увага! У табл.3.1 позначення деяких параметрів супроводжуються множителем 10 або 100. Це означає, що чисельні значення цих параметрів збільшені відповідно у 10 або 100 разів, наприклад значення «-50» для *RH* означає «-5» град.

Вхідні дані.

1. Програма організації контролю (ПОК) зльоту, заходу на посадку, посадки і відходу на 2-ге коло.
2. Сукупність файлів копій ПП.

3. Сукупність описувачів даних про умови польотів (злітна маса, атмосферні умови тощо).

4. Описувач реєстрованих сигналів – т.зв. ГХ конкретного екземпляра ПС.

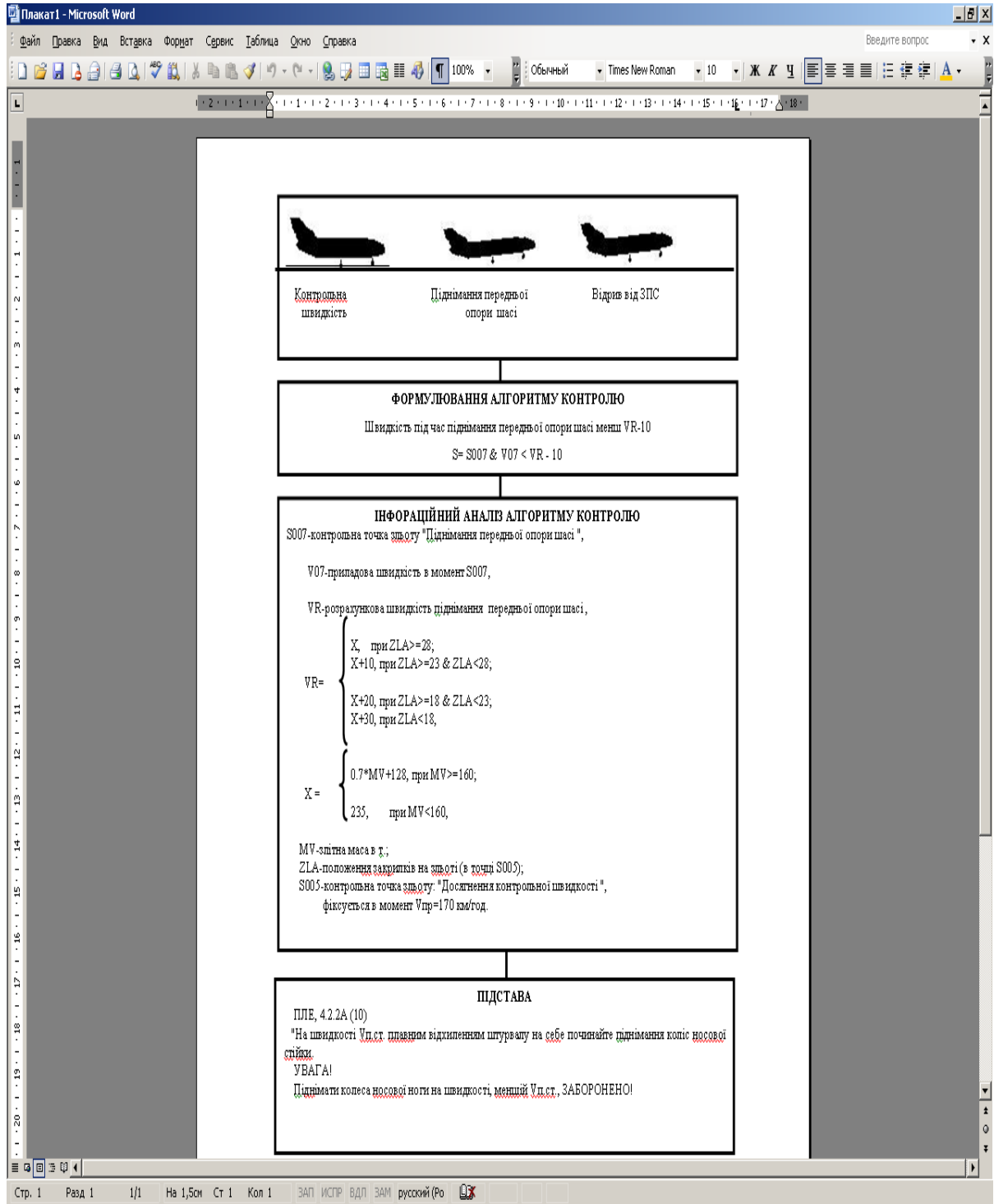


Рис.3.1.Приклад структури окремого алгоритму контролю зльоту літака Іл-86

Перелік аналогових параметрів

Самолет Ту-154Б Регистратор МСРП-64-2

<p>H Высота барометр.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 0 1 - - - 1 3</p> <p>Нк: 2</p>	<p>UA Угол атаки мест.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -1 1 - - - 1 24</p> <p>Нк: 5</p>
<p>HG Высота геометр.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 0 1 - - - 1 5</p> <p>Нк: 3</p>	<p>K06 Код УКР канал 6</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>0 0 1 - - - - -</p> <p>Нк: 6</p>
<p>V Скорость прибор.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 0 1 - - - 1 4</p> <p>Нк: 4</p>	<p>NZ Перегрузка бок.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -2 1 - - - 1 41</p> <p>Нк: 7</p>
<p>NY Перегрузка верт.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -2 4 - - - 1 40</p> <p>Нк: 9 25 41 57</p>	<p>KK Угол курса</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 0 1 - - - 1 11</p> <p>Нк: 12</p>
<p>RH Руль высоты лев.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -1 4 - - - 1 6</p> <p>Нк: 10 26 42 58</p>	<p>TG Угол тангажа</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -1 1 - - - 1 7</p> <p>Нк: 13</p>
<p>KR Крен МГВ</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -1 4 - - - 1 10</p> <p>Нк: 11 27 43 59</p>	<p>K14 Код УКР канал 14</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>0 0 1 - - - - -</p> <p>Нк: 14</p>
<p>K15 Код УКР канал 15</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>0 0 1 - - - - -</p> <p>Нк: 15</p>	<p>RP Руль высоты пр.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -1 1 - - - 1 -</p> <p>Нк: 18</p>
<p>KMN Калибровка мин.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>0 0 1 - - - - -</p> <p>Нк: 16</p>	<p>RA РУД двигателя 1</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 0 1 - - - 1 12</p> <p>Нк: 19</p>
<p>K17 Код УКР канал 17</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>0 0 1 - - - - -</p> <p>Нк: 17</p>	<p>QA Расход топл. дв. 1</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 0 1 - - - 1 -</p> <p>Нк: 20</p>
<p>ID Давл. каб-атмосф.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -2 1 - - - 1 -</p> <p>Нк: 54</p>	<p>IR Элер-интерц. прав</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -1 1 - - - 1 -</p> <p>Нк: 61</p>
<p>IL Элер-интерц. лев.</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 -1 1 - - - 1 -</p> <p>Нк: 60</p>	<p>QT Остаток топлива</p> <p>Тип М F Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>2 1 1 - - - 1 -</p> <p>Нк: 63</p>

Перелік аналогових параметрів

Самолет Ту-154 Регистратор МСРП-64-2

<p>ZH Включение режима "Заход"</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 128 1 2 2 - - 7</p> <p>Нк: 6</p>	<p>POSX Включение ПОС крыла</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 16 1 2 16 - - -</p> <p>Нк: 6</p>
<p>GL Вкл. режима "Глиссада"</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 64 1 2 4 - - 8</p> <p>Нк: 6</p>	<p>SAUH Режим автом. стаб. прод.</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 1 1 0 1 - - 5</p> <p>Нк: 8</p>
<p>UX Включение режима "Уход"</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 32 1 2 8 - - 10</p> <p>Нк: 6</p>	<p>SAUK Режим автом. стаб. бок.</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 2 1 0 2 - - 6</p> <p>Нк: 8</p>
<p>I760 Установка давления 760</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 4 1 0 4 - - 34</p> <p>Нк: 8</p>	<p>SH Шасси выпущены</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 32 1 0 32 - - 1</p> <p>Нк: 8</p>
<p>AO Остаток топлива 2500 кг</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 8 1 0 8 - - -</p> <p>Нк: 8</p>	<p>RS Выход на внешнюю р/связь</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 64 1 0 64 - - -</p> <p>Нк: 8</p>
<p>PK Предкрылки выпущены</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 16 1 0 16 - - 0</p> <p>Нк: 8</p>	<p>MM М/маяк (к взлету не гот)</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>129 128 1 0 128 - - 11</p> <p>Нк: 8</p>
<p>ULL Наличие 27В АЗС лев.</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 128 1 3 2048 - - -</p> <p>Нк: 14</p>	<p>VH Предел скорости</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 16 1 2 256 - - -</p> <p>Нк: 14</p>
<p>NKAG Нет контроля АГ</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 64 1 3 4096 - - -</p> <p>Нк: 14</p>	<p>KN Крен велик</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 128 1 2 512 - - -</p> <p>Нк: 15</p>
<p>AU Срабатывание АУАСП</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 32 1 2 128 - - 15</p> <p>Нк: 14</p>	<p>OMGV Отказ МГВ контрольной</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 64 1 2 1024 - - 27</p> <p>Нк: 15</p>
<p>PL Включена ПОС ППД КВС</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 16 1 2 4096 - - -</p> <p>Нк: 15</p>	<p>SI Средние интерц. выпущены</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 32 1 3 1 - - 3</p> <p>Нк: 17</p>
<p>PU Пожар ВСУ</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 128 1 2 8192 - - -</p> <p>Нк: 17</p>	<p>WI Внутр. интерц. выпущены</p> <p>Тип М Ф Нрк Мрк Нгк КВ Нп</p> <p>130 16 1 3 2 - - 2</p> <p>Нк: 17</p>

Порядок виконання роботи для кожного завдання

1. Виконати запуск ПОК, в результаті чого (див. рис.3.2.).

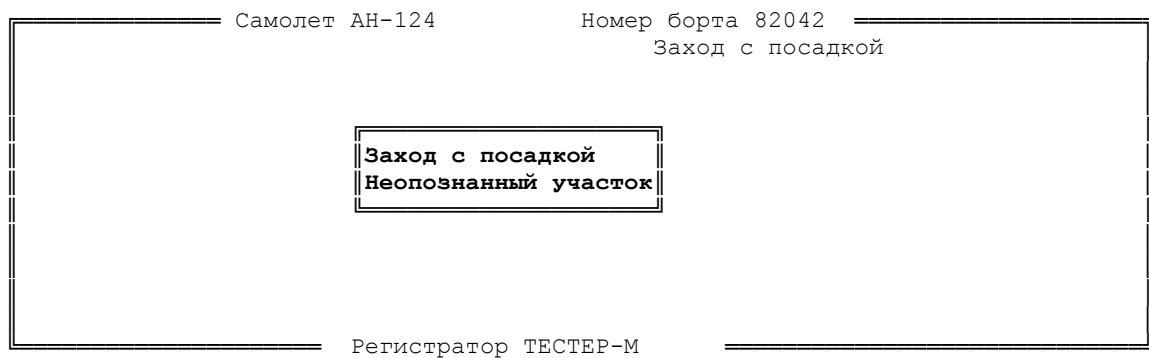


Рис.3.2. Вибір контрольованого етапу польоту

2. Вибрати заданий етап, наприклад, «**Заход с посадкой**», після чого програма зчитує з копії параметри контролю.

3. На головному меню програми (рис.3.3.) вибрати режим «**Просмотр параметров**».

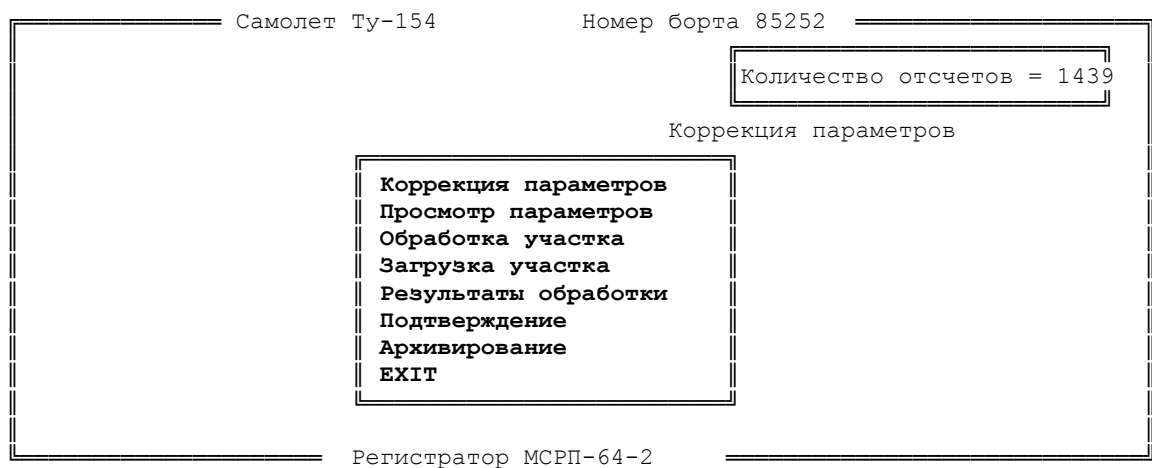


Рис.3.3. Індикація головного меню програми

а) На екрані індикуються таблиця АП із приміткою «Аналоги (цифра + график)» у верхній лівій частині таблиці (рис.3.4.).



Рис.3.5. Таблица разовых команд (бинаров)

Вибрати разову команду I760 і вийти з режиму.

4. На екрані індикуються: чисельні значення обраних АП (V, HG, NLC), стан РК I760 (знак «+» відповідає одиничному стану РК).

Графічна інтерпретація даного прикладу показана на рис.3.6.,де інтервал дискретизації складає 8 сек.

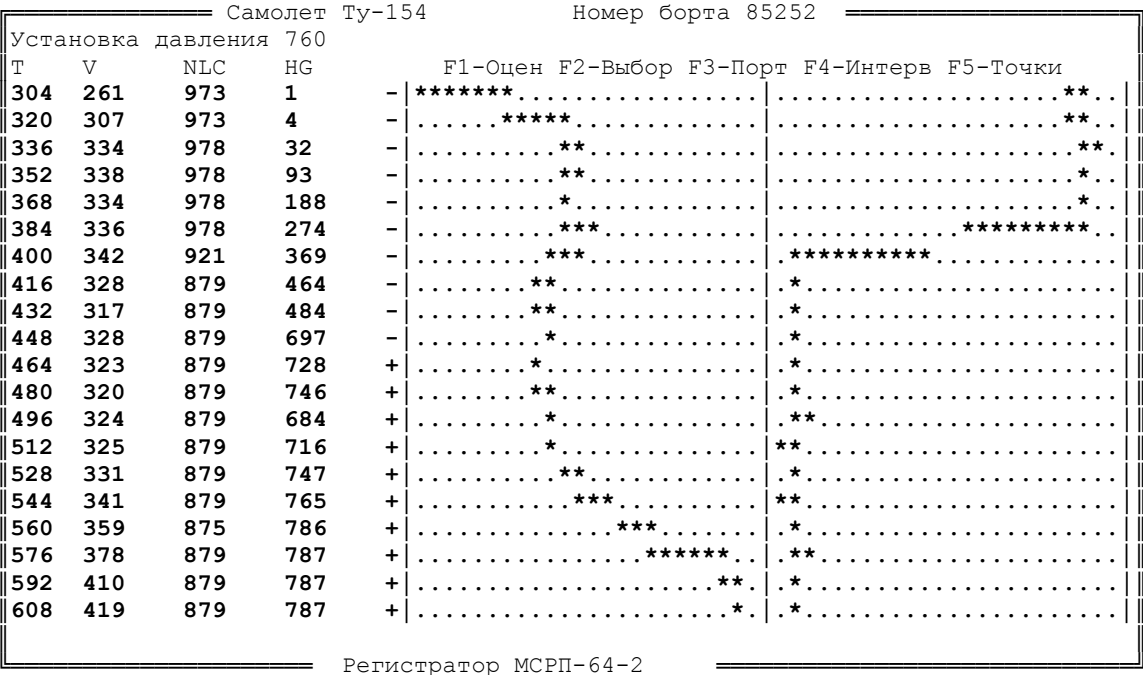


Рис.3.6. Графічне (V, NLC) та числове (HG) представлення аналогових параметрів та стану разової команди I760

Крім того, крайній лівий стовпчик визначає дискретний час у вигляді номерів точок зльоту. У початковому стані дискретність часу встановлюється числом 16 (8 с). Клавішами «Ліворуч», «Праворуч» можна зменшувати (до 1) або збільшувати (до 64) дискретність. Клавішами «Вгору», «Вниз» можна пересувати видиму на екрані інформацію про зліт.

3. В правій верхній частині екрана індикуюється меню додаткових функцій даного режиму, що вибираються за допомогою керувальних клавіш <F1> – <F5>.

F1 – оцінки обраних значень АП за установлений інтервал спостереження (у початковому стані це весь інтервал зльоту): середні, максимальні та мінімальні значення. Крім того, максимальні та мінімальні значення супроводжуються номерами точок досягнення цих екстремумів (Рис.3.7).

Самолет Ту-154				Номер борта 85252				
T	V	HG	NLC	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
0	50	1	321	***	*	*	*	*
16	50	1	321	*	*	*	*	*
32	50	1	321	*	*	*	*	*
48	50	1						*
64	50	1		<i>Сред.</i>	<i>Мах</i>	<i>Тmax</i>	<i>Min</i>	<i>Тmin</i>
80	50	1						*
96	50	1	V	399	550	673	50	0
112	50	1	HG	531	787	544	1	0
128	50	1	NLC	813	921	1332	321	0
144	50	1						**
160	50	1	405	*	*	*	*	**
176	50	1	386	*	*	*	*	*
192	50	1	372	*	*	*	*	**
208	50	1	339	*	*	*	*	*
224	50	1	321	*	*	*	*	*****
240	50	1	673	*	*	*	*	*****
256	50	1	912	*	*	*	*	*
272	50	1	907	**	*	*	*	*
288	106	1	907	.***	*	*	*	*
304	167	1	903	...***	*	*	*	*
320	223	1	903**	*	*	*	*
336	269	1	903**	*	*	*	*

Регистратор МСРП-64-2

Рис.3.7. Приклад індикації оцінок обраних параметрів

F2 – зміна переліку обраних АП и РК шляхом повторення п. а)...г).

F3 – індикація даних «портрета» зльоту (або посадки). Для початкових умов вивчення програми P0104kaf.exe «портрет» містить тільки дані про умови виконання зльоту.

F4 – зміна меж інтервалу спостереження (в межах повного зльоту). Опісля натиснення F4 необхідно ввести значення номерів початкової точки <Enter> та кінцевої точки <Enter>. Наприклад, для індикації значень параметра NLC в околі точки його максимуму в околі точки його максимуму ± 10 необхідно: за допомогою F2 обрати тільки NLC (з графіком); установити дискретність часу 1; за допомогою F4 установити межі спостереження 248, 268. В результаті отримаємо зображення (рис.3.8.).

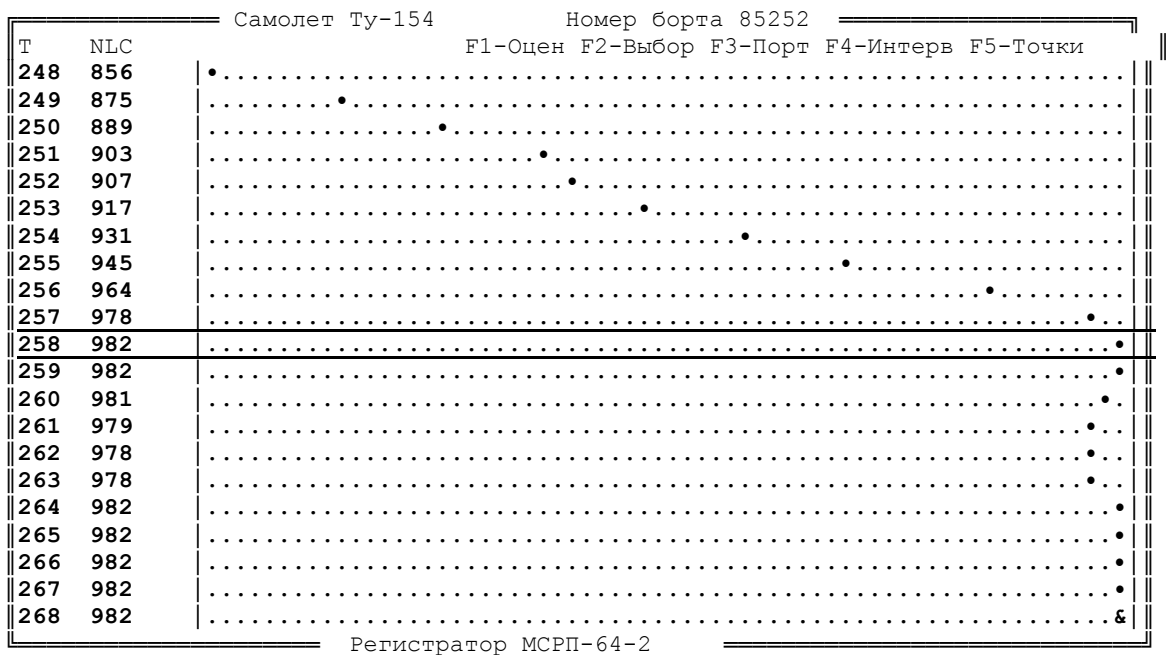


Рис.3.8. Приклад індикації значень параметра NLC в околі точки його максимуму ± 10

F5 – установка курсору на обрану точку портрета (за умови виконання не візуального, а автоматичного аналізу даних ПП).

3.2. Дослідження етапу зльоту повітряного судна (наземної та повітряної частин)

Наземна частина. Мета завдання - виявлення контрольних точок наземної ділянки зльоту: «Вихід на ЗПС»; «РУД на зліт»; «Злітний режим двигунів»; «Початок руху»; «Досягнення контрольної швидкості», «Досягнення швидкості прийняття рішення V1»; «Підняття передньої опори шасі»; «Відрив від ЗПС».

Таблиця 3.3

Структура даних для умов зльоту

Самолет Ту-154		Номер борта 85252	
01	Условия взл		
1	700	HPR	Высота перехода
2	831	MV	Масса взлетная в тоннах
3	268	XT	Взлетная центровка в %
4	-4	UP	Продольн. составл. скор. ветра в м/сек
5	-1	UB	Боковая составл. скор. ветра в м/сек
6	60	KSC	Кoeffициент сцепления
7	708	PW	Атмосф. давлен. а/п взлета в мм.рт.ст.
8	11	TW	Температура а/п взлета в град.С
9	240	V1	Значение скорости V1
10	0	VID	Вид полета 0-рейсовый 1-тренировка
11	255	KVPP	Взлетный курс ВПП
12	4200	LVPP	Длина ВПП в метрах
13	250	LKPB	Длина КПБ в метрах
14	626	H1	Превышение ВПП (1)
15	637	H2	Превышение ВПП (2)
16	0	NOT	Необходимость отворота 1-есть 0-нет
17	0	KSHV	Необх-ть контр.уров.шума 1-есть 0-нет
18	0	VKON	Контрольная скорость разбега
19	0	VNAV	Скорость набора
20	0	RW	Реж.двигателей 1-взлетн. 0-номин.
21	0	ZLA	Взлетное положение закрылков
22	0	STA	Взлетное положение стабилизатора
23	0	VV	Вид взл. 0-норм.1-прод.2-контр.шум 3-прер
24	0	IB	Идентификатор борта
25	0	HBA	Барометрическая высота а/п взлета
26	1	TPOK	Тип покрытия ВПП
27	222	T1	Время начала взлета (часы, минуты)
28	51	T2	Время начала взлета (секунды)
↓ - Вперед ↑ - Назад <Home> - Начало <End> - Конец <Esc> - Выход			
Регистратор МСРП-64-2			

Нижче наведено приклади фрагментів наземної ділянки зльоту літака Ту-154 (рис. 3.9), що характеризують динаміку змінювання характерних параметрів вибраних контрольних точок

«Рукоятка управління двигуном на зліт (РУД) (S₀₀₃)», фіксується в разі досягнення обертами контуру низького тиску (КНТ) двигунів граничного значення $N_0 = 80\%$. Точка визначається в процесі зворотного перегляду

значень обертів, починаючи з моменту T_{V150} у разі виконання нерівності

$$(N_A < N_0) \wedge (N_B < N_0) \wedge (N_C < N_0),$$

де N_A, N_B, N_C – оберти КНТ двигунів 1, 2, 3 відповідно.

Самолет Ту-154Б				Номер борта 85252				
T	NA	NB	NC	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
232	578	683	532	.	.	.	.	.
233	611	692	574	.	.	.	.	.
234	634	692	612	.	.	.	.	.
235	658	692	645	.	.	.	.	.
236	667	687	664	.	.	.	.	.
237	676	687	673	.	.	.	.	.
238	681	687	673	.	.	.	.	.
239	686	701	678	.	.	.	.	.
240	700	716	687	.	.	.	.	.
241	714	744	701	.	.	.	.	.
242	737	777	725	.	.	.	.	.
243	765	800	748	.	.	.	.	.
244	793	819	781	.	.	.	.	.
245	817	833	814	.	.	.	.	.
246	831	852	832	.	.	.	.	.
247	840	861	842	.	.	.	.	.
248	854	875	856	.	.	.	.	.
249	863	885	875	.	.	.	.	.
250	873	890	889	.	.	.	.	.
251	882	899	903	.	.	.	.	.
252	891	899	907	.	.	.	.	.
253	901	908	917	.	.	.	.	.

Регистратор МСРП-64-2

Рис. 3.9. Контрольна точка «Рукоятка управління двигуном на зліт» S_{003}

Підняття передньої опори шасі (S_{007}). Фіксується в разі досягнення куту тангажу TG значення, що перевищує $(TG_A + 2)$, де TG_A – значення кута тангажу на розбігу, що фіксується в момент T_{V150} . Точка визначається шляхом прямого перегляду значень кута тангажу на ділянці $T_{V200} - T_{HG10}$ до виконання нерівності $TG \square (TG_A + 2)$.

Фрагмент зльоту літака Ту-154, що характеризує динаміку змінювання характерних параметрів цієї контрольної точки, показано на рис. 3.10.

Самолет		Ту-154Б		Номер борта 85252				
T	U	RH	TG	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
318	256	2	10					
319	260	2	14					
320	263	2	14					
321	267	2	10					
322	270	2	10					
323	273	2	14					
324	276	0	14					
325	278	-2	10					
326	282	-14	9					
327	286	-131	12					
328	290	-194	24					
329	293	-162	42					
330	297	-144	66					
331	302	-134	84					
332	306	-122	97					
333	309	-136	105					
334	313	-124	110					
335	316	-115	112					
336	319	-93	118					
337	320	-103	124					
338	322	-113	131					
339	323	-104	137					

Регистратор МСРП-64-2

Рис. 3.10. Контрольна точка «Підняття передньої опори шасі» S_{007}

Відрив від ЗПС (S_{008}). Фіксується з першою появою однієї з двох ситуацій:

- досягнення максимуму значень кута атаки UA на ділянці «Підняття передньої опори» – T_{HG10} , при якому момент відриву на 1 с відстає від точки максимуму (рис. 3.11);

- перевищення геометричною висотою значення $(HG_A + 1)$ м на ділянці «Підняття передньої опори» – T_{HG10} , де HG_A – геометрична висота аеродрому зльоту, що обчислюється як середнє значення параметра HG протягом перших 15 с етапу зльоту; T_{HG10} – точка етапу зльоту, у якій параметр HG досягає значення, не меншого 10 м щодо геометричної висоти аеродрому HG_A (визначається в перший момент виконання нерівності $HG \square (HG_A + 10)$ у процесі прямого перегляду значень HG від точки T_{V200}).

Шасси вып. -SH	T	TG	RH	HG	УУ	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
318	10	2	1	0	0	+	.....	.....	.....	.....
319	14	2	1	0	0	+	.....	.....	.....	.....
320	14	2	1	0	0	+	.....	.....	.....	.....
321	10	2	1	0	0	+	.....	.....	.....	.....
322	10	2	1	0	0	+	.....	.....	.....	.....
323	14	2	1	0	0	+	.....	.....	.....	.....
324	14	0	1	0	0	+	.....	.....	.....	.....
325	10	-2	1	1	1	+	.....	.....	.....	.....
326	9	-14	1	2	2	+	.....	.....	.....	.....
327	12	-131	1	3	3	+	.....	.....	.....	.....
328	24	-194	1	6	6	+	.....	.....	.....	.....
329	42	-162	2	10	10	+	.....	.....	.....	.....
330	66	-144	2	16	16	+	.....	.....	.....	.....
331	84	-134	3	24	24	+	.....	.....	.....	.....
332	97	-122	5	32	32	+	.....	.....	.....	.....
333	105	-136	7	41	41	+	.....	.....	.....	.....
334	110	-124	9	52	52	+	.....	.....	.....	.....
335	112	-115	12	62	62	-	.....	.....	.....	.....
336	118	-93	15	72	72	-	.....	.....	.....	.....
337	124	-103	19	85	85	-	.....	.....	.....	.....
338	131	-113	24	95	95	-	.....	.....	.....	.....

Рис. 3.11. Відрив від ЗПС S_{008}

Дослідження повітряної ділянки зльоту. **Мета** завдання – виявлення контрольних точок повітряної ділянки зльоту: «Прибирання шасі»; «Досягнення висоти 10 м»; «Початок розвороту»; «Досягнення висоти 120 м»; «Початок прибирання закрилків (перший прийом)»; «Перестановка стабілізатора»; «Прибирання закрилків (другий прийом)»; «Дроселювання двигунів»; «Кінець прибирання закрилків».

Нижче наведено приклади фрагментів повітряної ділянки зльоту літака Ту-154, що характеризують динаміку змінювання характерних параметрів вибраних контрольних точок

Початок прибирання закрилків (перший прийом) (S_{013}). Фіксується в момент початку прибирання закрилків (рис. 3.12).

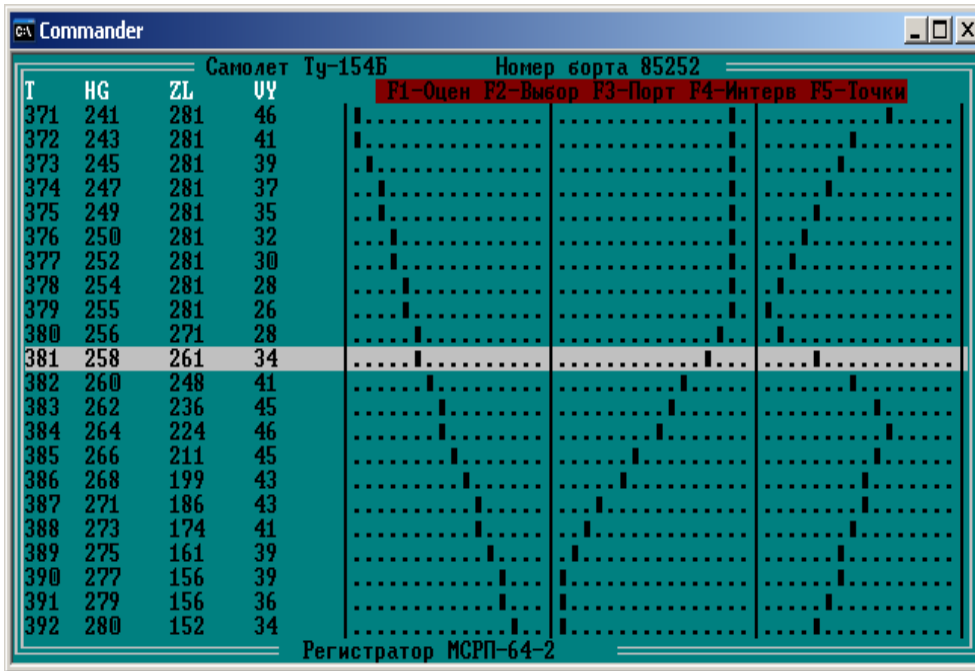


Рис. 3.12. Початок прибирання закрилків (перший прийом) S_{013}

Визначається шляхом прямого перегляду значень кута відхилення закрилків ZL , починаючи з моменту T_{V150} , при безупинному виконанні протягом 3 с умови

$$ZL < (ZL_A - 1) \wedge \Delta ZL < 0,$$

де ZL_A – положення закрилків на розбігу в момент T_{V150} ; ΔZL – значення збільшення сигналу ZL

$$\Delta ZL = ZL[i] - ZL[i-1],$$

де i – порядкові номери проходження значень польотних параметрів усередині етапу заходу на посадку, $i = 0, 1, \dots, n-1$; n – загальна кількість відліків.

Дроселювання двигунів (S_{016}). Фіксується при зменшенні обертів усіх двигунів щодо їхнього злітного режиму (рис. 3.13). Визначається шляхом прямого перегляду значень обертів КНТ двигунів, починаючи з моменту T_{V150} .

Точка визначається за умови виконання нерівності:

$$N_A < (N_{ASR} - 2) \wedge N_B < (N_{BSR} - 2) \wedge N_C < (N_{CSR} - 2),$$

де N_A, N_B, N_C – оберти КНТ двигунів 1, 2, 3 відповідно; $N_{ASR}, N_{BSR}, N_{CSR}$ – середні значення обертів КНТ двигунів 1, 2, 3 відповідно на інтервалі між

точками ($S_{007} - S_{008}$).

Самолет Tu-154B					Номер борта 85252				
T	HG	NA	NB	NC	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
406	309	971	979	973	.....	.....	.....	.....	.....
407	312	971	979	973	.....	.....	.....	.....	.....
408	316	971	979	973	.....	.....	.....	.....	.....
409	320	975	979	973	.....	.....	.....	.....	.....
410	324	975	979	973	.....	.....	.....	.....	.....
411	328	975	979	973	.....	.....	.....	.....	.....
412	333	971	979	973	.....	.....	.....	.....	.....
413	337	966	979	968	.....	.....	.....	.....	.....
414	341	957	974	964	.....	.....	.....	.....	.....
415	346	943	965	950	.....	.....	.....	.....	.....
416	350	929	955	940	.....	.....	.....	.....	.....
417	355	915	941	926	.....	.....	.....	.....	.....
418	360	905	932	917	.....	.....	.....	.....	.....
419	365	901	918	907	.....	.....	.....	.....	.....
420	370	901	904	903	.....	.....	.....	.....	.....
421	376	901	904	893	.....	.....	.....	.....	.....
422	382	901	899	884	.....	.....	.....	.....	.....
423	387	901	899	879	.....	.....	.....	.....	.....
424	393	901	894	879	.....	.....	.....	.....	.....
425	398	901	894	884	.....	.....	.....	.....	.....
426	403	901	894	884	.....	.....	.....	.....	.....
427	408	901	894	879	.....	.....	.....	.....	.....

Регистратор МСРП-64-2

Рис. 3.13. Дроселювання двигунів S_{016}

Порядок виконання завдань.

1. Виконати пп.1 – 5 відповідно до завдання 3.
2. Розробити програмний фрагмент загальної програми виявлення контрольної точки (S_{016}).
3. Виконати пп.3 – 4 відповідно до завдання 2.

3.3. Дослідження етапу заходу і посадки повітряного судна

Мета завдання – візуальний пошук контрольних точок заходу на посадку і посадки: «Виконання 3-го розвороту», «Виконання 4-го розвороту», «Випуск шассі», «Випуск закрилків», «Проліт ДПРМ», «Проліт БПРМ» тощо .

Виявлення контрольних точок заходу та посадки виконується по аналогії до дослідження етапу «Зліт».

Нижче наведені приклади фрагментів заходу на посадку і посадки літака Ан-124(Руслан), що характеризують динаміку змінювання характерних параметрів вибраних контрольних точок

Виконання 4 розвороту (S054). Фіксується при досягненні модулем відхилення поточного курсу КК від фактичного курсу ЗПС значення 45град..Визначається шляхом зворотного перегляду значень кута курсу, починаючи з моменту S081(«Рубіж входу»), при виконанні умови КК - $KSSR \geq 45$ град., де KSSR - обчислюється як середній курс пробігу по ЗПС при заході з посадкою (в нашому випадку $KSSR=203$ град.) або дорівнює заданому з паспорта значенню курсу ЗПС при заході з відходом на 2 коло. Графічна інтерпретація визначеної точки показана на рис.3.14.,де інтервал дискретизації складає 4 сек.

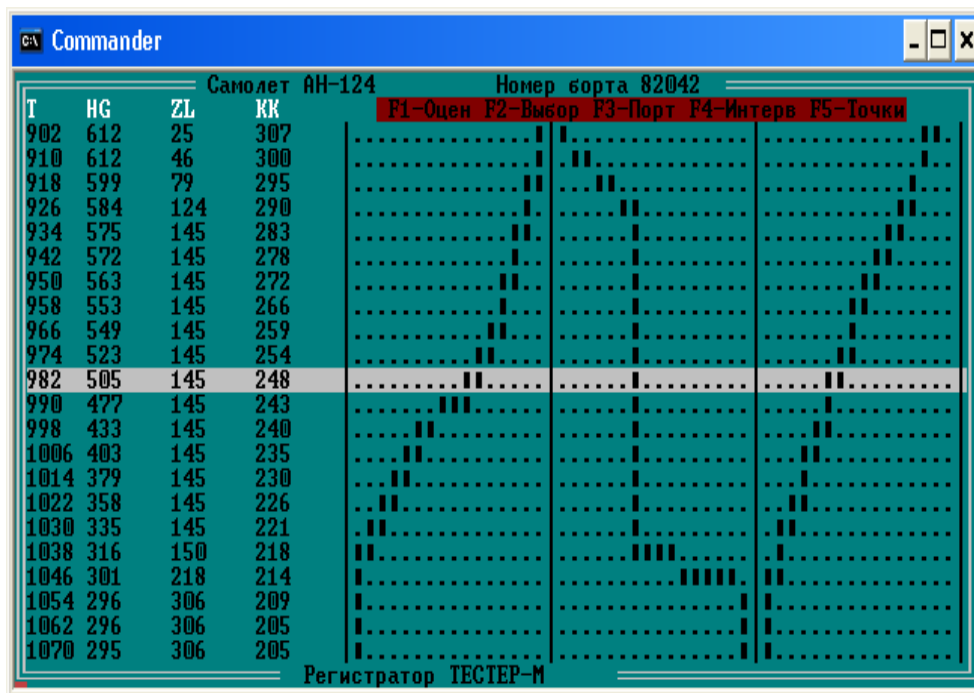


Рис. 3.14. Графічна інтерпретація визначеної точки «Виконання 4 розвороту».

Довипуск закрилків в положення 15град. (S116). Фіксується в момент початку довипуску закрилків на 15град.. Визначається шляхом зворотного перегляду значень кута відхилення закрилків ZL, починаючи з моменту S081 («Рубіж входу»), при виконанні нерівності $ZL < 2$ град. протягом 3-х і більш секунд.

Самолет AN-124		Номер борта 82042						
T	HG	ZL	UY	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
890	602	8	-23	.	.	.	.	.
891	601	8	-15	.	.	.	.	.
892	601	11	-9	.	.	.	.	.
893	600	11	-6	.	.	.	.	.
894	600	15	-2	.	.	.	.	.
895	600	15	2	.	.	.	.	.
896	600	18	6	.	.	.	.	.
897	600	18	9	.	.	.	.	.
898	600	19	13	.	.	.	.	.
899	600	19	20	.	.	.	.	.
900	600	21	28	.	.	.	.	.
901	600	21	40	.	.	.	.	.
902	612	25	40	.	.	.	.	.
903	612	25	28	.	.	.	.	.
904	612	30	20	.	.	.	.	.
905	612	30	13	.	.	.	.	.
906	612	35	9	.	.	.	.	.
907	612	35	6	.	.	.	.	.
908	612	40	2	.	.	.	.	.
909	612	40	-2	.	.	.	.	.
910	612	46	-6	.	.	.	.	.
911	611	46	-9	.	.	.	.	.

Регистратор TESTER-M

Рис.3.15. Графічна інтерпретація АП для контрольної точки «Довипуск закрилків в положення 15град.»(S116).

Поріг ЗПС (S076). Фіксується при досягненні віддаленням від ЗПС L значення 0 метрів. Визначається шляхом прямого перегляду значень L, починаючи з точки S067, при виконанні нерівності $L < 50$, S067 - характерна точка заходу на посадку «Проліт БПРМ». Фіксується на середині ділянки появи разової команди "Проліт маркерних маяків" і $HG < 100$ м.

Самолет AN-124		Номер борта 82042							
T	HG	U	TG	DIS	F1-Оцен	F2-Выбор	F3-Порт	F4-Интерв	F5-Точки
1225	23	275	2	367	--	.	.	.	.
1226	21	275	6	330	--	.	.	.	.
1227	19	274	8	293	--	.	.	.	.
1228	17	273	13	257	--	.	.	.	.
1229	15	272	15	221	--	.	.	.	.
1230	13	270	21	185	--	.	.	.	.
1231	11	269	23	149	--	.	.	.	.
1232	9	268	28	113	--	.	.	.	.
1233	8	267	29	77	--	.	.	.	.
1234	7	267	29	42	--	.	.	.	.
1235	5	267	30	0	--	.	.	.	.
1236	5	267	35	-30	--	.	.	.	.
1237	4	267	36	-65	--	.	.	.	.
1238	3	267	36	-101	--	.	.	.	.
1239	3	267	35	-136	--	.	.	.	.
1240	3	266	30	-172	--	.	.	.	.
1241	2	266	29	-207	--	.	.	.	.
1242	2	265	29	-243	--	.	.	.	.
1243	2	265	29	-278	--	.	.	.	.
1244	2	264	29	-313	--	.	.	.	.

Регистратор TESTER-M

Рис.3.16. Графічна інтерпретація АП для контрольної точки «Поріг ЗПС» (S076).

Включення реверса (S083). Визначається в процесі прямого перегляду відповідних параметрів, починаючи з точки портрета S067, при виконанні умови

REV=1 & REV4;

REV1(4) - РК "Реверс 1(4) двигуна"

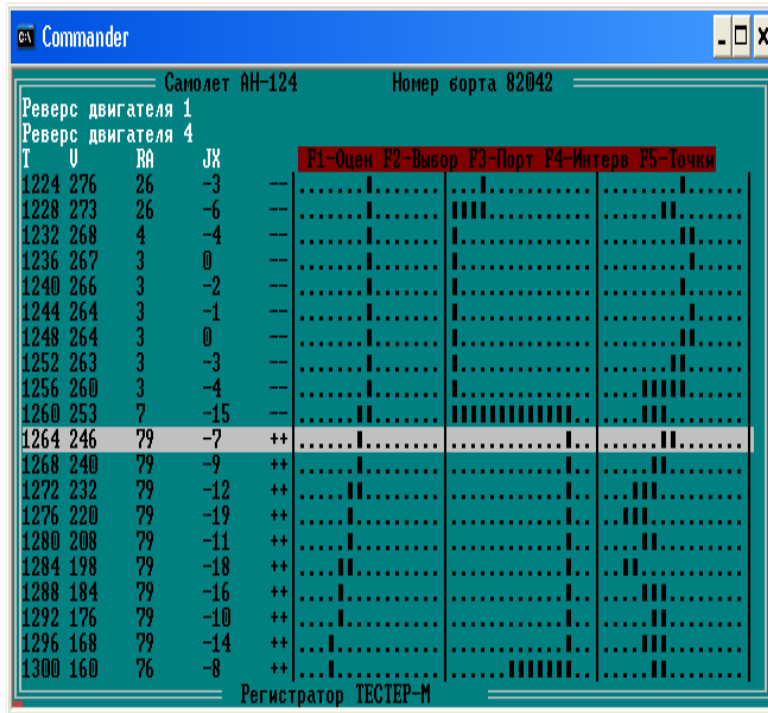


Рис.3.17. Графічна інтерпретація точки «Включення реверса» S083

3.4. Висновки до розділу 3.

1. Попередні кроки дослідження інформаційного та програмного забезпечення виконується шляхом використання програми індикації чисельних значень реєстрованих сигналів та їх графічного зображення. Переліки аналогових параметрів (АП) і разових команд (РК), що використовуються в завданнях, наведені в табл. 3.1, 3.2 відповідно. **Увага!** У табл.3.1 позначення деяких параметрів супроводжуються множителем 10 або 100. Це означає, що чисельні значення цих параметрів збільшені відповідно у 10 або 100 разів, наприклад значення «-50» для *RH* означає «-5» град.

2. Дослідження етапу зльоту ПС виконується для наземної та повітряної частин.

3. **Наземна** частина зльоту – виявлення контрольних точок наземної ділянки зльоту: «Вихід на ЗПС»; «РУД на зліт»; «Злітний режим двигунів»; «Початок руху»; «Досягнення контрольної швидкості», «Досягнення швидкості прийняття рішення V_1 »; «Підняття передньої опори шасі»; «Відрив від ЗПС».

4. **Повітряна** частина зльоту – виявлення контрольних точок повітряної ділянки зльоту: «Прибирання шасі»; «Початок розвороту»; «Початок прибирання закрилків (перший прийом)»; «Перестановка стабілізатора»; «Прибирання закрилків (другий прийом)»; «Дроселювання двигунів» тощо.

5. Дослідження етапу заходу на посадку і посадки – візуальний пошук контрольних точок заходу на посадку і посадки: «Виконання 3-го розвороту», «Виконання 4-го розвороту», «Випуск шасі», «Випуск закрилків», «Проліт ДПРМ», «Проліт БПРМ» тощо .

ВИСНОВОК

Інформаційне забезпечення процесу удосконалювання літної майстерності екіпажів повинне містити в собі 2 основні компоненти:

- пошук небезпечних відхилень від правил виконання польотів тобто ситуацій, зв'язаних з виходами значень параметрів пілотування за допуски і обмеження;

- контроль якості виконання польотів з аналізом точності пілотування на найбільш складних етапах польоту (зльоті, заході на посадку і посадці), при якому існує можливість виявлення незначних помилок у діях екіпажів і їхнього кількісного опису по безперервній шкалі значень, т.зв. частинних показників якості (ЧПЯ).

Аналіз алгоритмів контролю показує, що їхніми компонентами є наступні елементи:

- значення даних про умови виконання польотів ПС;
- значення реєстрованих сигналів, як елементів стандартних послідовностей портрета зльоту та заходу на посадку і посадки;
- значення розрахункових параметрів, як елементів частинних послідовностей портретів зльоту, заходу на посадку і посадки;
- значення т.зв. номіналів, що задають припустимі межі контрольованих сигналів.

Усі перераховані елементи утворюють інформаційну базу для контролю пілотування при посадці. При цьому слід зазначити, що значення елементів частинних послідовностей портрета і номіналів у свою чергу в загальному випадку обчислюються на основі співвідношень, компонентами яких є дані про умови польотів ПС, а також додаткові елементи стандартних і частинних послідовностей портрета, явно не зазначені у визначенні алгоритмів контролю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Малежик А.И.* Основы компьютерных технологий оперативного контроля полетов воздушных судов по полетной информации: Монография / А.И. Малежик. – К.: КМУГА, 1996. – 124 с.
2. *Зіатдінов Ю.К., Малежик О.І., Остапенко О.С.* Принципи проектування програмного забезпечення оперативного контролю польотів повітряних суден за інформацією бортових параметричних реєстраторів: Навчальний посібник / – К.: НАУ, 2008. – 115 с.
3. Порядок збирання і практичного використання інформації бортових систем реєстрації на підприємствах цивільної авіації України. Звід авіаційних правил України. АПУ 3. Експлуатація повітряних суден. - К.: КМУЦА, 1996. - 109с.
4. *Малежик О.І., Савченко А.С.* Інформаційне, алгоритмічне та програмне забезпечення мережевих комп'ютерних технологій оперативного контролю окремих етапів польотів повітряних суден за польотною інформацією: Монографія / – К.: НАУ, 2012. – 112 с.
5. *А.И.Малежик, М.В.Куклинский, А.Ю.Зиатдинов* Информационные сетевые компьютерные технологии контроля взлета воздушных судов: Монография / – К.: НАУ, 2010. – 120 с.
6. *Малежик О.І., Остапенко О.С., Стефанський С.Р.* Принципи організації комп'ютерного контролю польотів повітряних суден по інформації бортових реєстраторів // Вісник НАУ, № 1, 2004.
7. *Малежик О.І., Радченко В.А., Куклінський М.В.* Технологія організації допускового контролю окремого етапу польоту повітряного судна по даним бортових параметричних реєстраторів. // Вісник НАУ, № 4, 2003.
8. ДСТУ 3275 – 93. Системи автоматизованого оброблення польотної інформації наземні. Загальні вимоги. - К.: Держстандарт України, 1996. – 13с.
9. Ту Юлиус Т. Цифровые и импульсные системы автоматического управления.- М.: Машиностроение, 1964. -704 с.
10. Цыпкин Я.З. Теория линейных импульсных систем.- М.: Физматгиз, 1963. - 968 с.
11. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования. М.: Наука, 1973. - 768 с.
12. Демент'ев Г.М. Інтегральні квадратичні оцінки якості регулювання з обмеженою коливальністю. В кн. Доповіді АН УРСР. Серія А. Фізико - технічні та математичні науки N8. Київ, 1973. - с. 747 - 749.
13. Малежик А.И. Анализ ошибок, возникающих при записи и обработке полетной информации. В кн. Проблемы повышения эффективности эксплуатации авиационной техники.- Киев : КИИГА, 1980. - 3 с.
14. А.И. Малежик. Идентификация параметров системы для оценки технического состояния. В кн. Адаптивные системы автоматического состояния №6. Киев, 1978.- с.60 – 62.