

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА АВІОНІКИ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ С.В. Павлова
«___» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 173 «АВІОНІКА»

Тема: «Засоби об'єктивного контролю параметрів польоту»

Виконавець: _____ Уманцева Євгенія Олександрівна _____
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: _____ ст.викл., Єгоров Сергій Гаврилович _____
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер: _____ В.В.Левківський _____
(підпис) (П.І.Б.)

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет аеронавігації електроніки та телекомунікацій

Кафедра авіоніки

Напрямок (спеціальність) 173 «Авіоніка»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Павлова С.В.
« _____ » _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Уманцевої Євгенії Олександрівни

1. Тема дипломної роботи: «Засоби об'єктивного контролю параметрів польоту» затверджена наказом ректора від: «22» березня 2021 р. №469 /ст
2. Термін виконання роботи : з 17 травня 2021 по 20 червня 2021
3. Вихідні дані до роботи: дані про дослідження роботи систем об'єктивного контролю, засобів збору інформації з бортових накопичувачів, засобів наземної обробки.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз літератури на тему бортових систем збору польотної інформації, інформації про наземні пристрої обробки інформації, особливості технічної експлуатації засобів об'єктивного контролю. Дослідження необхідних умов для роботи з накопичувачами, тарування та дешифрування записів. Надання таких рекомендацій щодо визначення параметрів руху в польоті, стану повітряного судна та екіпажу.
5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, схеми та зображення.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Підбір літератури	17.05.2021	
2	Підготовка та написання 1 розділу	19.05.2021	
3	Підготовка та написання 2 розділу	21.05.2021	
4	Підготовка та написання 3 розділу	24.05.2021	
5	Перевірка на анти плагіат та отримання рецензії на диплом	09.06.2021	
6	Підготовка презентації та доповіді	13.06.2021	

8. Дата видачі завдання: “ _____ ” _____ 2021 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Засоби об'єктивного контролю параметрів польоту» складає: Ст., містить рисунків і використаних джерел інформації.

Об'єкт дослідження: процес функціонування засобів об'єктивного контролю, бортових систем збору, наземних системи обробки параметрів польоту.

Предмет дослідження: засоби об'єктивного контролю, бортові системи збору, наземні системи обробки параметрів польоту.

Мета роботи: дослідити засоби об'єктивного контролю, бортові системи збору польотної інформації, наземні пристрої обробки польотної інформації, особливості технічної експлуатації засобів об'єктивного контролю, та виходячи з отриманих результатів розробляти нові більш досконалі, швидкі та зручні засоби об'єктивного контролю.

Методи дослідження: проведення досліджень, спрямованих на роботу та технічне обслуговування засобів визначення польотної інформації, аналіз роботи та умови дешифрування записів з бортових самописців, як основний метод прогнозування льотних подій та попередження аварійних ситуацій.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження: подальше вдосконалення систем запису та обробки польотної інформації систем літака, що неминуче призведе до значного підвищення надійності, точності, зменшення ймовірностей льотних подій та майбутнє створення надійних засобів запису та обробки льотної інформації.

Ключові слова: НАВІГАЦІЯ, ПІЛОТАЖНО-НАВІГАЦІЙНИЙ КОМПЛЕКС, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, БОРТОВІ СИСТЕМИ ЗБОРУ ІНФОРМАЦІЇ, НАЗЕМНІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ, ЛЬОТНА ПОДІЯ, ОБ'ЄКТИВНИЙ КОНТРОЛЬ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Бортові системи збору польотної інформації

- 1.1. Механічні
- 1.2. Оптичні
- 1.3. Магнітні
- 1.4. Електронні
- 1.5. Засоби звукової реєстрації

РОЗДІЛ 2. Наземні пристрої обробки польотної інформації

- 2.1. Механічний метод
- 2.2. Оптичний метод
- 2.3. Магнітний метод
- 2.4. Електронний метод
- 2.5. Метод обробки звукової реєстрації

РОЗДІЛ 3. Особливості технічної експлуатації засобів об'єктивного контролю

- 3.1. Тарування каналів вимірювання
- 3.2. Дешифрування матеріалів ОК
- 3.3. Автоматизовані системи контролю

ВИСНОВОК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ЗОК – засоби об'єктивного контролю

КЗА – контрольньо-записуюча апаратура

ОК – об'єктивний контроль

ЛП – льотна подія

ПС – повітряне судно

БУР ПІ – бортові пристрої реєстрації параметричної інформації

БУР ЗІ – бортові пристрої реєстрації звукової інформації

БУР ВІ – бортові пристрої реєстрації відеоінформації

АТ – авіаційна техніка

ЗПС – злітно посадкова смуга

БП – безпека польотів

ПК – персональний комп'ютер

МС – магнітна стрічка

ПІ – польотна інформація

ПЕОМ – персональна електронно-обчислювальна машина

АП – авіаційна пригода

УВД – управління повітряним рухом

ЦА – цивільна авіація

КПА – контрольньо перевірна апаратура

ОІ – обробка інформації

АСК – автоматичні системи контролю

КВА – контрольньо-вимірювальна апаратура

ІАС – інженерно-авіаційна служба

ВСТУП

Особливе місце в авіаційній транспортній системі займає система забезпечення безпеки польотів, ефективність діяльності якої є неодмінною умовою її успішного функціонування.

У міжнародній практиці прийнято розглядати систему забезпечення безпеки польотів як підсистему авіаційної транспортної системи, що забезпечує процес запобігання авіаційних подій. Тому ця тема надзвичайно актуальна на сьогоднішній день.

Важливу роль в цій системі відіграють технічні засоби забезпечення безпеки польотів - системи і пристрої, призначені для усунення особливих ситуацій, викликаних факторами небезпеки в авіаційній транспортній системі: помилками авіаційного персоналу, відмовами авіаційної техніки та несприятливими зовнішніми умовами.

Особливе місце серед технічних засобів забезпечення безпеки польотів займають засоби об'єктивного контролю параметрів польоту і працездатності авіаційної техніки.

Вони призначені для накопичення та збереження інформації про умови польоту, технічний стан та якість функціонування в польоті систем і агрегатів повітряного судна, для оцінки дій екіпажу по управлінню ПС і визначення інших параметрів польоту.

Цивільна авіація в даний час постійно насичується спеціальними технічними бортовими і наземними засобами забезпечення безпеки польотів. Особливе місце серед них займають засоби об'єктивного контролю (ЗОК) параметрів польоту і працездатності авіаційної техніки.

Тому метою цієї роботи є визначення, вивчення та аналіз роботи приладів реєстрації параметрів польотів на борту та наземних приладів обробки інформації.

Система збору польотної інформації на літальному апараті - встановлюється для реєстрації параметрів польоту, роботи силових установок, систем управління, енергоживлення, життєзабезпечення, працездатність яких впливає на успішне проведення польоту, а також переговорів екіпажу. Отримана інформація

обробляється безпосередньо на борту літального апарату в польоті або на землі після завершення польоту. Отримані результати використовуються для контролю (технічної діагностики і прогнозування) технічного стану систем; для оцінки правильності та повноти виконання екіпажем настанов і посібників з льотної експлуатації; для визначення причин льотних пригод за їх розслідуванні; для накопичення статистичної інформації з льотної експлуатації літального апарату і уточнення нормативно-технічної документації. Залежно від характеру і особливостей контрольованих систем реєстрація параметрів проводиться безперервно або дискретно (наприклад, при включенні або виключенні пристроїв).

Не вважаючи на великий обсяг наукових досліджень і випробувань, не завжди вдається попередити всі можливі поєднання чинників, що призводять до виникнення авіаційних пригод. Тому першочерговим завданням є встановлення справжньої причини події і розробка заходів щоб запобігти його повторення.

Об'єктивний контроль - комплекс заходів щодо збору, обробки та аналізу інструментально-реєстрованої інформації про працездатність авіаційної техніки і наземних засобів забезпечення польотів. Використання бортових засобів об'єктивного контролю (ЗОК) дозволяє об'єктивно оцінити стан авіадвигунів, бортового обладнання, дії в польоті льотного складу, повноту і якість виконання польотного завдання. Важливе місце у вирішенні цих завдань, а так само при розслідуванні авіаційних подій та інцидентів займають бортові системи реєстрації польотних даних (БСРПД).

Засоби об'єктивного контролю займають особливе місце серед спеціальних технічних засобів забезпечення польотів. Їх використання дозволяє вирішувати наступні завдання:

- контролювати якість виконання польотів і запобігати порушення правил льотно-технічної експлуатації;
- підвищувати рівень професійної підготовки льотного складу (розбори, самоконтроль по ЗОК);
- виявляти відмови і несправності АТ (параметрам реєстрації);
- забезпечувати при АП наявність необхідної інформації про політ;

- підвищувати ефективність використання АТ (по режимам роботи двигунів).

До засобів об'єктивного контролю відноситься бортове і наземне обладнання для збору і обробки інформації про політ. Існують наступні групи ЗОК:

1) Бортові засоби збору параметричної інформації (БСССП).

2) Бортові засоби збору звукової інформації (БССЗІ).

3) Бортові засоби автоматизованої обробки і аналізу параметричної інформації (БСАОАП).

4) Наземні засоби збору параметричної інформації (НССП).

5) Наземні засоби обробки польотної інформації (НСОП).

Удосконалення ЗОК йде шляхом збільшення обсягу записуваної інформації і точності її реєстрації, підвищення швидкодії і якості засобів обробки, включення ЕОМ в бортові ЗОК для аналізу і видачі повідомлень екіпажу.

Спільний розгляд синхронізованих у часі записів параметрів польоту і переговорів дає можливість зрозуміти причини, що призвели до зміни параметрів польоту, режиму роботи двигунів і тому подібне.

Застосування бортових ЗОК дозволяє значно скоротити число авіаційних пригод з невстановленими причинами, а отже, попередити аналогічні пригоди і таким чином підвищити безпеку польотів.

Для аналізу причин і попередження інцидентів, технічної діагностики і прогнозування технічного стану бортового обладнання, оцінки дій льотного складу при виконанні польоту і його навчання використовують БУР. Ці засоби дозволяють накопичити і зберегти інформацію про політ, параметри руху літального апарату, його систем і устаткування, діях екіпажу з управління повітряними суднами. БУР тільки реєструють необхідні параметри, а аналіз параметрів виробляють за допомогою наземних систем після польоту при проведенні оперативної обробки.

Удосконалення засобів збору польотної інформації йде по шляху збільшення числа реєстрованих параметрів, точності їх реєстрації, пошуку методів запису інформації, що виключають механічне переміщення носія (магнітної стрічки), таких, як запис на пакетах магнітних плівок інформації за допомогою управління магнітним полем або запис інформації променем лазера. Оптимізація структури інформації та

приведення її у відповідність з алгоритмами обробки, стиснення інформації дозволять збільшити інформативність засобів збору польотної інформації без збільшення їх масових характеристик. Розробка і впровадження бортових обчислювальних пристроїв дозволять проводити попередню обробку польотної інформації в польоті і реєструвати на носії тільки виходи параметрів за встановлені допуски.

Сучасні вимоги до засобів збору і обробки польотної інформації визначаються необхідністю контролювати з їх допомогою кожен політ з високим ступенем оперативності та якості, що дозволить підвищити рівень безпеки польотів.

Тому, в даній роботі буде розглянуто особливості об'єктивного контролю, види бортового та наземного обладнання, а також засоби та способи отримання інформації та її дешифрування.

РОЗДІЛ 1. Бортові системи збору польотної інформації

Бортовий самописець (бортові ЗОК), також контрольно-записуюча апаратура (КЗА) - технічні засоби, призначені для реєстрації і збереження польотної інформації, що характеризує умови польоту, дії екіпажу і функціонування бортового обладнання. ЗОК використовуються для: аналізу причин і попередження льотних пригод; технічної діагностики бортового обладнання і прогнозування його технічного стану; оцінки дій льотного складу при виконанні польотного завдання.

Існує два види ЗОК - бортові пристрої реєстрації (бортові самописці) і бортові магнітофони. Останнім часом починають розроблятися інтегральні пристрої, що поєднують в собі функції обох видів.

Матеріалами ОК вважаються первинні носії бортової і наземної інформації (фотоплівки, магнітні стрічки та ін.).

Даними ОК вважаються результати обробки первинних носіїв інформації (картки, протоколи, роздруківки і ін.)

При аварії або катастрофі повітряного судна дозвіл на відкриття контейнера з носієм інформації і обробку матеріалів ОК дає голова комісії, що виробляє розслідування льотного події.

За статистикою причини близько 7% авіакатастроф не можна пояснити. При розслідуванні льотних подій (ЛП) і інцидентів прояснити їх причини, тобто відповісти на питання - «Як це сталося?», зробити висновки і запобігти майбутнім ЛП можна використовуючи в якості додаткового джерела інформації дані об'єктивного контролю. При виконанні авіаційної діяльності об'єктивний контроль являє собою технологічний процес реєстрації інформації від бортових засобів об'єктивного контролю (бортові ЗОК) і її обробку за допомогою спеціальних технічних засобів.

Кафедра авіоніки				НАУ 21			
Виконав	Уманцева Є.О.			Засоби об'єктивного контролю параметрів польоту	Літ.	Арк.	Акрушіє
Керівник	Єгоров С.Г.					11	
Консульт.					173 «Авіоніка» 11		
Н-контр.	Левківський В.В.						
Зав. каф.	Павлова С.В.						

ІКАО вказує на високу цінність інформації бортових ЗОК, як додаткове джерело інформації, для оцінки дій екіпажу і роботи обладнання ПС в польоті, обслуговуванні ПС та профілактики авіаційних подій. Інформацію бортових ЗОК використовують для вирішення наступних завдань:

- аналізу причин і попередження ЛП (відмови бортової і наземної апаратури, людський фактор);
- діагностики і прогнозування технічного стану бортового обладнання;
- оцінки дій екіпажу при виконанні польотного завдання;
- вдосконалення професійної підготовки льотного складу.

Бортові ЗОК це такі технічні засоби, які встановлюють на ПС відповідно до вимог ІКАО для збору, реєстрації та збереження інформації про умови польоту, діях екіпажу і функціонування обладнання повітряного судна (ПС). В даний час існують наступні види бортових ЗОК:

- бортові пристрої реєстрації параметричної інформації (БУР ПІ);
- бортові пристрої реєстрації звукової інформації (БУР ЗІ) (переговори екіпажу по зовнішньому або внутрішньому зв'язку, звукова обстановка в кабіні екіпажу);
- бортові пристрої реєстрації відеоінформації (БУР ВІ) (показання приладів і сигнальних табло, положення органів управління, обстановка в кабіні екіпажу);
- інтегральні пристрої (з'явилися останнім часом), які поєднують в собі функції БУР ПІ і БУР ЗІ.

На сьогоднішній день всі ПС (за винятком лише самих маленьких) обладнані БУР ПІ і БУР ЗІ.

Бортовий пристрій реєстрації (БУР, самописець) - пристрій, який використовують в авіації для запису параметрів польоту, роботи устаткування і переговорів екіпажу ПС. У БУР входять датчики, блоки перетворення обробки сигналів і накопичувачі (записуючого пристрою з носієм інформації), які записують на носії параметричні (дані від органів управління, приладів і систем) і звукові дані. У реєстраторах зазвичай передбачена можливість прив'язки записуваних значень параметрів до шкали реального часу.

Сучасні ПС зазвичай обладнані двома комплектами БУР - експлуатаційним (інформацію БУР регулярно використовують після польоту для контролю роботи систем і дій екіпажу, не має захисного корпусу) і аварійним (інформацію БУР використовують тільки при ЛП; має захисний корпус). Корпус БУР може мати форму кулі, циліндра або паралелепіпеда (оболонки такої форми краще витримують зовнішній тиск) і забарвлений в яскраво помаранчевий або яскраво червоний колір (полегшує пошук БУР при ЛП), а для полегшення пошуку аварійного БУР в нього вбудовують радіомаяк або акустичний «Пінгер» з автоматичним включенням при аварії. Для зменшення обсягу записи деякі БУР III попередньо обробляють інформацію, яку знімають з об'єкта контролю (ОК), що дозволяє записувати тільки ті параметри, значення яких вийшли за встановлені допуски. За останні роки БУР зазнали серйозних конструктивних змін, змінили зовнішній вигляд і стали більш надійними.

У засобах масової інформації БУР часто називають «чорний ящик», тобто пристрій, який виконує певні функції, а його внутрішня структура невідома або не принципова. Існує три версії виникнення назви «чорний ящик»:

- деталі функціонування перших БУР були засекречені і його заборонялося обслуговувати наземного технічного персоналу (крім контролю працездатності). Ці заходи були прийняті для забезпечення максимальної об'єктивності при розслідуванні ЛП;

- після катастрофи корпусу БУР часто був чорного кольору від кіптяви;

- в основі носія інформації перших БУР були світлочутливі матеріали, а вони «вимагають» темряви.

У 1930-ті роки було запатентовано пристрій звукозапису в кабіні літака, яке поміщали в міцний захисний корпус і нагадувало фонограф Едісона (на валик нарізувалася звукова доріжка).

Однак БУР III з'явилися раніше БУР ЗІ - в 1939 р французи Уссено і Бодуен створили БУР III, де промінь світла відхиляється від дзеркала, «малював» графіки на фотоплівці (подібного типу системи аварійної реєстрації параметрів польоту (САРПП-12) була створена в СРСР в 19 ... р).

Вважають, що перший "чорний ящик" винайшов австралійський вчений Девід Уоррена (David Warren, 1925-2010; провідний співробітник оборонної науково-технічної організації Австралії з 1952 по 1983 р).

У 1953 р під час бурі близько Калькутти (Індія) зазнав катастрофи через поломки керма висоти перший реактивний пасажирський літак «Комета-1» (зруйнувався в повітрі, загинуло 43 чоловік). Причину поломки встановити не вдалося. Працюючи в комісії з розслідування катастрофи, Уоррен прийшов до думки, що якби комісія мала записи параметрів польоту і переговорів екіпажу, то це допомогло б встановити причину катастрофи.

Через деякий час Уоррен приступив до створення першого БУР (науково-дослідна лабораторія аеронавтики (Aeronautical Research Laboratory), Мельбурн) і в 1957 р створив діючу модель «чорного ящика» (рис.1.1), який записував на магнітну стрічку параметри польоту і переговори екіпажу (тривалість реєстрації 4 г.). БУР був обгорнутий в азбест і поміщений в міцний сталевий корпус.

Глава Агентства реєстрації ПС Великобританії (United Kingdom Air Registration Board), перебуваючи в Австралії (1958), ознайомився з БУР Уоррена і запросив винахідника в Англію, де в його розпорядження було виділено команду вчених для вдосконалення пристрою. Нова модель «чорного ящика» була поміщена в ударостійкий і вогнетривкий корпус (пізніше БУР стали продавати в багатьох країнах).



Рис. 1.1. Параметричний і мовний аварійний реєстратор Уоррена

Після катастрофи літака в Австралії (Квінсленд, 1960 г.), суд зобов'язав (вперше в світі) авіакомпаніям цієї країни обладнати аварійним БУР Уоррена цивільні літаки, що виконують комерційні рейси. Через деякий час це зробили і інші країни, але тільки через багато років БУР стали широко застосовувати в світовій авіації.

Пізніше БУР III і БУР ЗІ були конструктивно розділені: перший помістили в хвіст літака, який при катастрофі зазвичай руйнується менше, другий - в кабінку екіпажу. Згодом БУР ЗІ теж перенесли в хвіст фюзеляжу.

Бортові пристрої запису параметричної інформації класифікуються за наступними ознаками - призначення, принцип запису та форма подання інформації для запису.

Виходячи з призначення БУР III поділяються на:

- аварійні. Розроблені для виявлення причин ЛП. Всі ПС оснащені аварійними БУР III, що дозволяє знизити кількість невстановлених причин ЛП і розробити заходи щодо їх запобігання. Відповідно до сучасних вимог аварійні БУР III повинні реєструвати не менше 40 АП (наприклад, барометрична висота H_B , приладова швидкість V_{IP} , вертикальна n_V і поздовжнє n_X перевантаження, кути відхилень керма на пряму d_H і висоти d_B , елеронів d_E) і 60 РК (наприклад, САУ увімкнена, шасі випущене, відмова двигуна).

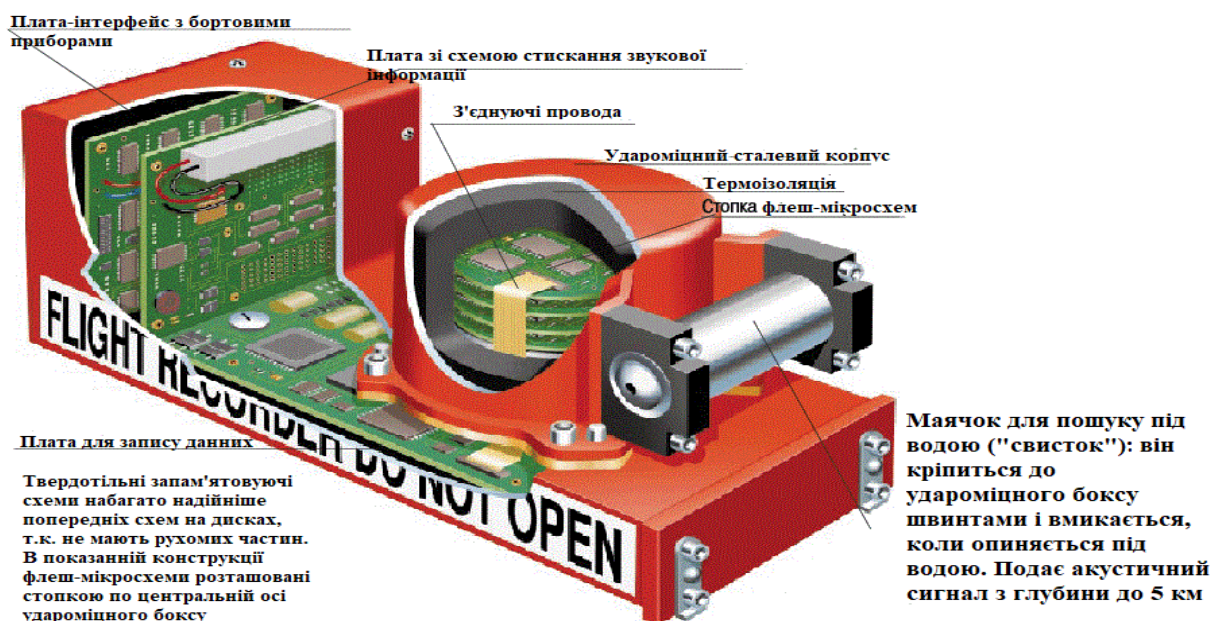


Рис.1.2. Бортовий самописець

Накопичувач в контейнері повинен зберігати інформацію при впливі ударних навантажень до 1000g (імпульс до 10 мс), температури 1000 ° С (15 хв), агресивних рідин (2 год) і морської води (5 діб). Для виконання вимог застосовують спеціальні засоби захисту ПІ - міцний, жаростійкий і теплозахисний контейнер, засоби плавучості і уповільнення швидкості падіння;

Сучасний стандарт TSO-C124 вимагає забезпечення збереження даних в наступних умовах:

- протягом 30 хв повного охоплення вогнем;
- протягом 6 мс ударних перевантажень до 3400 g;
- протягом 5 хв статичних перевантажень п 2 т;
- протягом місяця занурення на глибину 6000 м.

- експлуатаційні. Призначення полягає в тому, щоб здійснювати оперативний контроль дій екіпажу і стану авіаційної техніки. Це дозволяє дати оцінку якості дій екіпажу, навчати льотний склад, зменшити трудомісткість ТО і підвищити показники готовності та надійності АТ. Статистична обробка даних БУР ПІ і результатів обробки дозволяє прогнозувати стан АТ. БУР ПІ цього типу записують більш 400 АП, але накопичувач не захищений. Специфічну вимогу до цього типу БУР ПІ - велика тривалість безперервного запису ПІ, який зберігається (>10 г) і можливість швидкої зміни носія бортового накопичувача або перезапису його інформації;

- комбіновані. Поєднують функції аварійних і експлуатаційних БУР ПІ. Їх випускають у варіанті з одним (має захист від руйнувань) або двома накопичувачами (один накопичувач не має захисту);

- випробувальні. Застосовують при льотних випробуваннях ПС. Їх відмінна риса - велика кількість реєстрованих параметрів (> 1000), що вимагає оснащення ПС великою кількістю ПІП (планер, силова установка, обладнання і т.д.). У таких БУР ПІ можна змінювати склад і частоту опитування ПІП, а також телеметрично передавати реєстровану ПІ на землю.

За способом запису БУР ПІ ділять на:

- механічні (рис. 1.3.). При реєстрації ПІ записуючий пристрій механічно впливає на носій ПІ, що деформує його, або наносить на його поверхню барвник.

Часто рухливий елемент ППП переміщує друкарську голку по носію (папір, фольга, плівка). Недолік способу запису: низька щільність і точність запису; проблеми реєстрації високочастотних сигналів; великі питомий обсяг і маса на 1 параметр; складність автоматизації обробки ПП;

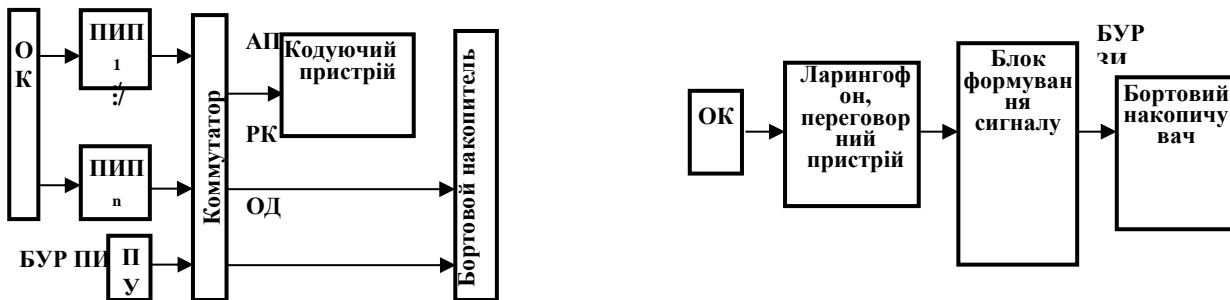


Рис. 1.3. Структурна схема бортової частини НБАСК

- оптичні побудовано на базі шлейфових осцилографів, які мають досить просту конструкцію. Для запису на носій (світлочутливий папір, плівка) використовують світловий промінь. Перевага запису - простота і наглядність представлення результатів, а недолік - обмежене число реєстрованих параметрів, невисока точність і щільність запису, швидке зростання маси при збільшенні кількості параметрів реєстрації, необхідність запису електричних нулів параметрів перед польотом, складність автоматизації обробки даних;

- магнітні датчики параметричної інформації підключаються послідовно до кодувального пристрою. Після формування коду параметра проводиться магнітний запис його значення на носій інформації (магнітна або металева стрічка);

- електронні за принципом формування коду параметра аналогічний БУР з магнітним способом записи, але запис їх значень проводиться на твердотільний пристрій.

БУР можна класифікувати за типами носія інформації:

- фотопапір або фотоплівка (наприклад, САРПП-12);
- сталевий дріт (наприклад, МС-61Б, П-503Б);
- магнітна стрічка (наприклад, МАРС-БМ);
- твердотільний пристрій (наприклад: П-507М, Р-ЗБН (захищений БУР ЗІ)).

Залежно від типів сигналів, які використовують для відображення ПІ на носій, самописці ділять на безперервні і дискретні в часі або на аналогові і цифрові. При запису на носій реєстрований сигнал можна квантувати за часом і рівнем. Залежно від того, використовують квантування за часом чи ні, сигнали ділять на безперервні і дискретні в часі.

Якщо наведена вище умова не виконується, то такий сигнал і пристрій реєстрації називають дискретним. До дискретних відносять імпульсні пристрої реєстрації, в яких застосовують імпульсну (широтно-імпульсну, час-імпульсну модуляції та ін.) або кодово-імпульсну модуляцію.

Також бортові реєстратори оздоблюються ультразвуковими маяками, які вмикаються при контакті з водою. Маяк випромінює сигнал на частоті: 37 500 Гц, і, пеленгуючи цей сигнал, самописець легко знайти на дні, звідки його витягають водолази або дистанційно керовані роботи для підводних робіт. На землі самописець знайти також нескладно: виявивши уламки літака і знаючи місця розміщення самописців, досить, по суті, просто озирнутися навколо, так як забарвлення зовнішнього корпуса, зазвичай, помаранчевого або червоного кольорів, що є важливою умовою.

Якщо в кожен момент часу значення реєстрованого параметра однозначно відповідає значенню сигналу на носії, то такий сигнал і пристрій реєстрації називають безперервним (аналоговим).

Тож, надалі, у першому розділі будуть розглянуті бортові системи збору польотної інформації, які використовуються на сьогоднішній день в авіації.

1.1. Механічні

БУР з механічним записом діляться на бароспідографи і самописці. Вони використовувалися на старих типах ЛА і мали малу кількість записуваних параметрів. До таких пристроїв відносяться: барограф-висотописець АД-2, де запис проводився чорнилом на паперовій стрічці; двоканальні бароспідографи К2-713, К2-717, на яких інформація записується царапанням по папері із спеціальним покриттям; трикомпонентний самописець К3-63 (висоти, швидкості і перевантаження), в якому запис здійснюється прошкрябуванням емульсії на прозорій 35-мм фотоплівці.

Розглянемо механічні БУР на прикладі барографа. Барограф АД-2 встановлюється на легких літаках і вертольотах і являє собою важільний механічний прилад з анероїдною коробкою. Зміна висоти польоту викликає деформацію анероїдної коробки і важіль зсуюється, на якому закріплено перо приладу. Носієм інформації є паперова діаграмна стрічка (при температурі нижче -35° запис проводиться по закінченій поверхні глянцевої паперової стрічки) з нанесеною на ній криволінійною сіткою ординат - висот польоту. Стрічка закріплюється на барабані, що наводиться, але обертається годинниковим механізмом. Перед польотом на стрічку наносяться дата польоту, бортовий номер ПС, прізвище командира, атмосферний тиск, температура і час пуску годинникового механізму. Похибки запису висоти з допомогою АД-2 значні й викликаються тертями і люфтами в рухомих з'єднаннях, температурними деформаціями елементів і іншими причинами.

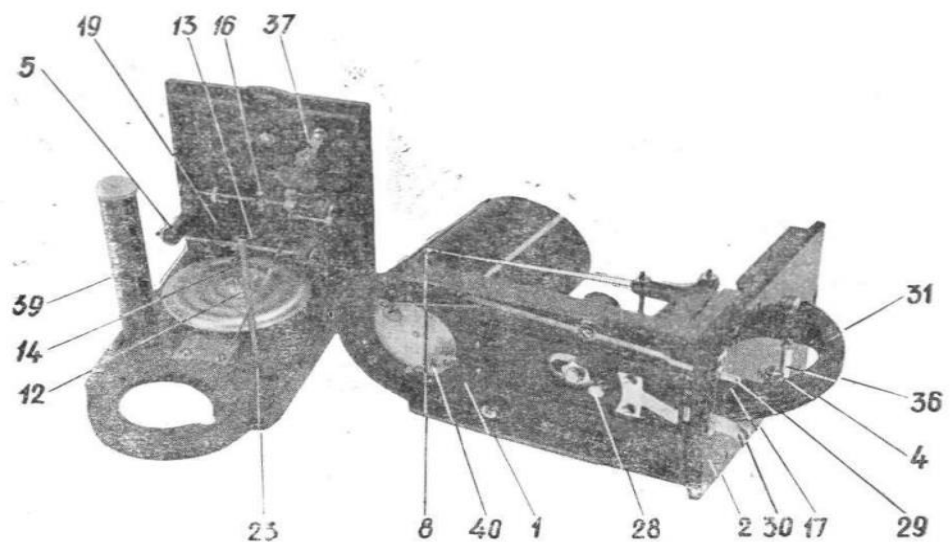


Рис. 1.4. Механізм барографа-висотописця

Барограф-висотописець складається з механізму, змонтованого на спеціальній підставці, і футляра (9) з амортизаційними пружинами (10). Механізм приладу має наступні основні частини: а) барометричний блок (6); б) передавальний механізм (3) з записуючою стрілкою (8), змонтований на кронштейні (5); в) годинниковий механізм з барабаном (7); г) касету (39), закріплену на підставі корпусу (1), для діаграмної стрічки. У передавальному механізмі приладу центр барометричного блоку (12) за допомогою тяги (14) шарнірно з'єднаний з малим плечем важеля (13), закріпленого на нижній осі. Велике плече важеля (13) за допомогою тяги шарнірно

пов'язане з движком (15). Движок (15) закріплений в отворі (10), встановленого на верхній осі передавального механізму. На цій же осі зміцнюється стрілка з пером (8). Вплив зазорів в ланках передавального механізму на запис приладу усувається за допомогою пружини (19). Регулювання притиску пера до діаграмної стрічки здійснюється регулювальним гвинтом (26). При реєстрації висоти підйому літака протягом 2, 4, 6 годин діаграмна стрічка закріплюється смуготримачем безпосередньо на барабані. При необхідності реєстрації висоти підйому літака тривалістю понад 6 годин, застосовується подовжена діаграмна стрічка, що закладається в касету приладу. На підставі приладу укріплені засувки (30), яка фіксує положення приладу в кожусі, і важіль (29) для включення і виключення годинникового механізму. На кінці важеля (29) встановлена відводка стрілки (23). Одночасно з включенням або виключенням годинного механізму стрілка з пером (8) підводиться або відводиться від поверхні стрічки, одягненою па барабан годинникового механізму. Засувка (30) і важіль (29) в положенні включення або виключення годинникового механізму фіксуються спеціальним фіксатором (17). (14) Часовий механізм, за допомогою якого приводиться в обертання барабан з діаграмною стрічкою, змонтований в алюмінієвому корпусі і прикріплений трьома гвинтами до основи приладу. На центральній осі, в верхній її частині, встановлена пружина (42), поєднана за допомогою пружинного фрикціона з шайбою (43), па яку одягається барабан годинникового механізму. Висота установки шайби і натяг фрикційної пружини регулюється гайкою (44). При встановленні барабана на годинниковий механізм, він фіксується повідцем (45), шайбою (43) і закріплюється на центральній осі гайкою (24).

Похибки механічних самописців досягають 4% зареєстрованої величини. Основні недоліки приладів з механічним принципом запису - розшифрування записів вимагає спеціальних тарувальних шаблонів і пов'язана з великими затратами.

Також хочу звернути увагу на трикомпонентний самописець КЗ-63.

Трикомпонентний самописець КЗ-63 призначений для запису в польоті барометричної висоти, індикаторного швидкості і вертикальної перевантаження. Реєстрація висоти і швидкості заснована на манометричному принципі, а

перевантаження вимірюється за допомогою пружинних ваг. За допомогою чутливих елементів - анероїдно-мембранних коробок (2),(5), що реагують на зміну тиску. Як приймальні пристрої використовуються приймачі повітряних тисків (1), що встановлюються на літальних апаратах. Переміщення рухомого центру чутливого елемента через передавально-розмножувальний механізм передається на друкарську або стрілку для дряпання (3).

Запис проводиться на стрічці зі спеціального паперу, фольги плівки, намотаною на барабан (4), царапанням або частими проколами паперу пір'ям-голками. Тимчасова розгортка здійснюється переміщенням стрічки від часового або електродвигунового механізму.

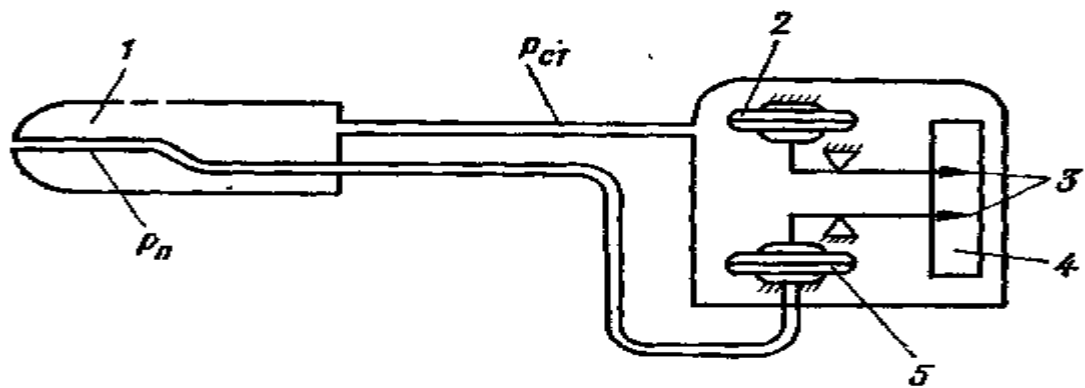


Рис.1.5. Принцип дії реєстратора висоти і швидкості

На плівку наносяться також позначки часу в вигляді штрихів, які прямують з інтервалом 3 хв. Похибки записи приладової швидкості і висоти польоту (без урахування похибок де шифровки) складають $\pm 4\%$.

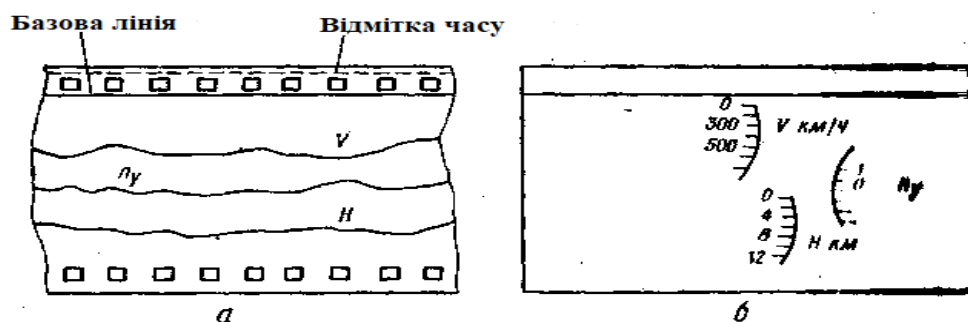


Рис.1.6. Ділянка стрічки із записаними параметрами

Чутливим елементом для виміру перевантажень є акселерометр, в якому маса вантажу врівноважується пружинами. Під дією інерційних сил вантаж відхиляється у вертикальній площині, а елемент що пише записує це відхилення на плівці.

Для зв'язку записаних параметрів з часом польоту і для подальшого дешифрування їх в самописці є лічильник часу, що спрацьовує через певний проміжок часу. Прилад живиться постійним струмом напругою 28,5 В від бортмережі літака, споживаний струм не перевищує 5 А. Заправлена в прилад плівка завдовжки 10 м витрачається в середньому протягом 20-25 льотних годин.

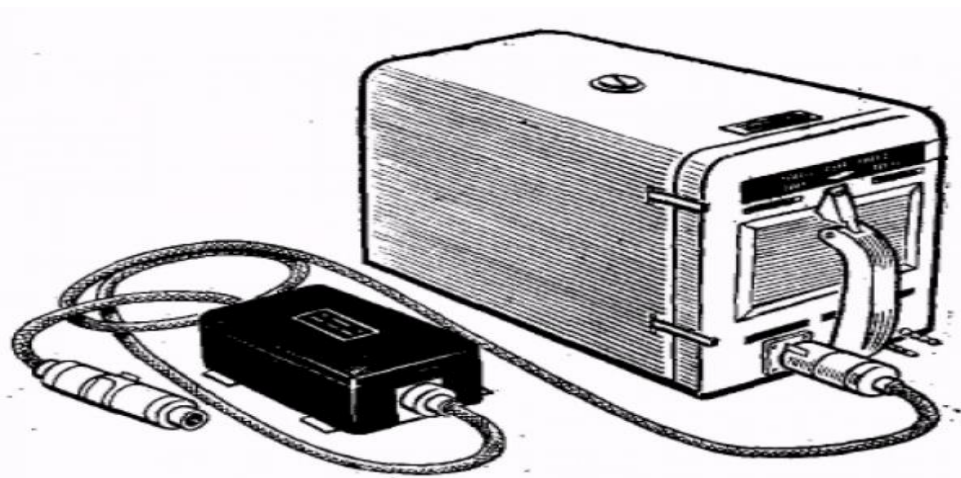


Рис.1.7. Трикомпонентний самописець

Дешифрування записів, тобто, визначенні значення швидкості і висоти або перевантажень, виконується за допомогою спеціальних шаблонів. Шаблон являє собою прозору плівку, на якій нанесені дуги ліній запису кожного параметра. (Рис. 1.6, б).



Рис.1.8. Відрізок стрічки з записаними параметрами

1.2. Оптичні

БУР з оптичним записом також є застарілим видом обладнання, накопичувач інформації в них є шлейфовим осциллографом з фотоплівкою як носій інформації. Прикладом оптичних БУР може служити САРПП-12, К12-22, САРПП-24. САРПП-12 широко застосовується на вертольотах Мі-8 та деяких військових літаках.

Розглянемо систему автоматичної реєстрації параметрів польоту САРПП-12.

Система САРПП-12 призначена для запису світловим променем на фотоплівці різних параметрів польоту в нормальних і аварійних умовах і збереження записаної інформації в аварійних випадках. Система САРПП-12 випускається в 3-х варіантах: САРПП-12ГМ, САРПП-12ВМ, САРПП-12 ДМ з однією або двома швидкостями протягання фотоплівки. Для забезпечення запису параметрів польоту в системах літального апарату встановлені датчики, що видають відповідні сигнали через пристрій, що в накопичувач інформації.

На гелікоптері МІ-24 встановлена система САРПП-12 ДМ, на літаку МІГ-23 встановлена система САРПП-12ГМ. На літаку МІГ-29, як вже Відзначається, встановлена система «Тестер УЗЛ».

У комплект САРПП-12ДМ входять: погоджувальний пристрій УСС-4 (1), накопичувач інформації К12-51 ДМ(2), потенціометричний датчик кутів переміщень МУ-615А (3), фільтри радіоперешкод Ф-4 (4), контейнер (5).

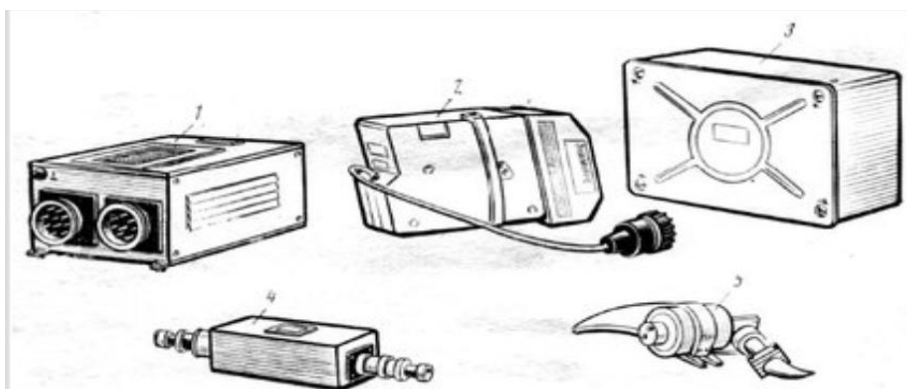


Рис.1.9. Зовнішній вигляд типового комплекту САРПП-12ГМ

Решта датчиків використовуються від штатної бортової апаратури. До них відносяться: датчик повітряної швидкості ДВС-24 (встановлено на правому борту радіо відсіку), малогабаритна гіровертикаль МГВ-1СУ № 2, що видає сигнали крену і тангажа (встановлена в центральній частині радіовідсіку, датчик Д-2 покажчика ІТЕ-2Т несучого гвинта, що видає сигнал пропорційний частоті обертання редуктора (встановлено в відсіку головного редуктора).

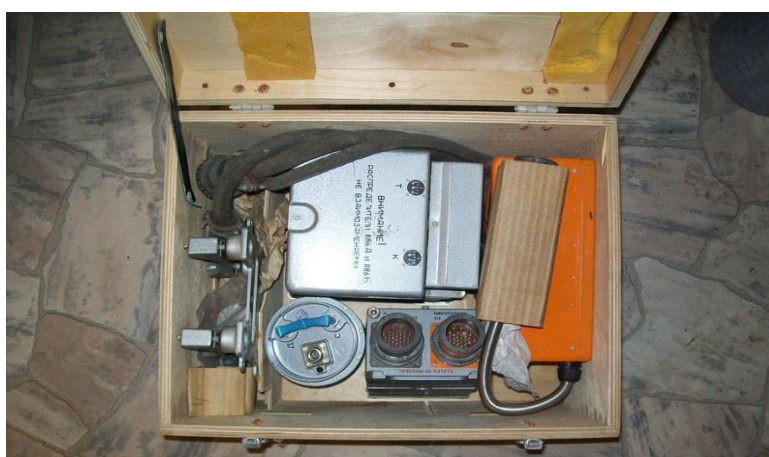


Рис.1.10. Типовий комплект САРПП-12ГМ

Про справність механізму протягування стрічки накопичувача можна судити по табло на лівому бічному пульті льотчика. Система має ручне і автоматичне

включення. Для включення САРПП-12Д ЛЗС-10 «самописець аварійний» на лівій планці АЗС перемикач САРПП-12Д на щитку управління САРПП-12Д лівого бокового пульта льотчика встановити в положення «РУЧН», При цьому має загорітися сигнальне табло, що сповіщає про роботу САРПП- 12Д. При положенні перемикача в положення «Откл.сигнал» вимикається тільки сигнальне табло на щитку управління. При установці перемикача САРПП-12Д на щитку управління в положення «Автомат» проводиться автоматичне включення системи в момент відриву гелікоптера від землі при спрацьовуванні кінцевого вимикача АМ800К. На гелікоптері система реєструє шість безперервних параметрів і вісім разових команд.

Безперервні параметри:

- відносна барометрична висота ($H_{\text{відн}}$) : 50-6000 м;
- швидкість польоту (приладова) ($V_{\text{пр}}$): 60-400 км / год;
- крок несучого гвинта (положення повзунка автомата перекоосу) в діапазоні 1: 15 °;
- частота обертання несучого гвинта : 10-110% ;
- кут тангажа (V): $\pm 45^\circ$;
- кут крену (γ): $\pm 60^\circ$.

Разові команди:

1. Борт № ... Пожежа. Увага на табло. Сигнал видається датчиками сигналізації пожежі у відсіках: головного редуктора, витратного бака, АІ-9В

2. Небезпечна вібрація лівого двигуна. Сигнал видається електронним блоком БЕ-9Е апаратури ІВ-500Е (1-й канал).

3. Небезпечна вібрація правого двигуна. Блок той же (2-ий канал). Блок встановлений у вантажній кабіні між шпангоутами № 1 і № 2.

4. Відмова основної гідросистеми. Сигнал знімається з сигналізатора тиску МСТ-55АС основної гідросистеми. Сигналізатор встановлено на корпусі гідроблока.

5. Включення дублюючої гідросистеми. Сигнал знімається з сигналізатора тиску МСТ-35С дублюючої гідросистеми. Встановлено там же.

6. Аварійний залишок палива. Сигнал видається датчиком паливоміра лівого витратного бака. Датчик встановлений на лівому витратному баці.

7. Небезпечна висота (РВ-5). Сигнал знімається з покажчика висоти УВ-% радіовисотомір РВ-5. Покажчик встановлений на приладовій дошці льотчика.

8. Натискання бойової кнопки. Сигнал знімається з РУ льотчика.

Реєстрація проводиться на фотоплівці типу «Изопанхром» шириною 35 мм без перфорації. Максимальний запас фотоплівки $12 \pm 0,5$ м. Швидкість протягання фотоплівки 1 і 0,5 мм / с.

При перемиканні швидкості протягання змінюється інтервал між відмітками часу: 1-й швидкості 1 мм / с відповідає інтервал, який у різних касет КС-05 може лежати в межах від 7,7 до 14,3 с, 2-ий швидкості 0,5 мм / с відповідає інтервал від 15,4 до 28,6 с (конкретні значення інтервалу позначки часу вказані в паспорті на накопичувач інформації). Домовимося, що 1-ої швидкості (1мм / с) відповідає тимчасовий інтервал 10 с, а 2-ий швидкості (0,5 мм / с) - 20с. Основна похибка реєстрації $\pm 5\%$ діапазону вимірювання відповідної дії.

Електроживлення системи здійснюється від бортмережі постійного струму $U = 27В$. Перевірка працездатності (на землі) накопичувача інформації і контроль протягання фотоплівки проводиться по загорянню сигнальної лампи, розміщеної на корпусі накопичувача і блимання сигнального табло «САРПП ПРАЦІЮЄ» на лівому бічному пульті.

Звернемо увагу на універсальний реєструвальний осцилограф К12-22

Дванадцятиканальний магнітоелектричний осцилограф К12-22 являє собою універсальний реєструвальний прилад (рис. 1.8) магнітоелектричної системи з оптичним записом на фотоплівках дванадцяти вироблених процесів, перетворених в електричні величини. Осцилограф призначений для швидких випробувань. Прилад зберігає працездатність при температурі навколишнього повітря від мінус $60^{\circ}С$ до плюс $50^{\circ}С$ і відносну вологість навколишнього повітря 98%. При дії вібрацій в діапазоні частот від 15 до 200 Гц осцилограф виробляє вимірювання без додаткових помилок.

Запис виробляється на осцилографічному фотопапері шириною 120 мм і чутливістю не менше 700 одиниць. Осцилограф має вісім гальванометрів марки НУ-34 для різної чутливості вимірювальних датчиків.

Запас фотоплівки або фотоплівки в касеті складає 20 ± 3 м при товщині фотопаперу або фотоплівки 0,14—0,15 мм. Осцилограф забезпечує чіткий запис на фотопапері або фотоплівці змінних процесів із швидкістю світлового променя.

Осцилограф має 12 швидкостей руху фотострічок: шість швидкостей при прямому включенні електродвигуна (1: 1) - 8; 16; 60; 130; 500; 1000 мм/с; шість швидкостей при реверсивному включенні електродвигуна (1: 10) - 0,8; 1,6; 6; 13; 50; 100 мм/с. Відкриття величини будь-якої швидкості від номінальної не більше $\pm 10\%$.

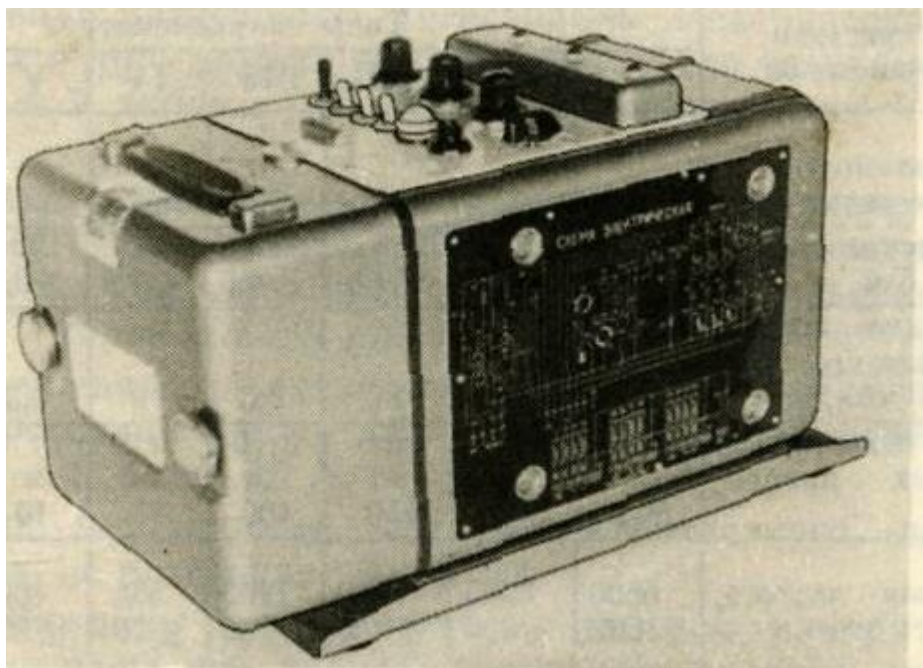


Рис. 1.11. Осцилограф К12-22

Основна погрішність реєстрації електричного струму осцилографа в нормальних умовах становить $\pm 1\%$. Напруження електричного живлення осцилографа $27 \pm 2,7$ В при потребі постійного струму не більше 4,5 А.

При проведенні найкоротших змін осцилограф виробляє відмітку часу по всій ширині запису через інтервали часу: 10; 1,0; 0,1 секунди за допомогою електричних годин МЧ-65, підключаються до осцилографа.

1.3. Магнітні

Магнітні системи реєстрації параметрів набули широкого поширення завдяки цілому ряду переваг у порівнянні з розглянутими вище системами запису. Основними перевагами є: здійснення багатоканальної системи реєстрації параметрів, повторне використання магнітної стрічки шляхом стирання записаної інформації, можливість

машинної обробки записаної інформації, велика точність реєстрації і відтворення записаної інформації.

Сучасні літаки обладнані магнітною системою реєстрації, призначеної для запису на магнітній стрічці основних параметрів літака і збереження записаної інформації протягом останніх 30 або 90 хв.

Система реєстрації складається з бортової апаратури реєстрації параметрів літака і наземної апаратури відтворення записаної інформації. До комплекту бортової апаратури входять датчики реєстрованих параметрів, кодувальний пристрій, магнітний записуючий пристрій (механізм протягування стрічки) в кульовому металевому контейнері, з'єднувальний блок, розподільний блок, блок живлення.

Система в залежності від типу літака розрахована на реєстрацію наступних основних параметрів: барометричної висоти, приладової швидкості, перевантажень - вертикальних, бічних і поздовжніх, кутів крену, тангажу і курсу, кутових швидкостей літака щодо пов'язаної системи координат, кутів відхилення органів управління, обертів двигунів, тиску масла у вимірювачі крутного моменту, положення сектора газу двигунів, перепаду тисків між кабіною і атмосферою, разових команд, які характеризують стан автоматики авіаційних двигунів і граничні відхилення деяких параметрів.

Наведений перелік реєстрованих параметрів можна розділити на дві групи: параметри, що характеризують техніку пілотування, і параметри, що характеризують роботу авіаційної техніки. Тому магнітну систему реєстрації параметрів можна використовувати не тільки для виявлення причин льотних пригод і передумов до них, але також і для оцінки техніки пілотування.

Принцип роботи системи наступний. Сигнали від датчиків аналогових величин ДАВ1 - ДАВп (рис.) у вигляді електричної напруги і сигналів від датчиків разових команд ДРК₁- ДРК_п - «вкл.», «викл.», «макс.» - через розподільний пристрій надходять на входи відповідних каналів кодувального пристрою. На кодувальний пристрій також надходять калібрувальні напруги, які виробляються, в калібрувальному пристрої. В кодувальному пристрої здійснюється кодування напруг,

що надходять від датчиків параметрів, по часоімпульсній системі, при якій часовий інтервал між імпульсами прямо пропорційний вимірюваному параметру.

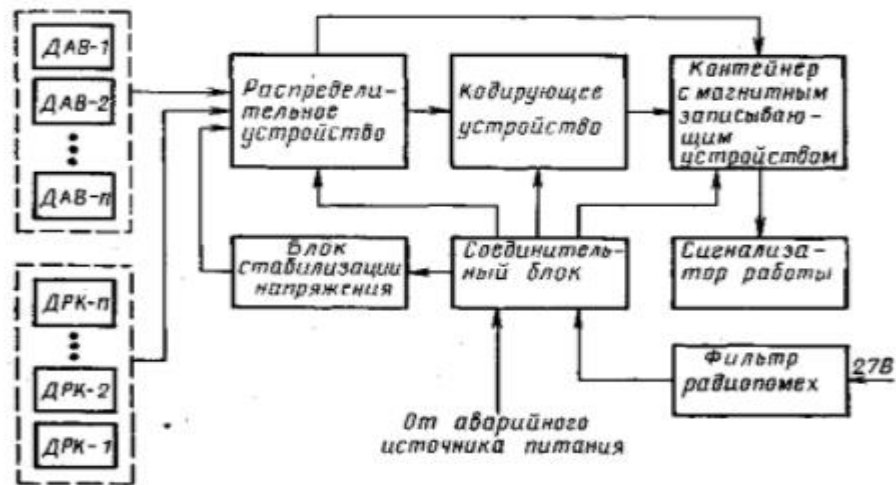


Рис.1.12. Блок схема магнітної реєстрації параметрів

Закодовані таким чином сигнали надходять в контейнер, де записуються на магнітну стрічку шириною 6,25 мм, яка рухається з постійною швидкістю 250 мм/с. Включення в роботу магнітного записуючого пристрою походить від сигналізатора швидкості або від кінцевого вимикача, що реагує на обтиснення стійок шасі. Для візуальної сигналізації переміщення стрічки в механізмі протягування стрічки служить контрольна лампа, яка блимає при роботі механізму.

Магнітна система реєстрації підключається до бортової мережі через фільтр радіоперешкод. Напруга живлення на окремі пристрої надходить через сполучний блок. Живлення датчиків здійснюється від стабілізованого джерела живлення через розподільний пристрій. У разі відмови бортмережі живлення системи здійснюється від аварійного джерела.

Розглянемо магнітну систему реєстрації МСРП-12. Система МСРП (магнітний самописець режимів польоту МСРП-12-96) розроблена для реєстрації значень на магнітну стрічку основних параметрів польоту ПС та для збереження записаних даних в випадку аварійної ситуації.

Система МСРП вмикається в роботу автоматично після запуску одного з двигунів, механізм протягування стрічки - після відриву коліс передньої опори шасі

при розбігу від ЗПС або від сигналізатора приладової швидкості ССА-0,7-2,2І при досягненні швидкості 70 км /год.

Система МСРП-12-96 реєструє такі параметри: барометричну висоту, приладову швидкість, перепад тиску між кабіною і атмосферою, тиск в індикаторі крутного моменту лівого і правого двигунів, горизонтальні і вертикальні перевантаження, кутову швидкість щодо поздовжньої осі, відхилення елерона, керма висоти, керма напрямку, разові команди від контакторів включення флюгернасосів і сигналізаторів негативної тяги.



Рис.1.13. Зображення зовнішнього вигляду МСРП-12-96(-1)

У комплект системи МСРП-12-96 входять: смугопротяжний механізм в шаровому контейнері (1), кодувальний пристрій (2), з'єднувальний блок (3), розподільчий щиток (4), розподільчий щиток (4а), фільтр радіоперешкод (5), датчик тиску (6), ущільнювач разових команд УКР-4 (7), датчик кутових переміщень МУ-615 (8), датчик надлишкового тиску (9), датчик барометричної висоти (10), датчики кутової швидкості ДУСУ-1-30АС (11), сигналізатор швидкісного напору (12), датчик перенавантажень МП-95 (13), перетворювач обертів ПО-15 (14), блок живлення БП-7 (15), розподільювач сигналів авіагоризонту (16), розподільчий блок БР-40 (17), датчик приладової швидкості ДАС (18).

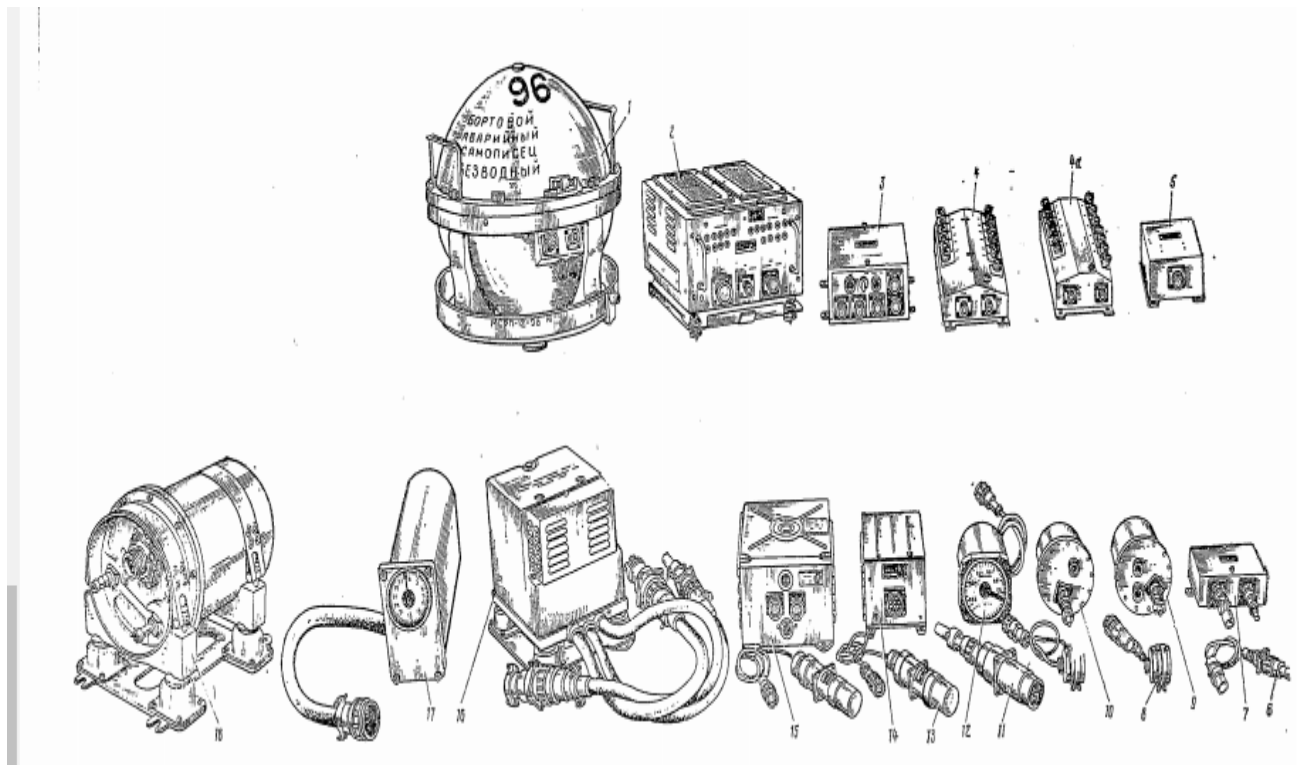


Рис.1.14. Склад системи реєстрації режимів польоту МСРП-12-96(-1)

Вимірювальна система реєстрації аварійних режимів польоту МСРП-12 здійснює послідовне кодування напруг датчиків за часом імпульсної системи з подальшим записом імпульсних сигналів на магнітну стрічку. Запис на магнітну стрічку кодованих сигналів, а також відміток часу здійснюється за допомогою механізму протягування стрічки. Робота вимірювальної системи відбувається наступним чином. Напруга від датчиків потенціометричного типу через калібрований пристрій подається на відповідні осередки кодувального пристрою.

Запис проводиться на феромагнітну стрічку шириною 6,26 мм і довжиною 250 м. При цьому на стрічці залишається інформація про останні 30 хв польоту (в залежності від типу модифікації МСРП-12). Параметри польоту, записані на магнітну стрічку, декодуються на наземному декодері.

Також зверну увагу на МСРП-64. МСРП-64-2 забезпечує збір, перетворення в цифровий код і запис на магнітну стрічку польотної інформації про політ і службові параметри польоту.

Запис виробляють на аварійний і експлуатаційний накопичувачі. Стрічкопротяжний механізм аварійного накопичувача поміщений в тепло- і ударозахисний контейнер, що забезпечує збереження стрічки в разі ЛП.

Системи реєстрації параметрів на магнітну стрічку з цифровим кодує пристроєм мають ряд переваг в порівнянні з вище розглянутими системами.



Рис.1.15. Стрічкопротяжний механізм МЛП-14-5 системи МСРП-64

Основна відмінність полягає в перетворювальному пристрої, який здійснює комутацію надходячих від датчиків сигналів, перетворення сигналів, що безперервно змінюють величини в імпульсний паралельний восьмирозрядний двійковий код, причому одиниці відповідає наявність імпульсу, а нулю - відсутність імпульсу, виробляються також адресні сигнали і позначки часу.

Основними перевагами магнітних реєструвальних систем з цифровим кодувальним пристроєм є: можливість значно збільшити кількість реєстрованих параметрів, збільшення часу збереження записаної інформації до 50год, збільшення точності реєстрації аналогових параметрів, можливість запису на магнітну стрічку не тільки вимірювальної інформації, але також адресних і розпізнавальних даних (номер літака, номер рейсу, дата рейсу, астрономічний час і тому подібне), можливість порівняно простого зв'язку з наземними цифровими обчислювальними машинами з метою автоматизації обробки записаної інформації.

Не будемо забувати про таку магнітну систему реєстрації як Тестер-УЗ.

Магнітні системи реєстрації польотних даних типу «Тестер-УЗ» призначені для запису цифровим методом на магнітну стрічку параметрів польоту, службових даних та додаткової інформації. Системи «Тестер-УЗ» забезпечують реєстрацію:

- основної інформації (параметрів польоту) у вигляді значень аналогових параметрів типу напруг постійного струму в восьмирозрядному двійковому коді і напруг

- змінного струму змінної частоти в 14-ти розрядному двійковому коді, а також разових команд у вигляді постійного струму;
- службових (розпізнавальних) даних (номер реєстратора і номер польоту) в 8-ми розрядному двійковому коді;
 - додаткової інформації про астрономічний (поточний) час польоту (години, хвилини і секунди) в 5-ти і 6-ти розрядному двійково-десятковому коді, сигналів тактових імпульсів (ТІ) та імпульсів початку циклу (ПЦ), необхідних для впорядкування процесів запису і відтворення польотної інформації, результатів самоконтролю реєстратора.

Системи «Тестер-УЗ» випускаються в 3-х варіантах:

- «Тестер-УЗ» серії 2;
- «Тестер-УЗ» серії 3;
- «Тестер-УЗ» серії Л.

Розглянемо основні технічні дані системи «Тестер-УЗ-Л»:

1. Частота опитування датчиків параметрів (тобто число вимірювань одного параметра за 1 секунду) - 1; 2; 4; 8; 16; 30 Гц. / Для порівняння: у серії 2 - 1; 4 і 5 Гц; у серії 3 - 1; 2; 3; 4; 6; 7; 8 Гц).

2. Частота проходження кадрів (тобто кількість кадрів, яку формує система за 1 секунду) - 1 Гц. (Під кадром розуміється один цикл реєстрації всіх видів польотної інформації).

3. Для реєстрації аналогових параметрів система має 38 входів, з яких 34 входу призначені для параметрів типу напруги постійного струму і 4 входи - для частотних параметрів.

Частотні входи опитуються 1 раз в секунду (8 каналів, так як частота записується 14-ти розрядним кодом в 2-х розрядах. Крім цього, 1 раз в секунду реєструються хвилини, 1 раз в секунду - години, 2 рази в секунду - калібрована напруга, 2 рази в секунду - напруга переповнення і 1 раз в секунду - номер включення. Таким чином, інформативність системи за аналоговими параметрами становить 256 вимірювань в секунду (тобто аналогові параметри записуються в 256 каналах).

4. Для реєстрації бінарних сигналів разових команд (РК) система має 32.

5. Похибка реєстрації аналогових параметрів (без урахування похибок датчиків і узгоджувальних пристроїв):

- для сигналів у вигляді напруги - не більше 1 відсотка;
- для частотних сигналів - не більше 0,15 відсотка.

6. Носій інформації - холоднокатана магнітна стрічка з залізонікельхромового сплаву шириною 25,4 мм, товщиною 0,015 мм. Довжина - 75 м (у серій 2 та 3 - по 100 м).

7. Швидкість протягання МС:

- в режимі запису - 16 мм/с;
- в режимі відтворення - 12 -40 мм / с.

8. Щільність запису (число імпульсів на одиницю довжини носія інформації) - 16 імп/мм.

9. Час записаної польотної інформації - 3 години.

10. Збереженість записаної інформації (з ймовірністю 0,9):

- при ударному перевантаженні до 1000 g;
- при впливі температури до 10000С° протягом 15 хв;
- при впливі морської води протягом не менше 5 діб.
- при впливі агресивних рідин (гасу, гідравлічної і вогнегасної) - не менше 2 діб;
- в нормальних умовах протягом 60 діб.

11. Напруга електроживлення - 27В постійного струму.

12. Потужність - 150 Вт.

13. Маса системи - 13,5 кг (для порівняння: серії 2-21,6 кг. Серії 3-16,5кг).

До складу системи входять: датчики інформації, узгоджувальні пристрою (моделі), блок електроніки (блок 1ІМ), блок установки номера включення (блок 3ІМ), блок підсилювачів запису, відтворення і самоконтролю (блок 5ІМ), магнітний накопичувач в захисному контейнері (блок М2Т-3).

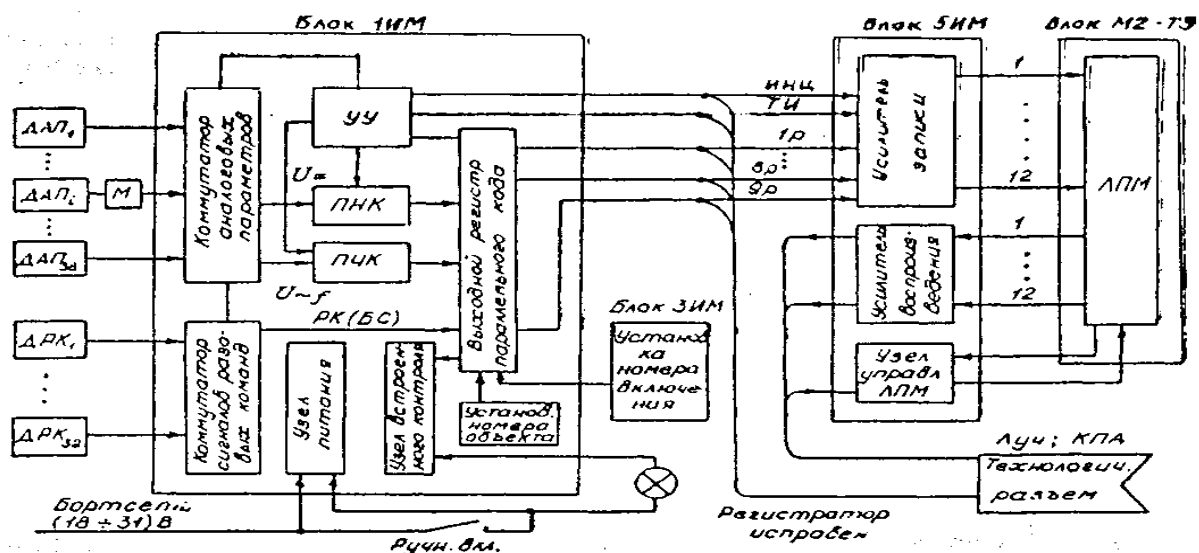


Рис.1.16. Схема системы

Процес реєстрації польотної інформації полягає в наступному під дією сигналів пристрою управління блоку 1ИМ комутатор аналогових сигналів по черзі, відповідно до циклограми кадру, підключає датчики аналогових параметрів (ДАВ) до перетворювачів «напруга-код» (ПНК) і «частота-код» (ПЧК), (циклограма кадру це повний перелік інформації в кадрі з зазначенням номерів каналів запису). ПНК і ПЧК перетворюють значення аналогових параметрів в двійкові коди, які через вихідний регістр паралельного коду (з 1-го по 8-й розряди) і підсилювач запису (в блоці 5ИМ) надходять на комбіновані головки стрічкопротяжного механізму блоку М2Т-3 і записуються на магнітну стрічку.

В системі «Тестер-УЗ-Л» запис інформації проводиться дискретно. Параметри реєструються через певні інтервали часу, а величина інтервалу визначається інтенсивністю зміни параметрів у часі. Кадр запису - це один цикл реєстрації всіх видів польотної інформації. Кожен кадр містить в собі 256 каналів запису. У кожному каналі записи міститься одне слово, виражене 12-ти розрядним кодом.

1.4. Електронні

БУР з твердотілим накопичувачем - нове покоління пристроїв реєстрації, приклади таких пристроїв: ТБН-К-4 - експлуатаційний і ЗБН-1-3 - захищений (аварійний) а також БУР-92А.

Твердотільний накопичувач ТБН здійснює запис без збоїв всієї польотної інформації на карту пам'яті, її обробку в реальному часі, видачу екіпажу результатів

аналізу, включаючи попередження про аварійні ситуації і дані про технічний стан літака. Накопичувачі типу ТБН-К-4 є експлуатаційними накопичувачами систем збору і обробки польотної інформації і забезпечують реєстрацію польотної інформації на знімний накопичувач СН-USB-2.



Рис.1.17. Зовнішній вигляд ТБН-К-4

ТБН-К-4 серія 2 забезпечує заміну одного або двох касетних бортових накопичувачів КБН-2-2 в системах МСРП-А-01 і МСРП-А-02. Забезпечує можливість дооснащення систем БУР-1 і БУР-3 експлуатаційним накопичувачем. ТБН-К-4-1.1 забезпечує заміну одного або двох накопичувачів КБН-2-2 і алфавітно-цифрового друкувального пристрою АЦПУ-1 в системі МСРП-А-02. ТБН-К-4-2 забезпечує заміну експлуатаційного бортового накопичувача МЛП-14-6 і касетних бортових накопичувачів КБН-1-1 / КБН-1-2 на магнітній стрічці в системах МСРП-64 і МСРП-256.

Його найбільші переваги:

- мала вага і габарити;
- твердотільна карта пам'яті;
- відсутність витратних матеріалів;
- висока надійність при мінімальних витратах на обслуговування;
- безпосереднє введення інформації зі знімного накопичувача СН-USB-2 в ПЕОМ зі швидкістю не менше 7 МБ / хв.

Також розглянемо бортовий пристрій реєстрації БУР-92А. Призначення полягає в збиранні, перетворенні, реєстрації та збереженні польотної інформації в випадку ЛП, дозволяє визначити причини або передумови льотної події, оцінити техніку пілотування екіпажу і працездатність систем літального апарату, агрегатів і обладнання, а також для накопичення даних з метою подальшої обробки.



Рис.1.18. Бортовий пристрій реєстрації БУР-92А

До складу БУР-92А входять: блок збору параметричної та цифрової інформації БСПІ-92А, захищений бортовий накопичувач ЗБН-24МТ, пульт управління ПУ БУР-92. У БУР-92А інформація записується в захищений бортовий накопичувач ЗБН-24МТ, який накопичує і зберігає інформацію останніх 27 годин польоту.

Робота та взаєморобота усіх блоків БУР-92А може забезпечуватися програмно-апаратними засобами. Програмне забезпечення БУР-92А складається з програмного забезпечення БСПІ-92А, ЗБН-24МТ, ПУ БУР-92.

При вмиканні БУР-92А в блоці збору параметричної та цифрової інформації БСПІ-92А починає працювати завдання «Початковий пуск», яка встановлює в початковий стан, контролер переривань, таймера, змінні пам'яті, опитує стан захищеного бортового накопичувача ЗБН-24МТ, пульта управління ПУ БУР -92, формує слово стану системи. Виконавши перераховані дії завдання переходить до формування циклограми для ЗБН-24МТ. Завершується робота завдання запуском таймера циклограми ЗБН-24МТ, після чого виріб переходить в режим очікування переривань від таймера, циклограми або запиту від ПУ БУР-92. При отриманні переривання від таймера циклограми ЗБН-24МТ управління передається завданню «Прийняття інформації від мережі збору», яка визначає датчик, з якого необхідно

отримати інформацію і передає управління підпрограмі прийняття інформації від датчика. Приймавши інформацію від датчика підпрограма повертає управління завданню «Прийняття інформації від мережі збору», яка записавши отриману інформацію в вихідний буфер, аналізує лічильник прийнятих слів і якщо його вміст кратне 8, передає управління завданням «Виведення інформації на ЗБН-24МТ» і завершує обробку переривання.

Найбільш ймовірними причинами виходу з ладу БУР-92А можуть бути: порушення умов експлуатації, ослаблення кріплень блоків БУР-92А на об'єкті, несправність сполучних джгутів, порушення контакту в сполученнях, відмова елементів конструктивно-змінних складальних одиниць.

1.5. Засоби звукової реєстрації

Бортові засоби звукової реєстрації призначені для запису на носій інформації мови з виходів радіоприймачів, літакового переговорного пристрою (СПУ), ларингофонів, абонентської гарнітури і звукової обстановки в кабіні ПС.

Розглянемо цей вид на прикладі системи збору та реєстрації звукової та мовної інформації РЗБН-1.

Система збору та реєстрації звукової та мовної інформації РЗБН-1 призначена для збору і накопичення в польоті мовної та звукової інформації, синхронізації її з поточним бортовим часом і збереження накопиченої інформації в разі льотної події.

Копіювання накопиченої і збереженої інформації здійснюється за допомогою наземного пристрою відтворення НУВ-1.

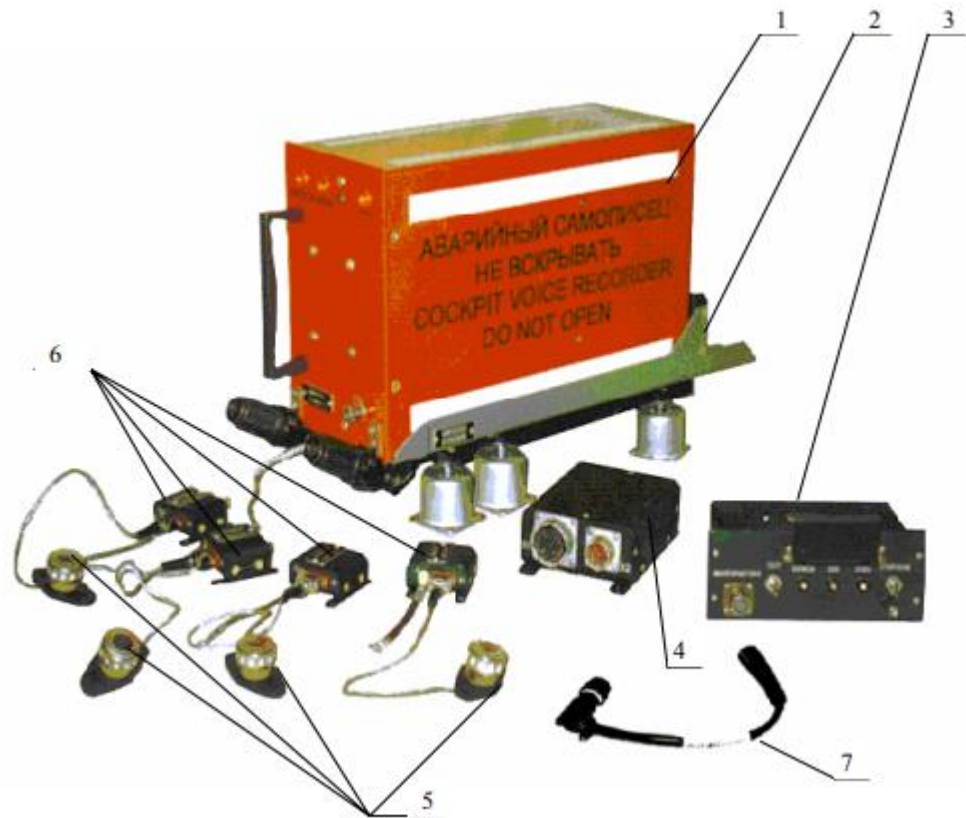


Рис.1.19. Зовнішній вигляд РЗБН-1 з вхідними в його склад блоками

До складу системи РЗБН-1 входять наступні пристрої і блоки:

- мікрофони МДМ-5 - від одного до чотирьох, залежно від конкретного літального апарату (5);
- підсилювачі мікрофонні попередні УМП-1 - відповідно до числом встановлених в кабіні ЛА мікрофонів МДМ-5 (6);
- мікшер Мі-1(4);
- блок управління малогабаритний БУМ-1(3);
- твердотільний захищений бортовий накопичувач ЗБН-НІГ (1);
- рама Ра-ЗБН-НІГ (2).

Система РЗБН-1 забезпечує приймання і перетворення з аналогової в цифрову форму мовної та звукової інформації, що надходить за трьома мовними каналами від радіозасобів літака і одному звуковому каналу від відкритих мікрофонів МДМ-5, розміщених в кабіні ЛА. Джерелом сигналів трьох мовних каналів є система типу АВСА-85 (Лайнер-85). Кожен з трьох мовних каналів виконаний у вигляді

двопровідної, симетричної лінії зв'язку крученої пари проводів в ізолюваному екрані. Вхідні ланцюги мовних каналів забезпечують прийом сигналів з наступними електричними характеристиками:

- діапазон частот від 150 до 3500 Гц;
- вхідна напруга при вхідному опорі на частоті 1000 Гц від 2 до 20 кОм - не більше 2,8 В СКЗ;
- динамічний діапазон на частоті 1000 Гц - не менше 48 дБ;
- нерівномірність амплітудно-частотної характеристики в діапазоні частот від 150 до 3500 Гц - не більше ± 3 дБ;
- відношення сигнал / шум на частоті 1000 Гц при рівні вхідного сигналу 0 дБ (0,775 В СКЗ) - не менше 48 дБ.

Джерелом сигналів звукового каналу є мікрофони МДМ-5, розміщені в кабіні ЛА. Сигнали звукового каналу проходять через звуковий тракт системи РЗБН-1 - блоки УМП-1, Мі-1, на виході якого формується інтегрований сигнал звукового каналу від всіх мікрофонів, і БУМ-1. Вихід звукового тракту виконаний у вигляді двопровідної, симетричної лінії зв'язку крученої пари проводів в ізолюваному екрані.

Реєстрована мовна інформація надходить за трьома мовними каналами на відповідні входи блоку ЗБН-НІГ системи РЗБН-1. Звукова інформація надходить через відкриті мікрофони МДМ-5, розташовані в кабіні літального апарату, на входи відповідних попередніх мікрофонних підсилювачів УМП-1, що розміщуються в безпосередній близькості від мікрофонів (не далі 0,2 - 0,25 м). Після попереднього посилення, сигнали звукового тракту надходять на входи мікшера Мі-1, де відбувається їх підсумовування і додаткове посилення сумарного сигналу. В Мі-1 передбачена можливість дискретної установки коефіцієнта посилення, враховує кількість використовуваних мікрофонів, шляхом установки зовнішніх перемичок при монтажі бортового міжблокового кабелю.

Тож, бортові пристрої реєстрації параметричної та мовної інформації є бортовою частиною автоматизованої системи контролю польоту (АСКП) і призначені для збору, реєстрації та збереження параметричної та звукової інформації про політ

повітряного судна. Вони поділяються на механічні, оптичні, трикомпонентні, електронні та магнітні.

РОЗДІЛ 2. Наземні пристрої обробки польотної інформації

Експлуатація засобів об'єктивного контролю наземних засобів реєстрації та обробки польотної інформації дозволяє вирішувати наступні завдання:

- контролювати і оцінювати якість виконання польотів і запобігати порушенням правил льотно-технічної експлуатації ПС;
- оцінювати працездатність авіаційної техніки, виявляти її відмови і несправності, прогнозувати працездатність;
- підвищувати професійну підготовку льотного і диспетчерського складу;
- контролювати повноту і якість технічного обслуговування;
- виявляти відповідність авіаційної техніки чинним НЛГ при сертифікації;
- забезпечувати необхідною інформацією Комісії з розслідування авіаційних подій та інцидентів:
- підвищувати ефективність використання авіаційної техніки і економне витрачання палива;
- встановлювати справжню причину авіаційної події, інциденту.

Наземні технічні засоби грають важливу роль в забезпеченні БП. До них відносяться, перш за все, засоби управління повітряним рухом - радіолокатори, радіо- і світлотехнічні пристрої, тренажери, аварійно-рятувальні засоби та інші види наземного обладнання для забезпечення БП.

До засобів наземної обробки параметрів польотної інформації відносяться:

- оптичний збільшувач (проектор) 5ПО-1 «Микрофот», дешифратор ЭДИ-452 (для систем типу САРПП-12, КЗ-63);
- ДУМС (декодуючий пристрій магнітних самописців) з приставкою УД-8 ДУМС – для МСРП-12-96;
- НДУ-8 (наземний декодуючий пристрій) – для МСРП-64;
- «ЛУЧ-74» або «ЛУЧ-84» - наземні пристрої обробки польотної

<i>Кафедра авіоніки</i>				НАУ 21			
<i>Виконав</i>	Уманцева С.О			Засоби об'єктивного контролю параметрів ПОЛЬОТУ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>	Єгоров С.Г.						
<i>Консульт.</i>							
<i>Н-контр.</i>	Левківський В.В.						
<i>Зав. каф.</i>	Павлова С.В.						
					42		
					173 «Авіоніка»		

інформації зі спеціальним програмним забезпеченням;

- прилад на базі ПК зі спеціальним програмним забезпеченням – для всіх типів бортових реєстраторів.

2.1. Механічний метод

Для розшифровки інформації з самописця типу КЗ-63 використовується збільшувач (проектор) 5ПО-1 «Микрофот», дешифратор ЭДИ-452 або їм подібні пристрої, а також персональний комп'ютер зі спеціальним програмним забезпеченням.

Діапроектор «Микрофот» 5ПО-1 має фіксований коефіцієнт збільшення, що дорівнює 10. Діапроектор ЭДИ-452 дозволяє встановлювати будь-які коефіцієнти збільшення шляхом змін висоти установки проекційного ліхтаря над столом. Як правило, застосовують два значення коефіцієнта збільшення: 10 або 20. Проекційний пристрій «Микрофот» 5ПО-1 являє собою металевий корпус, в якому розміщений вузол проекції, що відхиляє дзеркало і екран. Вузол проекції являє собою каретку з об'єктивом і двома котушками, на яких намотана фотоплівка. Фотоплівка вручну може перемотувати в обидві сторони. У центрі каретки фотоплівка проходить через рамку з вирівнюючим склом. Світловий потік від лампи проходить через конденсор і паралельним рівномірно розсіяним променем знизу просвічує фотоплівку і надходить в об'єктив. Пройшовши об'єктив, світловий потік потрапляє на дзеркало і відбивається на екран. На екрані виникає зображення фотоплівки, збільшене в 10 разів. Для забезпечення високої точності дешифрування необхідно з високою точністю визначити істинний коефіцієнт збільшення об'єктива, який повинен бути зазначений на корпусі проекційного пристрою. Істинний коефіцієнт збільшення об'єктива, встановленого в даний проекційний пристрій, визначається наступним чином. На фотоплівці в середній її частині по ширині гострим пером нарізаються дві лінії на відстані 2-3 мм одна від одної. Потім ця відстань вимірюється з найбільшою точністю до сотих часток міліметра. Після цього лінії проектується на екран і відстань між ними вимірюється з тією ж точністю. Взявши відношення цих вимірів, отримують істинний коефіцієнт збільшення всього проекційного пристрою. Значення істинного коефіцієнта збільшення вказують на трафареті разом з номером

«об'єктива», а трафарет поміщають на корпусі пристрою. Слід зазначити, що значення коефіцієнта збільшення, визначаються таким чином, справедливо лише для середньої частини екрану або фотоплівки.

На краях значення цього коефіцієнта буде зменшуватися через сферичну аберацію вихідної лінзи об'єктива. Цю особливість необхідно враховувати при аналізі етапів зльоту і посадки літака, при яких фізичні значення параметрів висоти і швидкості польоту малі і лінії їх записів знаходяться у верхнього краю фотоплівки (екрану). Зазвичай при дешифруванні цих параметрів на зазначених етапах польоту каретку з фотоплівкою зрушують вниз так, щоб зображення опинилось в центрі екрану. Але цей спосіб вимагає точності синхронного зсуву і засобів відліку фізичних значень параметрів, тобто використання трафаретів або шаблонів.

Є інший, більш точний спосіб, який полягає в тому, що дві лінії з фіксованою відстанню між ними використовуються для визначення коефіцієнта збільшення не тільки в центрі, але і на краях екрану шляхом зміщення каретки з фотоплівкою по вертикалі. В цьому випадку визначаються і вказуються три значення коефіцієнта збільшення: нижній, середній і верхній.

На екрані «Мікрофота» 5ПО-1 розміщені шість вертикальних шаблонів (по числу аналогових параметрів), що представляють собою вертикальні лінійки з поділками фізичних значень параметрів. У нижній частині кожної лінійки є мітка базової лінії. Поділу на кожній лінійці наносять в суворій відповідності з тарувальним графіком даного параметра. Перед відліком фізичного значення параметра в заданий момент часу необхідно на цей момент підвести шаблон і поєднати його мітку базової лінії з проекцією базової лінії на екрані, а потім зняти показання. Тому всі шість шаблонів повинні мати чотири ступеня свободи: вгору-вниз, вліво-вправо

Трикомпонентний самописець КЗ-63 призначений для реєстрації в польоті висоти (H_6), індикаторної швидкості (V_{np}) і вертикальної складової перевантаження (n_y). Основною формою роботи з записами КЗ-63 в даний час є визначення величини n_y . Для розшифровки інформації, отриманої за допомогою КЗ-63, необхідно мати:

- стрічку з тарувальними даними H_6 , V_{np} і n_y , отриманими при останній тарировці приладу КЗ-63;

- шаблон, побудований за тарувальній стрічці на даному помножувачі для даного КЗ-63;
- стрічку КЗ-63 із записом польотів;
- заповнений звіт про всі польоти, обробка яких повинна бути виконана.

Шаблон являє собою аркуш цупкого паперу з нанесеними на ньому шкалами H_6 , V_{np} і n_y . За цими шкалами визначаються значення записаних на плівку параметрів польоту. Кожен самописець повинен мати свій шаблон. Порядок побудови шаблону наступний:

- закріпити на екрані аркуш цупкого паперу;
- заправити в збільшувач тарувального стрічку;
- переконатися в правильності заправки стрічки: вона повинна бути розташована емульсійним шаром вниз; базова лінія розташовується на екрані вертикально зліва або горизонтально вгорі в залежності від типу використовуваного збільшувача;
- при протягуванні стрічки по ходу запису її зображення на екрані збільшувача має переміщатися знизу вгору або справа наліво (залежить від типу збільшувача);

Порядок обробки записи самописця КЗ-63:

- підготувати до роботи збільшувач;
- зміцнити на екрані збільшувача шаблон даного самописця;
- переглянути стрічку «на світло» і переконатися в наявності на ній ліній записи;
- визначити початок і кінець запису на стрічці (початок запису знаходиться зліва, якщо вона звернена до оператора емульсійним шаром і базова лінія розташована зверху);



Рис.2.1. Зовнішній вигляд «Микрофот»

- перевірити наявність написів на стрічці. Написи повинні бути наступні: на початку - номер самописця КЗ-63, тип (шифр) і номер ПС, на якому був зроблений даний запис, прізвище особи, яка проводила заправку стрічки в самописець, дата заправки і аеропорт; в кінці - номер самописця, тип (шифр) і номер ПС, прізвище особи, яка провадила зняття стрічки, дата зняття і аеропорт; по довжині стрічки - дати, форми ТО, аеропорт і прізвища осіб, які виконують ТО.

При перегляді стрічки необхідно мати на увазі, що в самописці різці пір'я V_{np} і H_6 розташовані практично на одній вертикалі, а різець n_y зміщений від цієї вертикалі проти ходу стрічки (вправо) на 9-10 мм. Тому для кожного моменту часу n_y записується на 9-10 мм правішого запису V_{np} і H_6 . Час між початком або кінцем сусідніх тимчасових відміток при роботі від внутрішньої відмітки часу становить 3 хв (для 1-го і 2-го варіантів). Лінії позначки часу і проміжки між ними при великій швидкості (5 мм/с) протягання стрічки в 60 разів довше, ніж при малій (5 мм/хв) швидкості. При відсутності слідів роботи відмітки часу або при сумніві в

правильності його роботи наближено час польоту (хв) може бути обчислено діленням довжини ділянки стрічки (мм) на 5 при малій швидкості протягання (5 мм/хв) або на 300 при великій швидкості, так протягання (5 мм / с). У цьому випадку ділянки з великою швидкістю протягання потрібно розрізняти по товщині лінії запису n_y (вона тонше, ніж при малій швидкості) і за наявністю уступів на ній;

- вставити стрічку в збільшувач емульсійним шаром вниз;
- увімкнути освітлення збільшувача і поєднати зображення з стрічки і на шаблоні так, щоб збіглися їх базові лінії і відповідні нульові позначки ліній V_{np} , H_6 і $n_y = +1$. У разі якщо домогтися повного суміщення не вдається, поєднати тільки базові лінії;
- протягнути стрічку до появи на екрані початку ділянки поля, обраного для обробки;
- повільно простягаючи стрічку, стежити за зміною положення ліній запису стосовно до відповідної відцифровки параметрів на шкалах шаблону.

У момент приземлення і при русі ПС по землі величина n_y реєструється спотвореннями через малу власну частоту датчика самописця і тому для отримання уточненої величини n_y необхідно використовувати «Методичні рекомендації та уточнені критерії оперативної оцінки величини перевантажень при приземленні літаків». Якщо самописець вмикається і вимикається в повітрі, тобто коли ПС мало певну швидкість і висоту польоту, то на початку і в кінці запису лінії V_{np} і H_6 матимуть вигляд дуг, оскільки різці стрілок V_{np} і H_6 переміщуються поперек стрічки самописця при відсутності її про тяжки (слідуючи за зміною відповідного параметра польоту).

Треба мати на увазі, що рух стрілки H_6 починається майже одночасно з початком збільшення висоти польоту, а стрілка V_{np} починає свій рух з моменту, коли швидкість ПС досягає визначення іншої величини (приблизно в кінці розбігу); при швидкості ПС нижче цього рівня різець стрілки V_{np} залишається в своєму нульовому положенні. Залежно від схем включення і виключення самописця, використовується на ПС, початок і кінець запису польоту визначають по характеру запису лінії n_y .

2.2. Оптичний метод

Система реєстрації параметрів польоту САРПП-12-24 є світлочутливим реєстратором, записуючим польотну інформацію на фотоплівку. Тому для забезпечення робіт по використанню результатів записів необхідно виконати попередньо певні операції з підготовки носія інформації. Слід нагадати, що САРПП-12-24 записує польотну інформацію в формі, що не вимагає операцій декодування і дозволяє виконати операції дешифрування після обробки фотоплівки за допомогою спеціальних додаткових засобів ручним методом.

Після закінчення польоту касета КС-10 із записом польотної інформації знімається з накопичувача інформації і відсилається до групи КЗА і ОІ, а на її місце встановлюється касета з заправленою фотоплівкою. У групі КЗА і ОІ починається перший етап обробки польотної інформації. В «Журналі обліку матеріалів об'єктивного контролю, що надійшли на обробку в лабораторію об'єктивного контролю» робляться відповідні записи за встановленою формою. Після цього носій інформації піддається фотохімічній обробки, яка складається з наступних операцій: прояви, промивання, фіксування і сушки. Найбільш тривалими операціями цього процесу є прояв і сушка. За нормативами на звичайну фотохімічну обробку відводиться час в межах 40-50 хв. Такий час є неприйнятним для авіаційної практики, оскільки час між польотами літаків-винищувачів в одній льотної зміни може бути до 30 хв, за яке потрібно виконати не тільки фотохімічну обробку, але і провести міжпольотний аналіз. Тому в авіаційних частинах постійно удосконалюють методи оперативного контролю: зменшують час фотохімічної обробки і визначають оптимальний мінімум параметрів, що підлягають дешифруванню. В авіаційних частинах застосовують метод прискореної фотохімічної обробки, в основі якого знаходиться прискорений прояв за 6-8 хв і промивка фотоплівки в чистому спирті, що скорочує операцію сушіння до 1-2 хв. Нині в авіаційних частинах фотохімічна обробка триває 10-12 хв.

На самому початку фотоплівки наносять дані: бортовий номер літака, номер вправи, номер польоту за плановою таблицею, прізвище льотчика, який виконував політ, і дату польоту.

Після підготовки фотоплівки до дешифрування проводять аналіз якості запису польотної інформації. На ділянці запису «механічних нулів» повинні чітко фіксуватися лінії запису всіх шести аналогових параметрів, причому кожна лінія повинна займати своє місце відповідно до тарувальних даних. Не допускається злиття записів кількох ліній. На ділянці запису «електричних нулів» звертають увагу на допустиму величину зміщення окремих ліній запису щодо їх положення в попередньому польоті. При цьому звертається увага на положення лінії запису висоти польоту, яка може виявитися нижче лінії запису швидкості польоту (канал № 2), якщо тиск дня тарування каналу № 1 виявиться значно вище тиску дня запису (польоту). Звертають також увагу на чіткість спрацьовування вузла розмітки ліній по всій довжині фотоплівки. Всі зауваження щодо якості запису фіксуються і передаються в групу обслуговування авіаційного обладнання. Після підготовки фотоплівки приступають до підготовки наземного засобу обробки польотної інформації. До засобів обробки польотної інформації, записаної системою САРПП-12-24, відносяться: діапроектор (проекційний пристрій) і трафарети з тарувальними даними по кожному з шести параметрів. Як діапроектор зазвичай використовуються проекційні пристрої також як і для КЗ-63 типу «Мікрофот» 5ПО-1 або ЭДИ-452. Ці пристрої виконують лише одну функцію - збільшення зображення на фотоплівці. Тому вони є недосконалими, і весь процес дешифрування і аналізу виконується вручну, з великими затратами. Цим і обумовлений один із суттєвих недоліків світлопроменевого принципу запису польотних даних - неможливість машинної обробки. Діапроектор «Мікрофот» 5ПО-1 має фіксований коефіцієнт збільшення, що дорівнює 10. Діапроектор ЭДИ-452 дозволяє встановлювати будь-які коефіцієнти збільшення шляхом зміни висоти установки проекційного ліхтаря над столом. Як правило, застосовують два значення коефіцієнта збільшення: 10 або 20.

Розшифровка польотної інформації, накопиченої САРПП-12, може здійснюватися такими способами:

- зніманням параметрів з використанням шаблону;
- прискореним методом.

Для розшифровки записів необхідно мати збільшувач типу 5ПО-1 з об'єктивом, що дозволяє визначати ординату записи. Розшифровку зазвичай починають спрощеним методом, який полягає в швидкому перегляді записів на плівці всіх параметрів одночасно. Строго кажучи, цей метод не можна назвати методом розшифровки, так як він лише дозволяє досвідченому оку наближено визначити, які параметри і в якому польоті виходять за межі допусків. Лише після цього починається більш точна розшифровка записів із застосуванням шаблону. Шаблон для визначення параметрів є склеєною з ватману лінійки з шістьма рухомими шкалами. Рухомі шкали також склеюються зі смужок ватману з наклеєною на них стрічкою з міліметрового паперу. На підставу лінійки і рухомі шкали наноситься базові лінії. На рухливі шкали наносяться також градуйовані значення параметрів САРПП і ординати знеструмлених вібраторів.

Кожен самописець повинен мати свій шаблон стосовно наявного збільшувача. Побудова шаблону і розшифровка стрічок повинні виконуватися на одному і тому ж збільшувачі. Розшифровка запису виконується в такий спосіб: шаблон закріплюється на екрані збільшувача так, щоб нижній обріз лінійки збігся з лінією, нанесеною на екрані, а аерофотоплівка із записом параметрів польоту встановлюється в фільмовому каналі так, щоб емульсійний шар був звернений вниз. потім, утримуючи лінійку шаблону так, щоб базові лінії збігалися, переміщати рухливі шкали до збігу ліній знеструмлених вібраторів $h_{\text{моп}}$, прописаних до польоту, з відповідними лініями шкал, що позначають ординати знеструмлених вібраторів при градуюванні системи $h_{\text{мот}}$. При цьому величина $h_{\text{мот}} - h_{\text{моп}}$ буде механічно врахована, а відстань від базової лінії на підставі лінійки що збігається з нею при побудові шаблону лінії покаже величину зміщення лінії записи знеструмленого вібратора. Ця величина повинна бути не більше 15 мм, що відповідає 1,5 мм на аерофотоплівці. Якщо зсув понад 15 мм, канал вважається несправним.

Розшифровка запису польоту виконується безпосереднім зчитуванням значень параметрів з відповідних шкал шаблону. Дані розшифровки вносяться в «Таблиці основних показників виконання польоту».

2.3. Магнітний метод

Система реєстрації МСРП-12-96 є магнітним реєстратором, який записує польотну інформацію на магнітну стрічку методом часоімпульсної модуляції, тобто запис параметрів є код імпульсів різної ширини. Тому в процесі обробки польотної інформації обов'язково справджується етап декодування, сутність якого полягає в перетворенні коду імпульсів на магнітній стрічці в електричні сигнали з записом їх у формі кривих на вторинний носій - фотопаперову стрічку. Після фотохімічної обробки цей запис дешифрується вручну методом, аналогічним САРПП-12-24.

Після закінчення польоту магнітна стрічка перемотується на одну з касет, яка потім знімається і відсилається до групи КЗА і ОІ. Після запису відповідних даних в спеціальний журнал приступають до підготовки засобів обробки польотної інформації. До засобів обробки польотної інформації, записаної системою МСРП 12-96, відносяться:

- декодер магнітної системи (ДУМС);
- механізм протягування стрічки для відтворення коду імпульсів, записаних на магнітній стрічці, і видачі їх у вигляді електричних сигналів;
- осцилограф К12-21 для запису електричних сигналів параметрів на фотопаперову стрічку шириною 100 мм;
- трафарети для дешифрування.

Декодер магнітної системи (ДУМС) призначений для перетворення імпульсу в електричний сигнал постійного струму, величина якого пропорційна ширині цього імпульсу, тобто виконує операцію, зворотну кодування. Цей сигнал надходить на відповідний вібратор (гальванометр) осцилографа, який світловим променем записує характер зміни цього сигналу на фотопаперову стрічку. Процес запису аналогічний принципу реєстрації САРПП з тією тільки різницею, що на вібратор подається електричний сигнал не в аналоговій формі, а в дискретній, з частотою проходження імпульсів 30 Гц, тобто за 1 с на фотопаперовій стрічці фіксується 30 точок з різними або однаковими ординатами. Через таку близькість ці точки зливаються в одну суцільну лінію.

Пристрій ДУМС одночасно може декодувати лише чотири параметра з дванадцяти, що записуються системою реєстрації. Тому, щоб декодувати всі параметри, необхідно три рази прокрутити запис всього польоту. З метою часткового усунення цього недоліку була запропонована установка ДУМС-УД-8, що складається з двох пристроїв ДУМС, паралельно підключених на вхід осцилографа типу «Нева-МТ», який ультрафіолетовим промінням на стрічці з спецпаперу записує вісім параметрів. Така установка забезпечує одночасне декодування восьми параметрів. Після запису параметрів на стрічку з спецпаперу вона не підлягає фотохімічній обробки.



Рис.2.2 Стрічкопротяжний механізм МСРП-12-96

Для перетворення декодованих сигналів в фізичні значення параметрів виготовляються трафарети (шаблони) відповідно до тарувальних графіків, тобто виконуються ті ж операції, що і при обробці записів САРПП. Засіб обробки польотної інформації типу ДУМС вимагає великих працевитрат і не забезпечує виконання оперативного контролю в обмежений час. Тому ДУМС використовується тільки для повного і спеціального контролю.



Рис.2.3. Стрічкопротяжний механізм МЛП-9

Система реєстрації МСРП-64 є магнітним реєстратором, записує польотну інформацію на магнітну стрічку в цифровій формі, тобто запис параметрів здійснюється восьмирозрядним двійковим кодом або двійковим десятковим кодом. Тому в процесі обробки польотної інформації першим етапом є декодування перетворення цифрового коду в електричні сигнали з подальшим їх записом на фотопаперову стрічку. Потім цей запис дешифрується вручну за допомогою шаблонів.

Після закінчення польоту магнітна стрічка на додатковому стрічкопротяжному механізмі МЛП перемотується на верхню касету, яка потім знімається і відсилається до групи КЗА і ОІ. Після занесення даних в спеціальний журнал приступають до підготовки засобів обробки польотної інформації.

До засобів обробки польотної інформації, записаної системою МСРП-64, відносяться:

- наземний декодер типу НДУ-8;
- осцилограф типу «Нева-МТ»;

- трафарети або шаблони.

Наземний декодер НДУ-8 призначений для відтворення цифрового запису польотної інформації, декодування її та реєстрації на вторинний носій інформації, який прийнято називати сигналограмма. В склад НДУ-8 входять наступні блоки:

- блок відтворення БВС-1;
- цифроаналоговий перетворювач ЦАП-1;
- осцилограф типу «Нева-МТ»;
- пульт дистанційного керування ПУ-06.

Блок відтворення складається з двох самостійних функціональних вузлів: механізму протягування стрічки МЛП-5 і пристрою відтворення УВС-1. На осцилограф одночасно виводяться тільки вісім каналів запису функціональних параметрів, що є істотним недоліком НДУ-8, так як для відтворення всієї польотної інформації потрібно шести- або семиразове прокручування магнітної стрічки із записом всього польоту. Одночасно з перетворенням восьми функціональних параметрів проводиться декодування восьми разових команд, тобто ще одного каналу. Крім того, на сигналограмі здійснюється запис часу у вигляді послідовного двійкового десяткового коду з точністю до 1 хв. Пристрій відтворення цифрового коду має дві швидкості протягання магнітної стрічки: 125 і 250 мм/с, що забезпечує прискорену обробку, яка перевищує швидкість запису в польоті відповідно в 50 і 100 разів. Швидкість перемотування магнітної стрічки становить 2000 мм/с. Для вимірювання малих проміжків часу в процесі дешифрування на сигналограмі записуються тимчасові позначки з інтервалом в 1с. На лицьовій панелі НДУ-8 розміщені наступні елементи:

- 5 цифрових ламп для індикації службових даних;
- перемикач службових даних для вибірки на індикацію одного з чотирьох видів службових даних;
- 8 сигнальних ламп для індикації наявності разових команд;
- спарений перемикач для вибірки одного з чотирьох каналів запису разових команд;

- 8 спарених перемикачів для вибірки восьми каналів запису функціональних параметрів.

За допомогою спарених перемикачів вибирають вісім каналів запису функціональних параметрів і окремо - до потрібного каналу запису разових команд. При цьому лівими перемикачами встановлюють десятки номерів каналів, а правими - одиниці. Перемикач службових даних ставлять в положення «№ літака». Перемикач швидкості протягання ставлять в положення «125 мм/с». За тим включають механізм протягування стрічки МЛП-5, для цього послідовно натискають на кнопки ДВИГУН, а потім ПУСК.

На цифрових лампах відображається номер літака. Переконавшись в належності магнітної стрічки заданому номеру літака, перемикач послідовно переводять в положення «№ рейсу», «Дата» і «Час». В останньому положенні перемикач знаходиться на весь період відтворення для контролю за даної ділянки польоту.

У процесі декодування осцилограф «Нева-МТ» записує сигналограму, яка із заданою швидкістю виходить з осцилографа. Швидкість виходу сигналограмми встановлюється заздалегідь. Зазвичай її встановлюють рівній 5 мм/с. В процесі запису сигналограмми проводиться одночасно фотохімічна обробка всередині осцилографа по ділянках експонування. Таким чином, після виходу сигналограмми з осцилографа вона не вимагає додаткового часу на фотохімічну обробку. Однак збереження такого запису обмежене до 5-6 год, потім контрастність запису поступово слабшає. Отриманий запис польотної інформації дешифрується вручну, тому сам процес дешифрування характеризується великими затратами, такими ж, як і при дешифруванні записів систем реєстрації типу САРПП-12-24 і МСРП-12-96.

Наземний декодер НДУ-8 є недосконалим приладом обробки, що не забезпечує вимог по оперативному контролю в обмежений час. Тому воно використовується тільки для виконання повного і спеціального контролю з залученням додаткового штату операторів. Оперативний контроль можна виконувати в особливих випадках, коли були порушення в польоті, зафіксовані керівництвом польотами.

Як зазначалося вище, однією з переваг магнітного принципу запису порівняно з світлопроменевими є можливість машинної обробки записів польотної інформації. Однак такі засоби обробки, як ДУМС і НДУ-8, такими можливостями не володіють, тому на зміну їм були розроблені більш досконалі засоби машинної обробки на основі використання ЕОМ.

Для обробки польотної інформації, зареєстрованої бортовим пристроєм реєстрації типу «Тестер-УЗ», розроблена наземна система обробки «Луч-71». Ця система створювалася в декількох варіантах, але найбільше використання знайшла система «Луч-71М-К1». Оскільки ця система призначена для обробки польотної інформації, зареєстрованої лише одним типом бортового пристрою реєстрації, вона є спеціалізованою, а не універсальною системою обробки.



Рис.2.4. Зовнішній вигляд системи «Луч-71М-К1»

Система «Луч-71М-К1» призначена для перезапису і декодування льотної інформації, накопиченої бортовим пристроєм реєстрації «Тестер-УЗ» всіх серій. Перезапис здійснюється за допомогою портативних блоків «Огляд МП» і «Огляд-МС». Перезаписана інформація може тривалий час зберігатися і багаторазово використовуватися в цілях обробки. Крім того, декодування може здійснюватися безпосередньо з борту літака в процесі перезапису польотної інформації.

Декодування записів польотної інформації здійснюється для оцінки технічного стану обладнання і всього літака в цілому, оцінки техніки пілотування, повноти і якості виконання польотного завдання, розслідування авіаційних подій та інцидентів.

Система «Луч-71М-К1» забезпечує:

- обробку польотної інформації як без демонтажу накопичувача бортового пристрою реєстрації, так і демонтованого;

- перезапис польотної інформації на касету БК-2, що входить до складу блоків перезапису «Огляд-МП» і «Огляд-МС», ємність якої відповідає 3 год польоту;
- зчитування польотної інформації при перезаписі як при прямому, так і при зворотному перемотуванні магнітної стрічки в бортовому накопичувачі. При цьому темп зчитування в 10-15 разів вище темпу запису інформації в польоті.

Темп введення інформації в систему «Луч-71М-К1» може здійснюватися в темпі перезапису або з прискоренням 2:1 або 4:1 щодо темпу перезапису. Декодування інформації, що відноситься до одної години польоту, може займати час від 1,5 до 6 хв. Результати декодування відтворюються на цифрових лампах, світлових індикаторах і електрохімічному папері. Кількість одночасного відтворювання параметрів: на електрохімічному папері - в повному обсязі, на цифрових лампах - до п'яти (оберти роторів чотирьох авіадвигунів і будь-який інший параметр).

Кількість одночасно відтворених разових команд: на електрохімічному папері - до 64, на світлових індикаторах - до 64. Кількість одночасно відтворюваних службових даних: на електрохімічному папері - до 6 (секунди, хвилини, години, дата, номер польоту і номер літака). Похибка відтворення - 0,5%, час готовності до роботи - 5 хв, час безперервної роботи - 24 год, напруга живлення - 380/220 В, частота живлячої напруги-50 Гц, маса системи - 5850 кг.

2.4. Електронний метод

Як зазначалось вище, за допомогою «Луч-74» та «Луч-84» здійснюється не автоматизована обробка ПІ, а змішана з досить великою часткою ручної праці. Крім того, не використовуються сучасні методи статистичного аналізу результатів обробки ПІ для прогнозу показників льотної діяльності екіпажу, стану і надійності АТ. Необхідне впровадження автоматизованої системи обробки ПІ на базі сучасних засобів обчислювальної техніки. Все обладнання для отримання та обробки польотної інформації в режимі реального часу можна розділити на два види: бортове устаткування та наземне обладнання.

До обладнання, що встановлюється на борту ПС, відноситься:

- бортова апаратура збору польотної інформації (БАСПИ);
- система бортового супутникового зв'язку Inmarsat MiniM-Aero.

Як джерело даних виступають реєстратори польотної інформації (наприклад, МСРП, ТЕСТЕР).

Наземним обладнанням є так званий «ситуаційний центр», куди входить:

- наземний термінал супутникового зв'язку Inmarsat MiniM-Nera;
- сервер з модемним пулом і підключеним мережевим оточенням (робочі місця).

Розглянемо докладніше окремі складові системи (з бортового обладнання це відноситься до бортової апаратури зв'язку, з наземного проаналізуємо програмне забезпечення, яке встановлюється на сервері і робочих місцях, оскільки саме з його допомогою відбувається обробка, аналіз і видача конкретних даних користувачеві). Блок БАСПИ, що встановлюється на конкретне ПС і виконавець для передачі даних від бортових реєстраторів (наприклад, МСРП) через супутникові термінали Inmarsat в «ситуаційний центр», за своїм устроєм схожий з системним блоком ПЕОМ. У загальному випадку БАСПИ складається з:

- процесорної плати формату PC / 104 з встановленим в неї процесором (Geode MMX 300МГц), оперативною пам'яттю 128 Мб, контролером відеокарти VGA;
- електронного диска (flash-disk) з об'ємом до 288 Мб, для зберігання інформації, що надходить, спеціального програмного забезпечення;
- контролера інтерфейсу IRING, який служить для перетворення аналогових даних, що надходять від бортових реєстраторів в цифрові дані для обробки і передачі по каналах зв'язку;
- джерела живлення.

Під час польоту блок БАСПИ не потребує контролю з боку оператора. Перевірка працездатності, а також необхідні настройки здійснюються при загальному монтажі всієї системи, а потім після кожних 2000 годин польоту конкретного ПС. Для налагодження передачі даних, тестових випробувань, перевірки працездатності в блоці передбачені інтерфейсні роз'єми контролю, куди можуть бути підключені необхідні пристрої введення-виведення (монітор, принтер, клавіатура та інше).

Проаналізуємо принцип роботи системи. На ПС БАСПИ отримує необхідні дані (які задаються споживачем) про технічний стан ПС, траєкторії польоту і тому подібну інформацію з бортових реєстраторів (наприклад, МСРП), а потім передає її через літаковий термінал MimiM-Aero, який відстежує супутник Inmarsat, що знаходиться на геостаціонарній орбіті (супутники знаходяться над різними районами і забезпечують повну зону охоплення), і через нього передає отриману інформацію на наземний термінал Inmarsat. Далі інформація надходить на головний сервер «ситуаційного центру», де за допомогою спеціального програмного забезпечення проводиться обробка та автоматизований аналіз поведінки літака і дій екіпажу.

Отримана інформація зберігається на сервері протягом необхідного часу (рис. 2.5). У «ситуаційному центрі» обладнані спеціальні робочі місця, де відображаються всі дані по кожному ПС, яка вчиняє політ і підключеному до цієї системи. Крім робочих місць диспетчерського центру зацікавлені користувачі за допомогою TSP-IP з'єднання можуть підключатися через Інтернет до головного сервера (знаючи його точний IP адреса) і таким чином оперативно отримувати необхідну інформацію за фіксованими ПС, на які поширюються повноваження кожного конкретного користувача (наприклад, для авіакомпаній - це належні їй ПС). Вихід на зв'язок для передачі даних в диспетчерський пункт здійснюється або за циклограммою, закладеної в систему, або в момент виникнення нештатної ситуації. На диспетчерський пункт передається протокол подій, суть нештатної ситуації, а також повна траєкторія польоту за міжсеансний проміжок. У цьому випадку канал зв'язку зайнятий періодично, час заняття каналу істотно менше часу відсутності зв'язку. Разом з тим, заняття каналу допускає передачу "тривожних" повідомлень в момент виникнення нештатної ситуації, що виключає додаткові затримки в прийнятті рішень. Цей режим також знижує обсяг інформації, що надходить особі, що приймає рішення, що також підвищує оперативність прийняття рішень.

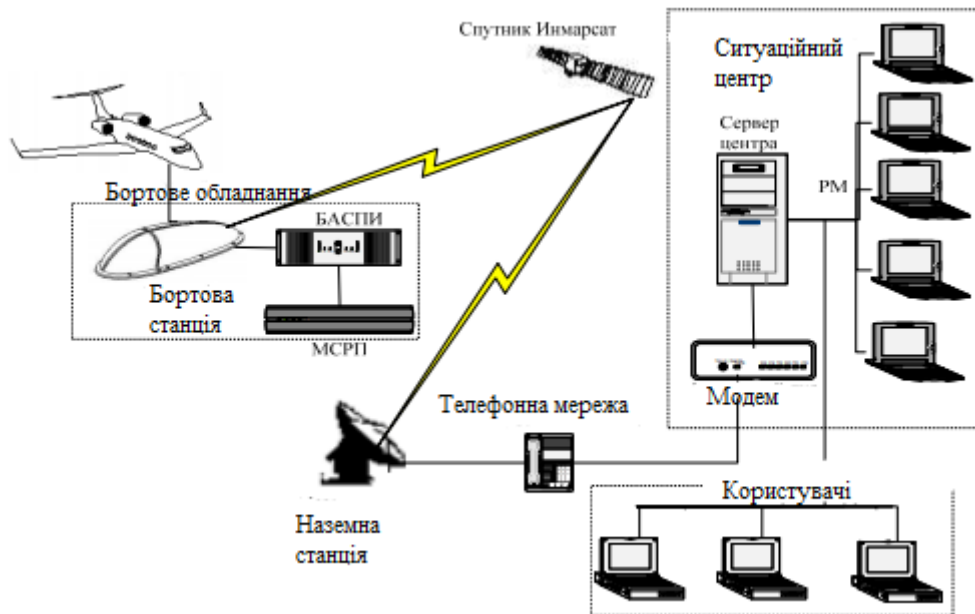


Рис.2.5. Структурна схема автоматичної системи

Цей тип обробки інформації з бортових носіїв має більші переваги понад старішими системами обробки, так як можливо попередити аварійні ситуації а також зразу знімати всі польотні дані.

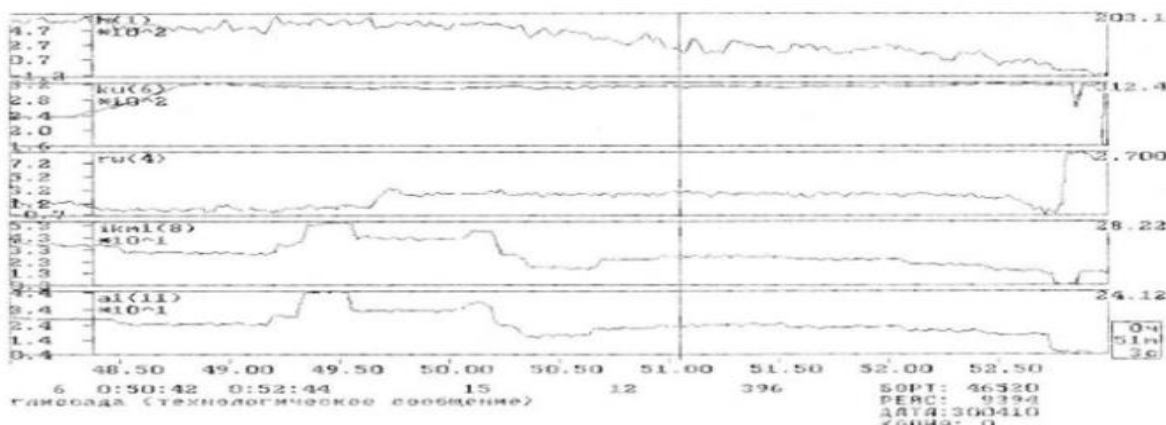


Рис.2.6. Графіки розшифровки польотної інформації

2.5. Метод обробки звукової реєстрації

Звукова інформація включає в себе радіообмін "ЕКІПАЖ-ДИСПЕТЧЕР", внутрішні переговори, зафіксоване спрацьовування попереджень і навігаційну звукову сигналізацію, характерні шуми. Звукова інформація специфічна, одне і те ж слово, вимовлене членом екіпажу, в залежності від інтонації або ситуації може бути витлумачено по-різному. Тому відтворювати і аналізувати звукову інформацію при оцінці якості виконання польоту повинен фахівець льотної служби, який має власний

досвід ведення радіообміну і, при необхідності, документальне підтвердження знання англійської мови.

При проведенні аналізу звукової інформації можуть використовуватися:

- дані, збережені штатними бортовими мовними або комбінованими реєстраторами;
- висновок пілота-інструктора, який виконував політ у складі екіпажу при проведенні кваліфікаційної перевірки;
- дані, збережені апаратурою, яка реєструє диспетчерський радіообмін;
- інформація, зареєстрована позаштатними пристроями (iPad, диктофон і т.п.), дозволеними до застосування на ПС.

Звуковий матеріал, записаний бортовими реєстраторами чи позаштатними пристроями, готують для прослуховування фахівці підрозділу ПІ по заявці льотної служби. Використання бортових реєстраторів для аналізу звукової інформації на етапах польоту повинно враховувати час збереження запису на реєстраторі. Текстова виписка мовної інформації по запису бортових реєстраторів звукової інформації проводиться в наступних випадках:

- при розслідуванні АП та інцидентів. В цьому випадку повинна використовуватися запис штатного бортового реєстратора звукової інформації. Обсяг і форма видачі інформації визначаються письмовим завданням голови комісії з розслідування;
- у випадках необхідності підтвердження факту порушення, виявленого при обробці параметричної інформації. При цьому має враховуватися час збереження запису на реєстраторі;
- у виняткових випадках при виникненні конфліктної ситуації (виконується за письмовим завданням командування льотної служби або заявці екіпажу, записаної в бортжурналі ПС). У цьому випадку обсяг інформації визначається за згодою сторін в залежності від складності спірного питання.

Якщо для всебічного аналізу ПІ потрібно запис диспетчерського магнітофона або фотознімки заходу на посадку, голова комісії з розслідування або командування

льотної служби запитують ці матеріали у служби УВС. Фахівці підрозділу польотної інформації до цієї роботи не залучаються.

Експлуатант зобов'язаний проводити періодичний мотивований контроль ведення кожним членом екіпажу радіообміну, що виконується спільно з аналізом параметричної інформації (комплексний контроль).

Прослуховуванням і документуванням мовної інформації займається фахівець льотної служби. Допускається адміністративна / функціональна підпорядкованість даного фахівця. У разі необхідності поєднання звукової і параметричної інформації роботи проводяться спільно з сертифікованим фахівцем.

Тож, у цивільній авіації обробка польотної інформації грає важливу роль в справі підвищення БП і економічності роботи повітряного транспорту. ПІ є єдиним об'єктивним джерелом інформації про діяльність екіпажу протягом усього польоту, тому систематичний контроль та оцінка льотної діяльності екіпажу на основі обробки ПІ забезпечують значне підвищення рівня професійної підготовки екіпажів. В інженерно-авіаційній службі (ІАС) систематична обробка ПІ може привести до істотної зміни методів технічної експлуатації ПС. Поліпшення організації льотної роботи на основі засобів об'єктивного контролю передбачає систематичний контроль кожного виконаного польоту, виявлення і систематизацію порушень з боку екіпажів і розробку ефективних заходів підвищення рівня БП. Основу засобів об'єктивного контролю становить наземна обробка ПІ. Наземна обробка ПІ відіграє провідну роль у вирішенні однієї з основних завдань цивільної авіації - підвищення рівня безпеки польотів.

РОЗДІЛ 3. Особливості технічної експлуатації засобів об'єктивного контролю

Технічне обслуговування повітряного судна та його комплексів - це комплекс робіт, необхідних для підтримання льотної придатності ПС, включаючи проведення перевірок вашого літака, заміну його частин, компонентів і агрегатів, усунення несправностей, а також здійснення зміни конструкції повітряного судна або виконання його ремонту. Грамотне і належне технічне обслуговування авіаційної техніки є одним з основних факторів безпеки польотів.

Для контролю техніки пілотування, працездатності і діагностики стану АТ обробка і аналіз ПП повинні виконуватися після кожного прильоту на базу або за місцем знаходження підприємства, яке орендує ПС, а також при позаплановому знятті носія інформації за вказівкою органу державного регулювання в області ЦА, при цьому повинні бути максимально використані технічні можливості наявних засобів збору і обробки ПП і спеціалізованого програмного забезпечення.

При експлуатації ПС іноземного виробництва експлуатанти зобов'язані, в частині застосування і використання засобів об'єктивного контролю, крім виконання вимог нормативно-технічної документації на конкретний тип ПС керуватися і виконувати правила і норми з метою забезпечення безпеки польотів і попередження АП. Аналіз ПП дозволяє отримувати об'єктивні дані про режими польоту і просторовому положенні ПС, діях екіпажу і стан контрольованих систем.

Експрес-аналіз є основним із застосовуваних у цивільній авіації видів обробки інформації, що реєструється бортовими засобами, при якому забезпечується об'єктивний аналіз польотної інформації. Експрес-аналіз проводиться методом порівняння записаних на носій параметрів (або їх поєднань) польоту з допустимими відповідно до параметрів, сформованими в пам'яті ЕОМ пристрої «Луч» введенням

<i>Кафедра авіоніки</i>				НАУ 21			
<i>Виконав</i>	Уманцева Є.О			Засоби об'єктивного контролю параметрів польоту	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Керівник</i>	Єгоров С.Г.						
<i>Консульт.</i>					63		
<i>Н-контр.</i>	Левківський В.В				173 «Авіоніка»		
<i>Зав. каф.</i>	Павлова С.В.						

програми експрес-аналізу. Програми експрес-аналізу включають підпрограми «Контроль техніки пілотування» і «Контроль працездатності авіаційної техніки».

Авіаційні прилади експлуатуються в умовах впливу кліматичних, механічних і інших чинників. Інтенсивність впливу таких чинників на прилади реєстрації льотних параметрів залежить від типу повітряного судна, його льотно-технічних характеристик і місця установки авіаційних приладів на ПС. До кліматичних факторів належать перш за все температура, тиск і вологість повітря. Температура навколишнього повітря може змінюватися в межах від +60 до -60 ° С. Зміна температури впливає на лінійні розміри деталей, пружність чутливих елементів і пружин, електричний опір провідників і магнітний опір магнітопроводів, стан змащування деталей, стан пластмас ізоляційних матеріалів

Для запобігання шкідливим наслідкам впливу зниженого атмосферного тиску застосовують ізоляційні матеріали підвищеної якості, зменшують кількість контактних груп, покращують герметичність приладів, трубопроводів і відсіків з устаткуванням.

До механічних факторів належать прискорення, удари, вібрації і шуми. Вплив механічних факторів викликає зміщення положення рівноваги рухомих частин приладів при наявності небалансу, збільшення зони застою в опорах, порушення міцності вузлів кріплення, обриви проводів в місцях пайки, прискорений знос осей, опор і підшипників, зниження точності роботи приладів. Для зменшення впливу механічних факторів на прилади використовуються індивідуальна амортизація приладових дощок, ретельне балансування рухомих частин приладів, міцні і тверді конструкційні матеріали, спеціальна обробка деталей, обов'язкова перевірка виготовлених приладів на вплив механічних чинників.

Отже, авіаційні прилади запису інформації в процесі льотної експлуатації піддаються значним зовнішнім вплив: зміни температури від + 60°С до -60°С; тиску навколишнього середовища від 41 до 855 мм рт. ст.; механічним ударам з прискоренням до 6 - 10 g при тривалості удару до 20 мс з частотою до 80 ударів в хвилину; вібрації до 2000 Гц, при цьому вібраційне перевантаження, тобто відношення максимального прискорення при вібрації до прискорення вільного

падіння в окремих випадках досягає до 10; вологості до 100%, а також впливу мережеских радіоперешкод, магнітних і електростатичних полів, радіаційного випромінювання, морського туману, цвілевих грибів.

При проектуванні і експлуатації ПС його тактико-технічні параметри, прилади та інформаційні вимірювальні системи орієнтують на міжнародну стандартну атмосферу (МСА). Розробка авіаційних приладів запису інформації здійснюється з урахуванням перерахованих експлуатаційних факторів і виготовлені прилади відповідно до вимог діючих стандартів піддаються випробуванням на вплив зазначених експлуатаційних факторів.

3.1 Тарування каналів вимірювання

Поясню саме питання тарування для того щоб далі описати цей процес на засобах реєстрації. Тарування - це компенсація збільшеної систематичної похибки всієї вимірювальної системи від входу вимірюваної фізичної величини до виходу вимірюваного значення цієї величини. Тарування робиться шляхом подачі на датчик еталонної величини фізичного впливу. Наприклад, для випадку ваг, тарування робиться в 2 етапи: перший - тарування нуля ваг (вага знятий), другий - тарування шкали ваг (еталонна гиря встановлена). Тарування, як правило, це проста операція, заснована на лінійній корекції даних, вихідні дані для якої вводяться користувачем безпосередньо на місці експлуатації, при впливі зовнішніх фізичних факторів при робочих умовах експлуатації.

В системі об'єктивного контролю, тарування – це попереднє створення шаблонів для майбутнього дешифрування записів з реєстратора польотних даних.

Тож, розглянемо це питання з схеми тарування на системі САРПП-12. Перед установкою накопичувача інформації на літак необхідно провести:

- перевірку зовнішнього стану накопичувача і наявність фотоплівки в касеті;
- установку необхідної швидкості протягання фотоплівки;
- перевірку якості базової лінії, нульових ліній вібраторів, позначки часу і сигналів разових команд.

Товщина базової лінії та нульових лініях вібраторів не повинна перевищувати 0,5 мм. При температурах $<+ 10^{\circ}\text{C}$ систему включають за 15 хвилин до початку перевірки для прогріву.

САРПП-12 є безшкальною системою, тому для кількісного відліку величин вимірюваних параметрів вона повинна мати на кожен параметр тарувальний графік.

Тарування вимірювальних каналів системи проводиться з метою визначення градуовальної кривої (тарувального графіка) - залежно ординат записи на стрічці накопичувача від величини вимірюваного параметра. Тарувальний графік будується для кожного аналогового параметра системи. При нормальній роботі системи тарування проводиться не рідше 1 разу на 12 місяців.

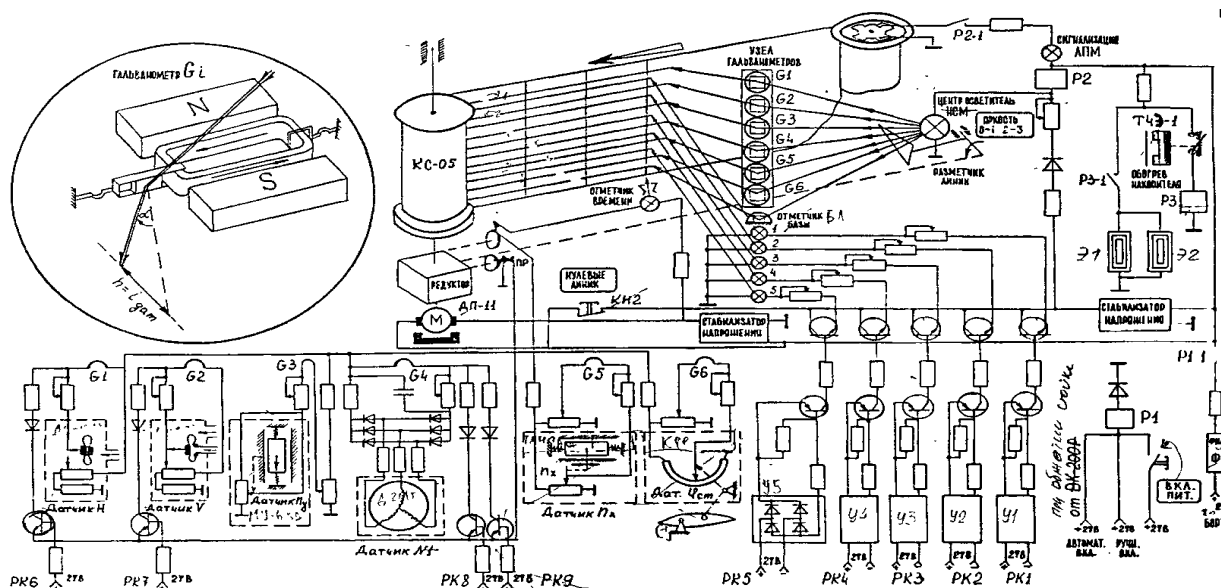


Рис.3.1. Функціональна схема системи САРПП-12

Тарування системи проводиться або в лабораторії або на ЛА, причому воно може здійснюватися із застосуванням датчиків системи або за допомогою імітаторів датчиків (магазинів опорів). Перед тарування протягом 20-30с проводиться пропис ліній знеструмлених вібраторів. Для тарування застосовується штатна контрольно-перевірочна апаратура. При таруванні датчик підключається до КПА і до гнізда узгоджувального пристрою. Запис на кожній точці тарування, зумовленої умовами тарування, проводиться протягом 5-10с. Для дешифрування запису тарування застосовують апарат "Микрофот" типу 5ПО-1 з об'єктивом Ю-8 або апарат ЭДИ-452,

які дають збільшення фотоплівки в 10 разів. Дешифрування записів на фотоплівці може бути проведене до 0,05 мм.

При дешифруванні проводиться вимірювання ординат ліній знеструмлених вібраторів і дешифрування ліній запису, що відповідають кожній точці тарування. Отримані значення ординат заносять в таблицю. Потім тушшю на міліметровці в прямокутній системі координат будуються тарувальні графіки. На побудованому тарувальному графіку вказуються:

- дата і мета тарування;
- номер системи САРПП-12, датчика і вертольота (літака), на якому вони встановлені;
- коефіцієнт збільшення приладу, при якому будувався графік, тиск дня тарування (в мм рт. ст.);
- ордината механічного нуля;
- прізвище осіб, які проводили тарування системи САРПП-12, побудова графіка і контроль тарування.

При проведенні регламентних робіт або при виконанні регулювань виконуються наступні методики. Перевірка каналів висоти і швидкості виробляється за допомогою установки УМАП, яка приєднується до статичної (при перевірці каналу висоти) або до динамічної (при перевірці каналу швидкості) системам ПВД і створюють вакуум або тиск, відповідні 2 ÷ 3 значенням висоти або швидкості, які лежать в діапазоні вимірювання. При цьому по екрану лабораторної панелі необхідно спостерігати за переміщенням світлових відміток від 1 або 2 вібраторів. Перевірити наявність переміщень світлових відміток від 1 і 2 вібраторів при включенні (імітації) разових команд 6-7 відповідно.

Перевірка вимірювальних каналів вертикальних і горизонтальних перевантажень може бути здійснена двома способами:

- датчик МП-95 знімається з об'єкта і при повороті його на 90° слід спостерігати по екрану лабораторної панелі за переміщенням світлової

позначки вібратора № 3 в системі САРПП-12В або № 3 і № 5 в системі САРПП-12Г;

- перевірка проводиться за допомогою магазинів опорів.

При цьому необхідно відстикувати штепсельні роз'єми датчиків і замість них почерзі приєднувати магазини опорів за схемами, наведеними в інструкції.

Перевірка вимірювальних каналів тангажу і крену в системі САРПП-12Д проводиться за допомогою магазинів опорів аналогічно перевірці каналів реєстрації перевантажень в системах САРПП-12В.

Перевірка вимірювальних каналів тахометрів проводиться при прогонах двигунів на землі або за допомогою установки КТУ-1М. Одночасно перевіряється працездатність разових команд форсажу, автоматики рухової установки і разових команд падіння тиску в гідросистемах. Систему необхідно включити до початку запуску двигуна.

Перевірка разових команд проводиться шляхом створення таких режимів робіт силових установок, агрегатів і систем, які призводять до включення відповідних разових команд.

Оцінка працездатності системи проводиться за попереднім записом на фотоплівці і залягає у визначенні працездатності всіх каналів системи, разових команд, в перевірці якості запису і нормальної роботи стрічкопротяжного механізму, механізмів розмітки ліній записи і позначки часу.

За результатами розшифровки тарувальних даних каналу реєстрації положення органів управління будується графік і прикладається до паспорта на систему.

3.2 Дешифрування матеріалів ОК

Дешифрування польотної інформації являє собою процес обробки записів параметрів польоту в значення їх фізичних величин, відповідних обраним моментів часу. Дешифрування є одним з відповідальних етапів обробки польотної інформації, до якого пред'являються високі вимоги по точності перетворення, тобто за достовірність отриманих них результатів. Тому до дешифрування польотної

інформації допускаються спеціально підготовлені оператори з групи КЗА і ОІ. До дешифрування допускаються матеріали, що пройшли етап декодування і мають, як правило, форму сарпограм або сигналограм.

Дешифрування виконується за допомогою шаблонів або трафаретів, побудованих на основі тарувальних графіків. При цьому строго стежать за тим, щоб тарувальні графіки не були прострочені, що визначається датою попереднього тарування і встановленими термінами тарування.

Результати дешифрування є юридичним матеріалом, за достовірність якого і об'єктивність використання несуть відповідальність посадові особи, допущені до об'єктивного контролю. Дешифрування проводиться в спеціальних приміщеннях - лабораторіях міжпольотного контролю і класах об'єктивного контролю, обладнаних відповідними пристроями для обробки польотної інформації, а також укомплектованих зразками записів польотної інформації як в звичайних, так і в аварійних ситуаціях, методичними матеріалами та керівними документами по обробці польотної інформації.

При розслідуванні авіаційних подій дешифрування польотної інформації виробляють тільки з дозволу і за вказівками голови комісії з розслідування.

Дешифрування записів на стрічці самописця типу КЗ-63 проводиться за допомогою проєкторів типу 5ПО-1 «Микрофот» або ЭДИ-456. На екран проєктора накладається графік шаблон, який виготовляється в процесі тарування самописця (рис.3.2).

Стрічка в фільмовий канал проєктора заправляється таким чином, щоб емульсійний шар знаходився зверху, базова лінія – від оператора. Тоді на екрані проєктора початок польоту буде зліва, а кінець - справа. Після вмикання лампи проєктора необхідно поєднати зображення з шаблоном так, щоб збіглася базова лінія. Нульові положення ліній $V_{пр}$, H_6 , n_y на плівці повинні збігтися з відповідними відмітками на шкалах шаблону.

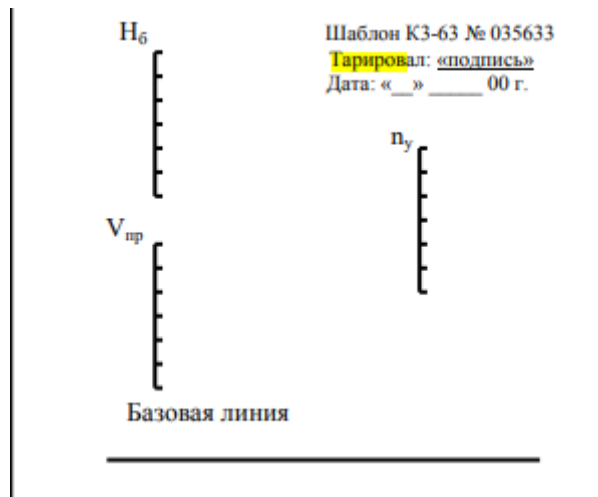


Рис.3.2. Приблизний вигляд шаблону самописця КЗ-63

Повільно простягаючи стрічку необхідно відстежувати за положенням ліній запису базової лінії плівки і на шаблоні, щоб вони збігалися і не вносили інструментальну похибку при вимірюванні $V_{пр}$, H_b . Так як КЗ-63 має низьку чутливість вимірювальних елементів, вимірювання основних параметрів фіксується на таких етапах польоту як зліт, посадка і виконання бойового завдання згідно планової таблиці. На цих ділянках визначаються: значення максимальних і мінімальних швидкостей польоту, висоти горизонтальних ділянок і максимальні відхилення від них, максимальні і мінімальні перевантаження, швидкість і перевантаження при приземленні, загальний час польоту і включення самописця в ручному і автоматичному режимі на різних етапах польоту (рис.3.3). На (а) ми бачимо графік при вмиканні та вимиканні самописця автоматично, на (б) вмикання та вимикання на землі вручну.

Відлік часу польоту проводиться по переривчастим тимчасовим оцінкам, тривалість запису яких становить 3 хвилини у приладів першого і другого варіантів самописців і 1 хвилину для третього варіанту. Приклад запису етапів зльоту, прямолінійного польоту і посадки представлений на (рис.3.4).

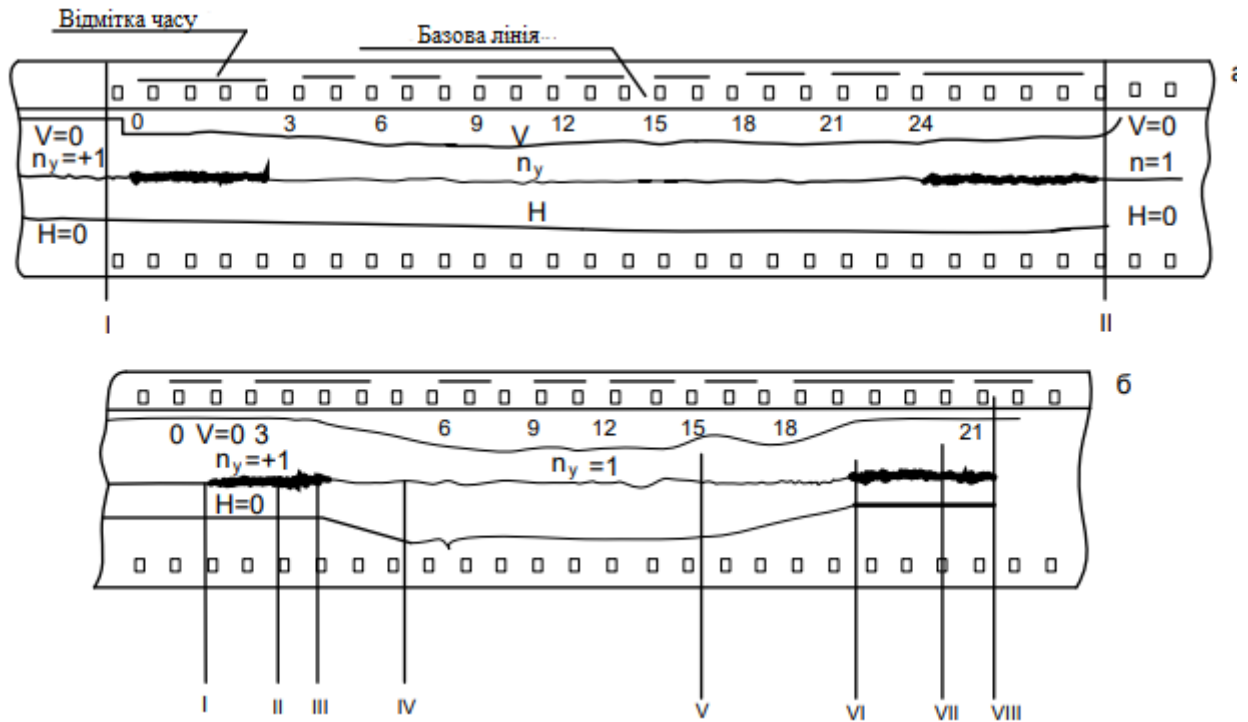


Рис.3.3. Методика визначення етапів польоту

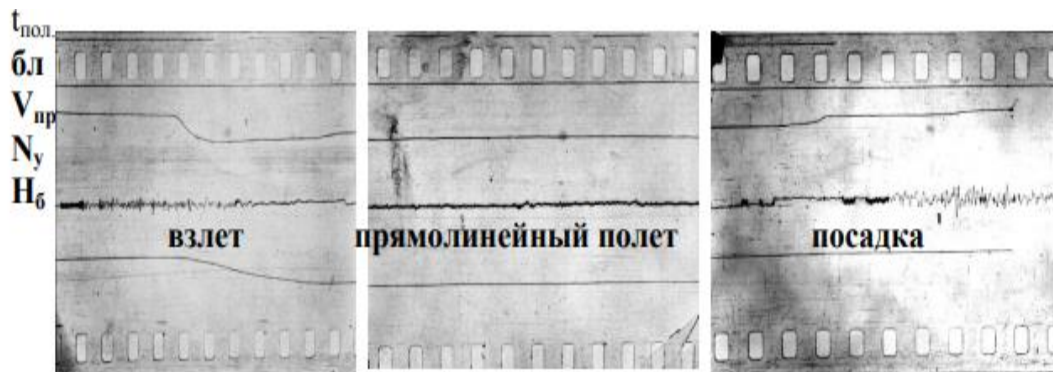


Рис.3.4. Зразки запису на плівці

Для розпізнавання етапів польоту на плівках КЗ-63 звертають увагу на характер зміни параметрів. На етапі зльоту відбувається інтенсивний приріст швидкості і висоти, а також вирівнювання вертикального перенавантаження до 1. У прямолінійному польоті швидкість і висота = const, $n_y = 1$, В момент посадки плавну зміну $V_{пр}$, $H_б$ до нульового значення і стрибок n_y більше одиниці в момент дотику з злітно посадковою смугою і зупинки ЛА. Процес дешифрування матеріалів ОК носить підтверджуючий характер запису 132 основних БУР польотної інформації таких як МСРП-12, МСРП-64. Тому основними значеннями при дешифруванні є значення n_y і $V_{пр}$ в момент зльоту і посадки і контроль польотного часу.

До дешифрування і аналізу польотної інформації, записаної САРПП-12-24 представляється фотоплівка, знята з літака після закінчення польоту і пройшла повний цикл фотохімічної обробки. Після виконання підготовчих операцій приступають до дешифрування записів польотної інформації.

Представлений на (рис.3.5) запис польотної інформації, що відноситься до етапу підготовки літака до польоту і до етапу зльоту. Запис виконаний при швидкості, протягання фотоплівки 1 мм / с. На початку запису (ліва частина) видно зони пропису механічних і електричних нулів всіх шести датчиків аналогових параметрів. Запис повинен виконуватися протягом 40-45с, на рисунку показаний в умовних одиницях часу. На стрічці показані вертикальні лінії – позначки часу. При швидкості протягання стрічки 1 мм / с відстань між двома суміжними лініями становить 10с. При запису механічних нулів реєструються тільки нульові лінії аналогових параметрів, так як все бортове обладнання вимкнено і датчики разових команд знеструмлені. Лінії запису електричних нулів дещо зміщено щодо попередньої ділянки. Видно розривність ліній, виконана розмітником. Якщо переміщати умовну вертикальну лінію зліва направо, перший розрив буде належати лінії запису каналу № 1, тобто записи параметра «висота польоту», другий розрив – каналу № 2, тобто запис параметра «швидкість польоту». Останній в серії розрив належить базовій лінії.

У наступні 20с показано запис процесу запуску авіадвигуна.

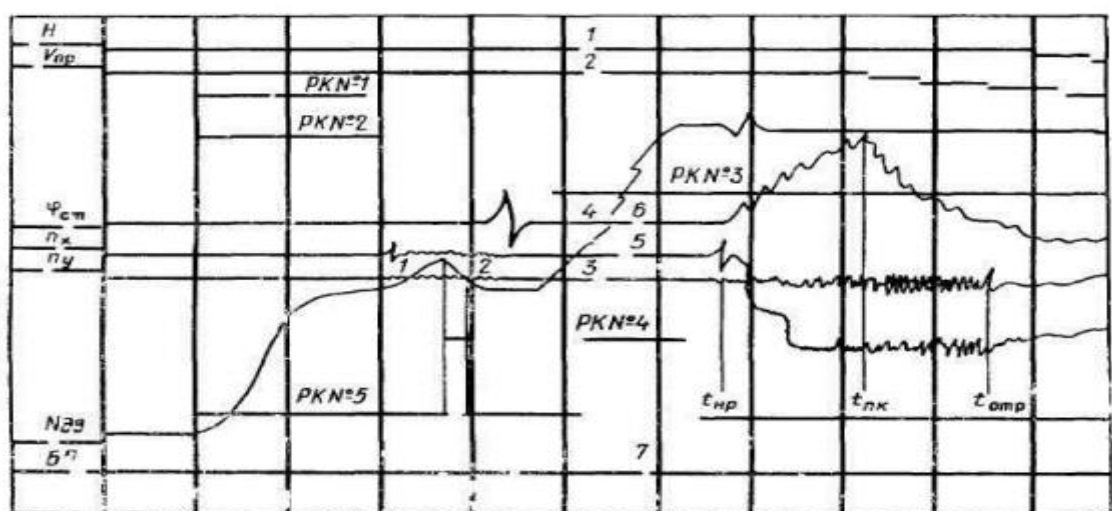


Рис.3.5. Приклад запису польотної інформації системою САРПП-12-24

Перед запуском авіадвигуна бортова мережа літака підключається під напругою і вмикаються агрегати запуску, тобто на датчики разових команд подається напруга і на стрічці з'являються лінії запису разових команд. Перша і друга лінії запису разових команд, розміщені у верхній частині стрічки, несуть інформацію про те, що немає тисків відповідно в основній і бустерній гідросистемах літака, так як авіадвигун не запущено і механічний гідронасос не створює тиску. У процесі виходу авіадвигуна на режим малого газу створюється тиск одночасно в обох гідросистемах і на стрічці лінії запису ці разові команди зникають. Третя лінія запису разової команди інформує про те, що система автоматичного управління літаком (САУ) включена. Четверта лінія запису разової команди інформує про те, що стулки реактивного сопла авіадвигуна знаходяться в положенні «Максимал». Остання, п'ята лінія запису разової команди несе подвійну інформацію: стулки реактивного сопла авіадвигуна знаходяться в режимі «Запуск» або в режимі «Форсаж», так як в обох режимах, стулки повністю відкриті. Однак форсажному режимі роботи авіадвигуна повинен відповідати режим роботи «100%», тобто максимальні оберти ротора авіадвигуна. У режимі запуску авіадвигуна стулки також повністю відкриті і можуть перебувати в такому положенні до досягнення 70% обертів авіадвигуна.

Після виходу авіадвигуна на режим «Малий газ» з'являється запис симетричний відхиленням стабілізатора, що свідчить про те, що перевіряється легкість ходу ручки керування літаком перед вирулювання. Після цього слідує збільшення числа обертів ротора авіадвигуна. Слідом за цим виникає «розмитість» ліній запису перевантажень P_y і P_x , причому у перевантаження P_x різко означене початковою зміною у вигляді імпульсу. Це свідчить про те, що літак почав рух-вирулювання. Коли оберти авіадвигуна досягли значення, позначеного цифрою 1, відбулася зміна ліній запису разових команд, зникла лінія запису разової команди № 5 і з'являється запис разової команди № 4 - стулки реактивного сопла перейшли в стан «Максимал». Потім йде зменшення режиму роботи авіадвигуна. Як тільки оберти ротора досягають значення, позначеного цифрою 2, знову відбувається зміна разових команд 4 і 5, тобто стулки реактивного сопла повністю відкрилися. Значення обертів ротора авіадвигуна в точках 1 і 2 істотно відрізняються одне від іншого, і ця різниця є регульованим

параметром - гістерезисом по обертам. Тому з допомогою шаблону « $N_{об}$ » необхідно виміряти ці значення і записати в бланк дешифрування. Для цього шаблон « $N_{об}$ » треба докласти до точки 1, а потім до точки 2, попередньо поєднавши базову лінію шаблону з базовою лінією стрічки, а потім за шаблоном прочитати значення обертів.

Далі слідує запис подальших змін режимів роботи авіадвигуна, що характеризує прагнення льотчика утримати швидкість рулювання приблизно постійно, як це належить за інструкцією льотчику. За максимальним значенням обертів і їх послідовності можна судити про правильність дій льотчика при рулінні.

Потім слідує запис усталеного режиму роботи авіадвигуна і зі відповідним йому записі без «розмиття» параметрів n_Y і n_X . Це свідчить про те, що літак припинив рух. Через деякий час після зупинки літака починають плавно збільшуватися оберти ротора авіадвигуна до режиму «Максимал», тобто до 100%. Цьому моменту відповідає появлення разової команди № 4, а лінії запису перевантажень мають чіткий характер без «розмиття». Це свідчить про те, що літак утримується на гальмо перед розгоном. Потім слідує різка зміна лінії запису разової команди параметра n_X і інтенсивне його наростання. Це означає, що льотчик відпустив гальма і літак почав розбіг. Момент різкої зміни поздовжнього перевантаження з подальшим інтенсивним її наростанням при максимальному режимі роботи авіадвигуна є моментом початку розбігу літака - $t_{нр}$.

Через деякий час після початку розбігу відбулася зміна запису разових команд 4 і 5, котра відповідала максимальному режимі роботи авіадвигуна. Це означає, що льотчик перевів РУД в положення «Форсаж», стулки реактивного сопла повністю відкрилися. Момент зміни разових команд 4 і 5 відповідає зменшення обертів ротора авіадвигуна - «провал обертів», далі їх «закид» понад 100%, а потім сталий режим 100%. Це пояснюється тим, що після повного відкриття ступок реактивного сопла починається розпал форсажу, але в форсажний колектор паливо ще не надходить і форсажний режим не вмикається. Це призводить до того, що температура T_T і тиск p_T за турбіною авіадвигуна падають, що приводить до падіння обертів. Через деякий час закінчується перехідний процес в паливному насосі-регуляторі, і паливо подається в форсажний колектор - включається режим «Форсаж». Це призводить до різкого

збільшення тяги авіадвигуна, що характеризується різким наростанням поздовжнього перевантаження n_x . При дешифруванні цієї ділянки необхідно визначити час від появи разової команди 5 до різкого наростання перевантаження n_x , обумовлений параметр «Запізнення включення форсажу по стулках» і котрий є регульованим. Крім того, визначають величини «провалу» і «викиду» оборотів при включенні форсажу.

В процесі розбігу літака запис параметрів перевантажень n_y і n_x здійснюються «розмитими» лініями, причому ця «розмитість» в міру розбігу зростає як по амплітуді, так і по частоті. Це пояснюється тим, що датчики перевантажень встановлюються жорстко на літак без будь-яких амортизаторів, а літак в процесі розбігу робить приблизно рівноприскорений рух, тому в міру розбігу нерівності ЗПС все частіше і сильніше передаються на датчики перевантажень через шасі літака.

Після початку розбігу літака починає інтенсивно змінюватися лінія запису параметра «кут відхилення стабілізатора», причому ця зміна відбувається не плавно, а більшою мірою зворотно-поступальним рухом. Це відбувається по тому, що на зльоті льотчик такими рухами відхиляє ручку управління по каналу тангажу на себе «порціями», поступово. В цей час він веде спостереження за становищем елементів носової частини літака щодо земних орієнтирів по курсу зльоту. Як тільки льотчик помітить початок підйому передньої частини літака, такими ж рухами він відхиляє ручку управління літака від себе. Момент зміни напрямку відхилення ручки управління літаком по тангажу, тобто стабілізатора, є моментом підйому переднього колеса літака - $t_{нк}$. Для витримування сталості кута тангажу при розбігу пілот відхиляє ручку управління від себе в функції наростання швидкості. Практично це здійснюється шляхом утримання будь-якого елемента носової частини літака на рівні обраного земного орієнтира в процесі всього етапу розбігу.

Як тільки швидкість руху літака досягне такого значення, при якому підйомна сила літака стане дорівнювати його злітній масі, літак плавно відокремиться від ЗПС. У момент відділення літака від ЗПС запис параметрів перевантажень починає виконуватися чіткими, без «розмитостей» лініями. Момент початку запису параметрів перевантажень чіткими лініями в завершальній фазі розбігу є моментом відділення літака від ЗПС- t_{omp} .

У процесі першої половини розбігу літака лінія запису параметра «швидкість польоту» залишається незмінною, хоча швидкість руху літака інтенсивно наростає. І лише в момент підйому переднього колеса відзначається перше відхилення лінії запису швидкості від нульового значення. Це пояснюється низькою чутливістю датчиків системи ПВД літака, обумовленого в першу чергу методичними похибками. Крім того, сама лінія запису швидкості має ступінчасту форму, що властиво датчикам сигналів потенціометричного типу, володіють зонами нечутливості. Тому процес дешифрування записів швидкості польоту вимагає особливої ретельності і точності, щоб уникнути внесення додаткових похибок.

У всіх випадках, коли аналізуються дії льотних екіпажів в польоті, до процесу дешифрування повинні залучатися досвідчені пілоти – командири тих, хто виконував польотне завдання. Для аналізу роботи авіаційної техніки в польоті залучаються досвідчені фахівці ІАС, як правило, інженери по спеціальності.

Лінія запису параметра «висота польоту» має перший ступінь відхилення після відриву літака від ЗПС, так як з цього моменту починається інтенсивний набір висоти при певному куті тангажу. Сам характер запису параметра висоти аналогічний характером запису параметра швидкості польоту, так як датчики цих параметрів мають однакову структуру.

Перейдемо до дешифрування та аналізу польотної інформації, записаної системою МСРП-12-96.

Перед дешифруванням необхідно встановити обсяг оброблюваної льотної інформації, тобто уточнити, чи буде оброблятися запис всього польоту або тільки окремих його етапів. У будь-якому випадку спочатку визначається момент часу заданої ділянки польоту.

Обсяг оброблюваної польотної інформації залежить від поставленої задачі на дешифрування, яке може виконуватися з метою:

- визначення повноти та послідовності виконання польотного завдання;
- визначення граничних режимів літака і його силової установки, а також часу роботи на цих режимах;

- перевірки працездатності каналів системи МСРП-12-96 після її монтажу або заміни окремих її блоків;
- визначення істинної причини авіаційної події або інциденту.

Встановивши мету дешифрування, визначають перелік параметрів, які підлягають одночасного висновку для запису на сигналограму. Для запису на сигналограму можна вивести вісім функціональних параметрів з разовими командами, вісім калібрувальних міток максимальних і мінімальних рівнів параметрів. При цьому додатково реєструється поточний час у вигляді вертикальної лінії з часовим інтервалом в 1с.

Для запису на сигналограму призначених параметрів, тобто для декодування, використовується система, в яку входять механізм протягування стрічки ЛПМ-1, два блоки ДУМС і лабораторний осцилограф типу «Нева-МТ». Касету з магнітною стрічкою встановлюють на пристрій відтворення ЛПМ-1, виходи котрого підключені до входів декодера ДУМС. До виходів ДУМС підключають осцилограф. Вибірка функціональних параметрів, призначених для запису, здійснюється за допомогою штекерів і гнізд, розміщених на лицьовій панелі ДУМС. Вибірка разових команд не проводиться, так як кожна разова команда записується методом накладення на певний функціональний параметр.

На (рис.3.6.) представлена сигналограма із записом параметрів, зареєстровані системою МСРП-12-96. На сигналограмі показані лінії запису лише чотирьох функціональних параметрів, виведених на канали 1, 2, 7 і 10 осцилографа. Для кожного з чотирьох параметрів фіксується калібрувальна мітка нульового рівня сигналу (електричний нуль) відповідно до розподілу параметрів по каналах запису, а потім мітка максимального рівня кожного параметра. Для розрізнення параметрів на сигналограмі здійснюється розривність ліній запису розмітником ліній осцилографа подібно до того, як це виконується в системі САРПП-12-24. На рисунку показано запис разової команди методом накладення на параметр, виведений на канал 1 осцилографа. У момент запису разової команди (появи електричного сигналу датчика) електричний ланцюг даного каналу замикається на масу і внизу, на рівні

мінімуму даного сигналу, фіксується штрих, який повторюється з частотою 1/5 Гц до тих пір, поки буде існувати сигнал разової команди.

У процесі дешифрування записів польотної інформації використовуються трафарети або шаблони, побудовані на основі тарувальних графіків. Тарувальні графіки будуються як залежність напруги датчика U_d від фізичної величини параметра $U_d = f(y)$ або відносного опору потенціометра датчика R_d від фізичної величини параметра $R_d = f(y)$.

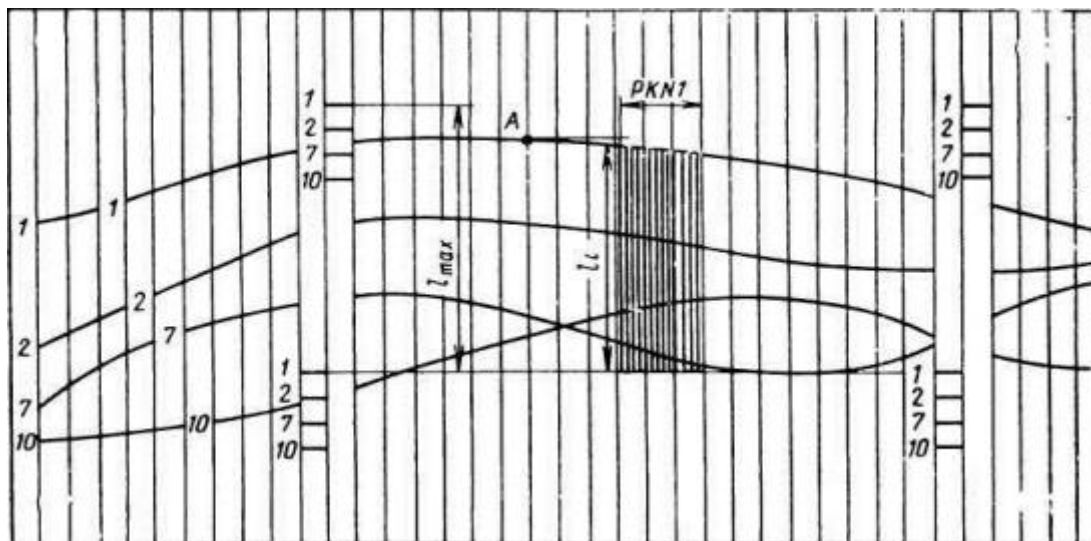


Рис.3.6 Приклад запису польотної інформації системою МСРП-12-96

При дешифруванні запису будь-якого сигналу датчика вимірюють відстань l_{max} між нульовою і максимальною калібрувальною мітками даного каналу, тобто між мітками $U_d = 0$ і $U_d = 6,3$, потім вимірюють відстань l_i від нульової калібрувальної мітки до значення параметра в заданий i -й момент часу (точка А на лінії запису) і знаходять відношення цих відстаней: $x = l_i / l_{max}$. Після цього обчислюють величину напруги або опору в заданій точці на лінії запису:

$$U_{di} = x U_{max}; R_{di} = x R_{ПОВН}$$

Далі за тарувальним графіком визначають фізичну величину параметра:

$$y_i = f(U_{di}); y_i = f(R_{di})$$

Для дешифрування запису разової команди досить знати, на який функціональний параметр вона накладається. На кожен функціональний параметр, як правило, накладають запис лише однієї разової команди, можна записати і більше.

Наприклад, за допомогою блоку ущільнювача разових команд УРК-4 на один функціональний параметр можна накласти до чотирьох разових команд. В інструкції з експлуатації ПС є таблиця відповідностей функціональних параметрів і разових команд.

Процес декодування польотної інформації МСРП-12-96 за допомогою пристрою ДУМС може здійснюватися тільки в режимі швидкості запису параметрів в польоті і прискореного режиму обробки не має. Всі операції по підготовці сигналів до дешифрування, а також і сам процес дешифрування виконуються вручну, на що витрачається чимало часу. Крім того, невелика кількість одночасно оброблюваних параметрів не забезпечує достатньої достовірності оцінки дій екіпажу в польоті з управління ПС і його обладнанням та працездатності авіаційної техніки. Цим і обумовлюються недоліки як системи реєстрації параметрів польоту МСРП 12-96, так і наземного декодуючого пристрою ДУМС. Тому польотна інформація, записана системою МСРП-12-96, обробляється не після кожного польоту, а тільки в особливих випадках за вказівкою командира.

Дешифрування записів польотної інформації, зареєстрованою системою МСРП-64, здійснюється за допомогою сигналів, котра видається наземним декодувальним пристроєм НДУ-8, одним з основних блоків якого є блок відтворення БВС-1. До складу цього блоку входять механізм стрічкопротяжний МЛП-5 і пристрій відтворення цифрового коду УВС-1. Особливостями МЛП-5 є наявність тільки одного блоку магнітних головок відтворення, а також забезпечення руху магнітної стрічки тільки в одну сторону – від лівої касети до правої. З цієї причини в цілях скорочення часу пошуку за даної ділянки записи польоту і його початку необхідно перед зняттям касети з бортового накопичувача визначити її робочий хід, напрям руху на останній ділянці польоту. Для цього перед зняттям касети треба короткочасно включити вимикач на пульті управління ПУ-13 МЛП - ОСН або МЛП - ДОП. Тривале включення неприпустимо, тому що може статися стирання запису польотної інформації. Після визначення напрямку руху магнітної стрічки обидві касети знімаються одночасно, перемотування магнітної стрічки на одну з касет забороняється. Обидві касети після демонтажу з бортового накопичувача

встановлюються на МЛП-5. Після цього ставиться завдання на дешифрування, в котрій вказуються мета дешифрування, склад і кількість параметрів. Виконавши вибірку параметрів, що підлягають обробці, здійснюють їх розподіл по каналах осцилографа. На сигналограму одночасно може бути виведено: вісім разових команд, сигнали до яких підводяться до гальванометра № 1-8, і вісім аналогових параметрів, сигнали яких підводяться до гальванометра № 9-16 осцилографа. Для розподілу вибраних параметрів по полю сигналограми необхідно знати робочий діапазон зміни кожного з них. Використовуючи тарувальний графік кожного параметра, вибирають номер каналу (гальванометра) осцилографа і за допомогою його потенціометра встановлюють масштаб запису так, щоб лінії записи на сигналограмі мали між собою достатні інтервали і в той же час не виходили за межі поля сигналограми.

Особливе значення має правильний вибір масштабу часу при записі сигналограми. У тому випадку, коли потрібно проаналізувати загальну картину зміни параметрів в польоті, масштаб, відстань між тимчасовими відмітками, встановлюється мінімальним. Для оцінки реакції літака на відключення органів управління, а також перехідних процесів, що відбуваються в системах обладнання при змінах їх режимів роботи, відстані між відмітками часу встановлюються максимальними. У всіх інших випадках вибирають оптимальний масштаб запису часу. Установка певного масштабу часу здійснюється за рахунок вибору відповідної швидкості відтворення з льотної інформації і швидкості протягання паперової стрічки в осцилографі типу «Нева-МТ».

Також приведу приклад дешифрування та аналізу польотної інформації за допомогою наземної системи «Луч-71М-К1». Наземна система «Луч-71М-К1» призначена для декодування записів польотної інформації, зареєстрованої системою реєстрації «Тестер-УЗ». Результатом декодування є сигналограма, на яку одночасно можна вивести всі зареєстровані параметри. Але, з огляду на, що процес дешифрування виконується вручну, практично на сигналограму виводиться обмежений обсяг зареєстрованої польотної інформації, склад якого визначається завданнями, поставленими на дешифрування. На одну сигналограму зазвичай

виводять 12 аналогових параметрів і 16 разових команд. Перелік аналогових параметрів і разових команд в цьому випадку визначається керівними документами.

Процесу дешифрування передують такі операції: підготовка сигналограми до дешифрування, розпізнавання параметрів на сигналограму і їх позначення, коригування тарувальних графіків. Підготовка сигналограми до дешифрування полягає у визначенні розпочатку зйомки, розмітці сигналограми за часом і оцифрування поля сигналограми. На (рис.3.7.) представлені ділянки сигналограми із записом вирулювання літака для зльоту і етап зльоту. Початок запису характеризується початком відліку часу. Час реєструється у вигляді секундних і хвилинних відміток. Секундні позначки реєструються у вигляді точок, сукупність яких утворює похилу лінію, що складається з 60 точок, секунд. Хвилинні позначки часу фіксуються у вигляді відрізків прямих ліній, укладених між похилими лініями секундних відміток, причому відрізки прямих ліній розташовані ступінчато, по зростаючій, після закінчення запису поточної хвилини подальший запис починається вище з інтервалом в одну одиницю умовного десяткового коду - ЕУДК. Крім того, для зручності дешифрування хвилинні позначки часу додатково записуються у вигляді горизонтальних ліній, що складаються з 60 точок і розташованих у верхній частині сигналограми почерзі на відстані 251 і 253 ЕУДК від базової лінії. При підготовці сигналограми поточний час польоту проставляється на базовій лінії через 1 хв.

Відцифровка поля по ширині сигналограми полягає в позначенні просічок через 25 ЕУДК, починаючи від базової лінії. Операція розпізнавання параметрів на сигналограмі полягає в наступному. На сигналограмі аналогові параметри записуються в зоні від базової лінії до просічки, відповідної 255-й ЕУДК. Ділянки за межами цієї зони відведені для запису разових команд і бінарних сигналів. Розпізнавання аналогових параметрів може бути здійснене за такими ознаками:

- по мітках при декодуванні блоком ЗЛН-К1;
- по послідовності введення параметрів при перезапису і послідовності міток, за допомогою набірною поля блоку БЛН;
- за характерними ознаками, властивим деяким параметрам, за логікою їх

- зміни, взаємозв'язку їх в процесі польоту літака;
- за допомогою тарувальних графіків на ділянці, де ці параметри ще не змінюються і їх значення відомі.

Мітки, що виводяться за допомогою блоку ЗЛН-К1, на сигналограмі розташовуються із зсувом у вигляді набору точок, але розпізнавання параметрів за допомогою цих міток можливо тільки в разі, якщо відома послідовність маркування параметрів.

Так як розмітку за допомогою блоку ЗЛН-К1 можна здійснити тільки для восьми ліній запису, доцільно використовувати мітки для розпізнавання таких параметрів, які реєструються парами в одній зоні. До таких параметрів можна віднести висоту і швидкість польоту, крен і тангажу, стріловидність крила і напругу на аварійній шині. У цьому випадку зазвичай маркується один з пари параметрів, наприклад швидкість, крен. Розпізнавання по послідовності введення або мітках здійснюється для одне опитувальних параметрів, для тих параметрів, значення яких фіксуються один раз в секунду або один раз за цикл. Для цього на складальному полі блоку БЛН-К1 послідовно включають тумблери з адресою параметра. На сигналограмі їх реєстрація починається зі зсувом у часі, розмітка ліній виконується подібно до того, як це здійснюється в системі типу САРПП-12-24. При наявності певного досвіду дешифрування лінії запису параметрів польоту на сигналограмою можна розпізнавати за характером їх зміни і характеру реєстрації. Наприклад, лінія запису швидкості польоту на ділянці розбігу відхилиться вгору, а приблизно через 10с починає змінюватися і лінія запису висоти польоту. Лінія запису стрілоподібності крила прописується деякий час на певному рівні, так як згідно з інструкцією льотчику кожному етапу польоту повинна відповідати певна стріловидність крила. Розпізнавання аналогових параметрів доцільно проводити за допомогою тарувальних графіків на початку сигналограми на ділянці, де ці параметри ще не змінюються, але їх значення відомі. Наприклад, нормальних перевантаження до відриву літака від ЗПС не змінюється, і її значення дорівнює 1. На тарувальному графіку цьому значенню відповідає певна кількість ЕУДК. На цьому рівні від базової лінії на початку

сигналограми знаходять лінію реєстрації нормального перевантаження, відзначають її символом Π_y і простежують до кінця ділянки дешифрування. Цей метод для розпізнавання такого параметра, як висота польоту, не приміняється, так як рівень ЕУДК нульового значення такого параметра за тарувальним графіком буде збігатися з рівнем на сигналограмі лише в тому випадку, коли атмосферний тиск дня перед польотом буде дорівнює тиску дня тарування. В цьому випадку необхідно проводити коригування тарувальних графіків. Корекція проводиться по точках значення параметра, які можуть проставлятися як на лінії запису параметра, так і вище або нижче її.

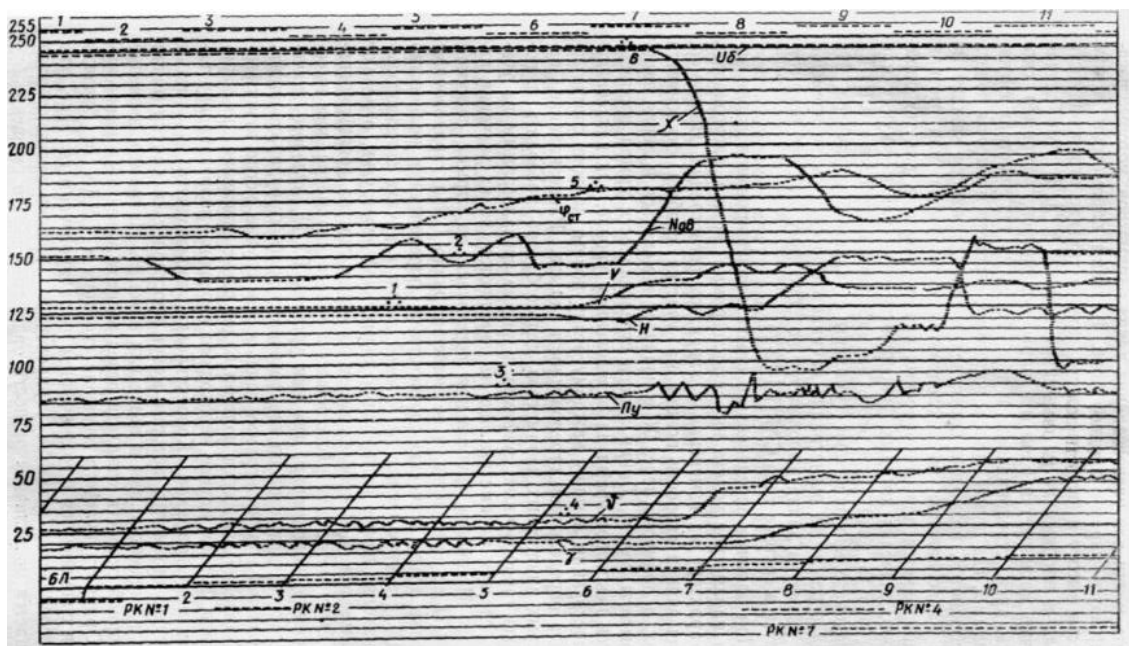


Рис.3.7. Сигналограма системи «ЛУЧ-71М»

Наприклад, значення приладової швидкості літака перед зльотом відомо і дорівнює нулю. Ордината нульового значення швидкості в ЕУДК від базової лінії порівнюється з її значенням на тарувальному графіку, при їх розбіжності лінія на тарувальному графіку еквідистантно зміщується на величину різниці ординат, це зміщення буде враховуватися при дешифруванні запису параметра протягом усього заданого шляху. Коригування тарувальних графіків виконують при необхідності для наступних параметрів: H - висота польоту, по тиску дня польотів; $V_{пр}$ - швидкість польоту, за значенням перед зльотом; Π_y - нормальне перевантаження, за значенням перед зльотом; N_x - поздовжнє перевантаження, за значенням перед зльотом; $\chi_{кр}$ - кут

стріловидності крила, за значенням на зльоті; $N_{дв}$ - частота обертання ротора авіадвигуна, за значенням па зльоті.

Дешифрування аналогових параметрів полягає в вимірі ординати заданої точки на лінії запису визначається параметрами в ЕУДК шляхом підрахунку кількості просічок на сигналограмі від базової лінії до заданої точки, а потім визначення фізичного значення параметра за допомогою тарувального графіка за обчисленою ординаті. При цьому слід пам'ятати, що відстань між просічками становить п'ять ЕУДК. Тарувальний графік виражає залежність значень параметра в фізичних одиницях від його значень в одиницях умовного десяткового коду, від значень ординат.

Дешифрування параметра «частота обертання ротора авіадвигуна» здійснюється наступним чином. Визначають ординату заданої точки на лінії запису параметра в ЕУДК, а потім отримане значення множать на коефіцієнт перекладу K , який залежить від модифікації системи «Луч-71» та вказується в технічному описі системи. Наприклад, для «Луч-71М-К1» - $K = 0,5$. Після множення отримують значення цього параметра у відсотках, в яких він індикується покажчиком оборотів, розміщеним на приладовій дошці пілота.

3.3. Автоматизовані системи контролю

Саме в цьому підрозділі, проаналізуючи отримані знання з попередніх розділів, я б хотіла привести деяку інформацію про автоматизовані системи контролю, як майбутнє ЗОК.

Всі засоби інструментального контролю, що використовуються при експлуатації авіаційної техніки, можна розділити на контрольню-вимірювальну апаратуру (КВА) ручного контролю і автоматизовані (автоматичні) системи контролю (АСК), які в перспективі повинні повністю замінити КВА, при цьому КВА залишаться тільки в якості резервних засобів контролю.

Впровадження АСК в практику експлуатації авіаційної техніки дозволяє:

- підвищити глибину, повноту, достовірність і об'єктивність контролю стану авіаційної техніки;

- знизити трудовитрати і час контролю авіаційної техніки, так як бортові прилади та системи за допомогою АСК контролюються на борту ПС без їх демонтажу;
- підвищити мобільність ІАС за рахунок різкого скорочення великої кількості КВА, яку необхідно перевозити при перебазуванні авіаційних.

Глибина контролю визначається числом станів об'єкта контролю, розрізняються в процесі контролю. Контроль працездатності об'єктів представляє собою найменш глибокий контроль, так як в процесі його різняться лише два стани ОК: працездатне і непрацездатне.

З точки зору практики експлуатації авіаційної техніки, крім контролю працездатності, АСК повинні забезпечувати глибину контролю з подробицями до конструктивно-знімного блоку ОК. Більш глибокий контроль стану АТ в авіаційних частинах реалізовувати недоцільно, так як відновлення АТ, як правило, здійснюється агрегатним методом, тобто шляхом заміни конструктивно-знімного блоку, який відмовив, на справний.

Автоматизація процесів управління і застосування літаків з супроводжується ускладненнями і високим ступенем комплексування різних відмов їх обладнання. Це викликає необхідність оснащення літаків комплексними автоматизованими системами контролю з централізованою обробкою всієї інформації про технічний стан авіаційної техніки, параметрів польоту, управління і бойового застосування. Крім того, застосування автоматизованих систем контролю обумовлено вимогами підвищення надійності і безпеки польотів, необхідністю зниження експлуатаційних витрат, зменшення номенклатури застосовуваної контрольно-виміральної і контрольно-перевірочної апаратури.

Застосування АСК дозволяє підвищити глибину, повноту і достовірність контролю, виключити суб'єктивні фактори в оцінці технічного стану бортових систем і пристроїв, забезпечити автономність підготовки авіаційної техніки на основних і запасних аеродромах (аеропортах).

Автоматизовані системи контролю призначені для реєстрації і обробки інформації про стан об'єкта контролю з метою перевірки працездатності, діагностики

несправностей і прогнозування технічного стану. АСК можна класифікувати за рядом ознак (рис. 3.8).

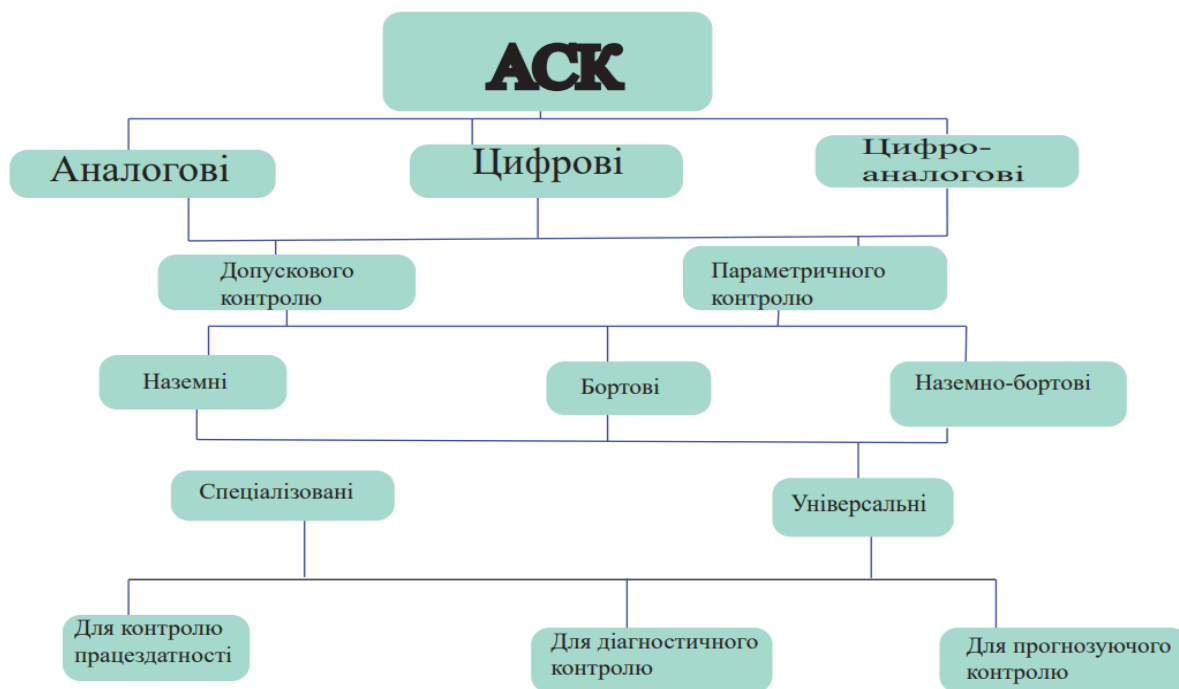


Рис.3.8. Класифікація АСК

Класифікація АСК за формою подання та обробки інформації про стан об'єкта контролю:

- аналогові, в яких інформація може надаватися і оброблятися в безперервній формі;
- цифрові АСК, в яких інформація про стан об'єкта контролю попередньо перетворюється в цифрову форму, а потім обробляється;
- аналого-цифрові АСК, в них порівняння контрольованих сигналів з еталонними значеннями виробляється в безперервній формі, а аналіз результатів порівняння ведеться в дискретної формі.

Залежно від місця розміщення АСК діляться на бортові, наземно-бортові і наземні. Бортові АСК (БАСК) складаються з елементів, розташованих на борту ПС. У наземно-бортових АСК частина обладнання АСК розташовується на борту ПС, а частина на землі. Бортова частина АСК може забезпечувати контроль визначеного числа параметрів авіатехніки в польоті. Наземні АСК (НАСК) діляться на АСК без

демонтажу агрегатів АТ і на АСК, демонтованих агрегатів АТ. За способом оцінки контрольованих параметрів АСК діляться на АСК з «допусковим» контролем і АСК з кількісним (параметричним) контролем. Перші видають результати контролю у вигляді взяття: «придатний», «не придатний» або «менше», «норма», «більше», а другі - в абсолютних, відносних або умовних одиницях виміру.

Класифікація за призначенням: спеціалізовані АСК призначені для перевірки стану об'єкта одного типу, універсальні для перевірки декількох близьких за типом об'єктів.

Класифікація АСК за видом контролю: контроль працездатності проводиться з метою визначення технічного стану об'єкта в цілому, діагностичний контроль проводиться для визначення місця несправності, прогнозує контроль для передбачення можливого стану об'єкта в майбутньому.

Для більш поглибленого контролю при проведенні оперативних та періодичних робіт до бортових пристроїв АСК можуть підключатися додаткові наземні засоби АСК.

Наземні АСК (НАСК) призначені для контролю технічного стану АТ при виконанні регламентних і ремонтних робіт, пошуку несправностей, проведенні цільових і контрольних оглядів. НАСК можуть бути спеціалізованими, призначеними для контролю окремих бортових систем або видів обладнання, і універсальними - для контролю всього комплексу бортового обладнання і силової установки.

Бортові АСК (БАСК) призначені для: контролю в польоті технічного стану бортових систем, дій членів льотного екіпажу, а також для контролю параметрів і режимів польоту ПС, контролю стану АТ при всіх видах підготовок до польотів, включаючи і оперативні, а також при виконанні регламентних та інших робіт.

Програма контролю, цифрові значення номіналів і допусків всіх величин зберігаються в запам'ятовуючому пристрої. Як запам'ятовуючий пристрій можуть використовуватися пристрої магнітної (стрічкової і дискової) пам'яті, оптичної і магнітооптичної пам'яті. Зчитування записаної інформації здійснюється за допомогою відповідних магнітних, фотозчитувальних і інших пристроїв. Для індикації результатів контролю використовується кілька способів. Звукова індикація

включається при виявленні небезпечних відмов, щоб привернути увагу оператора (льотчика). АСК здійснює оцінку результатів контролю з урахуванням значень параметрів, отриманих за допомогою датчиків сигналів, а також з урахуванням разових сигналів.

Візуальна індикація виконується у вигляді світлових табло із зазначенням загального результату контролю і місця відмови. Може видаватися також номер картки з інструкцією щодо усунення несправності. Для документування результатів контролю використовується друкований пристрій, який друкує на носій інформації (спеціальну стрічку) номер контрольованої системи (код), номер параметра (код), польотний час контролю (відмови).

На кінець, розглянемо інтегрований наземно-бортовий комплекс реєстрації, контролю та обробки польотної інформації «КАРАТ». До складу комплексу реєстрації, контролю і обробки польотної інформації «Карат» входять: бортова система збору, контролю та реєстрації польотної інформації КАРАТ-Б, наземна система обробки та аналізу польотної інформації КАРАТ-Н. Особливість системи КАРАТ-Б полягає в об'єднанні (або інтеграції) в ній функцій аварійного параметричного реєстратора, аварійного реєстратора звукової інформації і бортової автоматизованої системи контролю БАСК. Бортова система збору, обробки, контролю і реєстрації польотної інформації КАРАТ-Б призначена для вирішення наступних завдань:

- збір, перетворення і реєстрація в польоті інформації, що надходить на її входи від датчиків і бортового обладнання;
- організації польотного контролю бортового устаткування з видачою результатів контролю на багатофункціональний кольоровий індикатор (МФЦІ);
- збір, перетворення і збереження мовної інформації;
- організації перевірки бортового обладнання при оперативних видах технічного обслуговування літака;
- документування результатів наземного і польотного контролю;
- забезпечення перезапису зареєстрованої польотної інформації на наземне обладнання для подальшої обробки та аналізу.



Рис.3.9. Защищенный бортовой накопитель ЗБН-МР

Система Карат виконує одночасно три функції: аварійного бортового реєстратора польотної інформації (тракт ТЕСТЕР), бортової системи автоматизованого контролю стану (тракт БАСК), аварійного бортового реєстратора мовної інформації (тракт МОВА). Тракт ТЕСТЕР дозволяє реєструвати параметричну інформацію і мовну інформацію, яка накопичується в модулі пам'яті накопичувача ЗБН-МР. Перегляд параметричної інформації здійснюється за допомогою наземної системи КАРАТ-Н або НУО АРМ-ТСВ. Вона забезпечує перегляд, вибір, перезапис і обробку інформації трактів як БУР, так і БАСК, зареєстрованої в ЗБН-МР. Тракт БАСК забезпечує контроль бортового обладнання в режимах польотного контролю та наземного контролю. У режимі польотного контролю Карат отримує інформацію про стан бортового обладнання, реєструє її ЗБН-МР і передає інформацію в кодовому вигляді для формування текстових повідомлень та інструкцій.

Для прийому і перетворення аналогового сигналу пристрій управління видає керуючий код, який визначає номер підключається каналу, діапазон вимірювання, режим обробки аналогового сигналу. На підставі цієї інформації перетворювач сигналів отримує параметричну інформацію. За допомогою аналого-цифрового перетворювача аналогова інформація перетворює в двійковий код і записує його в ЗБН. Аналогічним чином пристрій управління отримує інформацію: про стан разових команд, значення послідовного коду.

Крім цього, від всіх модулів приймається інформація про їх стан в вигляді слова стану. На основі слів стану кожного модуля формується результуючий зовнішній сигнал справності.

Тракт БАСК забезпечує виконання наступних завдань за поточним контролем і визначенню відмов:

- поточний польотний контроль за станом придатності до експлуатації розміщених на борту літакових систем і апаратури;
- контроль за станом літакових систем і апаратури при оперативному обслуговуванні літака і підготовці його до польоту;
- індикація результатів контролю на екрані МФЦІ-0332;

Обробка і реєстрація подій, пов'язаних з виходом бортових систем з ладу в польоті і порушенням експлуатаційних параметрів в ході польоту.

У зв'язку з тим, що система Карат є комплексною системою, то окремі її складові частини включаються в роботу не одночасно. Тракт БАСК включається автоматично, як тільки на борт подано електроживлення (підключені ШРА-250МЛК, ШРАП-400-3Ф і включений вимикач АЕР.ПІТ. в щитку розподільних пристроїв на лівому повітрязабірнику).

Тракт ТЕСТЕР включається вручну від вимикача РЕГІСТР в щитку розподільчих пристроїв на лівому повітрязабірнику або автоматично при досягненні швидкості більш $V > 120$ км / ч.

Тракт МОВА включається вручну вимикачем КАРАТ в щитку розподільчих пристроїв на лівому повітрязабірнику або автоматично при досягненні швидкості більш $V > 120$ км / ч.

У режимі ПК система Карат проводить контроль взаємодіючих з ним бортових систем і при виявленні несправності (відмови) хоча б однієї системи видає відповідну інформацію для індикації на екрані, при необхідності, включає табло ДИВИСЬ ТАБЛО. При виявленні більш ніж однієї відмови система Карат виявлені відмови видає на екран МФЦІ повідомлення. Якщо поточних відмов більше одного, то наявність знаходяться в черзі відмов відображається спрямованої вправо стрілкою,

що відображається в кінці рядка повідомлень про відмови. У незалежній пам'яті інформація про всі відмови зберігається і доступна для перегляду після польоту. У режимі ПК система Карат також проводить обробку інформації, що надходить з метою виявлення порушень льотно-експлуатаційних обмежень: приладова швидкість більше максимально допустимої швидкості; приладова швидкість менше мінімально-допустимої швидкості; кут атаки індикаційний більше максимально-допустимого; поточне значення перевантаження більше максимально допустимого; поточне значення перевантаження менше мінімально-допустимого. Результати обробки зберігаються в захищеному бортовому накопичувачі і доступні для перегляду під час проведення автоматизованої обробки зареєстрованої польотної інформації.

Автоматизовані системи контролю являються одним з передових методів отримання та обробки інформації з ПС. Швидкість та надійність отримання інформації дає можливість розрахувати похибки, помилки та запобігти майбутнім льотним подіям без втрати великої кількості часу та ресурсів.

Тож, в системі об'єктивного контролю, тарування – це попереднє створення шаблонів для майбутнього дешифрування записів з реєстратора польотних даних. Дешифрування польотної інформації являє собою процес обробки записів параметрів польоту в значення їх фізичних величин, відповідних обраним моментів часу. Дешифрування є одним з відповідальних етапів обробки польотної інформації, до якого пред'являються високі вимоги по точності перетворення, тобто за достовірність отриманих них результатів, що і було розглянуто в цьому розділі.

ВИСНОВКИ

Тож, безпека польотів повітряних суден є одним з ключових факторів, що впливають на затребуваність цивільної авіації як виду транспорту, а також визначають переваги пасажирів у виборі того чи іншого авіаперевізника.

Безпека польотів - комплексна характеристика повітряного транспорту і авіаційних робіт, що визначає здатність виконувати польоти без загрози для життя і здоров'я людей. Підвищення рівня безпеки польотів, зниження числа авіаційних катастроф, подій та інцидентів, а також підвищення рівня комфорту і авіаційної безпеки в аеропортах. ІКАО приділяє підвищену увагу питанням аналізу стану безпеки польотів.

Незважаючи на великий обсяг наукових досліджень і випробувань, не завжди вдається попередити всі можливі поєднання чинників, що призводять до виникнення авіаційних пригод. Тому першочерговим завданням є встановлення справжньої причини події і розробка заходів щодо попередження його повторення. Засоби об'єктивного контролю (бортові та наземні засоби обробки) дозволяють встановлювати причини авіаційних подій, тому ця тема є актуальною, так як в авіації необхідно мати достовірну інформацію для забезпечення подальших польотів.

Об'єктивний контроль - комплекс заходів щодо збору, обробки та аналізу інструментально-реєстрованої інформації про працездатність авіаційної техніки і наземних засобів забезпечення польотів.

В даній роботі було проведено дослідження та представлені основні та найбільш відомі види бортових накопичувачів, їх властивості та принцип роботи. Також були розглянуті найбільш розповсюджені напрямки зняття та обробки параметричної та звукової інформації про стан ПС та екіпажу, основні види тарування та дешифровки польотних даних. Були розглянуті модулі та технічне обслуговування даних систем.

В свою чергу бортові засоби реєстрації поділяються на: аварійні (призначені для встановлення причин льотної події), комбіновані (поєднують функції аварійних і експлуатаційних) та випробувальні (застосовують при льотних випробуваннях ПС).

За способом запису параметричні бортові засоби реєстрації поділяються на: механічні (КЗ-63 виконує запис на стрічку), оптичні (САРПП-12 виконує запис на фотоплівку світловим променем), магнітні (МСРП-12 записує інформацію на магнітну стрічку) та електронні (БУР з твердотілим накопичувачем, здійснює запис на карту пам'яті). Також розрізняють засоби звукової реєстрації польотних даних (РЗБН-1).

Також, у цивільній авіації обробка польотної інформації грає важливу роль в справі підвищення БП і економічності роботи повітряного транспорту. Пі є єдиним об'єктивним джерелом інформації про діяльність екіпажу протягом усього польоту, тому систематичний контроль та оцінка льотної діяльності екіпажу на основі обробки Пі забезпечують значне підвищення рівня професійної підготовки екіпажів. В інженерно-авіаційній службі (ІАС) систематична обробка Пі може привести до істотної зміни методів технічної експлуатації ПС. Поліпшення організації льотної роботи на основі засобів об'єктивного контролю передбачає систематичний контроль кожного виконаного польоту, виявлення і систематизацію порушень з боку екіпажів і розробку ефективних заходів підвищення рівня БП. Основу засобів об'єктивного контролю становить наземна обробка Пі. Наземна обробка Пі відіграє провідну роль у вирішенні однієї з основних завдань цивільної авіації - підвищення рівня безпеки польотів.

Розглянуті пристрої запису та обробки інформації мають достатньо довгий та незручний спосіб зняття та обробки інформації, хоча вони являються досить надійними та доволі вивченими в своїй специфіці та експлуатації.

У найближчому майбутньому все більшого поширення отримають системи реєстрації польотних даних (в деяких літаках вже використовуються такі, наприклад А-320, А-380, Boeing 787, Airbus А380), що використовують електронний принцип запису польотних даних та здатні записувати набагато більше параметрів польоту. Основним елементом таких систем є незалежний запам'ятовуючий пристрій у вигляді знімного носія інформації, виконане на мікро схемах Flash пам'яті (БУР -140 на літаку АН-148).

Сьогодні багато хто вважає, що наступним кроком буде розробка бортових самописців, які під час польоту зможуть передавати в хмару голосові дані і параметри польоту в режимі реального часу, а бортові реєстратори, які записують зображення кабіни під час польоту і можуть бути розгорнуті автоматично шляхом викиду з повітряного судна перед ударом в разі аварії, стануть звичайним явищем.

У березні 2016 року внаслідок втрати рейсу МН370 Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) оголосила про нові заходи, спрямовані на запобігання втрати комерційних літаків, що зазнають лиха в віддалених районах. Ці заходи, які вступили в силу 2021 року, включають вимоги, щоб повітряне судно несло стежачий пристрій, який можуть в разі лиха автономно передавати інформацію про місцезнаходження принаймні один раз в хвилину.

Що стосується бортових реєстраторів, ІКАО також погоджується з Європейським агентством безпеки польотів, що для покриття всіх етапів польоту тривалість запису переговорів у кабіні повинна бути збільшена до 25 годин. Також ІКАО хоче, щоб записана польотна інформація була більш легко відновлюваною, що може зажадати від авіакомпаній установки бортових самописців, які можуть бути розгорнуті (викинуті до зіткнення) з повітряного судна в разі аварії.

Перспективним напрямком підвищення ефективності використання з льотної інформації вважається подальше вдосконалення алгоритмів автоматизованої обробки з метою розширення кола вирішуваних завдань, а також просування для обробки польотної інформації бортових ЦВМ.

Надалі в результаті комплексування авіаційних двигунів, літакових бортових комплексів, систем і пристроїв буде створено інтегрований бортовий комплекс ПС. Найбільш повне комплексування буде здійснено при повній комп'ютеризації бортового обладнання ЛА з використанням останніх досягнень в області мікромініатюризації цифрової техніки. Всі необхідні завдання, пов'язані з пілотуванням, навігацією, інтегрований бортовий комплекс ПС може вирішувати за допомогою потужної і надійної централізованої обчислювальної системи (БЦВС). Крім того, БЦВС буде також здійснювати автоматичний контроль дій льотної екіпажу і якості функціонування авіаційної техніки в польоті з передачею польотної

інформації в режимі реального часу на землю, тобто візьме на себе функції бортових пристроїв реєстрації, автоматизованих систем контролю, засобів обробки і передачі польотної інформації. Підготовка ПС до польоту буде також здійснюватися за допомогою БЦВС, що забезпечить глибокий, повний і достовірний автоматичний контроль технічного стану авіаційної техніки на землі.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авиационные приборы, под общ. ред. С. С. Дорофеева. М. : Воениздат, 1992.
2. Эксплуатация и ремонт авиационного оборудования. Бортовые устройства регистрации и наземные средства обработки полетных данных, М. Ф. Кондратов, Ю. М. Шевченко, В. Т. Юдин, В. П. Яцышин. СВАИУ, 1993.
3. Методы и средства объективного контроля, Учебное пособие, издание университета, С.В. Ипполитов, В.Л. Кучевский, В.Т. Юдин, Воронеж, 2011.
4. Автоматизированная обработка полетной информации. Под редакцией В.Н.Букова, М, Воениздат, 1995.
5. Осовский В.П. Комплексы авиационного оборудования./ В.П. Осовский ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 2004.
6. Уханов, Н.В. Средства объективного контроля. Бортовые устройства регистрации полетной информации с цифровой формой записи./ Н.В. Уханов, В.Т. Юдин– СВАИУ ПВО им. маршала авиации В.А. Судца, 1997.
7. Воробьев В.Г., Зубков Б.В., Уриновский Б.Д. Технические средства и методы обеспечения безопасности полетов. – М.: Транспорт, 1989. – 151 с.
8. Хамракулов И.В., Зубков В.В. Эффективность использования полётной информации. – М.: Транспорт, 1991. – 175 с.
9. Автоматизация управления безопасностью полётов / А.Г. Гамулин, Г.В. Громов, А.С. Кострицкий и др. – М.: Транспорт, 1989. – 116 с.
10. Хамракулов И.В., Зубков Б.В. Эффективность использования полетной информации. - М.: Транспорт, 1991, 175с.
11. Жулев В.И., Иванов В.С. Безопасность полетов летательных аппаратов. - М.: Транспорт, 1986.
12. Безопасность полетов: Учебник для вузов / Р.В. Сакач, Б.В.Зубков, М.Ф. Давиденко и др. Под ред. Р.В. Сакача. – М.: Транспорт, 1989. – 239 с.