

UOT: 004.89

DOI: 10.34826/NAA.2022.24.1.003

TƏYYARƏNİN YERƏ YAXINLAŞMA VƏ ENMƏ MƏRHƏLƏLƏRİNDƏ UÇUŞ İNFORMASIYASININ EMALI VƏ TƏHLİLİ

İsmayilov İ.M., Həbibullayeva Ü.V., Binnətəliyeva T.V.

Milli Aviasiya Akademiyası

Təyyarənin uçuşunun ən məsuliyyətli mərhələsi enmə mərhələsidir və enmə mərhələsinin özünəməxsus bir çox problemləri mövcuddur. Həmin problemlərin aradan qaldırılması üçün müasir informasiya texnologiyalarının tətbiqi ilə uçuş informasiyasının təhlili nəticəsində enmənin xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Yekun olaraq təyyarənin təhlükəsiz enməsinə təmin etmək üçün bir sıra tövsiyələr verilmişdir.

Açar sözlər: *informasiya texnologiyaları, aviasiya sistemi, təyyarə, uçuş-enmə zolağı, aviasiya hadisələri, uçuş informasiyası, enmə sistemi, uçuş informasiyasının monitorinqi.*

Yerə yaxınlaşma və enmə bir sıra mərhələlərdən ibarətdir və bu mərhələlərin hər birini yerinə yetirərkən xarici təsirlərdən, ətraf mühitdən və digər amillərdən asılı olaraq, pilotlar bir sıra çətinliklərlə üzləşirlər. Bu çətinliklərə misal olaraq, ətalət, çəki, ağırlıq qüvvələrinin təsiri zamanı şassi, qanadaxacıqları və s. vəziyyətinin dəyişməsinə göstərmək olar. Qeyd edilənləri nəzərə alaraq təyyarənin təhlükəsiz hərəkətini təmin edən hissələri tənzimləmək problemi meydana çıxır. Belə çətinlikləri aradan qaldırmaq əsas problemlərdən biri olmuşdur. Qarşıya çıxan problemləri dərinlən öyrənmək üçün uçuş zamanı bort qeydediciləri vasitəsilə uçuş verilənləri toplanılır. Uçuşdan sonra həmin verilənlər təhlil edilərək müəyyən nəticələr almaq mümkündür. Uçuş verilənlərinin emalı zamanı hal-hazırda geniş istifadə olunan proqramlardan biri FDM (Flight Data Monitoring – uçuş verilənlərinin monitorinqi) proqramıdır. Gələcək tədqiqatlarda bu proqramdan istifadə etmək daha məqsədəuyğun hesab edilir. Məqalədə ardıcılığı gözləmək şərti ilə əvvəlcə meydana çıxan müəyyən problemlər haqqında məlumat verilir, həmin problemləri yaradan hadisələr zamanı təyyarənin göstərdiyi reaksiyalar və məsləhət xəbərdarlıqları qeyd olunur, daha sonra isə FDM proqramından istifadə etməklə uçuş məlumatlarının təhlilinin nəticələri barəsində məlumatlar verilir.

Enmə zamanı yaşanan bir sıra problemlərin xüsusiyyətlərini nəzərdən keçirək:

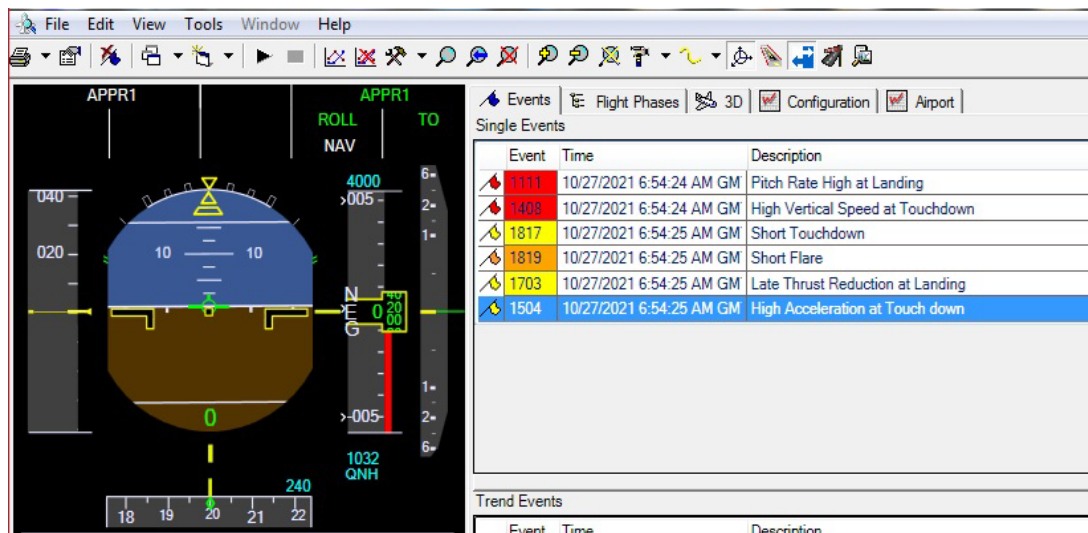
Sərt enmə (Hard landing). Təyyarə enmə zamanı yerə toxunduqda onun şaquli sürətini azaltmaq və enmənin təsirini yumşaltmaq üçün tədbirlər görülməzsə, təyyarə şassisinin uçuş-enmə zolağı (UEZ) ilə təmas gücü kifayət qədər böyük ola bilər. Bu da öz növbəsində, təyyarə şassisinin struktur zədələnməsinə səbəb ola bilər. Pnevmatik təkərlərin, amortizatorların və digər cihazların məqsədi zərbəni yumşaltmaq, təyyarənin şaquli enməsinin dayandırılma müddətini artırmaqdır. Saniyənin kiçik bir hissəsi ərzində təyyarənin zədələnmədən şaquli enmə sürətinin sıfıra qədər azaldılması məsləhət görülür [1, 2].

Bu müddət ərzində təyyarənin enmə şassisi qaldırma qüvvəsi ilə təmin olunur. Qanadaxacıqlarının düzgün şəkildə hərəkət etdirilməsini buna səbəb göstərə bilərik. Qaldırma qüvvəsi təyyarənin ətalət və çəki qüvvəsinə əks təsir göstərmək üçün lazım olan qüvvədir. Təyyarənin xətti sürəti azaldıqca qaldırma qüvvəsi sürətlə azalır və şassiyə təsir edən qüvvə enmənin təsiri ilə artır. Enmə prosesi bitdikdə qaldırma qüvvəsi praktiki olaraq sıfıra bərabər olur. Beləliklə, həm təyyarənin ağırlıq qüvvəsini, həm də ətalət qüvvəsini daşımaq üçün enmə şassisi tək

qalır. Enmə anında şassiyə təsir edən yüklənmə təmasların təsir gücündən asılı olaraq, asanlıqla təyyarənin faktiki çəkisindən bir neçə dəfə böyük ola bilər. Bu halda biz sərt enmə hadisəsinin şahidi oluruq.

Sərt enmə hadisəsinin FDM proqramında təhlili. “AirFASE” proqramında emal olunmamış uçuş informasiyasının (UI) əsas emalı “Processing” modulundan başlayır. Bu modulda uçuş qeydedicilərindən götürülmüş ilkin informasiyalar emal edilərək “AirFASE”-ə uyğun formata çevrilir və təhlil mərhələsinə göndərilir. Təhlil nəticəsində uçuş zamanı baş vermiş hadisələr aşkarlanır. Hər bir hadisənin baş verməsinin 3 ehtimalı mövcuddur: aşağı, orta və yüksək. Bu ehtimallar müvafiq hadisələrin baş verməsi üçün müəyyən parametrlərin nə dərəcədə standartdan kənara çıxmasına əsaslanır [3].

Hadisələrin təhlili üçün “AirFASE” proqram mühitində müxtəlif alətlər mövcuddur. “Flight Replay” alətinin klassik görünüş rejimində uçuş zamanı baş verən hadisələrin siyahısı, hadisə anı üçün PFD (primary flight display – pilotaj displeyi) görünüşü əks olunur. PFD uçuş informasiyasına əsasən animasiya olunan əsas uçuş displeyidir. O, pəncərənin sol küncündə əks olunmuşdur. Sağ tərəfdəki cədvəldə hadisələr siyahısında təyyarənin uçuşu zamanı baş verən hadisələr təsvir olunur. Şəkildə göstərilən 1504 nömrəli hadisə sərt enməyə uyğundur (şəkil 1).



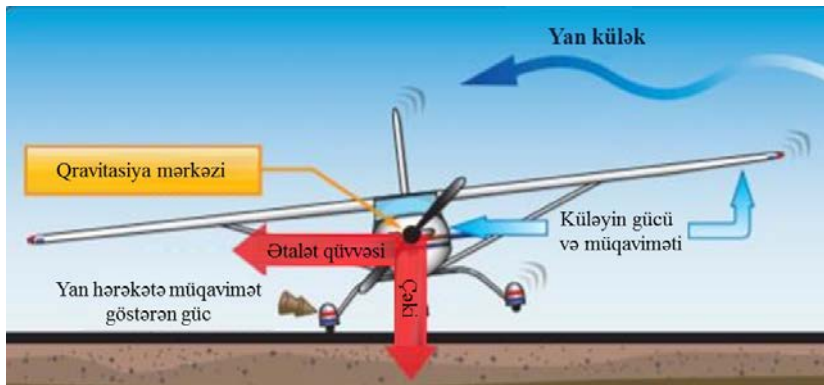
Şəkil 1. Sərt enmə – hadisə 1504

Təyyarənin UI-nin “AirFASE” proqramında təhlili zamanı sərt enmə hadisəsi aşkarlanmışdır. Hadisə orta təhlükəlilik dərəcəsində olduğu üçün təyyarədə texniki işlər aparılmır. Təhlilin nəticəsi olaraq sərt enmə hadisəsinin baş verməsinə səbəb olan əvvəlcə baş vermiş digər hadisələri görürük: 1111 - enmə zamanı tanqajın təcilinin böyük olması, 1408 - yerə toxunma zamanı şaquli sürətin çox olması, 1817 - təyyarənin UEZ-ə tez oturması hadisələrinin baş verməsi öz növbəsində sərt enmə hadisəsinə səbəb olmuşdur.

Sürüşmə bucağı ilə enmə və ya krabsayağı enmə (Touchdown in a drift or crab). Bəzən son yaxınlaşma fəzasında yandan əsən küləyin təsiri ilə sürüşmə effektini neytrallaşdırmaq lazım gəlir. Bu halda təyyarə sürüşmə bucağı ilə enir və yana doğru hərəkət edərək yerə toxunur. Təyyarə UEZ-də həddindən artıq yan yüklənməyə məruz qalır və yüklənmə kifayət qədər güclü olarsa struktur nasazlığına səbəb ola bilər. Sürüşmənin qarşısının almağın ən təsirli üsulu qanadaxacıqları aşağı (müəyyən kren bucağı ilə) enmə üsuludur. Bu üsul təyyarənin uzununa oxunu həm UEZ, həm də yaxınlaşma və enmə zamanı hərəkət istiqaməti ilə eyniləşdirir [4].

Pilot yan küləklə enmə zamanı sürüşmənin qarşısını almaq üçün adekvat kompensasiyaedici tədbirlər görmürsə, əsas təkərlərin şintləri yerə nisbətən təyyarənin yana doğru hərəkətinə müqavimət göstərir. Nəticə etibarilə, təyyarənin istənilən yan sürəti kəskin şəkildə yavaşlayır. Şəkil 2-də göstərilən ətalət qüvvəsi səbəbindən təyyarənin sağa sürüşməsi təsvir olunmuşdur.

Yan külək əsas təkərin yerə toxunduğu anda təyyarəni aşmağa meyilli hal yaradır. Külək qanadın ucunu bu anın hərəkəti ilə qaldırırsa, enmə zamanı bütün ağırlıq bir əsas təkər tərəfindən qəbul edilir. Bu təyyarənin struktur zədələnməsinə səbəb ola bilər. Çarpaz külək əsas təkərlərin arxasındakı gövdə səthinə təsir edərək təyyarəni küləyə doğru əyilməyə meyl etdirə bilər. Bu da enmə vaxtı təyyarənin UEZ-də istiqamətinin bir neçə dəfə dəyişməsi ilə nəticələnir [1].

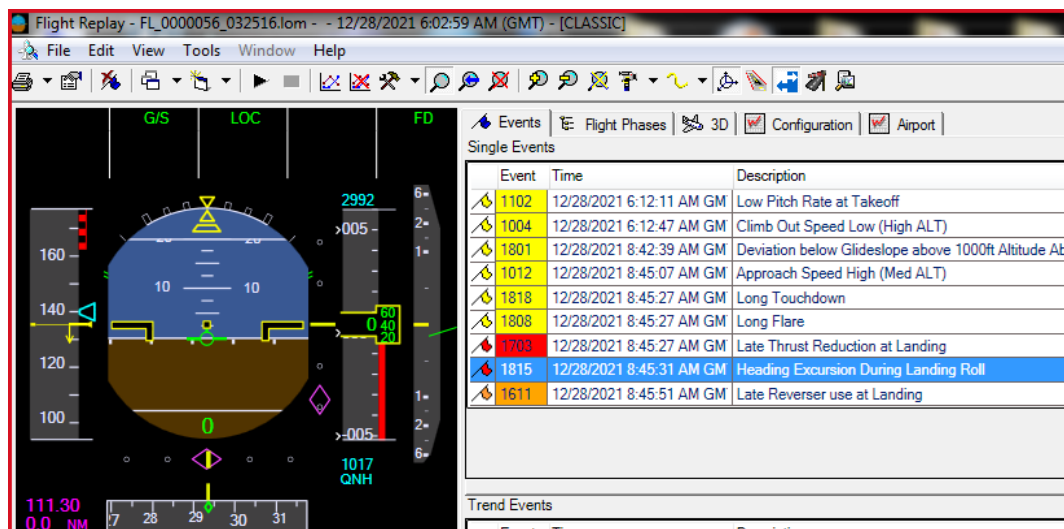


Şəkil 2. Yan küləyin təsiri altında sürüşmə bucağı ilə enmə

Sürüşmə bucağı ilə enmə və ya krabsayağı enmə hadisəsinin FDM programında təhlili.

“Analysis” modulundan istifadə edərək sürüşmə bucağı ilə enmə (1815) hadisənin baş verdiyi uçuşa baxaq.

Hadisənin baş verməsinə səbəb enmə zamanı “ROLL ANGLE” parametri $+2^\circ$ dərəcə olmasıdır, yəni təyyarə UEZ-ə enərkən sağ qanadı yuxarı şəkildə enir. Bunun səbəbi isə yan küləyin olmasıdır, küləyin əsmə istiqaməti “WIND DIRECTION” parametri 230° -dir. Yandan əsən küləyin təsiri nəticəsində təyyarə sürüşmə ilə enir (şəkil 3).

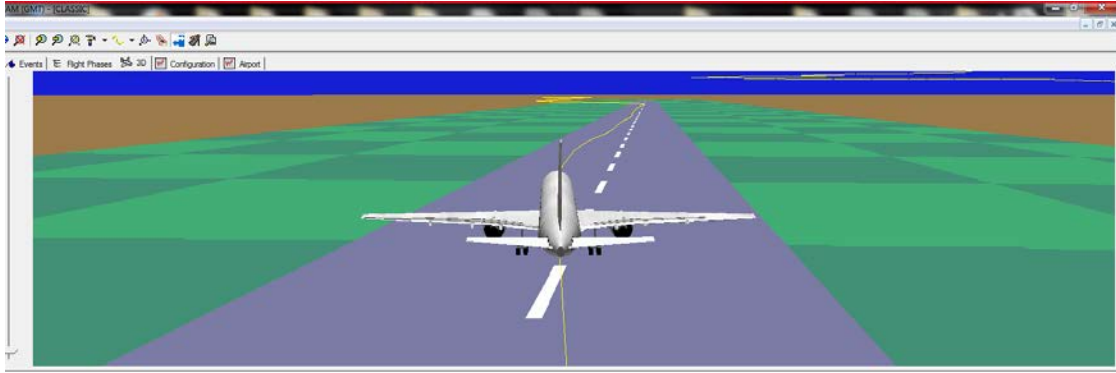


Şəkil 3. Enmə zamanı kursdan yayınma

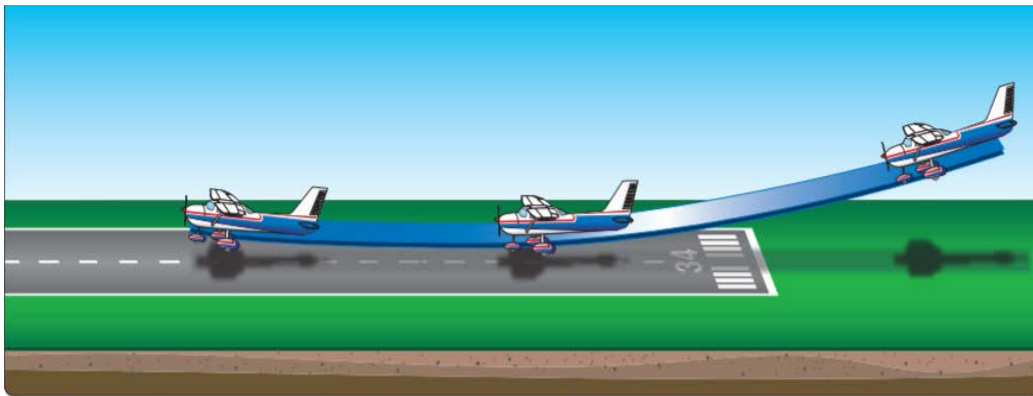
“3Dview” pəncərəsindən istifadə etməklə vizual olaraq təyyarənin UEZ-ə necə sürüşmə ilə endiyini görə bilərik (şəkil 4).

Təyyarənin enməsi mümkün olmadıqda havada süzülmə (Floating during round out).

Son yaxınlaşma fazasında təyyarənin sürəti həddindən artıq olarsa, bu adətən təyyarənin süzülməsi ilə nəticələnir. Enməzdən öncə təyyarə nəzərdə tutulan enmə nöqtəsini xeyli keçmiş ola bilər (şəkil 5). Bu zaman UEZ-nin uzunluğu kifayət etməyəcəkdir. Təyyarə lazımı nöqtədə yerə enməyə son yaxınlaşdıqda, hava sürətində nəzərə çarpacaq dərəcədə artım müşahidə olunur. Həddindən artıq hücum bucağı və qaldırma qüvvəsi yaratmadan müvafiq yerə enmə mümkün deyil [3,1].



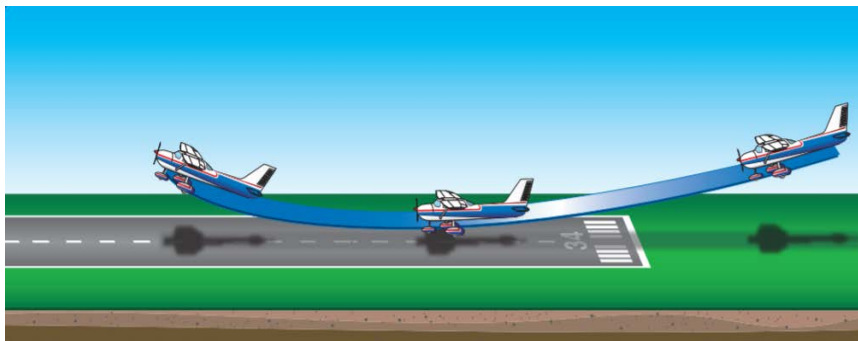
Şəkil 4. “3D view” pəncərəsi



Şəkil 5. Təyyarənin enməsi mümkün olmadıqda havada süzülmə hadisəsi

Təyyarə UEZ-də süzülmə hərəkətində olduqda sürət, hündürlük və enmə dərəcəsi ilə bağlı mühakimə xüsusilə sərt olmalıdır. Bu zaman tədricən tanqaj bucağı tənzimlənir. Beləliklə, enmə anında lazımı enmə mövqeyi əldə edilir. Süzülmənin aradan qaldırılması çarpaz küləyin təsirindən, süzülmənin dərəcəsi və UEZ-in yerdə qalan uzunluğundan asılıdır. Uzun müddətli süzülmə əhəmiyyətli dərəcədə UEZ-nin uzunluğundan istifadə etdiyinə görə, xüsusilə qısa uçuş zolaqlarında və ya güclü çarpaz küləklərdə bundan yayınmaq lazımdır.

Enmə mümkün olmadıqda hündürlük yığılma (Ballooning during round out). Pilot enmə zamanı sürəti səhv qiymətləndirirsə və təyyarənin lazım olduğundan daha sürətli endiyini düşünürsə, kren və hücum bucağını çox sürətlə artmağa meyl edir. Bu, tək cə enməni dayandırır, həm də təyyarə yenidən hündürlük yığılmağa başlayır. Enmə mümkün olmadığı zaman bu hadisə hündürlüyün yığılması (ballooning) kimi tanınır (şəkil 6). Bu cür uçuş təhlükəlidir. Belə ki, yerdən olan hündürlük artır və təyyarə sürətlə toxunma nöqtəsinə yaxınlaşır.



Şəkil 6. Enmə mümkün olmadıqda hündürlük yığılma

Toxunma zamanı sıçrayış (Bouncing during touchdown). Təyyarənin enmə bucaqlarının düzgün tənzimlənməməsi və ya həddindən artıq enmə sürəti olduqda yerə kəskin zərbə ilə

toxunması nəticəsində yenidən havaya sıçrayır. Təyyarənin təkərləri və zərbə dayaqları yay hərəkəti təmin etdiyinə görə təyyarə rezin top kimi sıçramır (şəkil 7). Bunun əvəzinə onun təkərləri UEZ-dən aralanır. Qanadın hücum bucağı qəfil artır və əlavə qaldırma qüvvəsi meydana gəlir.



Şəkil 7. Toxunma zamanı sıçrayış

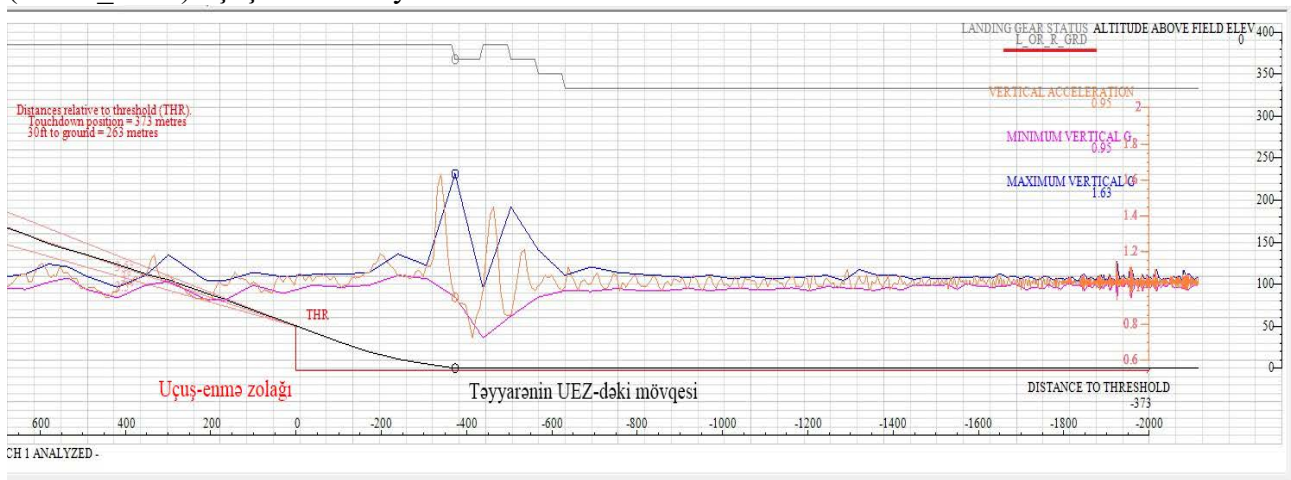
Təyyarə toxunma nöqtəsindən əvvəl yerlə təmasda olduqda sıçrayış baş verir. Demək olar ki, hər zaman qanadaxıcıqlarında həddindən artıq təzyiq müşahidə olunur. Bu, adətən pilotun təyyarənin lazımi toxunma nöqtəsində olmadığını çox gec başa düşməsinin nəticəsidir.

Hər hansı bir sıçrayış baş verdikdə, xüsusilə də çarpaz külək olduqda həddindən artıq ayıqlıq nümayiş etdirilməlidir. Təyyarənin bir əsas təkəri UEZ-ə toxunanda, digər təkər dərhal sonra aşağı toxunur və qanadlar düzləşirlər. Sıçrayış güclü olduqda, ən təhlükəsiz əməliyyat dərhal ikinci dövrəyə getmək və enməni həyata keçirməməyə çalışmaq lazımdır.

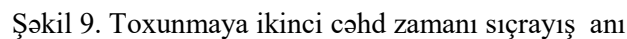
Toxunma zamanı sıçrayış hadisəsinin FDM proqramında təhlili. “Analysis” modulundan istifadə edərək toxunma zamanı sıçrayış (1906) hadisənin baş verdiyi uçuşlara baxaq.

Şəkillərdə təhlil edilən uçuşun konfigurasiya pəncərəsi göstərilmişdir. Enmə zamanı sıçrayış hadisəsi baş vermişdir və təyyarə UEZ-yə toxunaraq iki dəfə havaya sıçradıqdan sonra enməni tamamlaya bilmişdir [3].

Şəkil 8-də enməyə ilk cəhd zamanı sol və ya sağ təkərlərdən birinin UEZ-yə toxunub (L_OR_R_GRD) təyyarə yenidən sıçrayaraq havaya qalxır (FULL_AIR). Daha sonra, enməyə ikinci cəhd zamanı da eyni hadisə baş verir (şəkil 9). Sonuncu cəhd zamanı isə artıq təyyarənin arxa təkərləri UEZ-ə oturur (L_R_GRD) və daha sonra təyyarənin bütün təkərləri UEZ üzərində oturaraq (FULL_GRD) uçuşu tamamlayır.



Şəkil 8. Toxunmaya birinci cəhd zamanı sıçrayış anı



ƏDƏBİYYAT

1. https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/airplane_handbook/media/10_afh_ch8.pdf
2. Səmədov Ə.S., İsmayilov İ.M., Kərimov S.M. Aviasiya informasiya-idarəetmə sistemləri. (2 cild. Müasir hava gəmilərinin nəzarət və idarəetmə sistemləri). Dərs vəsaiti. Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, 2017, 214 s.
3. <https://www.aviationsafetyplatform.com/article/flight-data-monitoring-fdm-programs>
4. <https://www.businessinsider.com/why-airplane-takeoff-landing-are-dangerous-flight-2019-12>

1. https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/airplane_handbook/media/10_afh_ch8.pdf
2. Samadov A.S., Ismayılov I.M., Karimov S.M. Aviasiya informasiya-idareetme sistemleri. (2 cild. Muasir hava gemilerinin nezaret və idareetme sistemleri). Ders vesaiti. Milli Aviasiya Akademiyası, Bakı, 2017, 214 s.
3. <https://www.aviationsafetyplatform.com/article/flight-data-monitoring-fdm-programs>
4. <https://www.businessinsider.com/why-airplane-takeoff-landing-are-dangerous-flight-2019-12>

The most responsible stage of the flight is the landing stage, which contains a number of inherent problems. In order to eliminate these problems, the characteristics of the landing had been studied as the result of analysis of flight data by using modern application of information

technologies. As a result, many recommendations were made to ensure a safe landing of the aircraft.

Keywords: information technology, aviation system, aircraft, runway, aviation accidents, flight data, landing system, flight data monitoring.

Rəyçi: *t.f.d., dos. H.B. Babayev*

Müəlliflər haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
İsmayılov İsmayıl Mahmud oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aerokosmik informasiya sistemləri” kafedrasının müdiri, AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d., prof.	ismayil.maa@gmail.com (+994) 50 387-02-79
Həbibullayeva Ülkər Vüqar qızı	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aerokosmik informasiya sistemləri” kafedrasının magistrı	hebibullayevaulker@gmail.com (+994) 77 523-22-10
Binnətəliyeva Turanə Vahid qızı	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aerokosmik informasiya sistemləri” kafedrasının müəllimi	turane98@bk.ru (+994) 51 391-01-21