

UOT 656.7.052:629.73.05

*Balayev N.N.*

AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

[depart7@iit.ab.az](mailto:depart7@iit.ab.az), [nail\\_turkabadli@yahoo.com](mailto:nail_turkabadli@yahoo.com)

## UÇUŞ İNFORMASIYASININ BƏRPA OLUNMASI ÜÇÜN TƏYYARƏNİN UÇUŞ PARAMETRLƏRİ ARASINDA KORRELYASIYANIN TƏYİN EDİLMƏSİ

*Məqalə bort registratorlarından götürülmüş uçuş informasiyasında təhrif və ya qismən məhv olmuş parametrlərin bərpa olunması məsələsinə həsr olunmuşdur. Uçuş parametrinin itmiş qiymətlərinin bərpa olunması üçün ona korrelyasiya əlqəsində olan digər parametrin təyin olunması üçün proqram modulu işlənmişdir. Bu proqram modulu müəyyən uçuş mərhələsində parametrlər arasında korrelyasiya əmsallarını hesablayır.*

**Açar sözlər:** uçuş informasiyası, korrelyasiya, uçuş informasiyasının bərpası, uçuşların təhlükəsizliyi.

### Giriş

Hal-hazırda uçuşların təhlükəsizliyinin təmin edilməsi problemi müstəsna aktuallığa malikdir. Təhlükəsizliyin təmin olunmasında bort registratorlarında qeyd olunmuş uçuş informasiyasının (Uİ) emalı bu baxımdan önəmli rol oynayır. Onun nə dərəcədə keyfiyyətli olması, emal metod və alqoritmlərinin mükəmməllik dərəcəsi təhlükəsizliyə ciddi surətdə təsir göstərir. Emal prosesində olan səhvlər iki kateqoriyaya ayrılır ki, bu səhvlər də uyğun olaraq birinci növ və ikinci növ səhvlər kimi xarakterizə olunur. Birinci növ səhvlər təyyarədə hansısa nasazlığın olmasına dəlalət edir, halbuki reallıqda bu belə deyil və emalın özü səhv nəticə verib. Bir də elə hallar olur ki, Uİ emal olunduqdan sonra aviasiya texnikasının tam uçuşa yararlı vəziyyətdə olması qənaətinə gəlinir. Amma həqiqətdə aviasiya texnikasında nasazlıq var. Bu tip səhvlər ikinci növ səhvlərdir. Birinci növ səhvlər zərurət olmadan əlavə xərclərə gətirib çıxaran texniki təmir və xidmət işlərinin aparılması ilə əlaqədardır, ikinci növ səhvlər daha ciddi hallara gətirib çıxarır. Belə ki, təyyarədə hər hansı nasazlığın olmasına baxmayaraq qərar qəbul edilir ki, təyyarə uçuşa tam yararlıdır, uçuşu yerinə yetirə bilər. Bu qərarla uçuşların təhlükəsizliyi sual altına qoyulur [1, 2]. Ona görə də Uİ-nin özündə olan səhvlərin maksimum dərəcədə aradan qaldırılması və informasiya itkisinin minimum olması üçün Uİ emalının yaxşı təşkili, yeni metod və alqoritmlərin tətbiqi, yeni proqram məhsullarının yaradılması həyata keçirilməlidir.

Uçuş informasiyasını emal etmək üçün bir sıra proqram təminatları yaradılmışdır. Yaradılmış proqram kompleksləri özlərinin emal keyfiyyətləri və funksional imkanları ilə fərqlənirlər. Müasir Uİ emalı proqramları, ilk növbədə, istismarçı üçün uçuşların təhlükəsizlik səviyyəsi barədə etibarlı və aydın informasiyanın əldə olunması hava gəmisi parkının effektiv istifadəsini, uçuş heyətinin hazırlıq səviyyəsini və əsaslanmış kadr, texniki, marketing, maliyyə qərarlarının qəbul edilməsi imkanını təmin etməlidir.

Yerüstü Uİ emalı proqram komplekslərində hava gəmisinin texniki vəziyyəti, uçuş heyətinin hərəkətlərindəki nöqsanlar qiymətləndirilir [3, 4]. Proqram kompleksi avtomatlaşdırılmış emal və ekspress-analiz kimi imkanlar verir. Avtomatlaşdırılmış emal rejimində bort registratorunda qeyd olunmuş parametrlər vasitəsilə uçuşu ətraflı təhlil etmək mümkündür. Lakin buna kifayət qədər çox vaxt lazımdır. Ekspress-analiz

rejimində isə, çox qısa bir vaxtda təyyarəsürmə texnikası qaydalarındakı pozuntular, uçuş heyətinin hərəkətlərindəki nöqsanlar aşkarlanır və araşdırılır. Beləliklə, emal prosesinin nəticələrindən istifadə edərək yerinə yetirilmiş uçuş qiymətləndirilir və lazımi tədbirlər görülür.

### **Məsələnin qoyuluşu**

Qərb dövlətlərində və MDB məkanında Uİ-ni emal edən çoxlu sayda proqram kompleksləri mövcuddur. Bu proqram komplekslərindən biri də Azərbaycanda yaradılmış Gartal Pro sistemidir [5]. Bu sistem Uİ-nin avtomatlaşdırılmış emalını, ekspress-analizini həyata keçirməyə, tarirovka cədvəllərini redaktə etməyə, uçuşun xəritə üzərində trayektoriyasının qurulmasına imkan verir.

Bu sistemdə Uİ-ni bort registratorundan götürülərkən tam olmayan informasiya kadrları atılır, yalnız tam olan kadrlar götürülür. Uçuş informasiyası bort registratorundan götürülərkən Uİ kadrlarının verilmiş ölçüyə uyğun olub olmaması yoxlanılır. Şərt ödənməzsə, həmin kadrlar götürülmür. Biz həmin kadrları itirmiş oluruq. Bu itmiş kadrları da əldə etmək üçün bu kadrların tamlığı bərpa olunmalıdır. Kadrda müxtəlif vericilərdən daxil olan informasiya ünvanlaşdırılmış şəkildə yazılır. Hər bir parametrin qiyməti kodlaşdırılmış şəkildə qeyd olunur.

Uçan aparatların getdikcə artan mürəkkəbliyi, onun pilotaj-naviqasiya avadanlığının mürəkkəbliyi, bort sistemləri tərəfindən yerinə yetirilən funksiyaların artması registrasiya olunmuş Uİ-nin həcmnin artmasına gətirib çıxarmışdır. Maqnit lenti tipli bort registratorlarında Uİ-nin registrasiya olunmasında, bort registratorlarından uçuş verilənlərinin emal sistemlərinə köçürülməsində müəyyən itkilərin olması və informasiya kadrlarının itməsi mümkündür. Buna səbəb registratorun maqnit başlıqlarının çirklənməsi, maqnit lentinin əzilməsi, onun dartılma sürətinin yüksək olması, elektrik təchizatında baş verən sıçrayışlar, keyfiyyətsiz sıfırlanma, statik elektrik yüklərinin təsiri üzündən irəli gəlir. Bundan əlavə Uİ-nin yığılması və emalı prosesinin ilkin mərhələsi olan parametrlərin registrasiyasının keyfiyyətinin aşağı düşməsi aşağıdakı səbəblərdən də asılıdır [1]:

1. Bort registratorlarının lentində maqnit təbəqənin dağılması;
2. Maqnit lentlərin bort registratorunda yerləşdirilməsi zamanı qeyri-qənaətbəxş surətdə maqnitləşdirilməsi;
3. Çirkli maqnit başlıqlarından istifadə olunması;
4. Bort lent darta mexanizmlərin sürətinin yüksək detanasiyası;
5. Vericilərin nasazlıqları.

### **Məsələnin həlli**

İtməmiş informasiya kadrlarının bərpa olunması üçün müxtəlif metodlar işlənilib hazırlanmışdır. Biz bort registratorundan götürülmüş uçuş informasiyasında təhrif və ya qismən məhv olmuş parametrlərin bərpa olunması üçün onun digər parametrlərlə korrelyasiyasının təyin edilərək bərpa olunmasını təklif edirik. Bunun üçün uçuş parametrləri arasında korrelyasiya əmsallarını hesablayıb onlar arasındakı asılılıq dərəcəsini qiymətləndirəcəyik. Bu asılılıqdan istifadə edib bir parametri digər parametrin qiymətlərinə görə bərpa etmək mümkündür.

Bunun üçün uçuşun qalxma mərhələsini xarakterizə edən parametrlər arasındakı korrelyasiya əmsallarının hesablanmasını nəzərdən keçirək. Bu alqoritm Uİ-ni emal edən

Gartal Pro sistemində həyata keçirilmişdir. Aşağıda korrelyasiya əmsalının hesablanması qaydası verilmişdir.

Tutaq ki,  $\xi$ ,  $\eta$  təsadüfi kəmiyyətlərinin ədədi xarakteristikalarının analiz olunması tələb olunur.

Uyğun olaraq  $x_i$  və  $y_i$  qiymətlərini alan  $\xi$  və  $\eta$  kəmiyyətləri arasında korrelyasiya aşağıdakı düsturla hesablanır [6]:

$$r(\xi, \eta) = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2}}. \quad (1)$$

$r(\xi, \eta) = 0$  halında xətti əlaqə olmur.  $r(\xi, \eta) > 0$  olduqda «birbaşa» asılılıq,  $r(\xi, \eta) < 0$  halında isə «əks» asılılıq müşahidə olunur.

Düsturdan görmək olar ki, seçmə korrelyasiya əmsalı  $\xi$  və  $\eta$  dəyişənlərin özlərinin orta qiymətindən kənarlaşmaları eyni işarəli olduqda müsbət, müxtəlif işarəli olduqda mənfi olur. Korrelyasiya əmsalı ölçüsüz kəmiyyətdir və onun kəmiyyəti dəyişənlərin ölçü vahidlərindən asılı deyil. Korrelyasiya əmsalının kəmiyyəti mənfi birdən (-1) müsbət birə (+1) qədər qiymətlər ala bilər:

$$-1 \leq r(\xi, \eta) \leq 1 \quad (2)$$

Korrelyasiya əmsalının mənfi birə yaxın qiymət alması o deməkdir ki, dəyişənlər arasında sıx xətti əks-əlaqə mövcuddur. Müsbət birə yaxın olması dəyişənlər arasında xətti asılılıq olmasını, sıfıra yaxın olması isə xətti əlaqənin mövcud olmamasını göstərir [7].

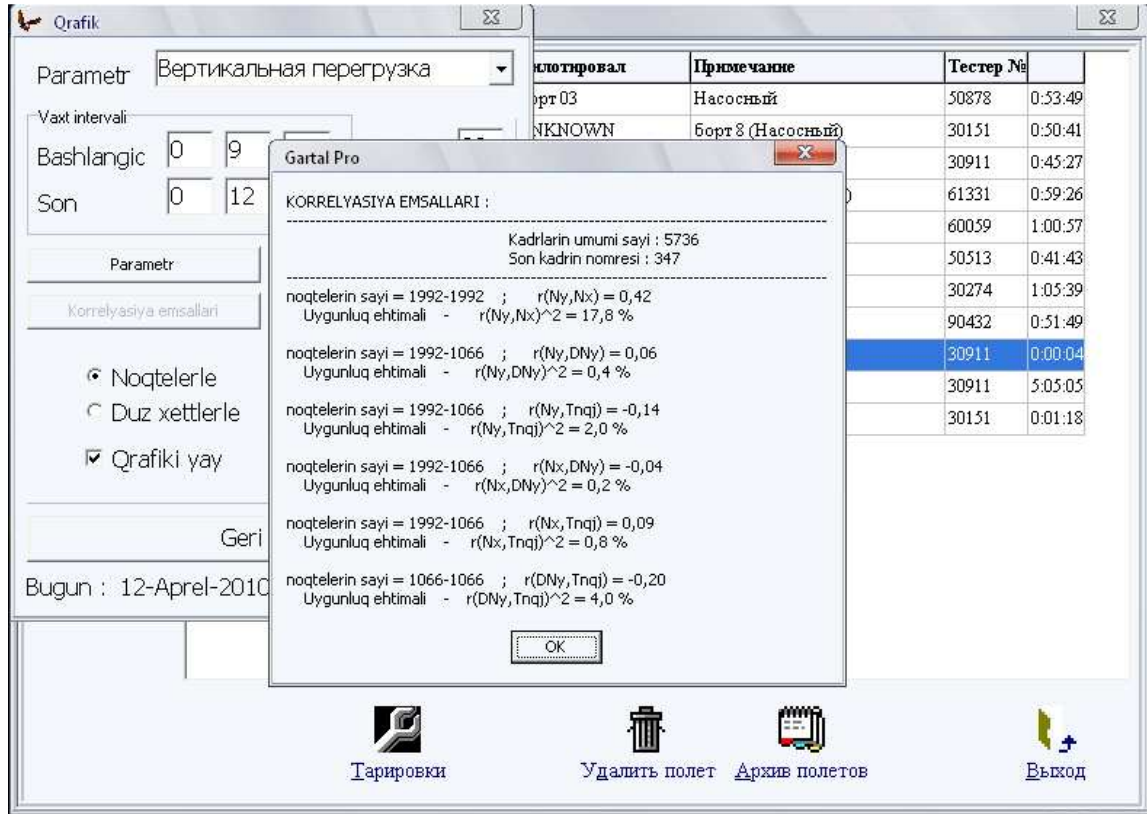
(1) ifadəsindən istifadə edərək təyyarənin qalxma mərhələsini xarakterizə edən parametrlər arasında korrelyasiya əmsalını hesablaya bilərik. Qalxma mərhələsini xarakterizə edən parametrlər şaquli yüklənmə, uzununa yüklənmə, tanqaj bucağı, şaquli yüklənmənin dəyişməsidir. Tutaq ki, bort registratorundan götürdüyümüz Uİ-də şaquli yüklənmənin qiymətlərində itki olmuşdur. Bunun üçün əvvəlcə şaquli yüklənmə ilə uzununa yüklənmə, tanqaj bucağı, şaquli yüklənmənin dəyişməsi parametrləri arasında korrelyasiya əmsallarını hesablamalıyıq. Aldığımız nəticələrin analizini aparıb şaquli yüklənmə ilə korrelyasiya əmsalı ən böyük olan parametri seçirik. Sonra bu iki parametrlərin qiymətlərinin analiz edib onlar arasındakı asılılığı ifadə edən ötürmə funksiyası təyin edirik. Aldığımız asılılıqdan istifadə edərək şaquli yüklənmənin itmiş qiymətlərini ona korrelyasiya əmsalı yaxın olan parametr vasitəsilə təyin edirik.

### Alınan nəticələrin tətbiqi

Təklif edilən həllin eksperimental yoxlanılması üçün (4) düsturundan istifadə etməklə qurulan alqoritmin əsasında proqram modulu yaradılmışdır. Bu modul, uçuşun qalxma mərhələsini xarakterizə edən parametrlər arasında korrelyasiya əmsallarını təyin etməlidir.

Bu alqoritmin köməyi ilə müxtəlif parametrlər arasındakı korrelyasiya əmsalını hesablayıb onların bir-birinə nə dərəcədə yaxın olması barədə mühakimə yürütmək olar. Əgər götürülmüş iki parametrlərin korrelyasiya əmsalı vahidə yaxındırsa, bu onu göstərir ki, onlar korrelyasiya olunandır. Bu nəticədən istifadə edib bir parametrlərin itmiş qiymətlərini onunla korrelyasiya olunan digər parametrlərin qiymətləri ilə təyin etmək olar.

Yaradılmış alqoritm Gartal Pro sisteminə əlavə edilmişdir. Bu alqoritm vasitəsilə uçuşun qalxma mərhələsində dəyişmə xarakteri nisbətən bir-birinə yaxın olan parametrlər arasında korrelyasiya əmsalları hesablanır. Qalxma anında şaquli yüklənmə, uzununa yüklənmə, şaquli yüklənmənin dəyişmə sürəti və tanqaj bucaqları arasında korrelyasiya əmsalları hesablanır. Proqram təminatında bu hesablanma və onun nəticəsi aşağıdakı şəkildə göstərildiyi kimi həyata keçirilir (şəkil 1).



Şəkil 1. Seçilmiş parametrlər arasında korrelyasiya əmsalının hesablanması

Şəkil 1-də korrelyasiya əmsalını hesablayan modulun nəticələri göstərilmişdir. Bu modul qalxma mərhələsində şaquli yüklənmə ilə uzununa yüklənmə, şaquli yüklənmə ilə şaquli yüklənmənin dəyişməsi, şaquli yüklənmə ilə tanqaj bucağı, uzununa yüklənmə ilə şaquli yüklənmənin dəyişməsi, uzununa yüklənmə ilə tanqaj bucağı, şaquli yüklənmənin dəyişməsi ilə tanqaj bucağı arasında korrelyasiya əmsalını hesablayır. Göründüyü kimi, ən böyük korrelyasiya əmsalı  $r(n_y, n_x) = 0.42$  şaquli yüklənmə ilə uzununa yüklənmə arasında olmuşdur. Deməli, bu iki parametrlərin arasındakı asılılığı təyin edib, şaquli yüklənmənin itmiş qiymətlərini uzununa yüklənmə parametrlərinin qiymətləri vasitəsilə təyin etmək olar.

### Nəticə

Uçuş prosesi dinamik prosesdir. Təyyarənin uçuşunu xarakterizə edən parametrlər uçuş mərhələsindən asılı olaraq özlərini müxtəlif cür aparırlar. Buna görə də alqoritm yoxlanılması üçün nümunə kimi uçuşun qalxma mərhələsi götürülmüşdür. Bu mərhələdə uçuşu xarakterizə edən parametrlər arasındakı asılılıqlar təyin edilmiş, bu asılılıqlardan istifadə etməklə bir parametrlə digər parametrlərin köməyiylə bərpa olunması imkanları

araşdırılmışdır. Bu məqsədlə müxtəlif metodlar tətbiq oluna bilər. Bunlardan biri də arqumentlərin qrup şəklində nəzərə alınması metodudur [8, 9]. Bu metodun tətbiq olunması üçün parametrlərin seçilməsində təklif olunan bu alqoritmdən istifadə edilməsi nəzərdə tutulur. Bu alqoritmin üstünlüyü ondan ibarətdir ki, biz bərpa etmək istədiyimiz parametri digər parametr vasitəsilə təyin etmək üçün ona korrelyasiya əlaqəsində digər parametri müəyyənləşdirə bilərik. Bu da parametrin daha düzgün bərpa olunmasına kömək edə bilər.

### Ədəbiyyat

1. Яцков Н.А. Основы построения автоматизированных систем контроля полетов воздушных судов. – К.: КИИГА, 1989. - 344 с.
2. Гамулин А.Г. и др. Автоматизация управления безопасностью полетов. М.: Транспорт, 1989, -319 с.
3. Комплекс программно-аппаратного обеспечения обработки и анализа полетной информации. Ревизор. <http://www.rev2000.chat.ru/>
4. Программное обеспечение системы КАРАТ-Н, [http://www.gosniias.ru/pages/karat/n\\_reklama1.htm#Прогр\\_обесп](http://www.gosniias.ru/pages/karat/n_reklama1.htm#Прогр_обесп)
5. Алгулиев Р.М., Оруджов Г.Г., Панахов Н.А., Алиева А.А. Разработка системы оперативной обработки полетной информации //Azərbaycan Hava Yolları Dövlət Konserni. Elmi məcmuələr, cild 7, № 2, Bakı, 2005.
6. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции. <http://chemstat.com.ru/node/12>
7. Correlation and dependence [http://en.wikipedia.org/wiki/Correlation\\_and\\_dependence](http://en.wikipedia.org/wiki/Correlation_and_dependence)
8. Ивахненко А.Г., Юрачковский Ю.П. Моделирование сложных систем по экспериментальным данным. - М: Радио и связь, 1987. - 120 с.
9. Метод группового учета аргументов, [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод\\_группового\\_учета\\_аргументов](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Метод_группового_учета_аргументов)

УДК 656.7.052:629.73.05

Балаев Н.Н.

Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан  
[depart7@iit.ab.az](mailto:depart7@iit.ab.az), [nail\\_turkabadli@yahoo.com](mailto:nail_turkabadli@yahoo.com)

**Определение корреляции между летными параметрами самолета для восстановления полетной информации**

Статья посвящена вопросам восстановления искаженных или частично разрушенных параметров в полетной информации, полученной от бортовых регистраторов. Создан программный модуль для определения коэффициентов корреляции между параметрами полета.

*Ключевые слова:* полетная информация, корреляция, восстановление полетных параметров, восстановление полетной информации, безопасность полета.

Balayev N.N.

Institute of Information Technology ANAS, Baku, Azerbaijan  
[depart7@iit.ab.az](mailto:depart7@iit.ab.az), [nail\\_turkabadli@yahoo.com](mailto:nail_turkabadli@yahoo.com)

**Definition of correlation between the flight parameters of the plane for restoration of flight information**

The article is devoted to the issues of restoration of the distorted or partially destroyed parameters in flight information that is received from the flight data recorder. A program module is developed to define the correlation coefficients between the flight parameters.

*Key words:* flight information, correlation, restoration the flight parameters, recovery the flight information, flight safety.