

საფრენი აპარატების ტექნიკური მომსახურების გაუმჯობესება და უსაფრთხოების ზომების გაზრდა

ბიძინა აბესაძე¹, ცეზარი გაბაძე²

^{1,2} საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი

ქეთევან დედოფლის გამზირი №16, 0103 თბილისი, საქართველო

რეზიუმე: საჰაერო ტრანსპორტი თანამედროვე სამყაროს ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი სფეროა, რომელიც უზრუნველყოფს გლობალური ეკონომიკური, კულტურული და ტექნოლოგიური ურთიერთობების უწყვეტობას. ფრენების რაოდენობის ზრდამ ბოლო ათწლეულებში მნიშვნელოვნად გაზარდა უსაფრთხოებისადმი მოთხოვნა და ტექნიკური მომსახურების ხარისხის მნიშვნელობა. ნაშრომში განხილულია ავიაციის ტექნიკური მომსახურების სისტემის როლი საფრენი აპარატების უსაფრთხო ექსპლუატაციაში, საერთაშორისო სტანდარტების გავლენა და ტექნოლოგიური ინოვაციები, რომლებიც ხელს უწყობს ავარიული შემთხვევების პრევენციას.

მოცემულია საერთაშორისო ორგანიზაციების ICAO, IATA და EASA რეგულაციებზე დაფუძნებული ანალიზი, ასევე განხილულია კონკრეტული ავიაკატასტროფების მიზეზები არასათანადოდ ჩატარებული მომსახურების ტექნიკური მაგალითზე. შედეგები მიუთითებს, რომ უსაფრთხოების მაღალი დონე მიიღწევა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ტექნიკური მომსახურება ეფუძნება მონაცემებზე დამყარებულ პროგნოზირებად მოდელს, პროფესიული განათლების უწყვეტ პროცესს და თანამედროვე ციფრულ ტექნოლოგიებს. კვლევა ადასტურებს, რომ უსაფრთხოების კულტურის გაძლიერება და ინოვაციური მიდგომების დანერგვა აუცილებელია საქართველოსა და გლობალური ავიაციის მდგრადი განვითარებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ავიაცია, უსაფრთხოება, ტექნიკური მომსახურება, რისკის მართვა, ინოვაცია.

შესავალი

საჰაერო ტრანსპორტის განვითარება კაცობრიობის ისტორიაში ერთ-ერთ უდიდეს მიღწევად მიიჩნევა. 1903 წელს ძმები რაიტების პირველი წარმატებული ფრენიდან დღემდე ავიაცია იქცა ტექნოლოგიური პროგრესისა და გლობალური ინტეგრაციის სიმბოლოდ [1]. თვითმფრინავებმა რადიკალურად შეცვალეს გადაადგილების, კომერციისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფორმა. დღესდღეობით მსოფლიოს მოსახლეობის მილიარდობით ადამიანი სარგებლობს საჰაერო ტრანსპორტით, ხოლო ფრენების წლიური რაოდენობა, მაგალითად, 2023 წლისთვის 40 მილიონს აღემატება [8].

თანამედროვე ავიაციის სწრაფი ზრდა ქმნის მნიშვნელოვან გამოწვევებს უსაფრთხოების მიმართულებით. მიუხედავად იმისა, რომ თვითმფრინავი, სტატისტიკურად, ითვლება ყველაზე უსაფრთხო სატრანსპორტო საშუალებად [9], ავიაკატასტროფების მიზეზების ანალიზი

ცხადყოფს, რომ მათ შორის მნიშვნელოვანი წილი უკავშირდება ტექნიკურ გაუმართაობებსა და მომსახურების სისტემის ხარვეზებს [10].

საჰაერო ტრანსპორტის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა მოითხოვს მკაფიოდ განსაზღვრულ რეგულაციებსა და სტანდარტებს. საერთაშორისო სამოქალაქო ავიაციის ორგანიზაცია (ICAO) ქმნის ნორმატიულ ჩარჩოს, რომელიც განსაზღვრავს ტექნიკური მომსახურების, სერტიფიცირების და ოპერაციული კონტროლის ძირითად პრინციპებს [6, 7]. ევროპის საავიაციო უსაფრთხოების სააგენტო (EASA) და საერთაშორისო საჰაერო ტრანსპორტის ასოციაცია (IATA) ავითარებენ დამატებით პროგრამებს და სტატისტიკურ მონიტორინგს, რაც საშუალებას იძლევა შეფასდეს ავიაკომპანიების უსაფრთხოების მაჩვენებლები გლობალურ დონეზე [9].

ტექნიკური მომსახურება წარმოადგენს ფრენის უსაფრთხოების მთავარ საყრდენს. თვითმფრინავის თითოეული კომპონენტი, ძრავიდან დაწყებული, მართვის სისტემებით დასრულებული, საჭიროებს რეგულარულ შემოწმებას და პროფილაქტიკას [14]. ნებისმიერი გადახრა ან დაუდევრობა ტექნიკურ ოპერაციებში შეიძლება გახდეს ავარიის წინაპირობა. სწორედ ამიტომ, ტექნიკური მომსახურება უნდა ემყარებოდეს მკაცრ რეგლამენტაციას, მაღალკვალიფიციურ პერსონალსა და თანამედროვე ტექნოლოგიებს.

დღეს აქტიურად მიმდინარეობს ტექნიკური მომსახურების სისტემის გარდაქმნა ტრადიციული პერიოდული შემოწმებიდან პროგნოზირებად და მონაცემებზე დაფუძნებულ მოდელზე (Predictive Maintenance), რომელიც უზრუნველყოფს გაუმართაობის იდენტიფიცირებას მანამდე, სანამ ის რეალურ საფრთხედ იქცევა [13]. ეს მიდგომა ეფუძნება ინტერნეტზე დაკავშირებული სენსორების (IoT) და ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებას, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის დიაგნოსტიკის სიზუსტესა და ეფექტიანობას [14].

საქართველოსთვის, როგორც სწრაფად განვითარებადი ავიაციის ქვეყნისთვის, აღნიშნული საკითხი განსაკუთრებით აქტუალურია. ქვეყნის საჰაერო სივრცეში საერთაშორისო ფრენების ინტენსივობა ყოველწლიურად იზრდება, რაც მოითხოვს ტექნიკური მომსახურების სისტემების გაძლიერებას, რეგულაციების შესაბამისობას საერთაშორისო სტანდარტებთან და ავიაციის სპეციალისტთა გადამზადებას [2, 3].

ნაშრომის მიზანია გამოკვლეულ იქნას საფრენი აპარატების ტექნიკური მომსახურების გაუმჯობესების გზები, უსაფრთხოების მართვის სისტემების მნიშვნელობა და თანამედროვე ტექნოლოგიური მიდგომების ინტეგრაციის შესაძლებლობები, როგორც საქართველოს, ისე საერთაშორისო კონტექსტში.

ძირითადი ნაწილი

საჰაერო ტრანსპორტის განვითარება მე-20 საუკუნის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს მიღწევად იქცა. თავდაპირველად თვითმფრინავების კონსტრუქცია ეფუძნებოდა მარტივ მექანიკურ პრინციპებს და მათი ტექნიკური მომსახურება ძირითადად მოიცავდა ვიზუალურ შემოწმებასა და მარტივი მექანიკური დეტალების შეცვლას. თუმცა, ფრენის სიხშირისა და აპარატების სირთულის ზრდასთან ერთად, ტექნიკური მომსახურების როლი გადაიზარდა სტრატეგიულ, უსაფრთხოების კრიტიკულ კომპონენტად [1].

1940–50-იან წლებში, როდესაც დაიწყო რეაქტიული ძრავების ეპოქა, ტექნიკური მომსახურება გახდა სტრუქტურირებული და რეგლამენტირებული პროცესი. ამ პერიოდში ჩამოყალიბდა საერთაშორისო სტანდარტები, რომლებიც განსაზღვრავდა ავიაციის ტექნიკური ოპერაციების შესრულების წესებს. შემუშავდა გეგმური შემოწმების ციკლები (A-check, B-check, C-check, D-check), რომელთა მიზანი იყო თითოეული კომპონენტის გამართულობისა და ფრენის უსაფრთხოების გარანტია [14].

თანამედროვე ეპოქაში ავიაციის ტექნიკური მომსახურება მოიცავს არა მხოლოდ აპარატურის შეკეთებას, არამედ პრევენციული კონტროლის სისტემებსაც. მონაცემთა შეგროვება რეალურ დროში, ავტომატური დიაგნოსტიკა, condition-based maintenance და ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმები უკვე წარმოადგენს ტექნიკური სისტემების განუყოფელ ნაწილს [9, 13].

ტექნიკური მომსახურების ეფექტიანობის ზრდა განაპირობებს ფრენის უსაფრთხოების მაღალ დონეს. მაგალითად, IATA-ს მონაცემებით, იმ ავიაკომპანიებში, რომლებმაც დანერგეს უსაფრთხოების მართვის სისტემა (Safety Management System — SMS), ავარიულ შემთხვევათა მაჩვენებელი 40%-ით შემცირდა 10-წლიანი პერიოდის განმავლობაში.

საერთაშორისო სტანდარტები და რეგულაციური სტრუქტურები:

საჰაერო ტრანსპორტის უსაფრთხოება ეფუძნება მკაცრ საერთაშორისო რეგულაციებს. მთავარი ორგანოები, რომლებიც პასუხისმგებელნი არიან ამ სფეროზე, არის:

- ICAO (International Civil Aviation Organization) — განსაზღვრავს საერთაშორისო ნორმებსა და რეკომენდაციებს (SARPs), რომლებიც შემდგომ ინერგება წევრ ქვეყნებში.
- IATA (International Air Transport Association) — ახორციელებს ავიაკომპანიების ოპერაციულ და ტექნიკურ სტანდარტიზაციას.
- EASA (European Union Aviation Safety Agency) — რეგულირებს ევროკავშირის ფარგლებში მოქმედი ავიაციის უსაფრთხოების პოლიტიკას [2, 6, 7, 11].

ICAO-ს Annex 6 განსაზღვრავს საჰაერო ხომალდის ექსპლუატაციის უსაფრთხოების მოთხოვნებს, ხოლო Annex 8 ეხება თვითმფრინავის ფრენის ტექნიკურ კრიტერიუმებს. ორივე დოკუმენტი მკაფიოდ განსაზღვრავს, რომ ტექნიკური მომსახურება უნდა განხორციელდეს მხოლოდ სერტიფიცირებული სპეციალისტების მიერ, ხოლო ყველა პროცედურა უნდა იყოს დოკუმენტირებული და შემოწმებადი [6, 7].

საქართველოს საავიაციო სააგენტო, როგორც ICAO-ს წევრი ქვეყნის ორგანო, ახორციელებს შესაბამისი საერთაშორისო ნორმების იმპლემენტაციას ადგილობრივ რეგულაციებში. საქართველოს „სამოქალაქო ავიაციის კოდექსი“ განსაზღვრავს ტექნიკური მომსახურების ორგანიზაციების სერტიფიცირების წესებს და მათ კონტროლს.

საერთაშორისო სტანდარტების ერთიანი სისტემის არსებობა უზრუნველყოფს არა მხოლოდ უსაფრთხო ფრენას, არამედ ტექნიკური ოპერაციების ერთგვაროვნებას გლობალურ მასშტაბზე. მაგალითად, Boeing 737 ტიპის თვითმფრინავის შემოწმება თბილისის საერთაშორისო აეროპორტში უნდა ემთხვეოდეს იმავე პროცედურებს, რომლებიც გამოიყენება ფრანკფურტის ან ტოკიოს აეროპორტებში.

ტექნიკური მომსახურების სისტემის ოპტიმიზაცია და ინოვაციური მიდგომები:

ტექნიკური მომსახურების ოპტიმიზაცია გულისხმობს რესურსების რაციონალურ გამოყენებას, დროის შემცირებას და უსაფრთხოების მაქსიმალურ შენარჩუნებას. ტრადიციულად ტექნიკური შემოწმება ხდებოდა ფიქსირებული ინტერვალებით, რაც ხშირად იწვევდა ზედმეტ ხარჯებს ან არასაჭირო სამუშაოებს.

თანამედროვე მიდგომა ეფუძნება პროგნოზირებად და მონაცემებზე დაფუძნებულ მომსახურებას (Predictive Maintenance). თვითმფრინავების ბორტზე არსებული სენსორები მუდმივად აგზავნიან ინფორმაციას ძრავების ტემპერატურაზე, ვიბრაციაზე, წნევაზე და სხვა პარამეტრებზე. ეს მონაცემები იწერება ცენტრალურ სერვერზე და სპეციალური ალგორითმების მეშვეობით ხდება ანომალიების იდენტიფიცირება მანამდე, სანამ რეალური გაუმართაობა მოხდება [14].

ამ სისტემამ მნიშვნელოვნად შეამცირა დაუგეგმავი შეკეთებების რაოდენობა. მაგალითად, Airbus A350 მოდელის შემთხვევაში გამოყენებული „Airman“ პლატფორმა საშუალებას იძლევა ტექნიკურმა პერსონალმა მიიღოს შეტყობინება ნებისმიერი მცირე გადახრის შესახებ ძრავის პარამეტრებში, რაც ზრდის ფრენის უსაფრთხოებას და ამცირებს ექსპლუატაციის ხარჯებს [8, 10].

გარდა ამისა, ტექნიკური პერსონალის მომზადება და რეგულარული ტრენინგი წარმოადგენს უსაფრთხოების სისტემის უმნიშვნელოვანეს რგოლს. თანამედროვე ავიაკომპანიები იყენებენ ვირტუალურ სიმულატორებს, რომლითაც ტექნიკოსებს შეუძლიათ ისწავლონ გაუმართაობების მოდელირება და რეაგირება კრიტიკულ სიტუაციებში რეალური საფრთხის გარეშე.

უსაფრთხოების მართვის თანამედროვე მიდგომა ეფუძნება პრინციპს, რომ ინციდენტის თავიდან აცილება უფრო იაფი და ეფექტიანია, ვიდრე მისი შედეგების ლიკვიდაცია. რისკის მართვა მოიცავს საფრთხეების იდენტიფიცირებას, შეფასებასა და პრიორიტეტების მინიჭებას.

ICAO-ს რეკომენდაციის მიხედვით, ყველა ავიაკომპანიას უნდა ჰქონდეს Safety Management System (SMS), რომელიც მოიცავს ოთხ ძირითად კომპონენტს [11, 13]:

1. უსაფრთხოების პოლიტიკა და მიზნები;
2. რისკების იდენტიფიკაცია და შეფასება;
3. უსაფრთხოების უზრუნველყოფა;
4. უწყვეტი გაუმჯობესება.

სისტემური მიდგომა გულისხმობს, რომ ყოველი ინციდენტი განიხილება როგორც სასწავლო შემთხვევა. მაგალითად, მცირე ტექნიკური შეფერხება შეიძლება გახდეს მიზეზი უფრო ფართო ანალიზისა, რომლის შედეგადაც ხდება პროტოკოლების კორექტირება.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ადამიანურ ფაქტორს, რომელიც ხშირად წარმოადგენს ავარიების მთავარ მიზეზს. კვლევების თანახმად, საავიაციო ინციდენტთა 70%-ზე მეტი გამოწვეულია ადამიანური შეცდომით, იქნება ეს ტექნიკოსის, დისპეტჩერის თუ ეკიპაჟის წევრის მხრიდან [12, 15]. ამდენად, უსაფრთხოების კულტურის განვითარება და თანამშრომელთა პასუხისმგებლობის ზრდა აუცილებელია ეფექტიანი ტექნიკური სისტემის ფუნქციონირებისთვის.

ავარიული შემთხვევების ანალიზი და გამომწვევი მიზეზები:

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში დაფიქსირებული ავიაკატასტროფების ანალიზი ცხადყოფს, რომ უმეტეს შემთხვევაში მიზეზი არის ტექნიკური გაუმართაობა, რომელიც დროულად ვერ იქნა აღმოჩენილი.

მაგალითად:

- Asiana Airlines-ის რეისი 214 — ეკიპაჟის შეცდომამ და არასათანადო ტექნიკურმა კონტროლმა გამოიწვია თვითმფრინავის დაშვება ასაფრენ-დასაფრენ ზოლზე უფრო ადრე, რის შედეგადაც მოხდა თვითმფრინავის დაზიანება;
- United Airlines-ის რეისი 232 — ძრავის მექანიკური გაუმართაობა გამოწვეული იყო კონსტრუქციის დეფექტით, რომელიც ვერ იქნა გამოვლენილი ტექნიკური შემოწმებისას [10];
- Ethiopian Airlines-ის რეისი 961 — წნევის დაკარგვა სალონში და ტექნიკური პრობლემისას არასწორი რეაგირება გახდა კატასტროფის მიზეზი.

ამ შემთხვევებმა აჩვენა, რომ აუცილებელია მრავალდონიანი კონტროლის სისტემა, რომელიც მოიცავს როგორც ტექნიკურ დიაგნოსტიკას, ისე ეკიპაჟის მომზადების მაღალი სტანდარტებს.

თანამედროვე მიდგომით, ავიაკომპანიები ქმნიან Flight Data Monitoring (FDM) სისტემებს, რომლებიც აგროვებენ ფრენის მონაცემებს და იძლევიან ანალიზის საშუალებას ყოველი ფრენის შემდეგ. ეს მონაცემები საშუალებას იძლევა წინასწარ გამოვლინდეს არასტაბილური პროცესები, რაც მნიშვნელოვანად ამცირებს ინციდენტების ალბათობას.

ტექნოლოგიური ინოვაციები ტექნიკურ მომსახურებაში:

ინოვაციები წარმოადგენს ავიაციის განვითარების მთავარ მამოძრავებელ ძალას. ტექნიკური მომსახურების სფეროში ბოლო წლებში განსაკუთრებით აქტუალური გახდა შემდეგი მიმართულებები:

1. IoT და დისტანციური მონიტორინგი – თვითმფრინავების ნაწილებში ჩამონტაჟებული სენსორები მუდმივად აგზავნიან მონაცემებს მიწის სერვერებზე, რაც იძლევა რეალურ დროში დიაგნოსტიკის შესაძლებლობას [13, 14].
2. ხელოვნური ინტელექტი და Machine Learning – პროგნოზირებადი ალგორითმები იყენებენ წარსულ მონაცემებს გაუმართაობის ალბათობის განსასაზღვრად.
3. Augmented Reality (AR) ტექნოლოგიები – ტექნიკოსები იყენებენ ჭკვიან სათვალეებს, რომლებსაც შეუძლიათ აჩვენონ დეტალური ინსტრუქციები სამუშაოს შესრულებისას.
4. 3D ბეჭდვა – გარკვეული კომპონენტების სწრაფი წარმოება ადგილზე ამცირებს ლოდინის დროს და ზრდის ოპერაციულ მოქნილობას.

ასეთი ტექნოლოგიების დანერგვა ზრდის სანდობას, ამცირებს ადამიანურ შეცდომას და უზრუნველყოფს უსაფრთხო ექსპლუატაციას.

ტექნიკური მომსახურების ხარისხი დამოკიდებულია არა მხოლოდ ტექნოლოგიაზე, არამედ ადამიანზე, რომელიც ამ სისტემებს მართავს. ტექნიკოსების რეგულარული გადამზადება,

სერტიფიცირება და უნარების შეფასება წარმოადგენს უსაფრთხოების კულტურის მთავარ ბირთვს.

საერთაშორისო პრაქტიკაში მიღებულია „Just Culture“-ის კონცეფცია, რომელიც მოითხოვს ღიად აღიარებასა და შეცდომების ანალიზს სასჯელის გარეშე, რაც ხელს უწყობს გამოცდილების გაზიარებას და სისტემური შეცდომების აღმოფხვრას [11, 15].

საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი და სხვა სპეციალიზებული ცენტრები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ტექნიკური პერსონალის მომზადებაში, რაც პირდაპირ აისახება ეროვნული ავიაციის უსაფრთხოებაზე [3].

გლობალური თანამშრომლობა და უსაფრთხოების კულტურის განვითარება:

გლობალური ავიაციის უსაფრთხოების სისტემა ეფუძნება თანამშრომლობას, ინფორმაციის გაზიარებას ავიაკომპანიებს, მწარმოებლებს, ტექნიკურ სააგენტოებსა და რეგულატორებს შორის. უსაფრთხოების კულტურა არ განისაზღვრება მხოლოდ რეგულაციებით, ის ეფუძნება მენეჯმენტის ღირებულებებს, ორგანიზაციულ სტრუქტურასა და პროფესიული ეთიკის სტანდარტებს.

უსაფრთხოების მართვის სისტემის მიზანია შექმნას გარემო, სადაც ყოველი თანამშრომელი აცნობიერებს საკუთარ როლს საერთო უსაფრთხოების უზრუნველყოფაში. მხოლოდ ამ გზითაა შესაძლებელი თანამედროვე საფრენი აპარატების საიმედო და უსაფრთხო ექსპლუატაცია გლობალურ დონეზე.

დასკვნა

საჰაერო ტრანსპორტი წარმოადგენს თანამედროვე სამყაროს ერთ-ერთ უმთავრეს საყრდენს, რომელიც განსაზღვრავს გლობალური ეკონომიკის, ტურიზმისა და ტექნოლოგიური განვითარების დინამიკას. მისი უსაფრთხო და საიმედო ფუნქციონირება დამოკიდებულია არა მხოლოდ თანამედროვე ინჟინერიაზე, არამედ სწორად ორგანიზებულ ტექნიკურ მომსახურებაზე და უსაფრთხოების მართვის კულტურაზე.

კვლევის შედეგად დასტურდება, რომ ტექნიკური მომსახურება წარმოადგენს ფრენის უსაფრთხოების ერთ-ერთ ყველაზე კრიტიკულ ფაქტორს. ყოველი გაუმართაობა, თუნდაც უმნიშვნელო დეტალის დონეზე, შეიძლება გადაიზარდოს კატასტროფულ შედეგებში, ამიტომ აუცილებელია ტექნიკური პროცესების სრული სტანდარტიზაცია და მკაცრი კონტროლი.

საერთაშორისო გამოცდილება აჩვენებს, რომ უსაფრთხოების მართვის სისტემების (SMS) დანერგვა და მონაცემებზე დაფუძნებული ტექნიკური მომსახურება მნიშვნელოვნად ამცირებს ინციდენტებისა და ავარიების რაოდენობას. IoT სენსორები და ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება ქმნის ახალ სტანდარტს, რომლის მიზანია საფრთხეების იდენტიფიცირება მანამდე, სანამ ისინი გადაიზრდებიან რეალურ პრობლემებში.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ადამიანურ ფაქტორს, ტექნიკური პერსონალის პროფესიონალიზმს, პასუხისმგებლობასა და უწყვეტ განათლებას. თანამედროვე პირობებში ტექნიკოსი მხოლოდ შემსრულებელი აღარ არის. ის არის უსაფრთხოების სისტემის სრულფასოვანი მონაწილე, რომელსაც ეკისრება დიდი ტექნიკური და ეთიკური

პასუხისმგებლობა. სწორედ ამიტომ, აუცილებელია რეგულარული ტრენინგები, საერთაშორისო სერტიფიკაციის პროგრამები და ცოდნის განახლების უწყვეტი პროცესი.

ეკონომიკური ეფექტიანობისა და უსაფრთხოების ბალანსის შენარჩუნება ასევე წარმოადგენს მნიშვნელოვანი გამოწვევას. ტექნიკური მომსახურების ხარჯების შემცირება არ უნდა აისახოს უსაფრთხოების ხარისხზე. ამ მიზნის მისაღწევად საჭიროა ოპტიმიზაციის მოდელების დანერგვა, რომლებიც ეყრდნობა სტატისტიკურ ანალიზს და რეალურ მონაცემებს თვითმფრინავების მდგომარეობის შესახებ.

კვლევა ადასტურებს, რომ უსაფრთხოების მაღალი დონე მიღწევადია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ტექნიკური, ორგანიზაციული და ადამიანური ფაქტორები თანმიმდევრულად და ჰარმონიულად მუშაობენ. უსაფრთხოება არ არის ერთჯერადი მიზანი ის არის უწყვეტი პროცესი, რომელიც მოითხოვს მუდმივ მონიტორინგს, შეფასებასა და გაუმჯობესებას. გლობალური თანამშრომლობა, საერთაშორისო სტანდარტების დაცვა და ინოვაციური ტექნოლოგიების ინტეგრაცია ქმნის იმ საფუძველს, რომელიც უზრუნველყოფს საავიაციო ინდუსტრიის უსაფრთხო მომავალს.

საქართველოსთვის, როგორც ავიაციის თვალსაზრისით განვითარებადი ქვეყნისთვის, ეს მიდგომა განსაკუთრებით აქტუალურია. ტექნიკური მომსახურების სისტემის დახვეწა, სპეციალისტების გადამზადება და საერთაშორისო პრაქტიკის ინტეგრირება არის აუცილებელი წინაპირობა, რათა საქართველოს საჰაერო სივრცე დარჩეს უსაფრთხო, საიმედო და კონკურენტუნარიანი გლობალურ ბაზარზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. საჰაერო ხომალდების ტექნიკური მომსახურების ორგანიზაცია და უსაფრთხოების მართვის სისტემები. თბილისი: საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი, 2023;
2. საქართველოს სამოქალაქო ავიაციის სააგენტო. *სამოქალაქო ავიაციის კოდექსი*. თბილისი, 2019;
3. ქავთარაძე, გ. *საჰაერო ტრანსპორტის უსაფრთხოების საფუძვლები*. თბილისი: ტექნიკური უნივერსიტეტის გამომცემლობა, 2021;
4. შარაშენიძე, ლ. „ავიაციის განვითარება და ტექნიკური მომსახურების როლი უსაფრთხო ფრენებში.“ *საქართველოს სამეცნიერო ჟურნალები*, №4, 2022;
5. თოდუა, რ. *ტრანსპორტის უსაფრთხოების ეკონომიკური ასპექტები*. თბილისი: უნივერსალური, 2020;
6. ICAO. *Annex 6 to the Convention on International Civil Aviation: Operation of Aircraft*. Montreal: ICAO, 2022;
7. ICAO. *Annex 8: Airworthiness of Aircraft*. Montreal: ICAO, 2020;
8. IATA. *Safety Report 2023*. Montreal: International Air Transport Association, 2023;
9. EASA. *European Plan for Aviation Safety 2023–2027*. Cologne: European Union Aviation Safety Agency, 2023;
10. Boeing Commercial Airplanes. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide 1959–2022*. Seattle: Boeing, 2023;
11. FAA. *Advisory Circular 120-92B: Safety Management Systems for Aviation Service Providers*. Washington, DC: Federal Aviation Administration, 2021;
12. Reason, James. *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate Publishing, 1997;
13. Stolzer, Alan J., Carl Halford, and John Goglia. *Safety Management Systems in Aviation*. 3rd ed. New York: Routledge, 2022;

14. Kinnison, Harry A., and Tariq Siddiqui. *Aviation Maintenance Management*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Education, 2017;
15. Li, Wen-Chin, and Dennis A. Berman. "Human Factors in Aircraft Maintenance: A Review." *Aerospace Science and Technology* 112 (2021): 106600.

Improvement of Aircraft Maintenance and Enhancement of Safety Measures

Bidzina Abesadze¹, Tsezar Gabadze²

^{1,2}Georgian Aviation University

16 Ketevan Dedopali Avenue, 0103 Tbilisi, Georgia

Abstract: *Air transport is one of the most vital sectors of the modern world, ensuring the continuous operation of global economic, cultural, and technological interactions. The increase in the number of flights over recent decades has significantly raised the demand for safety and the importance of maintenance quality. This paper discusses the role of aviation maintenance systems in the safe operation of aircraft, the impact of international standards, and the technological innovations that contribute to the prevention of accidents.*

The study presents an analysis based on the regulations of international organizations such as ICAO, IATA, and EASA, and examines specific causes of aviation accidents related to improper or insufficient maintenance practices. The results indicate that a high level of safety can be achieved only when maintenance processes are based on data-driven predictive models, continuous professional education, and modern digital technologies.

The research confirms that strengthening safety culture and implementing innovative approaches are essential for the sustainable development of both Georgian and global aviation.

Keywords: *Aviation, safety, maintenance, risk management, innovation.*