

HAVADA HƏRƏKƏTİN İDARƏ OLUNMASI

UOT 629.7.058.6

**UÇUŞ MƏLUMATLARININ QEYDİYYATI VƏ EMALININ MÖVCUD
METOD VƏ VASİTƏLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI**

N.N. Kəlbəyev

Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalədə postsovet məkanında istismarda olan uçuş aparatlarında istifadə olunan bort qeydiyyat qurğularında toplanmış məlumatların yerüstü emal sistemlərinin yenilənməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə müxtəlif tipli bort qeydiyyat qurğularında toplanan uçuş məlumatlarının strukturu, onların mövcud emal üsulları, o cümlədən tətbiq olunan texnoloji və metodoloji prosedurlar araşdırılmışdır. Uçuş məlumatlarının tərkibi, uçuş parametrlərinin kodlaşdırılması və kadrlarda yerləşdirilməsi, real fiziki kəmiyyətlərin əldə olunması üsulları mövcud texniki sənədlər əsasında dəqiqləşdirilmişdir. Araşdırılan bort qeydiyyat qurğularının tipindən və istehsalçısından asılı olmayaraq oxşar normativlərdən istifadə edilməsi aydınlaşdırılmışdır. Nəticədə müxtəlif tipli bort qeydiyyat qurğularında toplanan uçuş məlumatlarının emalı üçün ümumi əsaslarda yerüstü emal sisteminin yaradılması mümkünlüyü təsdiqini tapmışdır.

Açar sözlər: uçuş aparatı, bort qeydiyyat qurğusu, uçuş hadisələri, uçuş məlumatının emalı, yerüstü emal sistemi.

Giriş

Uzun müddət istismarda olan, lakin istismar müddəti bitməmiş uçuş aparatlarının modifikasiya olunması böyük xərc tələb etdiyindən onların yeni texnologiyalı cihazlarla təmin edilmə səviyyəsi adətən qənaətbəxş olmur. Bundan başqa, həmin aparatların tədricən yararsız hala düşmüş köməkçi istismar sistemlərinin də eynisi ilə əvəzlənməsinin müxtəlif xarakterli çətinlikləri səbəbindən çox xərc tələb etməyən yeni sistemlərlə əvəz edilməsi zərurəti yaranır. Bu səbəbdən istismar edilən sistemlərin öyrənilməsi, onlarda istifadə edilən texnologiyaların mənimsənilməsi və təkmilləşdirilməsi tələb olunur. Qeyd edilən problemlər uçuş aparatlarının bort qeydiyyat qurğularında (BQQ) və onlarda toplanmış məlumatların yerüstü emal sistemlərində də mövcuddur. Məqalədə postsovet məkanında istismarda olan uçuş aparatlarının eyniadlı sistemlərinin yenilənməsi zamanı tələb olunan texnoloji məlumatların təhlili aparılmışdır.

Uçuş parametrlərinin qeydiyyatı və emalı zəminləri

Uçuş tapşırığının yerinə yetirilməsi keyfiyyətinin və uçuş heyətinin hazırlıq səviyyəsinin qiymətləndirilməsi, həmçinin uçuşun təhlükəsizliyinin təmin edilməsi məsələləri pilotaj və digər texniki sistemlərinin göstəricilərinin qeyd olunması ilə yanaşı emalını da tələb edir. Uçuşlararası qısa vaxt ərzində alınan nəticələrə görə aparılan operativ qiymətləndirmə əsasında uçuş aparatının və heyətinin növbəti uçuşa buraxılıb-buraxılmaması qərarı qəbul edilir.

Uçuş parametrlərinin qeydiyyatı və emalı prosesləri aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

- uçuş məlumatının real vaxt miqyasında bort qeydiyyat qurğularında (BQQ) toplanması;
- uçuşdan sonra uçuş məlumatının bort qeydiyyat qurğusundan yerüstü emal sistemində (obyektiv nəzarət sistemi) köçürülməsi;
- uçuş məlumatının ilkin emalı;
- uçuş parametrlərinin ekspress və vizual (qrafiki) analizi;
- uçuş trayektoriyasının uçuş tapşırığına uyğunluğunun yoxlanılması [1-9].

Mövcud qeydiyyat vasitələri və metodları

Bort qeydiyyat qurğuları – fiziki parametrlərin ölçü vasitələri (vericilər), çeviricilər (tezlik-kod, gərginlik-kod və s.), yaddaş qurğuları (qorunan və qorunmayan), kabel-kommunikasiya

vasitələrindən ibarət olurlar və xüsusi hallarda əlavə audiovizual sistemlərlə təchiz edirlər. Bütün parametrlər və audiovizual məlumatlar real uçuş vaxtına uyğun olaraq qeydə alınır [1-12].

Mövcud BQQ-lərin yaddaş modullarında müxtəlif fiziki daşıyıcılardan istifadə olunur: polad tel, maqnit lent, sərt yaddaş qurğusu (flash). Daşıyıcıda məlumatlar rəqəmsal olaraq qeyd olunur.

BQQ lərin yaddaşına yığılmış uçuş məlumatının emalı üçün yerüstü emal sistemə köçürülməsi üçün müxtəlif texniki-proqram vasitələrindən istifadə olunur. Köçürülmüş məlumatların strukturu daşıyıcıdakı ilə eyni olur və BQQ-nin pasportuna müvafiq olaraq parametrlərin seçilməsi lazım gəlir [1-5, 11, 12].

Təhlil olunmuş “TECTEP”, “BUR”, “MSRP” tipli BQQ-lərdə məlumatlar “kadr” və “yarım-kadr” adlanan qruplar halında qeyd olunur. Hər bir məlumat qrupu bir saniyəlik uçuş dövrünü əhatə edir və 32/64/128/256/512 sayda 8/12/16 bit informasiya ölçü vahidindən ibarətdir. Hər bir informasiya ölçü vahidi konkret fiziki kəmiyyəti, yaxud onun bir bölümünü ifadə edir və sıradakı yerinə görə ünvanlanır. Hər bir “kadr” və “yarım-kadr” məxsusi sinxrosiqnallar, yaxud sinxroimpulsların köməyi ilə fərqləndirilir. “Kadr”lardakı informasiya ölçü vahidlərinin sayı uçuş aparatı tipinin dinamikliyi ilə mütənəsbətdir, yəni yüksək maneərlə təyyarələrdə daha böyük (512/256), yük təyyarələrdə və helikopterlərdə daha kiçik (128/64/32) sayda informasiya ölçü vahidlərindən ibarət “kadr”lar istifadə edilir. Helikopterlərdə qeydə alınan parametrlərin sayı az olsa da informasiya ölçü vahidlərinin bit ölçüsü (dəqiqliyi) daha yüksək olur [1-5].

İnformasiya vahidləri “analoq”, “binar”, “kod” və “hesablanan” adlanan növlərə ayrılırlar. Binar parametrlər məntiqi “0” və ya “1” ilə qiymətləndirilir və “kadr”da konkret ünvanlarda cəmləşdirilir, yaxud digər informasiya ölçü vahidlərinin yüksək bitlərində qeyd edilir. “Kod” parametrləri birbaşa rəqəmsal çıxışı olan ölçü cihazlarının nəticələrini, yaxud uçuş heyətinin daxil etdiyi xidməti parametrləri əks etdirir. Həmin xidməti parametrlər uçuş aparatının seriya, bort və reys nömrələrindən, uçuş tarixi və astronomik vaxtdan, həmçinin digər tipli məlumatlardan ibarət olur. “Hesablanan” parametrlər bortkompüterin hesabladığı parametrlərdir. Nümunə üçün cədv. 1-də bəzi helikopterlərdə istifadə olunan “BUR” tipli BQQ-lərdə parametrlərin yerləşmə ardıcılığı verilmişdir. Cədvəldən görüldüyü kimi 16 binar parametr 2 bayta yerləşdirilir və bütün parametrlər ölçülən fiziki kəmiyyətin dinamikliyinə uyğun olaraq bir neçə ünvanada qeyd olunur [1-12].

Cədvəl 1

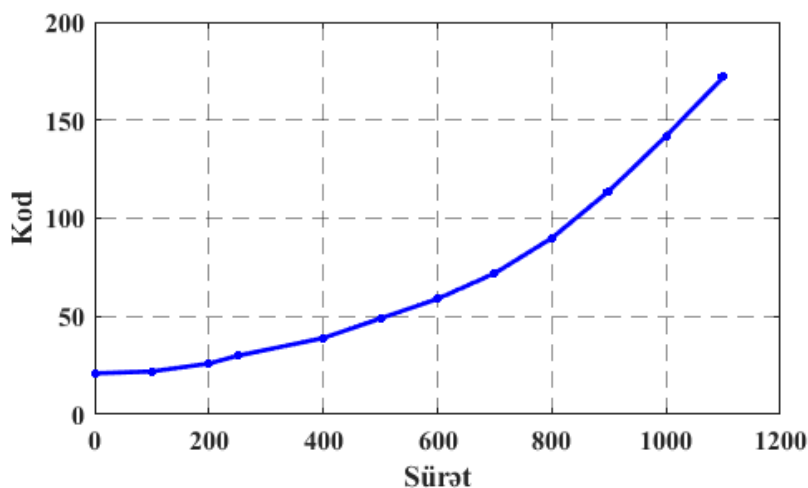
№	Adın ixtisarı	Parametrin adı	Ünvanlar				Bit
			4				
1	2	3	4				5
1	SINXS	Sinxronsöz	1				1-8
2	XAP	Aparıcı vintin ümumi addımı və ya sürüngəcin avtomatik əyilmə vəziyyəti	2	18	34	50	1-8
3	XPROD	İdarəedici dəstəyin vəziyyəti - uzununa	3	19	35	51	1-8
4	KR	Meyl bucağı	4	20	36	52	1-8
5	U27	Sabit cərəyan şinində gərginlik	5				1-8
6	TG	Maillik bucağı	6	22	38	54	1-8
7	XPOP	İdarəedici dəstəyin vəziyyəti - eninə	7	23	39	55	1-8
8	V	Cihaz sürəti	8	40			1-8
9	HQ	Geometrik hündürlük	9	41			1-8
10	NTK1	Sol mühərrik turbokompressorun dövrlər sayı	10	26	42	58	1-8
11	NTK2	Sağ mühərrik turbokompressorun dövrlər sayı	11	27	43	59	1-8
12	NNV	Aparıcı vintin dövrlər sayı	12	28	44	60	1-8
13	TR1	Sol mühərrik kompressor turbininin çıxışında qazın temperaturu	13	45			1-8
14	HB	Barometrik hündürlük	17	49			1-8
15	XSHR	Quyruq reduktor lövbərinin hərəkəti	24	56			1-8
16	TR2	Sağ mühərrik kompressor turbininin çıxışında qazın temperaturu	29	61			1-8
17	Zaman	Saniyə, dəqiqə, saat	37				1-8
18	OQS1	Əsas hidrosistemin dayanmaları	14	30	46	62	1

1	2	3	4				5
19	RQS2	Təkrarlayıcı (köməkçi) hidrosistemin işləməsi					2
20	RM1	Sol mühərrikin zəif yağ təzyiqi					3
21	RM	Sağ mühərrikin zəif yağ təzyiqi					4
22	RMRED	Əsas reduktorun zəif yağ təzyiqi					5
23	BK	BK düyməsinin sıxılması					6
24	VIBR1	Sol mühərrikdə təhlükəli titrəyişlər					7
25	VIBR2	Sağ mühərrikdə təhlükəli titrəyişlər					8
26	PJR	Yanğın (Ümumi)					1
27	HQOP	Təhlükəli hündürlük					2
28	NRBRAB	Çən nasosunun işləməsi					3
29	QTA	Ehtiyat yanacaq qalığı	15	31	47	63	4
30	STR1	Sol mühərrikin yağında yonqar					5
31	STR2	Sağ mühərrikin yağında yonqar					6
32	RSVYZ	Radioəlaqəyə çıxış					7
33	PZU	Mühərrikin qızma dərəcəsi					8

Analoq parametrlərin dəyişmə dinamikasının təhlili prosesində kəmiyyət-kod-kəmiyyət çevrilmələrinin dəqiqliyi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Analoq parametrlərin real fiziki qiymətlərini əldə etmək üçün “kod-fiziki kəmiyyət” (“tarirovka”) çevirmə cədvəllərindən istifadə edilir. Konkret uçuş aparatının sürətini xarakterizə edən kodlar və real fiziki qiymətlər arasındakı asılılıqlar nümunə üçün cədv. 2 və şəkl. 1-də verilmişdir. Cədvəl və qrafikdən görüldüyü kimi asılılıq azsaylı nöqtələr vasitəsi ilə ifadə olunur və ölçü cihazının funksionallığına uyğun səlis (hamar) ayrılrlə aproksimasiya olunur [2, 3, 11, 12].

Cədvəl 2

Kod	21	22	26	30	39	49	59	72	90	114	142	172
Sürət (km/saat)	0	100	200	250	400	500	600	700	800	900	1000	1100



Şəkl. 1. Sürət parametrlərinin kod-fiziki qiymət asılılığının qrafiki

Uçuş məlumatının emalı metodları

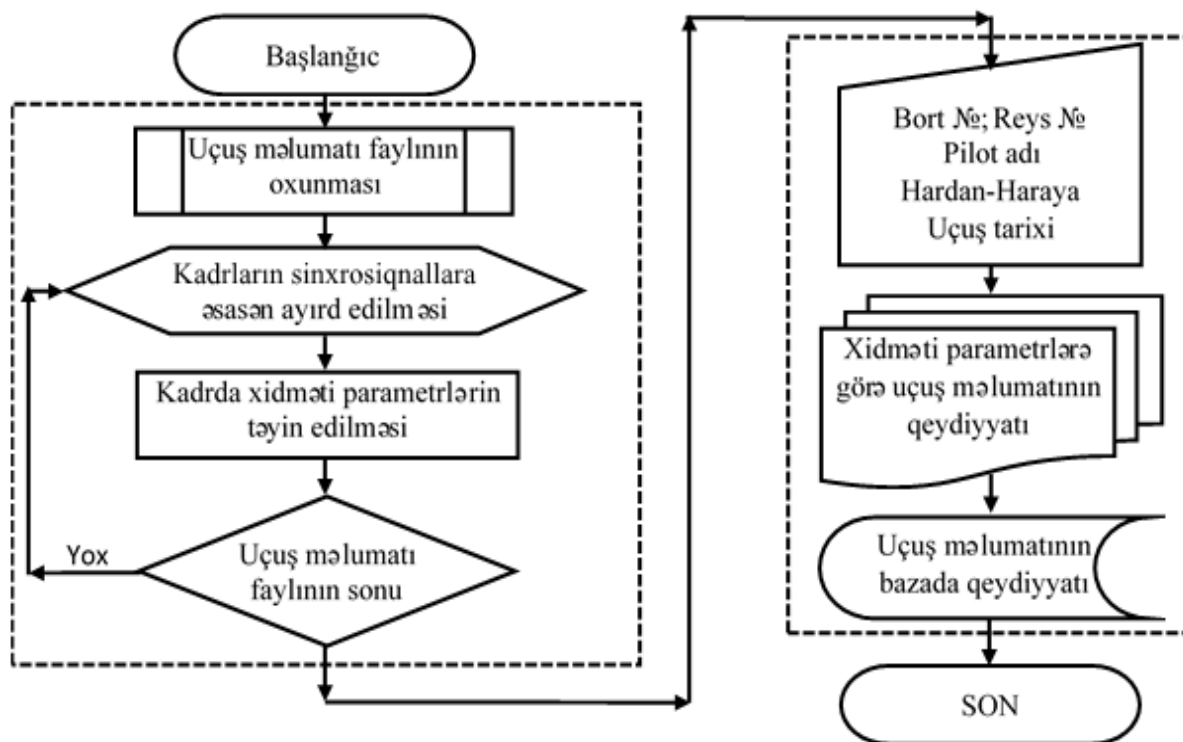
Fiziki kəmiyyətlərin ölçülməsi, koda çevrilməsi, qeydiyyatı, köçürülməsi, koddan geri çevrilməsi prosesləri çoxlu sayda instrumental və metodik xarakterli xətalara müsbət olunur. Köçürülmüş məlumatların tamlığı ilk növbədə xidməti parametrlərin yoxlanılması vasitəsi ilə dəqiqləşdirilir. Nümunə üçün cədv. 3-də bəzi helikopterlərdə istifadə olunan “BUR-1-2J” tipli BQQ-lərdə xidməti parametrlərin yerləşmə ardıcılığı verilmişdir. Misal üçün 2019-cu il uyğun ünvanda 000001041001 kodu ilə qeyd olunur. Burada, xətlənmiş rəqəmlər 0004 xidməti sözün adını (“il”), 00011001 rəqəmləri isə qiyməti (“19”) təyin edir [5-7, 11, 12].

Cədvəl 3

(*t*–təklilik, *O*–onluq, *Y*–yüzlük, *M*–minlik, *OM*–on minlik, *YM*–yüz minlik, *əlv*–kəsr hissə)

Kadr	Yarım kadr	XS №	Kod söz XS Bit nömrəsi				Xidməti söz (XS)	Məlumatın forması (1 söz = 12 bit)							
			12	11	6	5		10	9	8	7	4	3	2	1
1	1	1	0	0	0	1	İl	O4	O3	O2	O1	t4	t3	t2	t1
	2	2	0	0	1	0	Ay	0	0	0	O1	t4	t3	t2	t1
	3	3	0	0	1	0	Gün	0	0	O2	O1	t4	t3	t2	t1
	4	4	0	0	1	1	Bort №	O4	O3	O2	O1	t4	t3	t2	t1
2	1	5	0	1	0	0	"	M4	M3	M2	M1	Y4	Y3	Y2	Y1
	2	6	0	1	0	1	"	0	0	0	0	OM4	OM3	OM2	OM1
	3	7	0	1	1	0	Reys №	O4	O3	O2	O1	t4	t3	t2	t1
	4	8	0	1	1	1	"	M4	M3	M2	M1	t4	t3	t2	t1
3	1	9	1	0	0	0	Mərkəzləşdirmə	t4	t3	t2	t1	əlv4	əlv3	əlv2	əlv1
	2	10	1	0	0	1	"	0	0	0	0	OM4	OM3	OM2	OM1
	3	11	1	0	1	0	Qalxma çəkisi	OM4	OM3	OM2	OM1	M4	M3	M2	M1
	4	12	1	0	1	1	"	0	0	0	0	YM4	YM3	YM2	YM1

Uçuş məlumatının ilkin emalı algoritminin blok sxemi şək. 2-də təsvir olunmuşdur. Göründüyü kimi ilk növbədə sinxrosiqnallar əsasında kadrlar ayırd edilir, sonra isə yerləşmə ünvanlarına əsasən xidməti sözlər və uçuş parametrləri verilənlər bazasına yerləşdirilir.



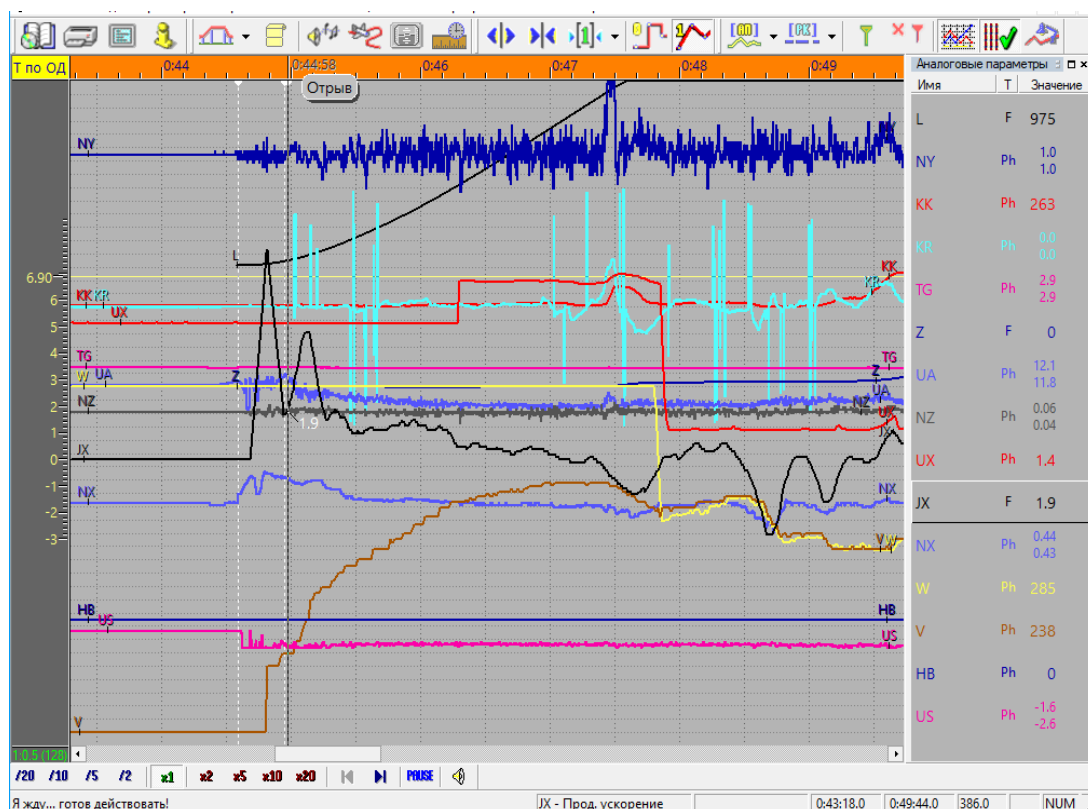
Şək. 2. Uçuş məlumatının ilkin emalı prosesinin ümumiləşdirilmiş blok-sxemi

Uçuşdan sonra uçuş aparatının vəziyyəti ilk olaraq ekspress analiz adlanan mərhələdə qiymətləndirilir. Hündürlük, həqiqi sürət, uzununa (tangensial) yüklənmə, şaquli (normal) yüklənmə, hücum bucağı və s. kimi parametrlərin köməyiylə qalxma və enmə anları, uçuş müddəti, eyni zamanda bütün parametrlər üçün kənarçıxma anları istismar təlimatlarına əsasən aydınlaşdırılır (şək. 3) [2, 12].

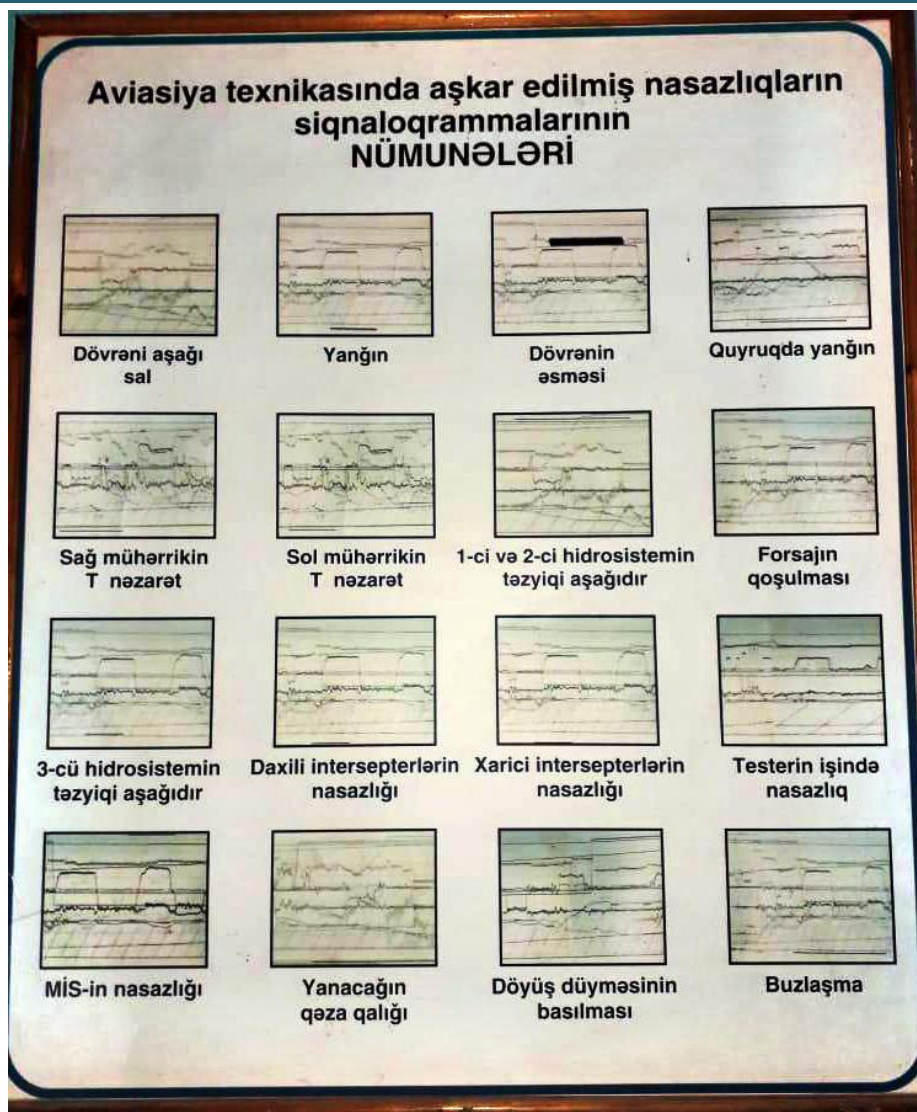
XARAKTERİK XƏTƏLƏR PARAMETRLƏR	1.	Mühərrikin işə düşmə anında yanacaqın miqdarı 1861.54 (kq); 00:46:36
	2.	Mühərrikin sönmə anında yanacaqın miqdarı 647.06 (kq); 01:15:48
	3.	Yüyürmənin başlanğıcı 00:13:34
	4.	Qabaq şassinin yerdən ayrılma anı 00:13:55
	5.	Yerdən ayrılma anı 00:13:59
	6.	Yerə enmə anı 01:06:18
	7.	Uçuş müddəti 00:52:19
	8.	Mühərrikin yerdə işləmə müddəti -00:23:07
	9.	Uçuş zamanı maksimal sürət 700 (km/saat); 00:41:34
	10.	Uçuş zamanı maksimal hündürlük 3115.39 (m); 00:54:16
	11.	Uçuş zamanı maksimal vertikal yüklənmə 1; 00:13:59
	12.	Uçuş zamanı minimal vertikal yüklənmə 0; 00:49:03
	13.	Maximum M 0.6; 00:41:34
	14.	Yerdən ayrılma anında hücum bucağı 14.14; 00:13:59
	15.	Yerə enmə anında hücum bucağı 20.47; 01:06:18
	16.	Uçuş zamanı maksimal hücum bucağı 20.47; 01:06:18
	17.	Uçuş zamanı minimal hücum bucağı -7; 01:10:26
	18.	Uçuş zamanı maksimal tanqaj 37.09; 00:28:27
	19.	Uçuş zamanı minimal tanqaj -36.55; 00:49:05

Şək. 3. Uçuşun ekspress (təcili) analizi nümunəsi

Ekspress analizdə suallar yarandığı halda və yaxud uçuş məlumatının daha dəqiq təhlil edilməsi lazım gəldikdə siqnalogramma nümunələri əsasında parametrlərin mərhələlər üzrə qrafiki analizi aparılır (şək. 4) [1, 2, 12].



a) Qalxma mərhələsi



b) Siqnaloqramma nümunəsi

Şək. 4. Uçuş məlumatının qrafiki təhlil təsvirləri

Bəzən uçuş tapşırığının yerinə yetirilmə səlisiyini yoxlamaq üçün uçuş trayektoriyasının kifayət qədər dəqiqliklə təyin olunması tələb olunur. Uçuş zonasında süni radioəngəllər yaradıldığından uçuş aparatının vəziyyətini təyin etmək üçün radionaviqasiya sistemlərindən istifadə lazımi nəticə vermir. Bu məsələnin həlli bort naviqasiya sistemini təşkil edən inersial sistem, hava sürəti sistemi, dopler ölçmə cihazı kimi aqreqlərin verdiyi parametrlərin köməyi ilə xüsusi alqoritmlər vasitəsi ilə tapılır [12].

Nəticə

Postsovet məkanında uzun müddət istismarda olan uçuş aparatlarının bort qeydiyyat qurğularının və onlarda toplanmış məlumatların yerüstü emal sistemlərinin texniki sənədlərinin təhlili zamanı aydın olmuşdur ki, həmin sistemlərdə, tipindən və istehsalçıdan asılı olmayaraq, oxşar texnoloji normativlərdən istifadə edilmişdir. Bu, müxtəlif tipli bort qeydiyyat qurğularında toplanan uçuş məlumatlarının yerüstü emal sistemlərinin ümumi texnoloji əsaslarda yaradılması mümkünlüyünü təsdiq edir. Araşdırma zamanı toplanmış texnoloji və metodoloji məlumatlar ümumiləşdirilərək əvəzedici sistemlərin iş alqoritmlərində istifadə edilə bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Руководство по летной эксплуатации самолета ИЛ-76Т. Разработано авторским коллективом конструкторского бюро под руководством генерального конструктора. М.: 1984.
2. БУР-I. Руководство по техническим эксплуатациям, Федеральное агентство воздушного транспорта АО “Московский АРЗ ДОСААФ”.
3. Руководство по техническим эксплуатациям “СЛАВУТИЧ”. Программно-аппаратный комплекс обработки и анализа информации бортовых средств регистрации. Межполетный контроль, каталог контрольных событий с комментариями, Украина, 2001.
4. Попов Ю. В. Считывание, воспроизведение и расшифровка информации бортовых регистраторов. ВИНТИ, Проблемы безопасности полетов, № 3. М.: 2014, ВИНТИ РАН по адресу: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, 44–86 с.
5. Попов Ю. В. Мониторинг и диагностика системы управления самолетом по информации, зарегистрированной бортовым устройством регистрации. ВИНТИ, Проблемы безопасности полетов, № 9. М.: 2012, ВИНТИ РАН по адресу: 125190, Россия, г. Москва, ул. Усиевича, 20, 3–13 с.
6. Жулев В. И., Иванов В. С. Безопасность полетов летательных аппаратов: (Теория и анализ), 1986, М.: Транспорт, 224 с.
7. Рудельсон Л. Е. Новые вычислительные схемы обработки полетной информации. Научный вестник МГТУ ГА, № 157, 2010, ISSN 2079-0619.
8. Кашковский В.В., Тихий И.И., Шишкин Ю.Н. Идентификация параметров динамической модели летчика по данным бортового устройства регистрации. Математическое моделирование, УДК 629. Вестник томского государственного университета, Декабрь 2004, № 284 (4), стр. 227-231.
9. Сухомлинов Д.В. О применении методов интеллектуальной обработки информации и управления в системах планирования применения и подготовки полетных данных. Научно-производственное объединение «Мобильные Информационные Системы». Перспективные системы и комплексы на базе летательных аппаратов. 2006, Известия Южного федерального университета. Технические науки, № 58 (3), стр. 167-173.
10. ГОСТ р 55865—2013. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Национальный стандарт российской федерации. Воздушный транспорт. Система менеджмента безопасности авиационной деятельности. Средства сбора полетной информации ССПИ. Издание официальное. Дата издания: 12.08.2014.
11. Средства сбора и регистрации полетной информации.
12. <http://refleader.ru/ujgrnamerqas.html>.
13. “СКАТ” system, <http://topazlab.ru/en/main-en>

EXPLORE OF EXISTING METHODS AND MEANS OF REGISTRATION AND PROCESSING OF FLIGHT DATA**N.N. Kelbiyev**

The article considers the issue of upgrading ground-based flight data processing systems from on-board recorders of aircrafts exploited in the post-Soviet space. For this purpose, the structure of flight data collected by various types of flight recorders, the existing methods for their processing, including the applied technological and methodological procedures, were investigated. The composition of the flight information, the coding of the flight parameters and their placement in the information frames, the methods for obtaining real physical quantities were refined based on the existing technical documentation. Revealed the use of similar standards, regardless of the type of the investigated on-board recorders and their producers. As a result, it was confirmed that it is

possible to create on a common basis the ground-based flight data processing system for on-board data recorders of various types.

Keywords: *aircraft, flight data recorder, flight incidents, flight data processing, the ground flight data processing systems*

ИЗУЧЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ РЕГИСТРАЦИИ И ОБРАБОТКИ ПОЛЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Н.Н. Келбиев

В статье рассматривается вопрос модернизации наземных систем обработки полетных данных от бортовых регистраторов летательных аппаратов, эксплуатируемых в постсоветском пространстве. С этой целью была исследована структура полетных данных, собранных различными типами бортовых регистраторов, существующие методы их обработки, включая применяемые технологические и методологические процедуры. Состав полетной информации, кодирование параметров полета и их размещение в информационных кадрах, методы получения реальных физических величин были уточнены на основе существующей технической документации. Выявлено использование схожих нормативов, независимо от типа исследуемых бортовых регистраторов. В результате подтверждена возможность создания на общей основе наземной системы обработки полетных данных, собранных на бортовых регистрах различных типов.

Ключевые слова: *летательный аппарат, бортовые устройства регистрации, инциденты полета, обработка полетной информации, наземная система обработки*