

გრიგოლ რობაქიძის სახელობის უნივერსიტეტი
Grigol Robakidze University

ხელნაწერის უფლებით
With the right of manuscript

გიორგი მუმლაძე
Giorgi Mumladze

სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის მარეგულირებელ
ორგანოებს შორის თანამშრომლობა
Cooperation between Military and Civil Aviation
Regulatory Authorities

საგანმანათლებლო პროგრამა: საჯარო მმართველობა
Educational programme: Public Administration

დისერტაცია წარდგენილია საჯარო მმართველობის დოქტორის
აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
Thesis is presented for obtaining of the PhD Degree in Public
Administration

რეზიუმე
Abstract

თბილისი

Tbilisi

2025

გრიგოლ რობაქიძის სახელობის უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

გიორგი მუმლაძე

სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის მარეგულირებელ
ორგანოებს შორის თანამშრომლობა

საგანმანათლებლო პროგრამა: საჯარო მმართველობა

დისერტაცია წარდგენილია საჯარო მმართველობის დოქტორის
აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

რეზიუმე

თბილისი

2025

გრიგოლ რობაქიძის სახელობის უნივერსიტეტი

მეცნიერ-ხელმძღვანელი:
მიხეილ გოგატიშვილი,
პროფესორი, ფილოსოფიის დოქტორი

დისერტაციის დაცვის თარიღი გამოქვეყნდება
უნივერსიტეტის ვებ-გვერდზე www.gruni.edu.ge

დისერტაციის დაცვა შედგება გრიგოლ რობაქიძის
სახელობის უნივერსიტეტის საჯარო მმართველობისა
და პოლიტიკის სკოლის საატესტაციო - საექსპერტო
კომიტეტის სხდომაზე

დისერტაციის გაცნობა შესაძლებელია გრიგოლ
რობაქიძის სახელობის უნივერსიტეტის
ბიბლიოთეკაში, თბილისი, ირინა ენუქიძის №3
(აღმაშენებლის ხეივანი მე-13 კმ)

სარჩევი

შესავალი-----	3
კვლევის მიზანია-----	4
კვლევის ამოცანებია-----	5
მეცნიერული ჰიპოთეზა-----	5
საპაერო საშუალებების აღმოჩენა-----	5
რადიოლოკაცია, რადიოლოკაციის გამოყენება, ამოცანები და საზენიტო სისტემები-----	6
მეთოდოლოგია და კვლევის აღწერა-----	21
შეტევების კატეგორიები-----	22
კრიპტოგრაფიული დაცვა-----	23
სახელმწიფო ავიაციის ოპერაციები და ეროვნული უსაფრთხოებისა და თავდაცვის მოსაზრებები -----	28
სამხედრო საპაერო ძალების მოქმედებები და საპაერო თავდაცვის საიდენტიფიკაციო ზონები-----	29
კონტროლის მეთოდები-----	30
საპაერო მოძრაობის მართვის ევოლუცია-----	33
ATM მოდერნიზაციის ინიციატივები-----	36
ATM სამიზნე კონცეფცია-----	37
ფუნქციების ცვლილებები-----	38
პროცესების ცვლილებები-----	42
როლების შეცვლა-----	44
დასკვნები და რეკომენდაციები-----	45

შესავალი

საკვლევი პრობლემატიკა და კვლევის აქტუალობა

სამოქალაქო ავიაციის განვითარებასთან ერთად, საჭირო გახდა შექმნილიყო ტექნოლოგიები და შემუშავებულიყო სისტემა, რომელიც შესაძლებელს გახდიდა საფრენი აპარატების გადაადგილების კონტროლს, მართვასა და საჭიროების შემთხვევაში შესაბამის მხარდაჭერასაც კი. სწორედ ამ მიზნით შეიქმნა სამოქალაქო ავიაციის მარეგულირებელი ცენტრები, ჩამოყალიბდა საერთაშორისო კონვენციები და საკანონმდებლო ცვლილებები, რათა მომხდარიყო სამოქალაქო ავიაციის რეგულირება და ორგანიზება შესაბამისი კანონმდებლობის ფარგლებში. აღსანიშნავია ისიც, რომ სამოქალაქო ავიაციას დიდი წვლილი შეაქვს ქვეყნის ეკონომიკაში და, შესაბამისად, სამოქალაქო ავიაციის, როგორც ინფრასტრუქტურული, აგრეთვე ტექნოლოგიური განვითარება ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს საკითხს წარმოადგენს, რათა იგი გახდეს მიმზიდველი საერთაშორისო საავიაციო კომპანიებისთვის და გაიზარდოს საჰაერო სივრცის საერთაშორისო მომხმარებლები. საჰაერო სივრცის მომხმარებლების ზრდასთან ერთად უმნიშვნელოვანესია უსაფრთხოების საკითხები, რადგან დღევანდელ მსოფლიოში ადამიანის სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის უსაფრთხოება წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად გასათვალისწინებელ საკითხს. ავიაციაზე საუბრის დროს აგრეთვე გასათვალისწინებელია სამხედრო საკითხებიც. ავიაციის საბრძოლო მოქმედებებში ინტეგრირებამ შექმნა აუცილებლობა ჩამოყალიბებულიყო საჰაერო ოპერაციების ცენტრები რომლებიც უზრუნველყოფენ არამარტო სამხედრო ოპერაციების მართვას, არამედ სამხედრო სამოქალაქო კოორდინაციასაც.

შესაბამისად, საჰაერო სივრცის მომხმარებელი ორ ძირითად სამხედრო და სამოქალაქო კატეგორიად იყოფა, მათ შორის კოორდინირებული მოქმედება კი წარმოადგენს საჰაერო სივრცის უსაფრთხოების გარანტიას, რასაც თავისთავად

მნიშვნელოვანი წვლილი შეაქვს ქვეყნის უსაფრთხოებასა და ეკონომიკურ მდგრადობაში. კოორდინირების დარღვევამ სავალალო შედეგი შეიძლება გამოიწვიოს. არაერთი მაგალითი შეიძლება იქნას მოყვანილი არაკოორდინირებული მოქმედებებისა, რომლებმაც ადამიანების სიცოცხლე შეიწერა. მაგალითად 2020 წლის 8 იანვარს ირანის სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის არაკოორდინირებული მოქმედებების შედეგად, მოხდა უკრაინის კუთვნილი ბოინგ 737 სამოქალაქო საფრენი აპარატის განადგურება. კოორდინაციის პრობლემას, ავიაციის რაოდენობის ზრდასთან ერთად, ქმნის სამოქმედო პროცედურები და ტექნოლოგიური სისუსტეები, რისი დახვეწა და გაუმჯობესება საკმაოდ აქტუალურია თითოეული განვითარებული ქვეყნისთვის. სწორედ აღნიშნული აქტუალობის გამო, 1944 წელს, ჩამოყალიბდა ჩიკაგოს კონვენცია, რომლის განხილვა და განახლება მიმდინარეობს ყოველწლიურად და რომლის რატიფიკაციაც მოახდინა საქართველოს პარლამენტმა, 1993 წელს.

კვლევის მიზანია

კვლევის მიზანია შესწავლილ იქნას სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის მარეგულირებელი ორგანოების ფუნქციები, გაანალიზდეს არსებული ურთიერთობები და გამოიკვეთოს ხელისშემშლელი მიზეზები. გამოვლენილი პრობლემების აღმოსაფხვრელად და კოორდინაციის გასაუმჯობესებლად შემუშავდეს ტექნოლოგიური და პროცედურული მოდელი, რომელიც საფუძვლად დაედება ახალი მეცნიერული მიდგომებისა და პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტას.

კვლევის ამოცანები

1. საჰაერო სივრცის გამოყენების და საჰაერო მოძრაობის ორგანიზების პრინციპების გაცნობა,
2. საჰაერო სივრცის გამოყენების ორგანიზების მარეგულირებელი დოკუმენტაციის შესწავლა.
3. სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის ურთიერთობების შესწავლა, მშვიდობიან საგანგებო და საომარი მდგომარეობის დროს,
4. კოორდინაციის დასახვეწად ტექნოლოგიური და პროცედურული მოდელის შემუშავება.

მეცნიერული ჰიპოთეზა

სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის მარეგულირებელ ორგანოებს შორის თანამშრომლობის ერთიანი სისტემის შექმნა, სამოქმედო პროცედურების შემუშავება და ტექნოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტა ხელს შეუწყობს აღნიშნული ორგანოების კოორდინაციისა და მართვის ეფექტიანობის გაძლიერებას. რაც, თავის მხრივ, უზრუნველყოფს ქვეყნის უსაფრთხოებისა და თავდაცვისუნარიანობის ამაღლებას და ეროვნული მიზნების მიღწევას.

საჰაერო საშუალებების აღმოჩენა

ამოცნობილი საჰაერო სივრცის სურათი (RAP) არის, სრული ჩამონათვალი ყველა საჰაერო ხომალდის ფრენის კონკრეტულ საჰაერო სივრცეში, სადაც თითოეული თვითმფრინავი იდენტიფიცირებულია, შეიცავს დამატებით ინფორმაციას, როგორცაა თვითმფრინავის ტიპი, ფრენის ნომერი და ფრენის გეგმა. საჰაერო სურათის შესამუშავებლად უპირველესი წყაროა რადიოლოკაციური საშუალებების მიერ მოწოდებული ციფრული ინფორმაცია, თუმცა ლოკაციურ საშუალებებთან

ერთად საჭიროა პროცედურული ღონისძიებებისა და მდგრადი კომუნიკაციის სისტემების ერთობლიობა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე საჭიროა სურათის ჩამოყალიბებისთვის საჭიროა:

- რადიოლოკაციური საშუალებები
- მდგრადი კომუნიკაციის სისტემები
- გამართული პროცედურული მოქმედებები

რადიოლოკაცია, რადიოლოკაციის გამოყენება, ამოცანები და საზენიტო სისტემები

ავიაციის განვითარებასთან ერთად საჭირო გახდა შექმნილიყო ტექნოლოგიები და შემუშავებულიყო სისტემა, რომელიც შესაძლებელს გახდიდა საფრენი აპარატების გადაადგილების კონტროლს, მართვას, შესაბამის მხარდაჭერას და საჭიროების შემთხვევაში მის განეიტრალებასაც კი.

ავიაციის საბრძოლო მოქმედებებში ინტეგრირებამ სასიცოცხლო მნიშვნელობა მისცა ზემოთხსენებული შესაძლებლობებისა და ტექნოლოგიების ერთ მთლიან სისტემაში ინტეგრირებას, რომლის ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია საჭირო თავდაცვა. ვინაიდან თანამედროვე ომები პირველ ეტაპზე მოიცავს ბრძოლის ველის საავიაციო და სარაკეტო დამუშავებას, ეფექტური საჭირო თავდაცვა გადამწყვეტ როლს ასრულებს, მისი ეფექტური როლი კი გამოიხატება, როგორც სამანევრო ქვედანაყოფების სიცოცხლის შენარჩუნებასა და მანევრის თავისუფლების მიცემაში, აგრეთვე სტრატეგიული ობიექტების ჰაერიდან დაცვაში. რაც უფრო ეფექტურია საჭირო თავდაცვა, მით უფრო უკარგავს მოწინააღმდეგეს სურვილს, განახორციელოს საბრძოლო ფრენები და გამოიყენოს სარაკეტო თავდასხმები, რადგან ეს მისთვის მხოლოდ რესურსების ხარჯვასა და დანაკარგებს დაუკავშირდება. იმისათვის რომ

საჭაერო თავდაცვის სისტემა ჩაითვალოს ეფექტურად მას უნდა შეეძლოს საჭაერო საშუალებების დროული აღმოჩენა და მისი იდენტიფიცირება, აგრეთვე უნდა გააჩნდეს ეფექტური საცეცხლე საშუალებები, რაც არ მისცემს მოწინააღმდეგის საჭაერო ძალებს საშუალებას, მიზანში ამოიღონ და მოახდინონ ეფექტური საავიაციო და სარაკეტო თავდასხმები.

საფრენი აპარატის აღმოსაჩენად საჭიროა საჭაერო სივრცის თვალთვალის შესაბამისი საშუალება, რომელიც ამოუცნობ საფრენ საშუალებებს აღმოაჩენს იმდენად ადრე, რომ მოხერხდეს საკუთარი ძალებისა და საშუალებების ეფექტური მოქმედებებისთვის მომზადება. აღმოჩენის პერიოდში გასათვალისწინებელია რელიეფი, რადგან ტექნიკური შესაძლებლობიდან გამომდინარე თვალთვალის სისტემა, ეგრედწოდებული რადარი, შემადლებული ადგილებიდან გაუჭირდება თვითმფრინავების აღმოჩენას, როგორც დაბალ ასევე ზედაბა სიმაღლეებზე. რაც შეეხება დაბალ სიმაღლეზე განთავსებული სარადრარო სისტემების შესაძლებლობებზე გავლენას, აღნიშნულ შემთხვევაში ხსენებული ადგილმდებარეობა ხელისშემშლელი ფაქტორია მაღალ სიმაღლეზე თვალთვალისთვის. გასათვალისწინებელია აგრეთვე, რადარის დახრის კუთხე და ამ კუთხიდან გამომდინარე უკონტროლო ზონა, სადაც ვერ ხდება გასხივება და შესაბამისად თვალყურის დევნაც.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით, საჭირო არის კარგად განისაზღვროს და განთავსდეს რადარები და ვიზუალური დაკვირვების მაღალტექნოლოგიური მოწყობილობები, სიმაღლის ყველა დიაპაზონში და გათვალისწინებული იქნას მკვდარი ზონები.

საჭაერო სივრცის მართვის სირთულეების ადეკვატურად გადასაჭრელად და როგორც სამოქალაქო, ისე სამხედრო ავიაციის საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად, ეფექტური დაგეგმვა გულისხმობს საჭაერო სივრცის დაყოფას კონკრეტულ ზონებად, სექტორებად და ემელონებად. თითოეულ ამ ზონას

აკვირდებიან შესაბამისი ტექნიკური შესაძლებლობების მქონე რადარები, მათ შორის როგორც ახლო, ისე შორ მანძილზე. საჭირო სივრცის ეს დაყოფა და სხვადასხვა შესაძლებლობების მქონე რადარების გამოყენება ქმნის მრავალ ფენიანი თვალთვალის სისტემას, რომელიც ძალზე ეფექტურია ნებისმიერ სიმაღლეზე მფრინავი თვითმფრინავების აღმოსაჩენად.

საფრენ აპარატთა აღმოჩენის და იდენტიფიცირების შემდეგ, შესაძლოა მისი განეიტრალება აუცილებელი გახდეს, რათა ძალები და საშუალები დაცული იყოს. ამისთვის, საჭირო არის არამხოლოდ ეფექტური საცეცხლე საშუალებების გამოყენება, არამედ საჭიროა მათი ეფექტურად განლაგებაც. საცეცხლე საშუალებათა განლაგების დროსაც გასათვალისწინებელი არის რელიეფისა და საცეცხლე საშუალებათა ტექნიკური შესაძლებლობები.

გამომდინარე საფრენ აპარატთა მოქმედების მაღალი ტემპიდან, საჭირო არის საჭირო სივრცის დაყოფა, აგრეთვე თითოეულ ეშელონსა და სექტორზე უნდა განისაზღვროს გარკვეული საცეცხლე სისტემები. ყოველივე ამას, როგორც რადარების შემთხვევაში, შეგვიძლია შრეებად დაყოფა ვუწოდოთ. საჭირო სივრცე დაყოფილია ზონებად და ფენებად რადარებისა და იარაღის განლაგებისთვის, რაც ქმნის მრავალ ფენიან საჭირო თვდაცვის სისტემას. თითოეული ფენა პასუხისმგებელია სპეციფიურ სათვალთვალო და სროლის შესაძლებლობებზე, რაც სისტემას უფრო ეფექტურს და აუცილებელს ხდის საჭირო სივრცის ეფექტური კონტროლისა და დასაცავად როგორც ძალებისთვის, ასევე აქტივებისთვის. თვითმფრინავის აღმოჩენა გადამწყვეტი საწყისი ნაბიჯია საჭირო სივრცის მართვისა და კონტროლისთვის. საფრენი მანქანების განვითარებამ განაპირობა საჭირო სათვალთვალო სისტემების განვითარება. სათვალთვალო სისტემები შეიძლება დაიყოს ორ ძირითად ტიპად: პასიური და აქტიური სისტემებად. პასიური სისტემა მუშაობს მოსმენის რეჟიმში და არ ასხივებს ელექტომაგნიტურ იმპულსს, არამედ იღებს რადიაციის ანარეკლს

თვითმფრინავიდან. ეს საშუალებას აძლევს სისტემას განსაზღვროს თვითმფრინავის სიმაღლე, მდებარეობა და ფრენის მიმართულება.

რაც შეეხება აქტიურ სათვალთვალო სისტემებს, ისინი შესაძლებლობების მიხედვით მოქმედებენ სხვადასხვა სიხშირის და ტიპის გამოსხივებით. საჰაერო პლატფორმის აღმოსაჩენ აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ის, რომ რადარისა და აღმოსაჩენი საფრენი აპარატის შორის შესაძლებელი იყოს პირდაპირი ხედვა, რადგან რადარის მიერ გამოყოფილმა გამოსხივებამ საფრენ აპარატამდე მიაღწიოს. გამოსხივების სიმძლავრის და გამომსხივებელი ანტენის ტიპის შესაბამისად აქტიურ რადარებს ყოფენ როგორც ადრეული აღმოჩენის, ანუ შორი მოქმედების რადარებად, ასევე საშუალო და ახლო მოქმედების რადარებად. როდესაც, რადარების კლასიფიცირება და მისი მონაცემის განსაზღვრა ხდება, მაგალითად როგორც 1000 კმ-ზე მოქმედი რადარი, ეს იმას არ ნიშნავს, რომ აღნიშნულ რადიუსზე ყველა სახის საფრენ საშუალებას დააფიქსირებს. აღნიშნულ რადარს შეუძლია სტრატეგიული დონის დიდი საფრენი საშუალება 1000 კმ-ის რადიუსში დააფიქსიროს, მაგრამ იმავე რადარს უპილოტო საფრენ აპარატის ან ტაქტიკური რაკეტის დაფიქსირება 500 კმ-ის რადიუსში, ან უფრო ახლოს შეუძლია, ამდენად, საჰაერო საშუალებების აღმოჩენა დამოკიდებული არის რადარის ტექნიკურ შესაძლებლობებზე და ასევე საფრენი აპარატის ზომაზე. რაც უფრო მეტად დიდი არის ამრეკლი ზედაპირი, მით უფრო მეტად მარტივი არის მისი აღმოჩენა და პირიქით. რადარის მოქმედების რადიუსთან ერთად, გასათვალისწინებელი არის ანტენის გამოსხივების კუთხე. რადარების ტექნიკურ მახასიათებლების ფონზე, შეუძლებელი არის რადარის ანტენამ 180 გრადუსიანი კუთხით მაოხდინოს გამოსხივება, რაც მისი 360 გრადუსით ბრუნვის დროს მოახდენს საჰაერო სივრცის 360 გრადუსით სრულ დაფარვა. ამდენად, გასათვალისწინებელი არის ზონები, სადაც რადარი ვერ ასხივებს და შესაბამისად ვერ ახდენს საჰაერო სივრცის კონტროლსაც, ზონას რომელსაც რადარი ვერ აკონტროლებს, მკვდარი ზონა ეწოდება. თითოეულ რადარს

შესაძლებლობა აქვს გამომსახივებელი ანტენის გამოსხივების კუთხის ცვლილების, თუმცადა კუთხის ცვლილების პარალელურად, ხდება მისი მკვდარი ზონის შეცვლა. ზემოაღნიშნული მსჯელობა იმის მტკიცებულებაა, რომ ერთი ცალკეული რადარისთვის, საჭიერო თვალთვალი, კონკრეტული სივრცის დიაპაზონში განსაზღვრულ მანძილზეა შესაძლებელი და შეუძლებელი არის საჭიერო სივრცის სრული კონტროლი ერთი რადარით.

საჭიერო სივრცის სრული კონტროლის მისაღწევად აუცილებელია რადარებისთვის შესაბამისი ადგილის შერჩევა. ამ პროცესის დროს გასათვალისწინებელია რამდენიმე ფაქტორი. პირველი არის რადარის ტიპი, რადგან სხვადასხვა რადარებს აქვთ განსხვავებული შესაძლებლობები და შეზღუდვები. საჭიერო ხომალდის ეფექტური აღმოჩენისთვის აუცილებელია ხედვის პირდაპირი ხაზი რადარსა და თვითმფრინავს შორის, რადგან რადარის სხივმა უნდა მიაღწიოს თვითმფრინავს. თვითმფრინავის ფრენის ტაქტიკის გათვალისწინებით, მნიშვნელოვანია გავითვალისწინოთ ბომბდამშენების და ვერტმფრენების სიმაღლეზე ფერენციები, რომლებიც ხშირად დაფრინავენ დაბალ სიმაღლეებზე, რათა გამოიყენონ რელიეფი შენიღბისთვის. მეორეს მხრივ, სტრატეგიული ავიაცია გადაადგილდება ფრენის მაღალ სიმაღლეებზე. ამის გადასაჭრელად, სათვალთვალო ობიექტები უნდა განთავსდეს ეფექტურად, რათა დაფაროს როგორც მაღალი, ასევე დაბალი სიმაღლეები და განიხილოს რადარების მკვდარი ზონები სრული დაფარვის უზრუნველსაყოფად. რადარებისთვის, რომლებიც შექმნილია თვითმფრინავების მაღალ სიმაღლეზე აღმოსაჩენად, მათი განთავსება მაღალ სიმაღლეებზე ოპტიმალურია რელიეფის დაბრკოლების თავიდან ასაცილებლად. თუმცა, ასეთმა რადარებმა შეიძლება არ დაფარონ დაბალი სიმაღლეები, ამიტომ დამატებითი რადარები უნდა განთავსდეს იქვე, რათა დაფარონ მკვდარი ზონები და მოახდინონ საჭიერო სივრცის დაბალ სიმაღლეზე კონტროლი. მიუხედავად ამ ზომებისა, მთიანმა რელიეფმა შეიძლება მაინც წარმოქმნას გამოწვევები გარკვეულ რაიონებში. ამ

ტერიტორიების მოსაგვარებლად შეიძლება გამოყენებულ იქნას შედარებით მცირე რადიუსის სასაზღვრო რადარები. ეს რადარები განლაგებულია ხეობებში დაბალ სიმაღლეზე, რათა გააკონტროლონ ის სექტორები და ზონები, რომლებიც არ შეიძლება ეფექტურად დაიფაროს საშუალო და შორი დისტანციის რადარებით. საჰაერო სივრცის სათანადო ეშელონებად და ზონებად დაყოფით და რადარების სტრატეგიულად განლაგებით მათი შესაძლებლობებისა და რელიეფის საფუძველზე, შესაძლებელია შეიქმნას ყოვლისმომცველი და ეფექტური მრავალფენიანი საჰაერო თავდაცვის სისტემა, რათა მიაღწიოს საჰაერო სივრცის სრულ კონტროლს.

თვითმფრინავების ადრეული აღმოჩენა გადამწყვეტია და ამ მიზნით გამოიყენება შორ მანძილზე ადრეული აღმოჩენის რადარები, რომლებიც ფარავს დიდ დისტანციებს, ხშირად რამდენიმე ასეულ კილომეტრს. თუმცა, უწყვეტი და საიმედო დაფარვის უზრუნველსაყოფად, აუცილებელია საჰაერო სივრცის ანალიზი და რადარების იდენტიფიცირება, რომელთა თვალთვალის არეების დაფარვა შეუძლებელია სხვა რადარებით.

მაღალი პრიორიტეტის საჰაერო სივრცისთვის რადარების სტრატეგიული შერჩევით და დუბლირებით, შესაძლებელია შენარჩუნდეს ადრეული გამოვლენის შესაძლებლობები, რაც უზრუნველყოფს საჰაერო სივრცის ეფექტურ ზედამხედველობას და კონტროლს რადარის ტექნიკური მომსახურების ან გაუმართაობის დროსაც კი.

საჰაერო სივრცის დამატებითი კონტროლი ეფექტურად მიიღწევა Awax-ის ტიპის თვითმფრინავების გამოყენებით, რაც წარმოადგენს ოპტიმალურ მიდგომას საჰაერო სივრცის ყველა დონის ზედამხედველობისთვის. აღწერილი სისტემა უზრუნველყოფს ყოვლისმომცველ კონტროლს საჰაერო სივრცის თითოეულ სექტორსა და ზონაზე, რაც განაპირობებს მის კლასიფიკაციას, როგორც მრავალმრიან საჰაერო

თვალთვალის სისტემას. ამ კონფიგურაციაში, რადარის ერთეულები არის დანიშნული კონკრეტული ზონებისა და სექტორების ზედამხედველობისთვის. ეს მეთოდი ძალიან მოწონებულია იმის გამო, რომ შეუძლია გააკონტროლოს საჰაერო სივრცის ყველა სექტორი და სიმაღლეები ჩავარდნების გარეშე. სრულად კონტროლირებადი საჰაერო სივრცე შეუცვლელი წინაპირობაა ეფექტური საჰაერო თავდაცვის ოპერაციებისთვის. თანამედროვე ბრძოლებში საავიაციო და სარაკეტო სისტემების გადამწყვეტი როლისა და საბრძოლო უპირატესობის მისაღწევად მათი მნიშვნელობის გათვალისწინებით, საჰაერო თავდაცვის მრავალშრიანი საჰაერო სათვალთვალო სისტემა არსებითი ხდება. ეს ხელს უწყობს საჰაერო სივრცის ყოვლისმომცველ მონიტორინგს, რაც საბოლოო ჯამში საშუალებას აძლევს მიაღწიოს საჰაერო უპირატესობას და დაიცვას ძალები და აქტივები საჰაერო საფრთხეებისგან. თვითმფრინავის აღმოჩენის შემდეგ, თვითმფრინავის იდენტიფიკაცია გადამწყვეტი ხდება, რაც მოიცავს დეტალურ ანალიზს მისი ტიპისა და საკუთრების დასადგენად.

თვითმფრინავის იდენტიფიკაციის პროცესი რთული და გადამწყვეტია, რომელიც მოიცავს საჰაერო თავდაცვის სისტემის სხვადასხვა კომპონენტს. მას ხელმძღვანელობს საჰაერო ოპერაციების სტრატეგიული ცენტრი, საჰაერო ოპერაციების ქსელის ყველა ქვედანაყოფის კონტრიბუციით. ვიზუალური დამკვირვებლები, სტრატეგიული კონტროლის პუნქტები და რადარის ოპერატორები ყველა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ამ პროცესში.

ვიზუალური დამკვირვებლები აანალიზებენ თვითმფრინავის ტიპს და ვიზუალურად გამოსახულ განმასხვავებელ ნიშნებს, ხოლო რადარის სისტემები გვაწვდიან ინსტრუმენტულ მონაცემებს, როგორცაა მდებარეობა, სიზუსტე, მანევრირება და სიჩქარის შესაძლებლობები. მართვის ცენტრები აგროვებენ ინფორმაციას როგორც ვიზუალური სადამკვირვებლო პუნქტებიდან, ასევე სარადარო სისტემებიდან, აკავშირებენ

მონაცემებს საჭაერო პლატფორმების ზუსტად კლასიფიკაციისთვის. იდენტიფიცირებულ თვითმფრინავებს ენიჭება სხვადასხვა კლასიფიკაცია, მათ შორის საკუთარი, მეგობრული, ყალბი (არეკვლა), სხვისი, ნეიტრალური და მოწინააღმდეგე. შეიძლება ასევე შეგვხვდეს დაუდგენელი თვითმფრინავი და შესაბამისი საჭაერო ოპერაციების ცენტრი იღებს გადაწყვეტილებებს შეგროვებული საიდენტიფიკაციო მონაცემების საფუძველზე.

თვითმფრინავის ამოცნობის უმნიშვნელოვანესია, რადგან იდენტიფიკაციის შეცდომებმა შეიძლება გამოიწვიოს ტრაგიკული შედეგები. სხვადასხვა ქვეყანაში იყო მეგობრული ცეცხლის შემთხვევები და ავარიები სამოქალაქო თვითმფრინავების არასწორი იდენტიფიკაციის გამო, რაც ხაზს უსვამს ამ პროცესის კრიტიკულ ხასიათს.

თითოეულ ქვეყანას აქვს საკუთარი იდენტიფიკაციის სისტემა, რომელიც ხშირად ეფუძნება ისეთ კრიტერიუმებს, როგორიცაა საჭაერო სივრცის ზონირება, თვითმფრინავების ციფრული იდენტიფიკაცია, ვიზუალური იდენტიფიკაცია და ფრენის გეგმების გამოყენება. გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს თვითმფრინავის იდენტიფიკაციის ყოვლისმომცველ მიდგომას, რადგან თვითმფრინავმა შესაძლოა დაარღვიოს ფრენის წესები ან განიცადოს უეცარი გაუმართაობა, რაც მოითხოვს დახმარებას და არა დაუყოვნებლივ განადგურებას. აქედან გამომდინარე, საჭაერო ოპერაციები და საჭაერო თავდაცვა უნდა მოიცავდეს სიტუაციის ადეკვატურ შეფასებას და შესაბამის რეაგირებას.

თვითმფრინავების ამოცნობის პროცედურების მუდმივი გაუმჯობესებით და საიმედო იდენტიფიკაციის სისტემების გამოყენებით, საჭაერო თავდაცვას შეუძლია გამორიცხოს ტრაგიკული შეცდომები და ეფექტურად უპასუხოს საჭაერო სივრცის სხვადასხვა გამოწვევებს.

ვიზუალური ამოცნობა არის თვითმფრინავის იდენტიფიკაციის გადამწყვეტი ასპექტი და შეიძლება ეფექტურად

განხორციელდეს როგორც ვიზუალური დამკვირვებლების, ისე გზაგადამჭრელი ავიაციის მიერ. გზაგადამჭრელი ავიაცია, რომელიც მოიცავს ჩამჭრელ თვითმფრინავებს, განსაკუთრებით ოსტატურად შუძლია იდენტიფიცირება და დაუდგენელი თვითმფრინავებზე რეაგირება. ჩიკაგოს კონვენცია, რომელიც არეგულირებს საჰაერო სამართალს, ასახავს კონკრეტულ სიგნალებს, ინსტრუქციებს და ქმედებებს, რომლებიც შეიძლება განხორციელდეს გზაგადამჭრელი ავიაციას მიერ დაუდგენელი თვითმფრინავების მიმართ. ეს კონვენცია ხაზს უსვამს გარკვეული მოქმედებების განხორციელების მნიშვნელობას მანამ, სანამ რეაგირება მოხდება დაუდგენელი თვითმფრინავების, განსაკუთრებით სამოქალაქო თვითმფრინავების მიმართ.

სამხედრო თვითმფრინავებზე საკუთარი-სხვა სისტემის არსებობა უმნიშვნელოვანესია. ეს სისტემა აერთიანებს კოდირებული სიგნალის მიმღებებს, გამსხივებელ და მოწინავე საკომუნიკაციო სისტემებს, რათა საჰაერო თავდაცვის სისტემებს გადასცეს თვითმფრინავის მდებარეობა. თანამედროვე საჰაერო თავდაცვის სისტემების უმეტესობა შექმნილია დამცავი მექანიზმებით, რომლებიც ხელს უშლიან სროლას საჰაერო ხომალდზე, რომელიც აღჭურვილია აქტიური საკუთარი-სხვა სისტემით. ეს ზრდის ოპერაციების უსაფრთხოებას და ამცირებს მეგობრული ცეცხლის რისკს.

საჰაერო სივრცის იდენტიფიკაციის გასაადვილებლად აუცილებელია საჰაერო სივრცის დაყოფა ზონებად კონკრეტული დაშვებით, შეზღუდვებით და აკრძალვებით. ასეთი ზონირება ხელს უწყობს თვითმფრინავების კატეგორიზაციას და მათი წარმოშობისა დადგენას. მაგალითად, გარკვეული ზონები, როგორცაა სამოქალაქო და სამხედრო აეროპორტის ზონები, ავტომატურად იდენტიფიცირებენ მათგან აფრენილ თვითმფრინავებს, როგორც საკუთარ ავიაციას. გარდა ამისა, დადგენილია შეზღუდული და აკრძალული ზონები, რათა უზრუნველყოფილ იქნეს ამ ტერიტორიებზე შესულ ნებისმიერ თვითმფრინავზე სათანადო და წინასწარ რეაგირება.

მნიშვნელოვანია, რომ ეს შეზღუდული და აკრძალული ზონები იყოს საერთაშორისოდ გამოქვეყნებული და დაცული, რაც რეგულირდება საერთაშორისო ფრენის კანონებით.

ვიზუალური ამოცნობის ეფექტური პრაქტიკის დანერგვით, საკუთარი-სხვისი სისტემების გამოყენებით და კარგად განსაზღვრული საჰაერო სივრცის ზონირების გამოყენებით, საჰაერო თავდაცვის სისტემებს შეუძლიათ უზრუნველყონ თვითმფრინავების უფრო უსაფრთხო და ზუსტი იდენტიფიკაცია, შეამცირონ შეცდომების რისკი და გააძლიერონ საჰაერო სივრცის საერთო უსაფრთხოება.

ელექტრონული ფრენის გეგმა მართლაც ეფექტური გზაა თვითმფრინავების იდენტიფიცირებისთვის, რომელიც მოიცავს კომერციულ, საერთაშორისო სამოქალაქო, ლიცენზირებულ სამხედრო თვითმფრინავებს და საკუთარი სახელმწიფო ავიაციის ფრენის გეგმებს. ეს გეგმები უზრუნველყოფს აუცილებელ ინფორმაციას, როგორცაა თვითმფრინავის ტიპი, ფრენის მარშრუტები და სხვა შესაბამისი დეტალები, საერთაშორისო და შიდა კანონმდებლობის შესაბამისად. პილოტები ასევე დაუკავშირდებიან შესაბამის ფრენის მაკონტროლებლებს ამ გეგმების საფუძველზე საჭირო ნებართვების მისაღებად.

საჰაერო ძალების რეგიონალიზაცია და თითოეული რეგიონისთვის პასუხისმგებელი მეთაურებისა და კონტროლის პუნქტების დანიშვნა ღირებული მიდგომაა თვითმფრინავების იდენტიფიკაციის გასაუმჯობესებლად. ეს ამარტივებს საჰაერო ოპერაციების ცენტრის მუშაობას და უზრუნველყოფს, რომ რეგიონი დარჩეს კონტროლის ქვეშ, მაშინაც კი, თუ კომუნიკაცია ოპერაციულ ცენტრთან დაიკარგება, რადგან დანიშნული კონტროლის პუნქტი იღებს პასუხისმგებლობას.

თვითმფრინავის დროული და ზუსტი იდენტიფიკაციის მნიშვნელობა არ შეიძლება გადაჭარბებული იყოს. ის იძლევა ეფექტური რეაგირებისა და დროული ქმედებების საშუალებას,

რაც მას საჰაერო თავდაცვის ოპერაციების კრიტიკულ ასპექტად აქცევს. თვითმფრინავის აღმოჩენისა და იდენტიფიცირების შემდეგ, დგება რეაგირების დრო, რომლის დროსაც შესაძლოა საჭირო გახდეს საზენიტო საშუალებების ჩართვა. ეფექტური რეაგირებისთვის საჭიროა სამი ძირითადი კომპონენტი: გადაწყვეტილების მიღების სისტემა, სამოქმედო პროცედურები, რომლებსაც მხარს უჭერს კანონმდებლობა და საშუალებები, რომლებიც აუცილებელია თვითმფრინავის გასანეიტრალებლად.

ოპერაციული პროცედურები, რომლებიც დადგენილია ქვეყნის კანონმდებლობით, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საჰაერო ოპერაციებში მონაწილე ქვედანაყოფების თითოეულ დონეზე. ეს პროცედურები უნდა იყოს ლაკონური, სპეციფიკური და მორგებული საჰაერო ხომალდის დანიშნულებისამებრ, საჰაერო ხომალდის სიჩქარის გათვალისწინებით. საჰაერო ოპერაციებში ჩართული ყველა პერსონალისთვის გადამწყვეტია, ზუსტად იცოდეს, თუ როგორ უნდა მოიქცეს სხვადასხვა სიტუაციებში და, ზოგიერთ შემთხვევაში, მიიღოს გადაწყვეტილებები უმადლესი თანამდებობის პირების ნებართვის მოლოდინის გარეშე, ხოლო შემდეგ დაუყოვნებლივ მოახსენებს მათ ქმედებებს. იურიდიული მხარდაჭერა საფუძვლად უდევს საჰაერო თავდაცვის ოპერაციების დროს განხორციელებულ ყველა ქმედებას.

კარგად განსაზღვრული პროცედურების არსებობა გადამწყვეტია და ამის კარგი მაგალითია ევროატლანტიკური ალიანსი, სადაც მცირე რადიუსის რაკეტაწინააღმდეგო კომპლექსის მსროლელებიც კი ატარებენ სამოქმედო პროცედურების ფურცლებს. ეს ფურცლები ასახავს ჩართულობის წესებს და მოქმედებებს სხვადასხვა სიტუაციებში მკაფიოდ და ლაკონურად.

მიუხედავად იმისა, რომ პროცედურები ხელმძღვანელობს ქმედებების უმეტესობას, შეიძლება იყოს სიტუაციები, როდესაც გადაწყვეტილების მიღების უფლებამოსილება მოითხოვება

კონკრეტული ზედამხედველობის დონეებიდან. გადაწყვეტილების მიღების პროცესი და თითოეულ დონეზე მინიჭებული უფლებამოსილება ცალსახად არის განსაზღვრული პროცედურებში. გადაწყვეტილების დროული და ზუსტი მიღებისთვის აუცილებელია დამუშავებული ინფორმაცია. შესაბამის ოპერაციულ ცენტრებში მყოფი გადაწყვეტილების მიმღები პირები, რომლებიც ყოველთვის ხელმისაწვდომია მოვლენების მონიტორინგისთვის, ყველაზე ეფექტურია სწრაფი და შესაბამისი რეაგირების უზრუნველსაყოფად.

ზოგადად, კარგად ორგანიზებული და ეფექტური სისტემა თვითმფრინავების იდენტიფიკაციის, გადაწყვეტილების მიღებისა და რეაგირებისთვის გადამწყვეტ როლს თამაშობს საჰაერო თავდაცვის ოპერაციებში, რაც უზრუნველყოფს საჰაერო სივრცის უსაფრთხოებას.

იმ შემთხვევაში თუ მოხდება საფრენი აპარატის განეიტრალების გადაწყვეტილება ბრძოლაში ერთვება გზაგადამჭრელი ავიაცია ანდა საზანიტო საშუალებები. ისეთი მცირე ოპერატიული სიღრმის ქვეყებში როგორც საქართველოა საჭიროა გზაგადამჭრელი ავიაციის გარკვეული რაოდენობა მუდმივად აკონტროლებდეს საჰაერო სივრცეს რათა დროულად შეძლოს რეაგირება და დრო არ დაიკარგოს მის ასაფრენად მომზადებაში. გზაგადამჭრელი ავიაციის მსგავსი გამოყენება გამორიცხავს არამეგობრულად განწყობილი ქვეყნების საავიაციო საშუალებების მიერ სახელმწიფო საზღვრის დარღვევას ისეთ ადგილებში სადაც საზენიტო საშუალებები არაეფექტურია ანდა მიზანმიმართულად არ მოხდება მსგავს ადგილებში საფრენი აპარატების განადგურება მშვიდობიანობის დროს. აღსანიშნავია რამდენიმე მნიშვნელოვანი პუნქტი საჰაერო თავდაცვასთან დაკავშირებით და ინტეგრირებული სისტემის არსებობის მნიშვნელობა, როგორც თვითმფრინავების, ასევე ტაქტიკური და ბალისტიკური რაკეტების გასანეიტრალებლად. საჰაერო თავდაცვის ყოვლისმომცველი სტრატეგია მოითხოვს ავიაციისა და რაკეტების განადგურების შესაძლებლობას.

თანამედროვე ომში სარაკეტო სისტემები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მაღალი ღირებულების სამიზნეების განსაზღვრასა და განადგურებაში. რაკეტების განადგურების შესაძლებლობის გარეშე, საჰაერო თავდაცვის სისტემა არასრული იქნება და ვერ შეძლებს ეფექტურად დაიცვას სტრატეგიული აქტივები ან მანევრირების ქვედანაყოფები. ამრიგად, კარგად საჰაერო თავდაცვის სისტემა უნდა შეიცავდეს საზენიტო სარაკეტო საშუალებებს, რომლებსაც შეუძლიათ სარაკეტო საფრთხეების განეიტრალება.

რელიეფის პირობებმა შეიძლება გამოიწვიოს გამოწვევები საჰაერო საფრთხეებისგან სრული დაცვის უზრუნველსაყოფად. შესაძლოა არაპრაქტიკული იყოს რთული რელიეფის ყველა წერტილის დაცვა, რის გამოც საჰაერო თავდაცვის სისტემის ზუსტად დაგეგმვა და რელიეფზე ადაპტაცია სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია. დაგეგმვის ფაზაში დაცული ობიექტების განსაზღვრა რესურსების უფრო ეფექტურად განაწილების საშუალებას იძლევა.

პრიორიტეტული დაცული ობიექტების კონცეფცია, როგორცაა პრიორიტეტული დაცული ობიექტების სია (JPDAL), რომელსაც იყენებენ ევროატლანტიკური ალიანსის ქვეყნები, არის საჰაერო თავდაცვის ძალისხმევის გამარტივების შესანიშნავი მაგალითი. ეს სია კატეგორიზაციას უწევს სხვადასხვა ობიექტებს, მათ შორის შენობებს, ქალაქებს და სამანევრო ქვედანაყოფებს, მათი მნიშვნელობისა და ტერიტორიული მნიშვნელობის მიხედვით. თითოეულ ობიექტს ენიჭება პრიორიტეტული ნომერი, რაც მიუთითებს მის მნიშვნელობის დონეზე.

საჰაერო თავდაცვის ქვედანაყოფები ძალისხმევას მიმართავენ პრიორიტეტული ობიექტების დაცვაზე. იმ შემთხვევებში, როდესაც უფრო მაღალი პრიორიტეტის ობიექტის დაცვა შეუძლებელი ხდება, დანაყოფებს შეუძლიათ სწრაფად გადავიდნენ ქვედა პრიორიტეტის ობიექტების დაცვაზე ზედმეტი ბიუროკრატიის ან ზედმეტი ნებართვის მოთხოვნების გარეშე. ეს ადაპტირება უზრუნველყოფს უფრო ეფექტურ და

მოქნილ რეაგირებას ცვალებად გარემოებებზე, რაც საშუალებას აძლევს რესურსების უკეთ განაწილებას კრიტიკული აქტივების დასაცავად.

ზოგადად, კარგად ადაპტირებული და მოქნილი საჰაერო თავდაცვის სტრატეგია, რომელიც მოიცავს როგორც საზენიტო-სარაკეტო შესაძლებლობებს, ასევე ობიექტების პრიორიტეტულ დაცვას, აუცილებელია ძირითადი აქტივების და მანევრირების ერთეულების დასაცავად სხვადასხვა საჰაერო საფრთხეების წინაშე.

ნუსხის განსაზღვრის შემდეგ ხდება შესაბამისი საზენიტო საშუალებების შერჩევა და მათი საბძოლო პოზიციების განსაზღვრა. აქაც როგორც აღმოჩენისა და იდენტიფიცირების დროს მნიშვნელოვანია შრეებად დაყოფის პრინციპის გამოყენება. საჭიროა შორი მოქმედების საზენიტო საშუალებების მიერ ოპერატიული სიღრმიდან მოხდეს დასაცავი ობიექტების გადაფარვა იმგვარად რომ საზენიტო სისტემის მოქმედების რადიუსის ოცდაათი პროცენტი ცდებოდეს დასაცავ ობიექტს. ეს გამოწვეულია იმით, რომ საზენიტო სისტემას დიდი ზომის სამიზნის განადგურება შეუძლია გარკვეულ რადიუსზე და ეს რადიუსი აღქმულია საზენიტო სისტემის შესაძლებლობად, ხოლო შედარებით მცირე ზომის სამიზნეებს ანადგურებს შედარებით მცირე მანძილზე, აგრეთვე გასათვალისწინებელია რეაგირების დროც. ვინაიდან ერთ ოპერატორს არ შესწევს უნარი ადანიანური ფაქტორიდან გამომდინარე გააკონტროლოს საჰაერო სივრცე წრიულად, საჭიროა საჰაერო სივრცე დაიყოს სექტორებად, მაგალითად 90 გრადუსიან სექტორად და თითოეულ სექტორზე დაინიშნოს პასუხისმგებელი საცეცხლე მანქანა.

რა თქმა უნდა თავდაცვის ძალების თითოეული საბრძოლო ფუნქცია უმნიშვნელოვანესია და არცერთის გამორიცხვა არ შეიძლება, მაგრამ თანამედროვე ბრძოლებში კარგად ჩანს საჰაერო კომპონენტის მნიშვნელობა და ზემოაღნიშნული მსჯელობის გასაბათილებლად არაერთი მაგალითის მოყვანა

შეიძლება. ყველაზე უფრო თვალსაჩინო ალბად რუსეთის ფედერაციის მიერ უკრაინაში ინტერვენციის მაგალითია სადაც საჭირო კომპონენტი თამაშობს უდიდეს როლს და რომლის გაუმჯობესებაზეც არაერთი მოქმედებები განხორციელებულა უკრაინის ხელისუფლები მიერ. გზაგადამჭრელი ავიაცია საჭიროა, როგორც მშვიდობიანობის ასევე საბრძოლო მოქმედებების დროს. მისი გამოყენება ამცირებს საფრენი აპარატების განადგურების შეცდომებს და აგრეთვე მისი გამოყენებით კონტროლდება ზონები რომლიც მშვიდობიანობის დროს შესაძლოა პროვოკაციებისთვის გამოიყენოს არამეგობრულმა ქვეყნებმა. რადიოლოკაციური სისტემებისთვის საჭირო სივრცის შრეებად დაყოფა ამაღლებს საფრენის აპარატების აღმოჩენის ალბათობას, ამოცნობის სისტემები გამორიცხავს ცდომილებებს, ხოლო შრეებად განლაგებული საზენიტო საშუალებები აძლევს მოქმედების თავისუფლებას როგორც სამანევრო ქვედააყოფებს აგრეთვე იცავს სტრატეგიულ ობიექტებს. რაც შეეხება ხარჯებს, რათქმუნდა ეფექტური თავდაცვა მოითხოვოს დანახარჯებს და თუ გვსურს ქვეყნის ეფექტური თავდაცვისუნარიანი სისტემის შექმნა მხოლოდ თანხების დაზოგვა გამოსავალი არ არის. ზემოაღნიშნული მსჯელობები და მაგალითები ნათლად გვაჩვენებს მრავალშრიანი საჭირო თავდაცვის აუცილებლობას და მის ეფექტურობას რაც სრულიად აბათილებს მის წინააღმდეგ გამოთქმულ მოსაზრებებს.

მიმდინარე საუკუნეში განხორციელებული საბრძოლო მოქმედებები ნათლად აჩვენებს საჭირო კომპონენტის მნიშვნელობას. საბრძოლო ოპერაციები იწყება საავიაციო და სარაკეტო დარტყმებით, საავიაციო თავდასხვების დროს მათი სამიზნეების სიის სათავეში ხვდებიან რადიოლოკაციური საშუალებები, მართვის პუნქტები და საზენიტო სარაკეტო სისტემები რომელთა განადგურებაც იძლევა ჰაერში გაბატონების საშუალებას, ხოლო ჰაერში გაბატონებით აზიანებენ ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობას. შესაბამისად ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის ერთ-ერთი უმთავრესი პირობაა ძლიერი საჭირო თავდაცვის არსებობა. რადგანაც

საპაერო თავდაცვა არ არის მხოლოდ ერთი შეიარაღება და ის წარმოადგენს კომპლექსურ სისტემას შედგენილს საფრენი აპარატების აღმოჩენის, იდენტიფიცირების და განადგურების კომპონენტებით.

მეთოდოლოგია და კვლევის აღწერა

წინამდებარე სადისერტაციო ნაშრომის კვლევისას გამოყენებული იქნა შემდეგი მეცნიერული კვლევის მეთოდები:

- ისტორიული,
- სამართლებრივი,
- ანალიტიკური.

კვლევის ისტორიული მეთოდი: კვლევის ისტორიული მეთოდის გამოყენებით მოძიებული და შესწავლილი იქნა ისტორიული მტკიცებულებები სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის ურთიერთობის თაობაზე. შესწავლამ ცხადყო არაკოორდინირებული ურთიერთობის სავალალო შედეგები.

კვლევის სამართლებრივი მეთოდი: კვლევის სამართლებრივი მეთოდის გამოყენებით, შესაძლებელი გახდა შესწავლილიყო მარეგულირებელი დოკუმენტები და სამართლებრივი აქტები, რაც უზრუნველყოფს სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის მარეგულირებლებს შორის კოორდინაციას. აღნიშნულთან დაკავშირებით მოხდა აღნიშნული მიმართულებით საქართველოს კანონმდებლობისა და ევროკავშირის რიგი ქვეყნების კანონმდებლობების (გალკეული ქვეყნების) საკანონმდებლო ნორმების შედარება და რეკომენდაციების შემუშავების მიზნით მათ შორის არსებული მსგავსებისა და განსხვავებების დადგენა.

კვლევის ანალიტიკური მეთოდი: კვლევის ანალიტიკური მეთოდის გამოყენებით, შესაძლებელი გახდა, საქართველოს

კანონმდებლობისა და საერთაშორისო-სამართლებრივი აქტების და არსებული რეგულაციების ანალიზი.

შეტევები და თავდასხმები კომუნიკაციის სისტემებზე და პრობლემის აღმოფხვრის გზები

შეტევის ტიპები, ქსელებზე თავდასხმა ან უსაფრთხოების ინციდენტი, წაარმოადგენს ისეთ საფრთხეს, შეჭრას, მომსახურებებზე უარის თქმას ან ქსელის სხვათავდასხმას ინფრასტრუქტურაზე, რომელიც ახდენს ქსელის ანლიზს და ინფორმაციის მიღებას, რაც შემდგომში შესაძლოა გამოყენებული იყოს ქსელის დაზიანებისათვის. ხშირად, ჰაკერი შესაძლოა დაინტერესებული იყოს არა მხოლოდ პროგრამის ბოროტად გამოყენებით, არამედ ქსელურ მოწყობილობათა არასანქცირებული წვდომით. დაწესებულებებში, ინფორმაციის გაჟონვას უმეტესად იწვევს შეუმოწმებელი ქსელური მოწყობილობები. ქსელური თავდასხმის გავრცელების და პროგრამული უზრუნველყოფის პლატფორმების ტიპის თავდასხმების კლასები შესაძლოა შედგებოდეს პასიური მონიტორინგის,, აქტიური ქსელური თავდასხმების, close-in თავდასხმების, ინსაიდერების მიერ ექსპლუატაციის და მომსახურების მიმწოდებლების საშუალებით განხორციელებული თავდასხმებისგან. სისტემას უნდა შეეძლოს დაზიანების შედეგების შეზღუდვა და მუშობის სწრაფად აღდგენა შესრულებული შეტევის შემდგომ.

შეტევების კატეგორიები

სამხედრო და სამოქალაქო მარეგულირებელ და აღმასრულებელ ორგანოებს შორის არსებულ კომუნიკაციის სისტემებზე, არსებობს გარკვეული რისკები, რომ მოხდება გარკვეული კიბერ თავდასხმები. დისერტაციაში განვიხილავთ თავდასხმის კატეგორიებს და მათი გადაჭრის გზებს.

არსებობს შეტყვის ორი ძირითადი კატეგორია:

„პასიური“- როდესაც ჰაკერი უსმენს ქსელში არსებულ ინფორმაციას,

„აქტიური“ - როდესაც ჰაკერი წყვეტს ქსელის ნომალურ ფუნქციონირებას.

კრიპტოგრაფიული დაცვა

კავშირის უსაფრთხოებისთვის გამოიყენება სკრემბლირება ან კრიპტოგრაფიული დახურვის საშუალება, რათა ინფორმაცია იყოს დაფარული მათგან, ვისაც მისი ცოდნა არ სჭირდება ან არ უნდა იცოდეს ის. განვიხილოთ განსხვავება კრიპტოგრაფიულ დაშიფვრის მეთოდს, რომელიც გამოიყენება ციფრული სიგნალებისთვის და სკრემბლირებას შორის, რომელიც გამოიყენება ანალოგიური სიგნალებისთვის. კრიპტოგრაფია არის ინფორმაციის ენკრიფციის (დაშიფვრის) პროცესი, რომლის დანიშნულებაცაა, გარდაქმნას გადასაცემი ინფორმაცია სრულიად შემთხვევითი ფორმის შეტყობინებად და გაშიფროს ის მიმღებ მხარეზე. ადრე მნიშვნელოვან ინფორმაციას შიფრავდნენ კოდებით. გადასაცემი და მიღებული ინფორმაცია იშიფრებოდა ხელით, რასაც დიდი დრო სჭირდებოდა და ხშირად, გაშიფვრის შემდეგ უკვე გაშიფრულ ინფორმაციას მნიშვნელობა აღარ ჰქონდა. დღესდღობით ეს პროცესი არის ავტომატიზებული. მოიცავს მათემატიკურ ალგორითმსა და მის გასაღებს, რისი საშუალებითაც ინფორმაცია ღია ფორმიდან გადადის დაშიფრულ მდგომარეობაში. თუ მნიშვნელოვანი ინფორმაციის გადაცემა ხდება კრიპტოგრაფიული დაშიფვრის გარეშე, მოწინააღმდეგის მხრიდან მისი გადაჭერის დროს მისი შინაარსის გაგებისთვის არ იქნება საჭირო დიდი ძალისხმევა. განსხვავებული დონის კლასიფიცირებულ ინფორმაციათა დაცვისთვის, ყოველი ქვეყნის მთავრობაში შემუშავებულია დაცვის შესაბამისი სტანდარტები. ხმოვანი კავშირების იმ სისტემებში, რომლებსაც არ სჭირდებათ დაცვის მაღალი დონე,

შეიძლება სკრემბლერის გამოყენებაც. სკრემბლირება წარმოადგენს ანალოგიური სიგნალის დაცვის მეთოდს, რომლითაც ხმოვანი სიგნალები ნაწილებად იჭრება, აუდიოსიხშირის ზოლში იცვლება მათი ადგილები და შემდეგ გადაეცემა მას. სკრემბლირებას არ ახასიათებს დაცვის მაღალი დონე. ის უმეტესად გამოყენებული არის არატაქტიკურ რადიოსადგურებში. ის არ საჭიროებს სინქრონიზაციას.

ციფრული ენკრიფცია, რომელიც გადაცემების ციფრულ დაშიფვრას გულისხმობს, უპირველესყოვლისა, საჭირო არის ანალოგიური ხმის ციფრულ ფორმატში გადასაყვანად ვოკოდერით, რომელიც, მსგავსი სიგნალის, ანუ ხმის გარდაქმნას ახდენს ორობით მონაცემებად. ამ ნაკადის მიწოდება ხდება მოწყობილობასთან, რასაც კრიპტოგრაფიული გენერატორი ჰქვია. ის არის მათემატიკურ ალგორითმზე დაფუძნებული პროცესორი, რომელიც წარმოქმნის ძალიან გრძელ, არაგამეორებადი ორობითი რიცხვების ნაკადს და ციფრული ნაკადის ენკრიფციის გასაღებს (Traffic Encryption Key-TEK). TEK-ი, ანუ უბრალოდ „გასაღები“, თავის მხრივ, არის ორობითი რიცხვები, რითიც ხდება პროცესორის ალგორითმის გაკონტროლება. ამის შემდეგ მონაცემთა ნაკადი აირევა კრიპტოგრაფიულ ნაკადში, რითაც წარმოიქმნება ენკრიფციურებული (Cipher Text-CT), ანუ დაშიფრული მონაცემები.

ასეთი ხერხით შექმნილი ორობითი რიცხვების ნაკადის კომბინაციის წინასწარ ამოცნობა შეუძლებელია და ის ოდნავ წააგავს მონაცემების ორიგინალს. აღნიშნული მეთოდი უზრუნველყოფს ინფორმაციის დაცვის ძალიან მაღალ დონეს. მასთან შედარებით, სკრემბლირების მეთოდი არის ამოცნობადი და დაუცველი. მონაცემთა კრიპტოგრაფიული დაშიფვრის დონე განსაზღვრავს ინფორმაციის შინაარსის გაგების სირთულის ხარისხს და წარმოადგენს მათემატიკური ალგორითმის კომპლექსურ ფუნქციას. TEK გასაღები არის ცვალებადი, რაც ცვლის მათემატიკური ალგორითმის მახასიათებელს. ციფრული ენკრიფციის ალგორითმი დაშიფვრისა და გაშიფვრისათვის

საჭიროებს ერთსა და იმავე TEK გასაღებს. ამგვარი ტიპის ალგორითმს ეწოდება „სიმეტრიული დაშიფვრის გასაღები“. TEK გასაღების დაცვა წარმოადგენს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან საკითხს. თუკი მოწინააღმდეგე ხელში ჩაიგდებს დაშიფრულ ინფორმაციას და ალგორითმსაც, მას გასაღების გარეშე მანაც გაუძნელდება გაიგოს მისი შინაარსი. ამდენად, TEK გასაღების დისტრიბუციისათვის ცალკე უსაფრთხოების წესები გამოიყენება. გასულ წლებში, გასაღებებს კრიპტოგრაფიულ მოწყობილობაში დებდნენ ხელით, რისთვისაც გამოიყენებოდა ქალაქის ლენტები, მაგნიტური ლენტები ან დამატებითი მისაერთებელი მოწყობილობა. გასაღებების შექმნა და მომხმარებლისთვის მისი უსაფრთხოდ მიწოდება პრობლემა იყო. გასაღების მენეჯმენტის ერთ-ერთ სისტემას იყენებენ კომერციულ სექტორში და მას „კრიპტოგრაფია ღია გასაღებით“ (Public Key Cryptography) ეწოდება. ეს სტანდარტი საშუალებას აძლევს ყველა მომხმარებელს შეძლოს ორი გასაღების გენერირება. ერთი არის ღია „Y“, მეორე კი პირადი „X“. Y-ის მნიშვნელობას განსაზღვრავს X მნიშვნელობა. ამ სისტემების დაცვის დონე დამოკიდებული არის X-ის Y-დან მიღებულ სირთულის ხარისხზე. რაც Y გასაღებით დაიშიფრება, მხოლოდ X გასაღებით იქნება შესაძლებელი გაშიფვრა. გასაღების შემქმნელი Y გასაღებს ავრცელებს, ხოლო X-ის მნიშვნელობა მხოლოდ მან უნდა იცოდეს. შემდეგში ყველას ექნება შესაძლებლობა Y გასაღებით დაშიფრული ინფორმაციის გაგზავნის, თუმცა მხოლოდ ერთი მომხმარებელი იქნება ისეთი, ვინ მას გაშიფრავს, ანუ ის, ვინც X გასაღებს და მნიშვნელობას ფლობს. დაშიფვრის ამ სისტემის გამოყენებით ქსელის ყველა მომხმარებელს შეუძლია იქონიოს ორმხრივი დაშიფრული კავშირი. ამ სისტემის სახელწოდებაა ასიმეტრიული გასაღების სისტემა. მისი ალტერნატივაა სიმეტრიული სისტემა, რომელშიც მხოლოდ ერთი გასაღები არის დაშიფვრისთვის და გაშიფვრისთვის. ინფორმაციის გადამცემსა და მიმღებ მხარეებს უნდა ჰქონდეთ ერთი და იგივე გასაღებები. ამდენად, სიმეტრიული სისტემა არის დაცვის მაღალი დონის სისტემა. სიმეტრიული სისტემის მაგალითი არის „ჰარისის“ წარმოების

რადიოსადგურის პროგრამირების აპლიკაციაში (RF-6550 RPA) გამოყენებული გასაღების გენერირების ფუნქცია. აქვე, საინტერესო არის RF-6550K KGA აპლიკაციის განხილვაც, რომელიც საშუალებას იძლევა სიმეტრიული გასაღებების გენერირებისა და დისტრიბუციის.

მის დადებითი მხარეა TEK გასაღებისათვის KEK (Key Encryption Key) გასაღების გენერირების შესაძლებლობა. KEK გასაღები არის TEK გასაღების ენკრიფციის გასაღები და მისი დანიშნულება არის TEK გასაღების დამალვა. მოცემული პროცესები „შეფუთვის“ მსგავსი პროცესებია. რადიოქსელის ყველა კორესპონდენტს აქვს ერთხელ გენერირებული KEK გასაღები. ახალი TEK გასაღების მიღებისას მისი იმპორტირება RPA-ში შესაძლებელი არის მხოლოდ შესაფერისი KEK გასაღებით. ასევე, ეს მეთოდი საშუალებას იძლევა თავი დავიცვათ გასაღების დანახვის, გადაწერისა ან სხვა არასანქცირებული მოქმედებებისაგან. RF-6550K KGA აპლიკაციას შეუძლია მხოლოდ TEK გასაღებების დაგზავნა და ახალი RPA-ს ხელახალი შექმნის თავიდან არიდება. ამიტომ, სასურველი არის მისი გამოყენებაც. გადაცემის ფარულობა გადაცემის ფარულობისთვის გამოიყენება რამდენიმე მეთოდი, რომელთა დანიშნულება არის აღკვეთოს გადაცემული სიგნალების აღმოჩენა და ჩახშობა. ეს მეთოდები მოიცავს სიხშირის დაფარვას და მის მოძრავ სამიზნედ ქცევას. აღმოჩენის დაბალი ალბათობის (Low Probability of Detection –LPD) სისტემა სიგნალს გადასცემს ძალიან დაბალ სიმძლავრეზე ან გაშლის მას ფართო ზოლში, ხოლო რადიოეთერის ბუნებრივი ხმაურით ინიღბება სიგნალი. LPD სისტემებთან დაკავშირებული არის კიდევ ერთი მეთოდი, რასაც გადაჭერის დაბალი ალბათობა (Low Probability of Intercept – LPI) ეწოდება. ის საშუალებას იძლევა სიგნალი მოკლე იმპულსებით გამოსხივდეს, ან გამოსხივდეს ძალიან ფართე ზოლში, რითიც მცირდება ეთერში ყოფნის დრო. გადაცემის უსაფრთხოების ყველაზე გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს სიხშირული ხტუნვა (Frequency Hopping), რის დროსაც სიხშირეები ისე სწრაფად იცვლება, რომ მათთვის ვისაც არ აქვს უფლებამოსილება, შეუძლებელი არის მისი მოსმენა და

ჩახშობაც. სიხშირული ხტუნვისას მიმღები სადგური ისე არის სინქრონიზებული, რომ ის, ფაქტობრივად, „დახტის“ სიხშირეებზე გადამცემ სადგურთან უნისონში წინასწარი განსაზღვრული ფორმით. სიხშირეებზე ხტუნვა ხდება რამოდენიმე ათას დისკრეტულ სიხშირეზე. მაგალითად, RF-5800V-MP და RF-5800V-HH რადიოსადურები სიხშირული ხტუნვისას აკეთებს 100 სიხშირის ცვლას წამში. გადაცემის ფარულობის ამ მეთოდის გამოყენების დროს, რადიო ელექტრონული დაზვერვის საშუალებას სიხშირეთა მოსმენის დროს შესაძლებელი არის ესმოდეს მხოლოდ მოკლე, სტატიკური განმუხტვის - „ტკაცანის“ მსგავსი ხმა, თუმცა რთული არის გამიყოს ის რადიოეთერებში არსებული ბუნებრივი და საწარმოო ხმაურისგან.

ამას სჭირდება ექსპერტთა ჯგუფის თავდაუზოგავი მრავალსაათიანი მუშაობა, იმისთვის, რომ გაიგონ გადაცემული სიგნალების მხოლოდ პატარა ნაწილი. ამ დროს, მხოლოდ ერთი სიხშირის ჩახშობით ვერ დადგება შედეგი. ამისთვის საჭირო არის მაქსიმალური სიხშირების ერთდროული ჩახშობა, რაც ამ მომენტში უშუალოდ მოწინააღმდეგესაც არ მისცემს მისი რადიოქსელებისათვის სუფთა სამუშაო სიხშირეთა ქონის შესაძლებლობებს. საკუთარ ძალთა ელექტრომაგნიტური გამოსხივების კონტროლი არის მნიშვნელოვანი საკითხი მოწინააღმდეგეთა ელექტრონული ბრძოლის საშუალებათა გავლენების შემცირებისთვის. რადიოსადგურების გადაცემაზე გადასვლა შესაძლებელია მხოლოდ აუცილებლობის დროს. რადიოქსელის მთავარი სადგურის მიერ კავშირის შემოწმება არ უნდა ხდებოდეს მკაცრად განსაზღვრული გრაფიკით. გამოსხივების ფარულობის კონტროლი უნდა წარმოადგენდეს კომპლექსურ ღონისძიებას. ხმოვანი კავშირის გადაცემების რიცხვი უნდა დაეკვიანოთ მინიმუმამდე (სასურველია 15 წმ, მაქსიმალურად დასაშვებია 20 წმ) და ის უნდა ემსახურებოდეს მხოლოდ ამოცანის შესრულებისთვის საჭირო მნიშვნელოვანი ინფორმაციის გადაცემას.

სახელმწიფო ავიაციის ოპერაციები და ეროვნული უსაფრთხოებისა და თავდაცვის მოსაზრებები

მიუხედავად იმისა, რომ ამ კვლევაში ყურადღება გამახვილებულია სამხედრო-სამოქალაქო თანამშრომლობაზე, ეს თავი აღწერს და იძლევა ინფორმაციას სახელმწიფო ავიაციის ოპერაციების უფრო ფართო სპექტრზე. სახელმწიფო ავიაცია ზოგადად და სამხედრო ავიაცია კერძოდ, ვალდებულნი არიან რეაგირება მოახდინონ რაც შეიძლება დაუყოვნებლივ, როდესაც წარმოიქმნება უსაფრთხოების, თავდაცვის ან სამართალდამცავი სიტუაციები. გამომდინარე აქედან სახელმწიფო ავიაციას უნდა ჰქონდეთ წვდომა საკმარის საჰაერო სივრცეზე პერსონალის მზადყოფნისა და კვალიფიკაციის შესანარჩუნებლად საჭირო სწავლებისა და წვრთნების უზრუნველსაყოფად.

მოსალოდნელია, რომ სახელმწიფო საავიაციო ორგანოები შეასრულებენ ამოცანების ფართო სპექტრს. ამ ამოცანების შესასრულებლად, სახელმწიფოებმა უნდა მოითხოვონ საერთაშორისო, რეგიონალური და სახელმწიფო სამოქალაქო ავიაციის რეგულაციების დაცვა, რამდენადაც ეს შესაძლებელია. თუმცა, აღიარებულია, რომ გარკვეული თავდაცვითი და უსაფრთხოების ამოცანების ბუნებამ შეიძლება შექმნას სიტუაციები, რომლებსაც შეიძლება დასჭირდეს სპეციალური დამუშავება და განხილვები. ამ თავში მოცემულია ოპერაციების მაგალითები, რომლებიც შეიძლება შეასრულოს სახელმწიფო საჰაერო ხომალდმა და ზოგადი მოლოდინები ANSP-ის მიერ ასეთი თვითმფრინავების მართვასთან დაკავშირებით. და ბოლოს, განხილული იქნება ახსნაგანმარტებები ოპერაციების ძირითადი პრინციპების, სამხედრო საჰაერო სივრცის მომხმარებლების დაგეგმვის პროცესებისა და ეროვნული უსაფრთხოებისა და საჰაერო სივრცის დაშვების მოთხოვნებს შორის კავშირის შესახებ.

სამხედრო საჰაერო ძალების მოქმედებები და საჰაერო თავდაცვის საიდენტიფიკაციო ზონები

ფრენის უსაფრთხოებისა და კოორდინაციის ამაღლებისთვის სამხედრო ქვედანაყოფებმა საჭიროა დაიცვან გარკვეული რეგულაციები. ოპერაციის გარკვეულ ეტაპზე ყველა კომპონენტის მეთაური თავისი ოპერატიული გეგმების შესასრულებლად მუდმივად მოითხოვს საჰაერო სივრცესა და საჰაერო საშუალებებთან წვდომას. კომპონენტების საჰაერო სივრცის მოთხოვნები ხშირად შეიძლება შეესაბამებოდეს ერთმანეთს. ოპერაციის შესრულებისას რომელიმე მეთაურისთვის განსაკუთრებული თავისუფლების მინიჭებამ შეიძლება შეაფერხოს სხვა მეთაურების ოპერაციები, ამიტომაც აუცილებელია საჰაერო სივრცესთან დაკავშირებული ყველა მოთხოვნის გაერთიანებული ძალების დონეზე განხილვა და გეგმაში გათვალისწინება. ეს ხელს შეუწყობს შეთანხმებების მიღწევას, სადაც გათვალისწინებული იქნება გაერთიანებული ძალების მეთაურის ოპერატიული პრიორიტეტები. საჰაერო სივრცის კონტროლის გეგმას წარადგენს საჰაერო სივრცის ერთობლივი კონტროლის ცენტრი. საჰაერო სივრცის კონტროლის გეგმა სრულდება საჰაერო სივრცის კონტროლის ბრძანებების გასაჯაროების გზით. მეწინავე ძალები გეგმებსა და ოპერატიულ ამოცანებს ასრულებენ საჰაერო სივრცის კონტროლის გეგმის, საჰაერო დავალებების ბრძანებებისა და სპეციალური ინსტრუქციების შესაბამისად. საჰაერო სივრცის კონტროლი სრულდება საჰაერო სივრცის კონტროლის სისტემის მეშვეობით, რომელიც უნდა ეყრდნობოდეს საიმედო, უსაფრთხო და დაბრკოლებებისგან დაცულ მართვისა და კონტროლის ქსელს. ეს სისტემა შეიძლება მოიცავდეს სახმელეთო ან/და საჰაერო სენსორებსა და მართვის კვანძებს. კონტროლის მეთოდი შეირჩევა საჰაერო სივრცის კონტროლის სისტემის შესაძლებლობებზე, ოპერატიულ მოთხოვნებსა და ოპერაციაში ჩართულ საფრენ აპარატზე დაყრდნობით. საჰაერო სივრცის მაკონტროლებელი ორგანო პასუხისმგებელია საჰაერო სივრცის კონტროლზე. გარდა საჰაერო თავდაცვის ძალების მეთაურისა, ეს ამოცანა შეიძლება დაეკისროს გაერთიანებული

ძალების საჰაერო კომპონენტის მეთაურს, რადგან მათი პასუხისმგებლობები მჭიდროდაა ურთიერთდაკავშირებული.

კონტროლის მეთოდები

პოზიტიური კონტროლი. პოზიტიური კონტროლი წარმოადგენს საჰაერო სივრცის კონტროლის მეთოდს, რომლის გამოყენებით შესაბამისი უფლებამოსილი და პასუხისმგებელი ორგანოები უზრუნველყოფენ კონკრეტულ საჰაერო სივრცეში საფრენი აპარატების პოზიტიურ იდენტიფიკაციას, გაცილებას, მიმართვასა და საჰაერო თავდაცვის იარაღის კონტროლს. საფრენი აპარატების იდენტიფიკაცია, გაცილება და მიმართვა უნდა განხორციელდეს საჰაერო თავდაცვის იარაღზე კონტროლის გზით. პოზიტიური კონტროლი იძლევა ცვალებადი ტაქტიკური ვითარების შესაბამისად საფრენი აპარატების მიმართულების მყისიერი შეცვლის, მაღალი ტემპით შესრულებული ოპერაციების ხელშეწყობისა და საჰაერო სივრცის სრულად, მოქნილად და ეფექტიანად გამოყენების შესაძლებლობას. თითოეული ეს პროცესი მუდმივად სრულდება ელექტრონული საშუალებებით, კემოდ, რადიოლოკაციის სადგურების, მათ შორის მეორადი სათვალთვალო რადიოლოკაციის სადგურების გამოყენებით, მიზნების, მონაცემთა ბაზებისა და სხვა სათვალთვალო სენსორებისა და ერთობლივი ოპერაციების მართვისა და კონტროლის სისტემების ელემენტების იდენტიფიკაციისთვის. პოზიტიური კონტროლი უნდა უზრუნველყონ მხოლოდ მაკონტროლებელმა ორგანოებმა, რომლებიც ფლობენ ვითარების შესახებ სრულყოფილ ინფორმაციასა და უსაფრთხო ორმხრივ კავშირს. საჰაერო სივრცის გამოსაყენებლად საჭიროა დიდი რაოდენობის რესურსი, კერძოდ, აღჭურვილობა და პირადი შემადგენლობა. პოზიტიური კონტროლის გამოყენების შემთხვევაში, ამ მეთოდს ენიჭება უპირატესობა პროცედურულ საშუალებებზე.

პროცედურული კონტროლი. პროცედურული კონტროლი საჰაერო სივრცის კონტროლის ერთ-ერთი მეთოდია, რომლის დროსაც გამოიყენება უკვე შეთანხმებული და ამოქმედებული ბრძანებებისა და პროცედურების კომბინაცია. პროცედურული კონტროლი მოიცავს ისეთ ტექნიკას, როგორცაა საჰაერო სივრცის სეგმენტებად დაყოფა მოცულობისა და დროის ან/და შეიარაღების კონტროლის სტატუსის მიხედვით. ამ მეთოდის გამოყენებისას ხელმძღვანელობენ საჰაერო სივრცის კონტროლის გამოცემული საშუალებებით, რომლებიც დაყვანილია პირად შემადგენლობამდე საჰაერო სივრცის კონტროლის ბრძანებით. საჰაერო სივრცის კონტროლის ბრძანება ინომრება. პროცედურული კონტროლი ყოველთვის უნდა იყოს ხელმისაწვდომი, დაუყოვნებელი და უზრუნველყოფდეს სარეზერვო სისტემას იმ შემთხვევაში, თუ პოზიტიური კონტროლი ვერ სრულდება ან არ მიიჩნევა სათანადოდ წარმოდგენილ სიტუაციაში. საჰაერო სივრცის კონტროლის ბრძანებები მოიცავს საჰაერო სივრცის კონტროლის საშუალებებს, საცეცხლე მხარდაჭერის საკოორდინაციო ზომებსა და შეიარაღების კონტროლის ბრძანებებს. ამ საშუალებების მოდიფიკაცია შესაძლებელია სპეციალური ინსტრუქციებით, რომლებიც აძლევს საფრენ აპარატს საჰაერო სივრცესთან წვდომის შესაძლებლობას დადგენილი კრიტერიუმების შესაბამისად. ამისთვის არ არის აუცილებელი ორმხრივი კავშირი ან სხვა ტექნიკური მოთხოვნები. პოზიტიური კონტროლის სტრუქტურის ფარგლებს გარეთ მოქმედებისას საფრენი აპარატის მფრინავმა უნდა გაითვალისწინოს პროცედურული კონტროლით საფრთხის წარმოქმნისა და შესაძლო ურთიერთდაზიანების რისკი.

დინამიკური პროცედურული კონტროლი.

პროცედურული კონტროლის სტრუქტურაში არსებული საჰაერო სივრცის მართვის კონკრეტული საშუალებების ან საცეცხლე მხარდაჭერის საკოორდინაციო ზომების ფარგლებში დროსა და სივრცეში წარმოქმნილი გაურკვევლობის კოორდინირება შესაძლებელია ისეთი ორგანიზაციების

დახმარებით, რომლებიც ფლობენ ინფორმაციას ამ რაიონში მიმდინარე ოპერატიული ღონისძიებების შესახებ. მიუხედავად იმისა, რომ ამ პროცესს ფართოდ უწოდებენ „დინამიკურ პროცედურულ კონტროლს“, ის შეიძლება მოიცავდეს მხოლოდ კოორდინირების ფუნქციას, ხოლო საჭირო კონტროლი ეკუთვნოდეს საჭირო სივრცის მაკონტროლებელ ორგანოებს, თუმცა ეს პროცესი მაკოორდინირებელ ორგანიზაციას აძლევს რესურსების დაგეგმვისა და გადანაწილების გეგმების დინამიკური კორექტირების შესაძლებლობას ოპერატიული მოთხოვნების საპასუხოდ. დინამიკური პროცედურული კონტროლისას ყურადღება გამახვილებულია საბრძოლო სივრცის კონკრეტულ რაიონზე, რომელიც მოიცავს ფრენების შეზღუდვის (ROZ) ან მაღალი ინტენსივობის ფრენების კონტროლის ზონებს (HIDACZ), სადაც ოპერატიული ტემპი მოითხოვს საჭირო სივრცის მაქსიმალურად ეფექტიან გამოყენებას. ამ პროცესისთვის საჭიროა დიდი რესურსი, განსაკუთრებით ცოცხალი ძალა და კავშირის საშუალებები, რომლებმაც შეიძლება შეზღუდოს მისი ხანგრძლივი პერიოდით შესრულება. ყველა ემელონის მეთაურს შეუძლია ამის უზრუნველყოფა, შესაბამისი საშუალებების არსებობის შემთხვევაში. მათ ამის შესახებ უნდა აცნობონ საჭირო სივრცის მაკონტროლებელ ორგანოს. პროცედურული კონტროლის სტრუქტურა შეიძლება რეგულირებული იყოს შესაბამისი უსაფრთხოების ზომების დაცვით, უშუალოდ საფრენოსნო ეკიპაჟის მიერ ამოცანის შესრულებისას, ისეთ სცენარში, რომელშიც შეიძლება გამოყენებული იყოს მარტივი საჭირო სივრცის მართვის გეგმა. „თვითრეგულირების“ ეს მეთოდი, გამოიყენება მხოლოდ შეუზღუდავ და შეუფერხებელ საჭირო სივრცეში წარსამართ მცირემასშტაბიან, შეზღუდულ ოპერაციებში. ამგვარ ვითარებაში ეს ყველაზე ხელსაყრელი და მარტივი მეთოდია, თუმცა მას შეიძლება თან ახლდეს გარკვეული რისკები.

საჭაერო მოძრაობის მართვის ევოლუცია

მიუხედავად იმისა, რომ ATM სისტემამ გაიარა ევოლუციური პროცესი, მისი მთავარი მიზანი უცვლელი დარჩა: უზრუნველყოს საჭაერო ტრანსპორტის უსაფრთხოება და ეფექტურობა.

ATM სისტემა განვითარდა საავიაციო ინდუსტრიის საჭიროებების შესაბამისად. პირველ ეტაპზე საჭაერო მიმოსვლის ინტენსივობა საკმაოდ დაბალი იყო და თვითმფრინავის განცალკევება მხოლოდ პილოტის მიერ შესრულებული ვიზუალური მოძრაობის იდენტიფიკაციის საფუძველზე შეიძლებოდა. მოქმედებდა მხოლოდ სახმელეთო და საზღვაო სატრანსპორტო საშუალებებიდან მომდინარე ჩამოყალიბებული წესი და ეს საკმარისი იყო ფრენების განცალკევებისთვის.

1920-იან წლებში დაიწყო სახმელეთო სეგრეგაციის პრაქტიკა აეროპორტებში, სადაც სახმელეთო მაკონტროლებლები იყენებდნენ ვიზუალურ საშუალებებს პილოტებთან ცალმხრივი კომუნიკაციის დასამყარებლად. ამან შესაძლებელი გახადა ფრენების განცალკევება ადგილზე. შემდგომში, 1930-იან წლებში, რადიოკომუნიკაციის დანერგვამ მოახდინა რევოლუცია კომუნიკაციის პროცესში, ორმხრივი არხის უზრუნველყოფის გზით სახმელეთო კონტროლერებსა და პილოტებს შორის. საკომუნიკაციო შესაძლებლობების ამ გაძლიერებამ მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა ფრენების განცალკევებისა და მართვის ამოცანა.

ვინაიდან თვითმფრინავის პოზიციის ზუსტად განსაზღვრა ვერ მოხერხდა, განცალკევება განხორციელდა წინასწარ დადგენილი პროცედურების მიხედვით (პროცედურული განცალკევება), სადაც თვითმფრინავის პოზიცია ფასდებოდა პილოტის მიერ მოწოდებული უახლესი პოზიციის ანგარიშის საფუძველზე. პირველი მსოფლიო ომის შემდეგ, რამდენიმე ბომბდამშენი გადაკეთდა ფოსტის ტრანსპორტირებისთვის. ამან გაზარდა

საჰაერო მოძრაობის სიხშირე, თუმცა ვიზუალური განცალკევება საკმარისად უსაფრთხო რჩებოდა. 1919 წელს საჰაერო ნავიგაციის საერთაშორისო კომისიამ, ერთა ლიგის ერთ-ერთმა განყოფილებამ მოახდინა საჰაერო წესების სტანდარტიზირება.

ანალოგიურად, მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ, დიდი რაოდენობით სამხედრო თვითმფრინავი გადაკეთდა სამოქალაქო გამოყენებისთვის, რამაც მნიშვნელოვნად გაზარდა საჰაერო მიმოსვლის სიმჭიდროვე მეორე მსოფლიო ომის წინა პერიოდთან შედარებით. გარდა ამისა, ამ პერიოდში მიმდინარეობდა საფრენი აპარატების გაუმჯობესება (კერძოდ, მათი სიჩქარე და ფრემის დიაპაზონი). ამ ორმა ფაქტორმა ხელი შეუშალა თვითმფრინავების უსაფრთხო საჰაერო ექსპლუატაციას ყველაზე დატვირთულ ადგილებში, როგორცაა აეროპორტები და ტერმინალის მანევრირების ზონები (TMA) ATM-ის სისტემის შესაბამისი გაუმჯობესების გარეშე.

მეორე მსოფლიო ომის დროს საჰაერო მოძრაობის კონტროლის მნიშვნელოვანი განვითარება იყო რადარის ტექნოლოგიის დანერგვა. რადარის სისტემები გამოიყენებოდა თვითმფრინავების და სხვა საფრენი საშუალებების აღმოსაჩენად და თვალყურის დევნებისთვის. ტალღების გადაცემით, რადარის მიმღებები ადგილზე აღმოაჩენდნენ მათ არსებობას. ამ რევოლუციურმა ცვლილებამ საშუალება მისცა საფრენ აპარატებს ფრენები განეხორციელებინა ყველა ამინდის პირობებში, შესაბამისად შეამცირა საჰაერო ტრანსპორტის სისტემის დამოკიდებულება ამინდის პირობებზე.

1950-იანი წლების ბოლოს სარადარო ტექნოლოგიის ფართოდ გავრცელებამ გამოიწვია საჰაერო მოძრაობის კონტროლის პრაქტიკის მნიშვნელოვანი ცვლილება. რადარის კონტროლით, მოძრაობის მენეჯმენტი გადავიდა პროცედურული კონტროლიდან, რომელიც ეყრდნობოდა წინასწარ განსაზღვრულ მარშრუტებსა და დროებს, უფრო დინამიურ და მოქნილ სისტემაზე. თვითმფრინავების მოძრაობის რეალურ

დროში მონიტორინგის შესაძლებლობა ხელს უწყობდა საჰაერო მოძრაობის უფრო ეფექტურ და ზუსტ კონტროლს. რადარის დანერგვის შემდეგ, სიტუაციური ინფორმირებულობა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა დაფარვის ზონაში, ყოფილი პროცედურული კონტროლის მიდგომით, სადაც პოზიციის შეფასება ხდებოდა პილოტის მიერ მოწოდებული უახლესი პოზიციის მოხსენების საფუძველზე. ამ გადასვლის შედეგად მოხდა გაურკვეველობის შემცირება და საჰაერო სივრცის გამტარუნარიანობის შემდგომი ზრდა. საჰაერო მოძრაობის გამიჯვნა მიღწეული იქნა საჰაერო მოძრაობის მაკონტროლებელის (ATCO) ნებართვით, რომელიც ეფუძნებოდა როგორც თვითმფრინავის ამჟამინდელ პოზიციას, ასევე ATCO-ს მისი მომავალი პოზიციის შეფასებას (ცნობილია როგორც გაშვებაზე დაფუძნებული განცალკევება).

1950-იან წლებში კომერციული რეაქტიული თვითმფრინავების განვითარებამ მოახდინა კიდევ ერთი ნაბიჯის გადადგმა თვითმფრინავის მუშაობის თვალსაზრისით. ამან გამოიწვია სეგმენტაცია, გააძლიერა გამიჯვნის დავალება, რომელსაც ახორციელებენ მაკონტროლებლები ადგილზე. ვინაიდან თვითმფრინავის პოზიციის ზუსტად განსაზღვრა ვერ მოხერხდა, განცალკევება განხორციელდა წინასწარ დადგენილი პროცედურების მიხედვით (პროცედურული განცალკევება), სადაც თვითმფრინავის პოზიცია ფასდებოდა მფრინავის მიერ მოწოდებული უახლესი ადგილმდებარეობის ანგარიშის საფუძველზე.

თვითმფრინავის მომავალი ადგილმდებარეობის გაგება გადამწყვეტ როლს ითამაშებს საჰაერო მოძრაობის სტრატეგიული მართვის წინსვლაში. ეს ჩამოაყალიბებს სტრატეგიულ დონეზე საჰაერო მართვის პასუხისმგებლობებს კერძოდ, საჰაერო სივრცის მართვის (ASM) და საჰაერო მიმოსვლისა და სიმძლავრის მართვის (ATFCM) ფუნქციებს. ეს ცოდნა საშუალებას მისცემს უფრო ეფექტურ დაგეგმვას და ოპტიმიზაციას საჰაერო სივრცის გამოყენებისა და მოძრაობის შესაძლებლობების შესახებ.

ATM მოდერნიზაციის ინიციატივები

ATM სისტემაში მიმდინარე მოდერნიზაციის ინიციატივები სათავეს 1980-იან წლებში იღებს. ამ დროის განმავლობაში უკვე გაცნობიერებული იყო, რომ არსებული პროცედურებითა და ტექნოლოგიებით, ATM სისტემა მალე შეიზღუდებოდა უსაფრთხოების, ეფექტურობის, სიმძლავრის კუთხით. ამიტომ, 1983 წელს მომავალი საჰაერო ნავიგაციის სისტემების (FANS) პროგრამა დაარსდა ICAO-ს მიერ საჰაერო ნავიგაციის სისტემის განვითარების მიზნით. ამ სამომავლო კონცეფციას ეწოდა "CNS/ATM სისტემა".

CNS/ATM სისტემაში გათვალისწინებულ ტექნოლოგიებსა და პროცედურებს სჭირდებოდა განხორციელების გეგმა, რომელიც შეძლებდა სხვადასხვა ტექნიკური განვითარების ჰარმონიზაციას, რასაც შედეგად მოჰყვებოდა გლობალური და ინტეგრირებული ATM სისტემა. ამ მიზნით, ICAO-მ შეიმუშავა გლობალური ATM ოპერატიული კონცეფცია, რომელიც წარმოადგენს მსოფლიო ATM მოდერნიზაციის ინიციატივების სახელმძღვანელოს.

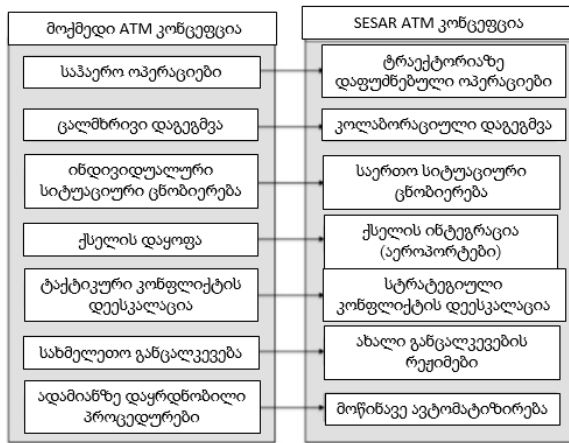
ევროპაში, ATM სისტემის ამჟამინდელი არაეფექტურობის გადასაჭრელად და უფრო მაღალი გარემოსდაცვითი, უსაფრთხოებისა და ხარჯების ეფექტურობის მისაღწევად, ევროკომისიამ 1999 წელს წამოიწყო ერთიანი ევროპული ცის (SES) ATM მოდერნიზაციის პროგრამა.

SESAR-ის პროგრამამ შეიმუშავა მიზნობრივი ოპერატიული კონცეფცია, რომლის განხორციელებაც გათვალისწინებულია სამ თანმიმდევრულ ეტაპად. თითოეულ ამ საფეხურზე განლაგების პაკეტები განხორციელდება ოპერატიული გაუმჯობესების საფეხურების (OISs) მეშვეობით. ვინაიდან ეს ინფორმაცია ამჟამად ხშირად განახლდება, ვებგვერდი <https://www.atmmasterplan.eu/home> გთავაზობთ ყველა განხორციელების გეგმის უახლეს ვერსიას.

ATM სამიზნე კონცეფცია

ATM სამიზნე კონცეფცია დაფუძნებულია შესრულებაზე და ორიენტირებულია ტრანექტორიაზე დაფუძნებულ ოპერაციებზე (TBOs). TBO-ები არ განხორციელდება იზოლირებულად. ისინი საჭიროებენ სხვა ტექნოლოგიების (მაგ. სატელიტური ნავიგაცია) და პროცედურების დანერგვას და ახალი ფუნქციების შემვეობით ახალი ოპერაციების განხორციელების საშუალებას მისცემს.

სურათი ასახავს ძირითად ცვლილებებს და მათ არსებით ელემენტებს ევოლუციაში SESAR-მდე (ანუ SESAR-ის დანერგვის დაწყებამდე) SESAR ATM სისტემებამდე.



სურათი ასახავს პარადიგმის ცვლას შვიდ მახასიათებელში. ფუნდამენტური ცვლილება არის ცვლილება საჰაერო სივრცეში დაფუძნებული მიმდინარე ოპერაციებიდან TBO-ებზე. ეს ცვლილება მოიცავს თვითმფრინავის ფრენას არასაჰაერო სივრცით შემოსაზღვრული ინსტრუქციების გამოყენებით, რომელიც შემოიფარგლება მხოლოდ ტრანექტორიის შესაძლებლობებით. მაგალითად, დღევანდელ სისტემაში ფრენები ზოგადად მიდის საჰაერო სივრცეში წინასწარ განსაზღვრული საჰაერო სივრცის სტრუქტურების ან

საჰაერო გზების მეშვეობით. საჰაერო ხომალდები ძალიან იშვიათად ემთხვევიან ფრენის ოპტიმალურ ტრაექტორიას, რომელსაც საჰაერო სივრცის მომხმარებელი იყენებენ. TBO-ების შემოღებით ეს შეზღუდვა მოიხსნება, რაც საშუალებას იძლევა გაზარდოს ფრენის ეფექტურობა. თუმცა, ამ წინასწარ განსაზღვრული სტრუქტურების ამოღება ATC ფუნქციაში მოითხოვს გადაწყვეტილების ინტეგრირებულ პროცესს ჩართულ დაინტერესებულ მხარეებს შორის, ე.ი. ერთობლივი დაგეგმვას.

თანამშრომლობითი დაგეგმვა არ დაინერგება მხოლოდ ATC ფუნქციის დონეზე. ფაქტობრივად, თანამშრომლობითი დაგეგმვის ძირითადი გავლენა მოსალოდნელია ASM/ATFCM ფუნქციების მეშვეობით, სადაც გაძლიერებული სიტუაციური ცნობიერება, მხარდაჭერილი ინფორმაციის გაზიარების გაზრდილი არხებით, გაზრდის პროგნოზირებადობას.

დაბოლოს, სამიზნე კონცეფცია საშუალებას მისცემს შეიცვალოს ადამიანის როლი. ATCO მიიღებს უფრო სტრატეგიულ მნიშვნელობას თვითმფრინავების განცალკევებაში მოწინავე ავტომატიზაციის მხარდაჭერით. გრძელვადიან პერსპექტივაში, ეს მოწინავე ავტომატიზაცია სხვა შესაბამის ტექნოლოგიებთან ერთად საშუალებას მისცემს განცალკევების ახალ რეჟიმებს, შეავსონ ან პოტენციურად ჩაანაცვლონ დაფუძნებული განცალკევების მიდგომები.

ATM სამიზნე კონცეფცია შეიძლება აიხსნას აგრეთვე ფუნქციების, პროცესებისა და როლების ცვლილებების თვალსაზრისით.

ფუნქციების ცვლილებები

პარადიგმის ცვლა ATM ფუნქციებში შეიძლება აიხსნას, როგორც გადასვლა უფრო ტაქტიკურ ASM/ATFCM ფუნქციებზე და უფრო

სტრატეგიულ ATC ფუნქციაზე. ამიტომ, მიუხედავად იმისა, რომ ATM სამიზნე კონცეფციის განხორციელებით ახალი ფუნქციები არ გამოჩნდება და მათი შესრულების პროცესი შეიცვლება.

შეჯახების თავიდან აცილება

ამ ფუნქციაში ცვლილებები უკვე არსებული ტექნოლოგიების გაძლიერებით იქნება განპირობებული. SESAR გააგრძელებს უსაფრთხოების უზრუნველყოფის დანერგვას (CM-0801 - Ground Based Safety Nets). მაგალითად, STCA ინსტრუმენტი ან ზონის სიახლოვის გაფრთხილება (APW), რათა გააფრთხილოს ATCO-ს, როდესაც მოსალოდნელია თვითმფრინავების შესვლა დაცულ ზონებში.

TCAS გაუმჯობესდება OIS CM-0802 - ACAS Resolution Advisory Downlink-ის დანერგვით, რაც გაზრდის ATCO-ს სიტუაციის ცნობიერებას, როდესაც TCAS უზრუნველყოფს რეზოლუციის შესახებ რჩევებს. ანალოგიურად, AUCO-0402 - საჰაერო მოძრაობის სიტუაციის ცნობიერება (ATSAW) ფრენის დროს (AIRB) ხელს შეუწყობს ეკიპაჟს და შეიძლება შეჯახების თავიდან აცილების ფუნქციის უფრო ეფექტურად გამოყენება.

ATC ფუნქცია

მოსალოდნელია, რომ ATC ფუნქცია უფრო სტრატეგიული და ნაკლებად ტაქტიკური გახდება. ეს ცვლილება იქნება მხარდაჭერილი გაძლიერებული პროგნოზებით, რომლებსაც შეუძლიათ ხელი შეუწყონ ცნობიერების ამაღლებას უფრო დიდი LAT-ებით, მაგ. CM-0202 - ავტომატური დახმარება ATC-ის დაგეგმვაში კონფლიქტების პრევენციისთვის მარშრუტზე საჰაერო სივრცეში. ეს სტრატეგიული ცვლილება მიზნად ისახავს ATCO-ს ტაქტიკური დატვირთვის გადატანას სტრატეგიულ დატვირთვაზე. სტრატეგიული დატვირთვა ნაკლებად შემზღვეველია სიმძლავრის თვალსაზრისით, რადგან შესრულებამდე საკმარისი დროა ოპერაციების ოპტიმიზაციისთვის.

ATCO-ს მხარდაჭერილი ექნება გაზრდილი ავტომატიზაცია მაგ. CM-0201 - ავტომატური დახმარება მაკონტროლებელისთვის უწყვეტი კოორდინაციისთვის, გადაცემისა და დიალოგისთვის, და ახალი საკომუნიკაციო არხები რომელიც თეორიულად შეამცირებს დატვირთვას SESAR-მდე. ავტომატიზაცია ასევე ხელს შეუწყობს TBO კონცეფციის დანერგვას.

ნავიგაციის შესაძლებლობების ზრდა, რომელიც რაოდენობრივად არის განსაზღვრული საჭირო ნავიგაციის შესრულების (RNP) ინდიკატორით, საშუალებას მისცემს დანერგოს ახალი საჰაერო სივრცის პროცედურები, როგორცაა CM-0603 - Precision Trajectory Clearances (PTC)-2D მომხმარებლის მიერ შერჩეულ ტრაექტორიებზე, რაც უკვე გამოიყენებს არსებულს.

საჰაერო სივრცის და საჰაერო სივრცის მომხმარებლის ოპერაციების ოპტიმიზაცია.

ATC ოპერაციების მონიტორინგი და მხარდაჭერა მოხდება EOS-ისთვის ახალი ხელსაწყოებით, რაც ჩართული იქნება პროგნოზირების გაზრდილი სიზუსტით, მაგ. CM-0101 - სატრანსპორტო დატვირთვის (სიმკვრივის) მართვის ავტომატური მხარდაჭერა. ეს გახდის მოძრაობას უფრო პროგნოზირებადს, რაც შესაძლებელს გახდის ოპერაციებში გამოყენებული უსაფრთხოების ბუფერების შემცირებას მაქსიმალური სიმძლავრის შემცირების თვალსაზრისით (მაგ. 10%-იანი სიმძლავრის შემცირება მოძრაობის გაურკვევლობის გამო).

დაბოლოს, ATC ფუნქცია გრძელვადიან პერსპექტივაში გამოიწვევს მნიშვნელოვან ცვლილებას ახალი განცალკევების რეჟიმების დანერგვით (CM-0704 - Self Separation in Mixed Mode). ეს ცვლილება გადაიტანს ATC ფუნქციას მიწიდან ჰაერში, სადაც მფრინავები სულ უფრო მეტად გახდებიან პასუხისმგებელი საკუთარ განცალკევებაზე.

ATFCM ფუნქცია

ATFCM უფრო ტაქტიკური იქნება იმ ზომებით, რომლებიც გამოყენებული იქნება შესრულების დრომდე ცოტა ხნით ადრე (DCB-0205 - მოკლევადიანი ATFCM ზომები). გარდა ამისა, გაძლიერებული პროგნოზირებადობა შეამცირებს გამოყენებული ATFCM რეგულაციების (მაგ. მიწის დაყოვნების) რაოდენობას და ამ ATFCM ღონისძიებების ეფექტურობას.

AUO-0101 - ATFM Slot Swapping დაიწყებს ATFCM-ის თანამშრომლობით პროცესად გადაქცევას, რომლის დროსაც საჰაერო სივრცის მომხმარებლები დინამიურად აწარმოებენ მოლაპარაკებებს, როგორც მათი ბიზნეს მიზნების ფუნქცია. გრძელვადიან პერსპექტივაში, ATM სისტემის სხვა რესურსებზე მოლაპარაკებები განხორციელდება საჰაერო სივრცის მომხმარებლების მიერ AUO-0102 - მომხმარებლის ორიენტირებული პრიორიტეტების პროცესის (UDPP) მეშვეობით.

საოპერაციო სექტორების სიმძლავრის/მოთხოვნის ბალანსის მონიტორინგის მიზნით, გამოყენებული იქნება ახალი მეტრიკა, როგორცაა საათობრივი ჩანაწერები (CM-0103 - ავტომატური მხარდაჭერა სატრანსპორტო სირთულის შეფასებისთვის).

ASM ფუნქცია

ASM ფუნქცია უფრო ტაქტიკური გახდება, როგორც ეს მოხდა ATFCM ფუნქციით. ASM თანდათან იქნება ინტეგრირებული ATFCM ფუნქციასთან, რათა უზრუნველყოს კომბინირებული გადაწყვეტილებები საჰაერო მოძრაობის ოპერაციების მხარდასაჭერად, მაგ. საჰაერო სივრცის დინამიური

სექტორიზაცია ATFCM გადამისამართების მხარდასაჭერად (DCB-0203 - გაძლიერებული ASM/ATFCM კოორდინირებული პროცესი).

განახლების სექტორის ტექნიკა დინამიურად მოერგება არსებულ სატრანსპორტო ნაკადებს და სამოქალაქო/სამხედრო მოთხოვნებს. გარდა ამისა, ფუნქციური საჰაერო სივრცის ბლოკები (FAB) აღმოფხვრის საზღვრებს და კონცენტრირდება ATC აქტივობებზე გეოგრაფიულ ზონებში, რაც ამცირებს საჰაერო სივრცის ფრაგმენტაციის პრობლემას.

გრძელვადიანი დაგეგმვის ფუნქცია

ქსელის ფრაგმენტაცია დაიწყება საერთაშორისო თანამშრომლობით (AOM-0402 - შემდგომი გაუმჯობესება მარშრუტების ქსელისა და საჰაერო სივრცის ჩათვლით. ტრანსსასაზღვრო სექტორიზაცია და მარშრუტის შემდგომი ვარიანტები). აეროპორტები იქნება ინტეგრირებული დაგეგმვის პროცესში, როგორც სხვა დაინტერესებული მხარე, რათა აღმოიფხვრას საჰაერო სივრცე-აეროპორტის ფრაგმენტაცია (AO-0801 - ერთობლივი აეროპორტის დაგეგმვა).

სიმძლავრის დაგეგმვა გაუმჯობესდება დახვეწის პროცესის მეშვეობით, სადაც განახლებული ინფორმაცია დინამიურად იქნება გაზიარებული სიმძლავრის გეგმის შესრულებამდე რამდენიმე საათით ადრე (DCB-0201 - ინტერაქტიული ქსელის სიმძლავრის დაგეგმვა). ეს გაუმჯობესება გააფართოვებს ქსელის დაგეგმვის ფუნქციის ჰორიზონტს პრე-ტაქტიკურ ფაზამდე და ფუნქცია ინტეგრირებული იქნება ATFCM და ASM ფუნქციებთან (DCB-0206 - ქსელის კოორდინირებული მართვის ოპერაცია გაგრძელდება ექსპლუატაციის დღემდე).

პროცესების ცვლილებები

გაძლიერებული პროგნოზირება არის ძირითადი ელემენტი, რომელიც მხარს უჭერს ATM სამიზნე კონცეფციის დანერგვას და ფუნქციურ ცვლილებებს. პროგნოზირების შესაძლებლობები

გაუმჯობესდება ახალი ალგორითმებით და მონაცემებით (IS-0302 - Aircraft Derived Data-ის გამოყენება (ADD) ATM სახმელეთო სისტემის მუშაობის გასაუმჯობესებლად). პროგნოზირების მოთხოვნები განსხვავდება სხვადასხვა ფუნქციის მოთხოვნების მიხედვით.

გამოვლენის პროცესები გაუმჯობესდება უკეთესი პროგნოზირებისა და მხარდაჭერის ინსტრუმენტების მეშვეობით ავტომატიზაციის უფრო მაღალი დონეებით (CM-0404 - გაძლიერებული ტაქტიკური კონფლიქტის გამოვლენა/გადაჭრა და შესაბამისობა და განზრახვის მონიტორინგი).

ახალი სისტემის წყალობით ყველა ფუნქციაში გაჩნდება გადაწყვეტილების მიღების ახალი სტრატეგიების დანერგვის შესაძლებლობები: ნავიგაციის შესაძლებლობები ATC ფუნქციისთვის, უფრო დინამიური პასუხები დაგეგმვისთვის, ATFCM და ASM ფუნქციები. ეს ახალი რეზოლუციის სტრატეგიები თეორიულად საშუალებას მისცემს ოპტიმიზებულ ოპერაციებს.

SESAR სისტემაში ინფორმაცია დინამიურად გაზიარდება და განახლდება ყველა შესაბამისი დაინტერესებული მხარის მიერ. ეს ხელს შეუწყობს გაძლიერებული პროგნოზირების პროცესს.

იმფორმაციის ცვლა იქნება წერტილიდან წერტილამდე და მოთხოვნაზე დაფუძნებულ საინფორმაციო სისტემაზე. ქსელზე ორიენტირებულ საინფორმაციო სისტემა, ავტომატურად მოითხოვს ახალ განახლებებს გარკვეული პირობების გააქტიურებისას (IS-0305 - ავტომატური RBT განახლება TMR-ით). ეს განხორციელდება ე.წ. System Wide Information Management (SWIM) სისტემის მეშვეობით.

როლების შეცვლა

ATM სისტემაში ამჟამად არსებული როლები მოერგება ახალ მოთხოვნებს, რომლებიც დანერგილია მომავალი ფუნქციებით. ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლილება განხორციელდება მფრინავის მიერ, თვითგამოყოფის რეჟიმის დანერგვით. ATCO-ებს მოუწევთ ადაპტირება ამის ათვისებისთვის და საკაერო განცალკევების პასუხისმგებლობის გარკვეული ნაწილის დელეგირება მფრინავზე.

ავტომატიზაცია

ავტომატიზაცია მოახდენს გაფართოებას, როგორც აღბეჭდილია მრავალი OIS-ის მიერ, ავტომატიზაციის დანერგვა ფართოდ იქნება აღქმადი მართვის ცენტრში. შედეგად, მოსალოდნელია დავალებების და დატვირთვის შემცირება ATC გუნდისთვის. თუმცა, ზოგიერთმა კვლევამ უკვე გამოავლინა, რომ ავტომატიზაციის სისტემა ნაწილობრივ დაინეგა. ამიტომ, სისტემაში შეყვანილი ავტომატიზაციის დონეები ყურადღებით უნდა იყოს განსაზღვრული. მაგალითად, იდენტიფიცირებულია ავტომატიზაციის პოტენციური ხარჯები, რომლებმაც შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს სისტემაზე: შემცირებული სიტუაციური ცნობიერების და უნარჩვევების დაქვეითებით. ყოველივე ამის მიუხედავად ადამიანს უნდა ჰქონდეს ცენტრალური როლი ATM მომავალ სისტემაში.

ადამიანისა და მანქანის ურთიერთქმედების კვლევები ფოკუსირებულია სისტემის საუკეთესო ფუნქციური განაწილების დადგენაზე. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ფუნქციების ძირითადი ამოცანები შეიძლება გადანაწილდეს სხვადასხვა გზით, რაც იწვევს სხვადასხვა საერთო ეფექტს. მიუხედავად იმისა, რომ წარსულში ავტომატიზაცია ჩვეულებრივ გამოიყენებოდა ATCO ინფორმაციის, პრეზენტაციისა და ინტეგრაციის გასაუმჯობესებლად და რუტინული ამოცანების ავტომატიზაციისთვის, მიმდინარე და მომავალი ტენდენციები არის ადამიანის შემეცნებითი

პროცესების გაძლიერება, ძირითადად გადაწყვეტილების შერჩევის ეტაპზე.

ავტომატური სისტემები უზრუნველყოფენ თავსებადობას სისტემის ფრაგმენტაციის თავიდან ასაცილებლად (IS-0301 - ურთიერთთანამშრომლობა AOC და ATM სისტემების შორის). ამიტომ SESAR-ის პროგრამის მიზანშეწონილობის გაგების ერთ-ერთი ფუნდამენტური ასპექტი იქნება საჰაერო სივრცის სიმძლავრეზე ავტომატიზაციის ზემოქმედების შეფასება.

დასკვნები და რეკომენდაციები

სადისერტაციო ნაშრომი წარმოადგენს სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციის მარეგულირებლებს შორის არსებული ურთიერთობების გაუმჯობესების საფუძველს. კვლევის შედეგებისა და შემოთავაზებული სიახლეების საფუძველზე გაუმჯობესდება კოორდინირებული მოქმედებები, აღმოიფხვრება არსებული კომუნიკაციის სისტემებისა და საჰაერო მართვის გადატვირთვის პრობლემები, მოხდება სამხედრო ოპერაციების დროს უფლებებისა და მოვალეობების დეტალური განსაზღვრა და გაუმჯობესდება ჰარმონიულად მოქმედების პროცესი.

1. ისტორიული მტკიცებულებების საფუძველზე წარმოჩინდა თუ რა სავალალო შედეგებამდე შეიძლება მიგვიყვანოს არაკოორდინირებულმა მოქმედებებმა. კვლევის ფარგლებში მოხდა ისტორიული ფაქტების შესწავლა რამაც გამოიწვია გარკვეული ავია კატასტროფები. შესწავლილი იქნა აღნიშნული კატასტროფების გამომწვევი მიზეზები და განხილულ იქნა შემდგომში მსგავსი კატასტროფების თავიდან აცილების გზები.
2. კვლევის ფარგლებში მოხდა არსებული კომუნიკაციის სისტემების შესწავლა და გაანალიზდა საკომუნიკაციო

სისტემებზე თავდასხმის გზები. მოხდა თავდასხმებზე რეაგირებისა და დაცვის საშუალებების მოძიება. აღნიშნული პრობლემების გადაწყვეტა იქნება საფუძველი შემცირებული იქნას საკომუნიკაციო საშუალებებზე თავდასხმა და აგრეთვე მარეგულირებელ ორგანოებს წინასწარ ექნებათ განსაზღვრული მოქმედებები საკომუნიკაციო სისტემებზე თავდასხმის შემთხვევაში.

3. კვლევის ფარგლებში მოხდა საჰაერო თავდაცვის განხილვა და შემოთავაზებული იქნა საჰაერო თავდაცვის მოწყობის სისტემა, რაც გააძლიერებს საჰაერო სივრცის კონტროლს და შეამცირებს საჰაერო სივრცის არასანქცირებულად გამომყენებელთა რიცხვს, რაც თავისთავად აისახება საჰაერო სივრცის მომხმარებლებს შორის უსაფრთხოების ამალღებაზე.
4. განხორციელდა საჰაერო სივრცის მართვის დროს არსებული გადატვირთვების გაანალიზება, ჩამოყალიბდა მართვის ოპტიმიზაციისათვის განსახორციელებელი ღონისძიებები. ჩამოყალიბდა მოქმედების ჩარჩო, რომლის დანერგვის შემთხვევაში გაუმჯობესდება საჰაერო მართვის სისტემის ავტომატიზაციის შესაძლებლობები, როლებისა და ფუნქციების განაწილების გზით აღმოიფხვრება არსებული გადატვირთვით გამოწვეული პრობლემები.
5. მოხდა საჰაერო სივრცის დაყოფა ზონებად, ზონებად დაყოფა მოგვეცემს საჰაერო სივრცის გამომყენებლებისთვის კონკრეტული ჩარჩოებისა და ზონების დაწესებას, ხოლო აღნიშნული გაუადვილებს საჰაერო სივრცის მომხმარებლებს იცოდნენ მათი მოქმედების ადგილები და მოქმედებების შესაძლებლობები.
6. ყოველივე ზემოთაღნიშნული უნდა დაინერგოს როგორც სამოქალაქო ასევე სამხედრო მარეგულირებელი ორგანოების მიერ სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციაში. ეს მისცემს საშუალებას საჰაერო სივრცის მომხმარებლებს

წინაწარ იცოდნენ მათი მოქმედების ადგილები, მათი უფლებები და მოვალეობები. ყოველივე ამის გაუმჯობესებით კი მოხდება საჭაერო სივრცის გამომყენებლების უსაფრთხოები და ამაღლება ურთიერთკოორდინაცია.

Grigol Robakidze University

Copyright

Giorgi Mumladze

Cooperation between Military and Civil Aviation
Regulatory Authorities

Educational Program: Public Administration

Thesis submitted for the academic degree of Doctor in Public
Administration

Abstract

Tbilisi

2025

Grigol Robakidze University

Scientist-supervisor:

Mikheil Gogatishvili,

Professor, Doctor of Philosophy,

The date of the dissertation defense will be published on the university website www.gruni.edu.ge

The dissertation defense will be held at the meeting of the Attestation-Expert Committee of the School of Public Administration and Politics of Grigol Robakidze University

The dissertation can be viewed at the Grigol Robakidze University Library, Tbilisi, Irina Enukidze №3 (13th km of Agmashenebeli Alley)

Contents

Introduction.....	51
Research Problem and Relevance of the Study.....	51
The aim of the study.....	52
The objectives of the study	52
Scientific Hypothesis.....	53
Detection of Airborne Objects.....	53
Detection of Airborne Objects: Radar, Radar Usage, Tasks, and Surface-to-Air Systems.....	54
Methodology and Research Description	64
Categories of Attacks.....	65
Cryptographic Protection.....	66
State Aviation Operations and National Security and Defense Considerations	70
Actions of the Air Force and Air Defense Identification Zones	71
Control Methods.....	72
Evolution of Air Traffic Management	74
Changes in Functions	79
Process Changes.....	82
Role Changes	83
Conclusions and Recommendations.....	84

Introduction

Research Problem and Relevance of the Study

With the development of civil aviation, the need arose to create technologies and develop a system that would enable the control, management, and, when necessary, even provide the corresponding support for the movement of aircraft. For this purpose, civil aviation regulatory centers were established, international conventions were formulated, and legislative changes were implemented to regulate and organize civil aviation within the framework of the appropriate legislation. It is also noteworthy that civil aviation contributes significantly to the country's economy, and, therefore, both the infrastructural and technological development of civil aviation has become one of the most important issues, ensuring that it becomes attractive to international aviation companies and increases the number of international users of airspace. As the number of airspace users increases, the issues of safety become crucial, as, in today's world, ensuring the safety of human life and health is one of the primary concerns. When discussing aviation, military matters must also be taken into account. The integration of aviation into military operations created the necessity for the establishment of air operations centers, which ensure not only the management of military operations but also military-civilian coordination.

Accordingly, airspace users are divided into two main categories: military and civilian. Coordinated action between these categories guarantees the safety of airspace, which, in turn, makes a significant contribution to the country's security and economic stability. A breach of coordination can have disastrous consequences. Numerous examples can be cited of uncoordinated actions that have cost human lives. For instance, on January 8, 2020, as a result of uncoordinated actions between Iran's military and civilian aviation, a Ukrainian-owned

Boeing 737 civilian aircraft was destroyed. The issue of coordination, along with the increase in the number of aircraft, is created by operational procedures and technological weaknesses, the refinement and improvement of which are highly relevant for each developed country. It is precisely because of this relevance that the Chicago Convention was established in 1944, which is reviewed and updated annually, and whose ratification was completed by the Parliament of Georgia in 1993.

The aim of the study

The aim of the study is to examine the functions of military and civil aviation regulatory bodies, analyze existing relationships, and identify obstructive causes. To address the identified problems and improve coordination, a technological and procedural model will be developed, which will serve as the foundation for solving new scientific approaches and practical tasks.

The objectives of the study

1. To familiarize with the principles of airspace usage and air traffic organization,
2. To study the regulatory documentation on the organization of airspace usage,
3. To examine the relationships between military and civil aviation during peacetime, emergency, and wartime conditions,
4. To develop a technological and procedural model to improve coordination.

Scientific Hypothesis

The creation of a unified system of cooperation between military and civil aviation regulatory bodies, the development of operational procedures, and the resolution of technological issues will contribute to enhancing the coordination and management efficiency of these bodies. This, in turn, will ensure the strengthening of the country's security and defense capabilities and the achievement of national objectives.

Detection of Airborne Objects

The recognized airspace picture (RAP) is a complete list of all aircraft within a specific airspace, where each aircraft is identified and includes additional information such as the type of aircraft, flight number, and flight plan. The primary source for generating the air picture is the digital information provided by radar systems; however, alongside radar systems, a combination of procedural measures and reliable communication systems is required.

Based on the above, the formation of the air picture requires:

- Radar systems;
- Reliable communication systems;
- Well-organized procedural actions.

Detection of Airborne Objects: Radar, Radar Usage, Tasks, and Surface-to-Air Systems

With the development of aviation, there arose a need to create technologies and develop a system that would enable the control, management, appropriate support, and, when necessary, even the neutralization of aircraft movements.

The integration of aviation into military operations has made it vital to integrate the aforementioned capabilities and technologies into a single cohesive system, one of the key components of which is air defense. Since modern warfare initially involves the aviation and missile processing of the battlefield, effective air defense plays a decisive role. Its effective role is manifested in the preservation of the lives of maneuver units and the provision of freedom of maneuver, as well as in the protection of strategic targets from the air. The more effective the air defense, the more it diminishes the adversary's desire to carry out combat flights and use missile attacks, as this will only result in the expenditure of resources and losses. In order for an air defense system to be considered effective, it must be able to detect airborne objects in a timely manner and identify them, as well as possess effective fire means that will prevent the enemy's air forces from targeting and carrying out effective aviation and missile attacks.

In order to detect an aircraft, a corresponding airspace surveillance system is required, which will detect unidentified flying objects early enough to allow for the preparation of effective actions by one's own forces and resources. During detection, the terrain must be taken into account, as, due to technical limitations, the surveillance system, known as radar, will struggle to detect aircraft from elevated positions, both at low and high altitudes. As for the impact of radar systems placed at low altitudes, in this case, the mentioned location becomes an obstructive factor for surveillance at higher altitudes. It is also

important to consider the radar's tilt angle and, depending on this angle, the uncontrollable zone, where radiation and consequently surveillance cannot occur.

Considering all of the above, it is necessary to properly define and position radars and high-tech visual observation devices across all altitude ranges, taking into account the dead zones.

To adequately address the complexities of airspace management and meet the needs of both civil and military aviation, effective planning involves dividing the airspace into specific zones, sectors, and echelons. Each of these zones is monitored by radars with appropriate technical capabilities, covering both short and long distances. This division of airspace and the use of radars with different capabilities create a multi-layered surveillance system, which is highly effective in detecting aircraft flying at any altitude.

After the detection and identification of an aircraft, its neutralization may become necessary in order to protect forces and resources. For this, not only the use of effective fire means is required, but also their effective deployment. When positioning fire means, the terrain and the technical capabilities of the fire means must be taken into account.

Due to the high pace of aircraft operations, it is necessary to divide the airspace, and for each echelon and sector, specific fire systems must be determined. Much like with radars, we can refer to this division as layers. The airspace is divided into zones and layers for the positioning of radars and weapons, which creates a multi-layered air defense system. Each layer is responsible for specific surveillance and firing capabilities, which makes the system more effective and necessary for the efficient control and protection of airspace, both for forces and assets. The detection of an aircraft is a crucial first step in airspace management and control. The development of aircraft has led to the

development of air surveillance systems. Surveillance systems can be divided into two main types: passive and active systems. The passive system operates in a listening mode and does not emit electromagnetic pulses, but rather receives radiation reflections from the aircraft. This allows the system to determine the aircraft's altitude, location, and flight direction.

As for active surveillance systems, they operate with different frequencies and types of emissions according to their capabilities. A necessary condition for the detection of an airborne platform is that there must be a direct line of sight between the radar and the detected aircraft, so that the emission produced by the radar can reach the aircraft. Depending on the power of the emission and the type of emitting antenna, active radars are classified as either early detection, or long-range radars, as well as medium and short-range radars. When radar classification and its data are determined, for example, as a radar operating at a range of 1000 km, this does not mean that the radar will detect all types of airborne objects at that radius. This radar may detect a large strategic aircraft within a 1000 km radius, but it would be able to detect an unmanned aerial vehicle or tactical missile only within a 500 km radius or even closer. Therefore, the detection of airborne objects depends on the radar's technical capabilities as well as the size of the aircraft. The larger the reflective surface, the easier it is to detect, and vice versa. Along with the radar's operating radius, the angle of the antenna's emission must also be taken into account. Given the technical specifications of radars, it is impossible for a radar antenna to emit at a 180-degree angle, which would allow full 360-degree coverage of the airspace during its rotation. Therefore, it is important to consider zones where the radar cannot emit and, consequently, cannot control the airspace. These zones, which the radar cannot monitor, are called dead zones. Each radar has the ability to change the emission angle of its antenna; however, along with the change in angle, the dead zone also changes. The above reasoning proves that for

a single radar, air surveillance is only possible within a specific spatial range, and it is impossible to have full airspace control with just one radar.

To achieve full airspace control, it is essential to select appropriate locations for radar placement. Several factors must be considered during this process. The first is the type of radar, as different radars have distinct capabilities and limitations. For the effective detection of an aircraft, a direct line of sight between the radar and the aircraft is necessary, as the radar's beam must reach the aircraft. Considering the flight tactics of the aircraft, it is important to account for bombers and helicopters, which often fly at low altitudes to use the terrain for concealment. On the other hand, strategic aviation operates at higher altitudes. To address this, surveillance objects must be positioned effectively to cover both high and low altitudes, while also considering radar dead zones to ensure full coverage.

For radars designed to detect aircraft at higher altitudes, it is optimal to place them at higher elevations to avoid terrain obstacles. However, such radars may fail to cover lower altitudes, which is why additional radars must be placed nearby to cover dead zones and provide control over the low-altitude airspace. Despite these measures, mountainous terrain can still pose challenges in certain areas. To address these regions, border radars with relatively small radii may be used. These radars are placed in valleys at low altitudes to monitor sectors and zones that cannot be effectively covered by medium and long-range radars. By properly dividing the airspace into appropriate echelons and zones and strategically positioning radars based on their capabilities and the terrain, a comprehensive and effective multi-layered air defense system can be created to achieve full airspace control.

The early detection of aircraft is crucial, and to achieve this, long-range early warning radars are used, covering vast distances, often

several hundred kilometers. However, to ensure continuous and reliable coverage, it is necessary to analyze the airspace and identify radars whose surveillance areas cannot be covered by other radars.

By strategically selecting and duplicating radars for high-priority airspace, the capability for early detection can be maintained, which ensures effective airspace monitoring and control even during radar technical maintenance or malfunction.

Additional control of the airspace can be effectively achieved by utilizing AWACS-type aircraft, which represent the optimal approach for monitoring all levels of airspace. The described system provides comprehensive control over each sector and zone of the airspace, thereby classifying it as a multi-layered air surveillance system. In this configuration, radar units are assigned to monitor specific zones and sectors. This method is highly regarded because it can control all sectors and altitudes of the airspace without failure. A fully controlled airspace is an indispensable prerequisite for effective air defense operations.

Considering the decisive role of aviation and missile systems in modern warfare and the importance of gaining a combat advantage, a multi-layered air surveillance system becomes essential. This contributes to the comprehensive monitoring of the airspace, ultimately allowing for the achievement of air superiority and the protection of forces and assets from aerial threats. After detecting an aircraft, its identification becomes crucial, which involves a detailed analysis to determine its type and ownership.

The process of aircraft identification is complex and crucial, involving various components of the air defense system. It is guided by the Strategic Air Operations Center, with contributions from all subordinate units of the air operations network. Visual observers,

strategic control points, and radar operators all play significant roles in this process.

Visual observers analyze the aircraft's type and visually discern distinguishing characteristics, while radar systems provide instrumental data such as location, accuracy, maneuverability, and speed capabilities. Control centers collect information from both visual observation points and radar systems, integrating the data to classify air platforms accurately. Identified aircraft are assigned various classifications, including friendly, neutral, hostile, false (reflection), unknown, and enemy. An unidentified aircraft may also be encountered, and the corresponding air operations center makes decisions based on the collected identification data.

The importance of aircraft identification is paramount, as errors in identification can lead to tragic consequences. There have been instances in various countries of friendly fire and accidents due to the incorrect identification of civilian aircraft, underscoring the critical nature of this process.

Each country has its own identification system, often based on criteria such as airspace zoning, digital identification of aircraft, visual identification, and the use of flight plans. The comprehensive approach to aircraft identification is crucial, as an aircraft may violate flight rules or experience sudden malfunctions, requiring assistance rather than immediate destruction. Therefore, air operations and air defense must involve an adequate assessment of the situation and a corresponding response.

Through continuous improvement of aircraft identification procedures and the use of reliable identification systems, air defense can eliminate tragic errors and effectively respond to various challenges in airspace.

Visual recognition is a critical aspect of aircraft identification and can be effectively carried out by both visual observers and intercepting aircraft. Intercepting aircraft, which include fighter planes, are particularly skilled at identifying and responding to unidentified aircraft. The Chicago Convention, which regulates air law, outlines specific signals, instructions, and actions that may be taken by intercepting aircraft in relation to unidentified aircraft. This convention emphasizes the importance of conducting specific actions before responding to unidentified aircraft, particularly civilian aircraft.

The existence of a friend-or-foe identification system on military aircraft is crucial for the effectiveness of air defense operations. This system integrates coded signal receivers, emitters, and advanced communication systems to relay the aircraft's location to air defense systems. Modern air defense systems are designed with protective mechanisms that prevent the targeting of aircraft equipped with an active friend-or-foe identification system. This increases operational safety and reduces the risk of friendly fire.

To streamline airspace identification, it is essential to divide the airspace into zones with specific permissions, restrictions, and prohibitions. Such zoning helps categorize aircraft and determine their origin. For example, certain zones, such as civilian and military airport zones, automatically identify aircraft departing from them as friendly aircraft. Furthermore, restricted and prohibited zones are established to ensure appropriate and timely responses to any aircraft entering these areas. It is important that these restricted and prohibited zones are internationally published and protected, in accordance with international aviation laws.

By implementing effective visual identification practices, using friend-or-foe systems, and employing well-defined airspace zoning, air defense systems can ensure safer and more accurate identification of aircraft, reduce the risk of errors, and strengthen the overall security

of the airspace. This systematic approach plays a vital role in protecting airspace from threats while minimizing unnecessary confrontations or misidentifications.

The electronic flight plan is indeed an effective means for identifying aircraft, covering commercial, international civil, licensed military aircraft, and the flight plans of state aviation. These plans provide essential information such as the type of aircraft, flight routes, and other relevant details in accordance with international and domestic legislation. Pilots also communicate with the appropriate air traffic controllers based on these plans to obtain the necessary clearances.

The regionalization of air forces and the designation of commanders and control points responsible for each region is a valuable approach to improving aircraft identification. This simplifies the operation of the air operations center and ensures that the region remains under control, even if communication with the operational center is lost, as the designated control point assumes responsibility.

The importance of timely and accurate aircraft identification cannot be overstated. It enables effective response and timely action, making it a critical aspect of air defense operations. After the detection and identification of an aircraft, the response phase begins, during which it may become necessary to engage surface-to-air systems. For effective response, three key components are required: a decision-making system, operational procedures supported by legislation, and the means necessary to neutralize the aircraft.

Operational procedures, as defined by the country's legislation, play a significant role at every level of the units involved in air operations. These procedures must be concise, specific, and tailored to the purpose of the aircraft, taking into account its speed. It is crucial for all personnel involved in air operations to know exactly how to act in different situations and, in some cases, make decisions without waiting for the permission of higher authorities, subsequently reporting their

actions to them without delay. Legal support underpins every action taken during air defense operations.

The presence of well-defined procedures is critical, and a good example of this is the Euro-Atlantic alliance, where even the operators of short-range missile defense systems carry operational procedure sheets. These sheets clearly and concisely outline the rules of engagement and actions to be taken in various situations.

Although procedures guide most actions, there may be situations where decision-making authority is required from specific supervisory levels. The decision-making process and the authority granted at each level are clearly defined in the procedures. Timely and accurate decision-making requires processed information. Decision-makers, located in the relevant operational centers and always available to monitor events, are most effective in ensuring rapid and appropriate responses.

In general, a well-organized and effective system for aircraft identification, decision-making, and response plays a crucial role in air defense operations, ensuring the safety of airspace.

In the event of a decision to neutralize an aircraft, either intercepting aviation or surface-to-air systems will be engaged in the battle. In countries with a small operational depth, such as Georgia, it is necessary for a certain number of intercepting aircraft to constantly monitor the airspace in order to respond promptly and avoid delays in preparing them for takeoff. The use of intercepting aviation in such a manner eliminates the possibility of airspace violations by hostile countries' aviation assets in areas where surface-to-air systems are ineffective or where aircraft destruction will not be deliberately carried out in such areas during peacetime.

It is worth noting several important points regarding air defense and the significance of an integrated system, not only for aircraft but also

for neutralizing tactical and ballistic missiles. A comprehensive air defense strategy requires the ability to destroy both aviation and missiles.

In modern warfare, missile systems play a significant role in identifying and destroying high-value targets. Without the capability to destroy missiles, an air defense system will be incomplete and will fail to protect strategic assets or maneuvering units effectively. Thus, a well-rounded air defense system must include surface-to-air missile systems capable of neutralizing missile threats.

Terrain conditions can pose challenges in ensuring complete protection from air threats. It may be impractical to protect every point of a difficult terrain, which is why precise planning of the air defense system and its adaptation to the terrain are vital. Identifying protected objects during the planning phase allows for a more efficient allocation of resources.

Certainly, each combat function of the defense forces is of paramount importance, and none can be excluded, but in modern warfare, the significance of the air component is clearly evident, and there are numerous examples that can be cited to refute the above reasoning. Perhaps the most conspicuous example is the Russian Federation's intervention in Ukraine, where the air component plays an enormous role, and numerous actions have been taken by the Ukrainian government to improve it. Interdiction aviation is necessary both during peacetime and combat operations. Its use reduces the errors in the destruction of aircraft and also controls zones that could be exploited for provocations by unfriendly countries during peacetime. For radar systems, dividing the airspace into layers increases the probability of detecting aircraft, while identification systems eliminate errors, and surface-to-air systems deployed in layers provide freedom of action for both maneuver units and the protection of strategic assets.

As for costs, of course, effective defense requires expenditure, and if we aim to create an effective national defense system, merely saving money is not a solution. The above reasoning and examples clearly demonstrate the necessity and effectiveness of multi-layered air defense, which effectively disproves any arguments made against it.

Combat operations conducted in this century clearly show the importance of the air component. Combat operations begin with aviation and missile strikes, and during aviation defense strikes, the list of targets is topped by radar systems, command posts, and surface-to-air missile systems, whose destruction provides control over the air, and by dominating the air, they damage the country's defensive capability. Therefore, one of the most critical conditions for a nation's defense capability is the existence of strong air defense. Since air defense is not just one type of armament but represents a complex system composed of components for the detection, identification, and destruction of aircraft.

Methodology and Research Description

The following scientific research methods were employed in the course of this dissertation:

- Historical
- Legal
- Analytical

Historical Research Method: Using the historical research method, historical evidence regarding the relationship between military and civil aviation was sought and examined. The study revealed the disastrous consequences of uncoordinated interactions.

Legal Research Method: The application of the legal research method enabled the study of regulatory documents and legal acts that ensure coordination between military and civil aviation regulators. In this regard, a comparison of the legislative norms of Georgia and the legislative norms of several EU countries (individual countries) was made, identifying similarities and differences in order to develop recommendations.

Analytical Research Method: The use of the analytical research method allowed for the analysis of Georgia's legislation, international legal acts, and existing regulations.

Attacks and Threats on Communication Systems and Ways to Address the Problem

Types of attacks, network attacks, or security incidents represent threats such as breaches, denial of service, or other attacks on infrastructure that conduct network analysis and information gathering, which may later be used to damage the network. Often, a hacker may be interested not only in the malicious use of the software but also in unauthorized access to network devices. In organizations, information leaks are often caused by unverified network devices. The spread of network attacks and the types of attacks on software platforms may include passive monitoring, active network attacks, close-in attacks, exploitation by insiders, and attacks carried out by service providers. The system should be able to limit the consequences of damage and quickly recover from the impact of an executed attack.

Categories of Attacks

There are certain risks associated with communication systems between military and civilian regulatory and executive bodies, which could lead to specific cyberattacks. This dissertation discusses the categories of attacks and ways to address them.

There are two main categories of attacks:

"Passive" – when a hacker listens to the information present on the network,

"Active" – when a hacker disrupts the normal functioning of the network.

Cryptographic Protection

For communication security, scrambling or cryptographic closure methods are used to ensure that information is concealed from those who do not need to know or are not supposed to know it. Let us examine the difference between the cryptographic encryption method used for digital signals and scrambling, which is used for analog signals. Cryptography is the process of encrypting (coding) information, with the aim of transforming the transmitted data into completely random-form messages and decrypting it on the receiving end. In the past, important information was encrypted with codes. The transmitted and received information was manually encrypted, which took a significant amount of time, and often, after decryption, the information would no longer be meaningful. Today, this process is automated. It involves a mathematical algorithm and its key, which enables the information to transition from an open form to an encrypted state. If the transmission of important information occurs without cryptographic encryption, it will not require significant effort to understand its content when intercepted by an adversary. For the protection of classified information of varying levels, each country's government has developed corresponding security standards. In communication systems that do not require a high level of protection,

scrambling can also be used. Scrambling is a method of protecting analog signals, where the voice signals are broken into pieces, their positions are changed within the audio frequency band, and then transmitted. Scrambling does not provide a high level of protection. It is primarily used in non-tactical radio stations and does not require synchronization.

Digital encryption, which involves the digital encryption of transmissions, primarily requires the use of a vocoder to convert the analog voice into a digital format. This process transforms the signal, i.e., the voice, into binary data. This data stream is then fed to a device called a cryptographic generator. It is a processor based on a mathematical algorithm that generates a long, non-repeating stream of binary numbers and digital stream encryption keys (Traffic Encryption Key - TEK). The TEK, or simply "key," is, in turn, a set of binary numbers used to control the processor's algorithm. Afterward, the data stream is mixed with the cryptographic stream, creating the encrypted (Cipher Text - CT) data.

The combination of binary number streams created by such a method is impossible to predict in advance and slightly resembles the original data. This method provides a very high level of information protection. In comparison, the scrambling method is identifiable and vulnerable. The level of cryptographic encryption of data determines the difficulty of understanding the content of the information and represents a complex function of the mathematical algorithm. The TEK key is variable, which changes the characteristics of the mathematical algorithm. The digital encryption algorithm requires the same TEK key for both encryption and decryption. This type of algorithm is called the "symmetric encryption key." Protecting the TEK key is a matter of vital importance. If an adversary obtains the encrypted information and the algorithm, it will still be difficult for them to understand its content without the key. Therefore, separate security protocols are used for the distribution of the TEK key. In the past, keys

were manually placed in cryptographic devices using paper tapes, magnetic tapes, or additional connecting devices. The creation of keys and the secure delivery to the user was a challenge. One of the key management systems used in the commercial sector is called "Public Key Cryptography." This standard allows all users to generate two keys. One is the public "Y," and the other is the private "X." The value of Y is determined by the value of X. The level of protection in these systems depends on the complexity of the relationship between X and Y. What is encrypted with the Y key can only be decrypted with the X key. The key generator distributes the Y key, while the value of X must remain known only to the user. Later, everyone will have the ability to send information encrypted with the Y key, but only one user will be able to decrypt it, namely the one who holds the X key and its value. By using this encryption system, all network users can have a two-way encrypted connection. This system is called the asymmetric key system. Its alternative is the symmetric system, where only one key is used for both encryption and decryption. Both the transmitter and the receiver must have the same key. Therefore, the symmetric system is a high-level protection system. An example of a symmetric system is the key generation function used in the radio station programming application (RF-6550 RPA) of Harris production. Also of interest is the RF-6550K KGA application, which allows for the generation and distribution of symmetric keys.

Its advantage is the ability to generate a KEK (Key Encryption Key) for the TEK key. The KEK key is the encryption key for the TEK key, and its purpose is to hide the TEK key. These processes are similar to "packaging." Every correspondent in the radio network has a KEK key that was generated once. When a new TEK key is obtained, it can only be imported into the RPA with the appropriate KEK key. This method also allows protection against key visibility, copying, or other unauthorized actions. The RF-6550K KGA application can only send TEK keys and avoid recreating the RPA. Therefore, its use is preferred.

Several methods are used for transmission confidentiality, aimed at preventing the detection and jamming of transmitted signals. These methods include frequency covering and turning it into a moving target. The Low Probability of Detection (LPD) system transmits the signal at a very low power or spreads it over a wide band, while masking the signal with natural radio noise. Another method related to LPD systems is called Low Probability of Intercept (LPI). It allows the signal to be emitted in short pulses or spread over a very wide band, reducing the time the signal is present in the air. The most common method for transmission security is frequency hopping, during which the frequencies change so quickly that it becomes impossible for unauthorized users to listen or jam the transmission. During frequency hopping, the receiving station is synchronized to the transmitting station's frequencies and moves in unison with the predetermined pattern. Frequency hopping occurs over several thousand discrete frequencies. For example, RF-5800V-MP and RF-5800V-HH radios make 100 frequency changes per second during frequency hopping.

When using this method of transmission confidentiality, the radio-electronic intelligence will hear only a brief, static discharge-like noise, making it difficult to distinguish from the natural and industrial noise present in the radio spectrum.

This requires an expert team's tireless, multi-hour work to understand even a small part of the transmitted signals. At this point, jamming only one frequency will not produce results. The simultaneous jamming of multiple frequencies is necessary, as this will prevent the adversary from having access to clear working frequencies for their radio networks. Controlling the electromagnetic emissions of one's own forces is a critical issue to minimize the impact of the adversary's electronic warfare tools. The transition of radio stations to transmission should only happen in times of necessity. The main station of the radio network should not check the connection on a strictly defined schedule. The control of emission confidentiality

should be a comprehensive process. The number of voice transmission events should be minimized (preferably to 15 seconds, with a maximum of 20 seconds), and it should serve only the purpose of transmitting the most critical information necessary for the task.

State Aviation Operations and National Security and Defense Considerations

Although this study focuses on civil-military cooperation, this chapter describes and provides information on a broader range of state aviation operations. State aviation in general, and military aviation in particular, are obligated to respond as quickly as possible when security, defense, or law enforcement situations arise. As a result, state aviation must have access to sufficient airspace to ensure the training and preparedness necessary for personnel readiness and qualification maintenance.

It is expected that state aviation agencies will carry out a wide range of tasks. To fulfill these tasks, states must require compliance with international, regional, and national civil aviation regulations wherever possible. However, it is acknowledged that the nature of certain defense and security tasks may create situations that may require special handling and consideration. This chapter provides examples of operations that may be carried out by state air assets and general expectations regarding the management of such aircraft by ANSPs (Air Navigation Service Providers). Finally, it will discuss the interrelations between the fundamental principles of operations, the planning processes of military airspace users, and the requirements for national security and airspace access.

Actions of the Air Force and Air Defense Identification Zones

In order to enhance flight safety and coordination, military units must adhere to certain regulations. At specific stages of the operation, the commander of each component will constantly require access to airspace and aerial assets to fulfill their operational plans. The airspace requirements of components may often align with each other. Granting exceptional freedom to one commander during the execution of an operation may hinder the operations of other commanders, which is why it is essential to consider and incorporate all airspace-related requirements at the joint forces level. This will facilitate reaching agreements that account for the operational priorities of the joint force commander.

The airspace control plan will be presented by the joint airspace control center. The airspace control plan is executed by issuing airspace control orders. The forward forces execute plans and operational tasks in accordance with the airspace control plan, air tasking orders, and special instructions. Airspace control is carried out through the airspace control system, which must rely on a reliable, secure, and obstruction-free management and control network. This system may include ground and/or airborne sensors and control nodes. The control method is chosen based on the capabilities of the airspace control system, operational requirements, and the aircraft involved in the operation.

The airspace control authority is responsible for controlling the airspace. In addition to the air defense forces commander, this task may be assigned to the commander of the joint forces air component, as their responsibilities are closely interrelated.

Control Methods

Positive Control. Positive control is an airspace control method through which the relevant authorized and responsible bodies ensure the positive identification, separation, vectoring, and control of air defense weapons for aircraft within a specific airspace. Aircraft identification, separation, and vectoring must be carried out through control of air defense weapons. Positive control allows for the immediate alteration of aircraft direction in response to changing tactical situations, supports high-tempo operations, and enables the complete, flexible, and efficient use of airspace. Each of these processes is continuously performed using electronic means, including radar stations, secondary surveillance radar stations, target databases, and other surveillance sensors, along with elements of joint operations management and control systems for identification. Positive control must be ensured only by controlling authorities that possess complete information about the situation and secure two-way communication. The use of airspace requires a significant amount of resources, particularly equipment and personnel. When positive control is applied, this method takes precedence over procedural means.

Procedural Control. Procedural control is one of the airspace control methods, which involves the use of a combination of pre-agreed and implemented orders and procedures. Procedural control includes techniques such as dividing airspace into segments based on volume, time, and/or weapon control status. When using this method, the issued airspace control means are followed, which are reduced to personnel through airspace control orders. The airspace control order is numbered. Procedural control must always be available, immediate, and ensure a backup system in case positive control cannot be carried out or is deemed unsuitable for the situation at hand. Airspace control orders include means of airspace control, fire support coordination

measures, and weapons control orders. These means can be modified by special instructions, which give the aircraft the opportunity to access the airspace according to established criteria. No two-way communication or other technical requirements are necessary for this. When operating outside the boundaries of positive control, the pilot of the aircraft must consider the risk of creating a threat and potential mutual damage under procedural control.

Dynamic Procedural Control. Within the structure of procedural control, coordination of uncertainty arising in time and space within the specific means of airspace management or fire support coordination measures can be achieved with the help of organizations that possess information about ongoing operational activities in the area. Although this process is widely referred to as "dynamic procedural control," it may only encompass the coordination function, while the air control remains with the airspace controlling entities. However, this process grants the coordinating organization the ability to dynamically adjust resource planning and allocation plans in response to operational requirements.

Dynamic procedural control focuses on specific areas of the combat space, including Restricted Operating Zones (ROZ) or High-Intensity Dangerous Airspace Control Zones (HIDACZ), where the operational tempo demands the maximum efficient use of airspace. This process requires substantial resources, especially manpower and communication means, which could limit its extended duration. Every echelon leader can ensure this, provided the necessary means are available. They must inform the airspace controlling body about this. The procedural control structure can be regulated with the implementation of appropriate security measures directly by the flight crew during the execution of the task, in scenarios where a simple airspace management plan may be applied. This "self-regulation"

method is only used in unrestricted and uninterrupted airspace for small-scale, limited operations. In such circumstances, it is the most advantageous and simple method, although it may be accompanied by certain risks.

Evolution of Air Traffic Management

Although the ATM system has undergone an evolutionary process, its primary goal has remained unchanged: to ensure the safety and efficiency of air transportation.

The ATM system developed in accordance with the needs of the aviation industry. In the early stages, air traffic intensity was relatively low, and aircraft separation could only be achieved based on visual identification of movements performed by the pilot. Only established rules derived from land and sea transportation vehicles were in place, and these were sufficient for flight separation.

In the 1920s, the practice of land-based segregation began at airports, where ground controllers used visual means to establish one-way communication with pilots. This enabled separation of flights on the ground. Later, in the 1930s, the introduction of radio communication revolutionized the communication process by ensuring a two-way channel between ground controllers and pilots. This enhanced communication capability significantly improved the task of flight separation and management.

Since it was not possible to precisely determine the aircraft's position, separation was carried out according to predefined procedures (procedural separation), where the aircraft's position was assessed based on the latest position report provided by the pilot. After World

War I, several bombers were converted for postal transport. This increased the frequency of air traffic, although visual separation remained sufficiently safe. In 1919, the International Commission for Air Navigation, a division of the League of Nations, standardized air traffic rules.

Similarly, after World War II, a large number of military aircraft were converted for civilian use, which significantly increased air traffic density compared to the period before World War II. In addition, during this period, improvements were made to aircraft (specifically, their speed and range). These two factors hindered the safe air operation of aircraft in the most congested areas, such as airports and terminal maneuvering areas (TMAs), without the corresponding improvements to the ATM system.

A significant development in air traffic control during World War II was the introduction of radar technology. Radar systems were used to detect and track aircraft and other flying objects. By transmitting waves, radar receivers on the ground would detect their presence. This revolutionary change allowed aircraft to operate flights in all weather conditions, thus reducing the dependence of the air transport system on weather conditions.

By the late 1950s, the widespread use of radar technology brought about a significant change in the practice of air traffic control. With radar control, traffic management shifted from procedural control, which relied on predetermined routes and times, to a more dynamic and flexible system. The ability to monitor aircraft movements in real-time facilitated more efficient and accurate control of air traffic. Following the introduction of radar, situational awareness significantly improved in the coverage zone, previously relying on procedural control approaches, where position assessment was based on the latest position report provided by the pilot. As a result of this

transition, uncertainty was reduced, and the capacity of the airspace increased. Air traffic separation was achieved through the air traffic controller's (ATCO's) permission, based on both the aircraft's current position and the ATCO's assessment of its future position (known as separation based on departure).

The development of commercial jet aircraft in the 1950s marked another significant step in the performance of aircraft. This led to segmentation, strengthening the separation tasks carried out by controllers on the ground. Since the exact determination of the aircraft's position was not feasible, separation was implemented based on predetermined procedures (procedural separation), where the aircraft's position was assessed based on the latest location report provided by the pilot.

Understanding the aircraft's future location will play a crucial role in the advancement of strategic air traffic management. This will establish the responsibilities for air traffic management at the strategic level, specifically the functions of airspace management (ASM) and air traffic and capacity management (ATFCM). This knowledge will enable more effective planning and optimization of airspace utilization and movement capabilities.

Initiatives for the modernization of the ATM system date back to the 1980s. During this period, it became apparent that, with the existing procedures and technologies, the ATM system would soon face limitations in terms of safety, efficiency, and capacity. Therefore, in 1983, the Future Air Navigation Systems (FANS) program was established by ICAO to develop future air navigation systems. This future concept was called the "CNS/ATM system."

The technologies and procedures outlined in the CNS/ATM system required an implementation plan that could harmonize various

technical developments, resulting in a global and integrated ATM system. To this end, ICAO developed a global ATM operational concept, which serves as a guide for global ATM modernization initiatives.

In Europe, to address the current inefficiency of the ATM system and to achieve higher environmental, safety, and cost-effectiveness, the European Commission launched the Single European Sky (SES) ATM modernization program in 1999.

The SESAR program developed a targeted operational concept, which is to be implemented in three consecutive phases. In each of these phases, deployment packages will be implemented through Operational Improvement Steps (OISs). Since this information is frequently updated, the website <https://www.atmmasterplan.eu/home> offers the latest version of all implementation plans.

The ATM target concept is performance-based and focused on trajectory-based operations (TBOs). TBOs will not be implemented in isolation. They require the integration of other technologies (e.g., satellite navigation) and procedures, and will enable the execution of new operations through the introduction of new functionalities.

The image illustrates the key changes and their essential elements in the evolution leading up to SESAR (i.e., before the implementation of SESAR).

Modern ATM Concept	SESAR ATM Concept
Strategic Operations	Trajectory-Based Operations
Collaborative Decision Making	Collaborative Decision Making

Information System Centric	System-Centric Approach
Queue Management	Queue Management
Tactical Conflict Detection	Strategic Conflict Detection
Capacity Balancing	New Airspace Design
Advanced Airborne Procedures	Advanced Automation

The image depicts a paradigm shift across seven characteristics. The fundamental change is the transition from current airspace-based operations to Trajectory-Based Operations (TBO). This shift involves aircraft flying based on trajectory capabilities rather than instructions constrained by predefined airspace structures.

For instance, in today's system, flights generally operate within predefined airspace structures or along designated air routes. Aircraft rarely follow the optimal flight trajectory preferred by airspace users. With the introduction of TBO, this restriction will be eliminated, allowing for increased flight efficiency. However, the removal of these predefined structures from the Air Traffic Control (ATC) function requires an integrated decision-making process among involved stakeholders, i.e., collaborative planning.

Collaborative planning will not be implemented solely at the ATC function level. In fact, its primary impact is expected within Airspace Management (ASM) and Air Traffic Flow and Capacity Management (ATFCM) functions, where enhanced situational awareness—supported by increased channels of information sharing—will improve predictability.

Finally, the target concept will enable a transformation in the role of the human operator. The Air Traffic Controller (ATCO) will take on a more strategic role in aircraft separation, supported by advanced automation.

In the long term, this advanced automation, in combination with other relevant technologies, will allow for new separation modes, supplementing or potentially replacing traditional ground-based separation approaches.

The ATM target concept can also be explained in terms of changes in functions, processes, and roles.

Changes in Functions

The paradigm shift in ATM functions can be described as a transition toward more tactical ASM/ATFCM functions and a more strategic ATC function. Therefore, while the implementation of the ATM target concept will not introduce entirely new functions, the process of their execution will undergo significant changes.

Collision Avoidance

Changes in this function will be driven by the enhancement of existing technologies. SESAR will continue the deployment of safety nets (CM-0801 - Ground-Based Safety Nets). For example, the Short-Term Conflict Alert (STCA) tool and Area Proximity Warning (APW) will help alert ATCOs when aircraft are expected to enter protected zones.

The Traffic Collision Avoidance System (TCAS) will be improved with the implementation of OIS CM-0802 - ACAS Resolution Advisory Downlink, which will enhance ATCOs' situational awareness when TCAS provides resolution advisories. Similarly, AUO-0402 - Air

Traffic Situational Awareness (ATSAW) in Flight (AIRB) will assist flight crews and may enable more effective use of the collision avoidance function.

ATC Function

The ATC function is expected to become more strategic and less tactical. This transformation will be supported by enhanced predictive capabilities that improve situational awareness over larger Look-Ahead Times (LATs), such as CM-0202 - Automated Support for ATC Planning for Conflict Prevention in En-Route Airspace. This strategic shift aims to transfer the ATCO's workload from tactical to strategic tasks. Strategic workload is less restrictive in terms of capacity, as it allows sufficient time for optimizing operations before execution.

ATCOs will be supported by increased automation, such as CM-0201 - Automated Assistance for Controllers in Coordination, Transfer, and Dialogue, as well as new communication channels that, in theory, will reduce workload compared to pre-SESAR levels. Automation will also facilitate the implementation of the TBO concept.

Enhancements in navigation capabilities, quantified through the Required Navigation Performance (RNP) indicator, will enable the introduction of new airspace procedures, such as CM-0603 - Precision Trajectory Clearances (PTC)-2D for user-preferred trajectories, thereby optimizing the utilization of existing resources.

Optimization of Airspace and Airspace User Operations

The monitoring and support of ATC operations will be enhanced with new tools for En-Route Operational Support (EOS), integrated with improved prediction accuracy. For instance, CM-0101 - Automated

Support for Traffic Load (Density) Management will contribute to making traffic flow more predictable, enabling a reduction in safety buffers used in operations. This, in turn, will allow for a decrease in capacity limitations caused by traffic uncertainty (e.g., a 10% capacity reduction due to unpredictability).

Finally, in the long term, the ATC function will undergo a significant transformation with the introduction of new separation modes, such as CM-0704 - Self-Separation in Mixed Mode. This shift will transition part of the ATC function from ground-based control to the air, where pilots will assume increasing responsibility for their own separation.

Long-Term Planning Function

Network fragmentation will begin to be addressed through international collaboration (AOM-0402 - Further Enhancement of the Route Network and Airspace, including Cross-Border Sectorization and Additional Routing Options). Airports will be integrated into the planning process as key stakeholders to eliminate fragmentation between airspace and airport operations (AO-0801 - Collaborative Airport Planning).

Capacity planning will be improved through a refinement process, where updated information will be dynamically shared several hours before the execution of the capacity plan (DCB-0201 - Interactive Network Capacity Planning). This enhancement will extend the planning function's horizon into the pre-tactical phase and ensure its integration with ATFCM and ASM functions (DCB-0206 - Coordinated Network Management Operations Extending to the Day of Operations).

Process Changes

Enhanced predictability is a fundamental element supporting the implementation of the ATM Target Concept and functional transformations. Predictive capabilities will be improved through new algorithms and data sources (IS-0302 - Use of Aircraft-Derived Data (ADD) to Enhance ATM Ground System Performance). The requirements for predictability will vary according to the specific needs of each function.

Detection processes will be enhanced by leveraging improved prediction capabilities and support tools with higher levels of automation (CM-0404 - Enhanced Tactical Conflict Detection/Resolution, Compliance, and Intent Monitoring).

Thanks to the new system, all functions will have the opportunity to implement new decision-making strategies: improved navigation capabilities for ATC functions, more dynamic responses for planning, and enhanced adaptability for ATFCM and ASM functions. These new resolution strategies will, in theory, enable optimized operations.

In the SESAR system, information will be dynamically shared and updated by all relevant stakeholders, fostering a more robust predictive process.

Information exchange will transition to a point-to-point, request-based information system. A network-centric information system will automatically request updates when specific conditions are triggered (IS-0305 - Automated RBT Updates through TMR). This will be implemented through the System Wide Information Management (SWIM) framework.

Role Changes

The roles currently existing within the ATM system will adapt to new requirements introduced by future functionalities. The most significant transformation will occur for pilots with the implementation of the self-separation mode. ATCOs will need to adjust to this shift, allowing for the delegation of certain air traffic separation responsibilities to pilots.

Automation

Automation will expand, as reflected in numerous OIS developments, and its implementation will be widely perceived within control centers. As a result, a reduction in workload and task burden for ATC teams is anticipated. However, some studies have already identified that automation systems have been only partially integrated. Therefore, the levels of automation introduced into the system must be carefully defined.

For instance, potential drawbacks of automation have been identified, which may negatively impact the system, including reduced situational awareness and skill degradation. Despite these challenges, the human role must remain central in the future ATM system.

Studies on human-machine interaction focus on determining the optimal functional distribution within the system. This is driven by the fact that core functional tasks can be allocated in different ways, leading to varied overall effects. While automation in the past was typically used to enhance ATCO information management, presentation, and integration, as well as to automate routine tasks, current and future trends aim to support human cognitive processes, particularly in the decision-making phase.

Automated systems will ensure interoperability to prevent system fragmentation (IS-0301 - Interoperability Between AOC and ATM Systems). Consequently, one of the fundamental aspects of assessing the feasibility of the SESAR program will be evaluating the impact of automation on airspace capacity.

Conclusions and Recommendations

This dissertation serves as a foundation for improving the relationship between military and civil aviation regulators. Based on the research findings and proposed innovations, coordinated actions will be enhanced, existing issues related to communication systems and air traffic management overload will be resolved, rights and responsibilities during military operations will be clearly defined, and the process of harmonious cooperation will be improved.

1. Historical evidence has demonstrated the severe consequences of uncoordinated actions. The research included an examination of historical incidents that led to aviation disasters. The causes of these disasters were analyzed, and potential measures to prevent similar occurrences in the future were discussed.
2. Existing communication systems were studied, and methods of attacking such systems were analyzed. The research explored response mechanisms and protective measures against these attacks. Addressing these challenges will reduce the vulnerability of communication systems and provide regulatory bodies with predefined action plans in the event of an attack on communication infrastructure.

3. Air defense systems were examined, and a new air defense framework was proposed. This system will strengthen airspace control and reduce the number of unauthorized users of airspace, thereby enhancing safety among airspace users.
4. The issue of air traffic congestion was analyzed, and measures for optimizing air traffic management were developed. A structured operational framework was proposed, which, if implemented, will improve automation capabilities in air traffic management. Additionally, the redistribution of roles and functions will help alleviate problems caused by system overload.
5. Airspace was divided into specific zones, allowing for the establishment of clear operational boundaries for airspace users. This zoning system will provide airspace users with a clearer understanding of their designated areas of operation and the corresponding operational constraints.
6. All the above-mentioned recommendations should be implemented by both civilian and military regulatory bodies in military and civil aviation. This will enable airspace users to have a predefined understanding of their operational areas, rights, and responsibilities. Enhancing these aspects will lead to increased airspace security and improved coordination among users.