

## საფრენი აპარატების მართვის ინტელექტუალური სისტემები

### დემურ ვეფხვაძე

საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი  
ქეთევან დედოფლის გამზირი 16, 0103, თბილისი, საქართველო

**ანოტაცია:** მომავალი თაობის საფრენი აპარატების შექმნის გზაზე ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს მართვისა და გადაწყვეტილებათა მიღების მხარდაჭერის საბორტო ინტელექტუალური სისტემების აგების საკითხების კვლევა და დამუშავება. მიღებული ტერმინოლოგიის შესაბამისად ესენი არიან სისტემები, რომლებიც აქტიურად იყენებენ ექსპერტის ცოდნას და გამოცდილებას - ორიენტირებულს მართვის ობიექტის მუშაობაში ჩართვისათვის გარე და შიგა გარემოს უწყვეტად ცვალებადი მოდელის ანალიზის საფუძველზე. სტატიაში განხილულია ასეთი სისტემების მთავარი არქიტექტურული თავისებურება და განსხვავება ტრადიციული სქემით აგებული მართვის სისტემებისგან, რაც დაკავშირებულია მათში ცოდნის შენახვისა და დამუშავების მექანიზმების არსებობასთან და რომლებსაც განუსაზღვრელობის პირობებში შეუძლიათ საჭირო ფუნქციების შესრულება გარე შემფოთებების ზემოქმედების დროს. განხილულია მართვის ინტელექტუალური სისტემის განზოგადებული სტრუქტურა, ინტელექტუალური სისტემების სტრუქტურული სქემა, საბორტო საკონსულტაციო ინტელექტუალური სისტემების მუშაობის პრინციპი. დამუშავებულია და მოყვანილია საბორტო საკონსულტაციო ექსპერტული სისტემის ჩართვის სქემა საბორტო საინფორმაციო-მმართველი სისტემის შემადგენლობაში და განსაზღვრულია მისი ფუნქციები.

**საკვანძო სიტყვები:** საფრენი აპარატები, მართვის ინტელექტუალური სისტემა, დინამიკური ექსპერტული სისტემა, ხელოვნური ინტელექტი, დროის რეალური მასშტაბი.

## შესავალი

გასული საუკუნის 90-იანი წლების დასაწყისში ცნობილი გახდა, რომ საფრენი აპარატების ეფექტურობის ამაღლება მხოლოდ საბორტო მოწყობილობების (საბორტო გამზომი და შემსრულებელი მოწყობილობები) სრულყოფის ხარჯზე შეუძლებელი იყო. ამ ამოცანის გადაწყვეტისთვის აუცილებელი გახდა მთელი ძალების მობილიზება და წარმართვა საფრენი აპარატების სრულყოფისათვის საავიაციო კომპლექსში ინტელექტუალური მდგენელის აუცილებელი ჩართვის მოთხოვნითა და გამოყენებით. ამან კი დღის წესრიგში დააყენა ამოცანა - ახალი თაობის საფრენ აპარატებში მომხდარიყო ორი სახის ალგორითმების ერთობლივი გამოყენება, კერძოდ საფრენი აპარატის ალგორითმული სისტემა პერსპექტიულ დამუშავებებში უნდა აღჭურვილიყო საბორტო კომპიუტერებში რეალიზებადი საბორტო ალგორითმებისა და ეკიპაჟის მოქმედების ალგორითმების ერთობლიობით. ამ ამოცანის გადაწყვეტა კი შესაძლებელი გახდა მას შემდეგ რაც კიბერნეტიკის, გამოთვლითი ტექნიკის, ხელოვნური ინტელექტის განვითარებამ შესაძლებელი გახადა რთული მართვის სისტემების ახალი მეთოდების, მართვისა და ოპტიმიზაციის საშუალებების დამუშავება. მართვის თეორიის და ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების ურთიერთგანჭოლვამ წარმოშვა მართვის ახალი მიმართულება რომელიც იწოდება ინტელექტუალურ მართვად [3,6].

პერსპექტიული დინამიკური ობიექტების, კერძოდ კი საფრენი აპარატების მართვის სისტემების დამუშავება მოითხოვს მათი დაპროექტებისათვის ახალი მიდგომების შესწავლას, ახალი კონცეფციების შექმნას, არსებული ალგორითმულ-პროგრამული უზრუნველყოფის მოდერნიზაციას, ახალი ელემენტური ბაზის შექმნას და ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებას. ყველაფერ ამასთან ერთად, ინტელექტუალური მართვის მეთოდების და შესაძლებლობების გამოყენება არის სწორედ გარანტი საფრენი აპარატების ინტელექტუალური მართვის განხორციელებისათვის [6].

დღესდღეობით მართვისა და გადაწყვეტილებათა მიღების ინფორმაციული მხარდაჭერის საბორტო ინტელექტუალური სისტემების დამუშავება და გამოყენება წარმოადგენს მეტად აქტუალურ ამოცანას, რომელიც ჯერ კიდევ შეიცავს ბევრ თეორიულ, ტექნიკურ თუ ალგორითმულ-პროგრამული უზრუნველყოფის გადაუჭრელ საკითხებს, ამიტომ მისი კომპლექსური გადაწყვეტის ყოველი მცდელობა ამ სფეროში მომუშავე სპეციალისტებისთვის, თუნდაც კონცეპტუალური მიდგომის დონეზე, ძალზე მიშვნელოვანია.

### ძირითადი ნაწილი

ამჟამად საფრენი აპარატების, როგორც რთული დინამიკური ობიექტების მართვის ტექნიკური სისტემების დამუშავებისას, მთავარ მოთხოვნად ითვლება ისეთი სისტემების შექმნა და დამუშავება, რომლებიც აღჭურვილი იქნება ავტონომიურობის, ფუნქციონირების, საიმედოობის და ადაპტირების მაღალი უნარით განუსაზღვრელობის პირობებში [1,2,3].

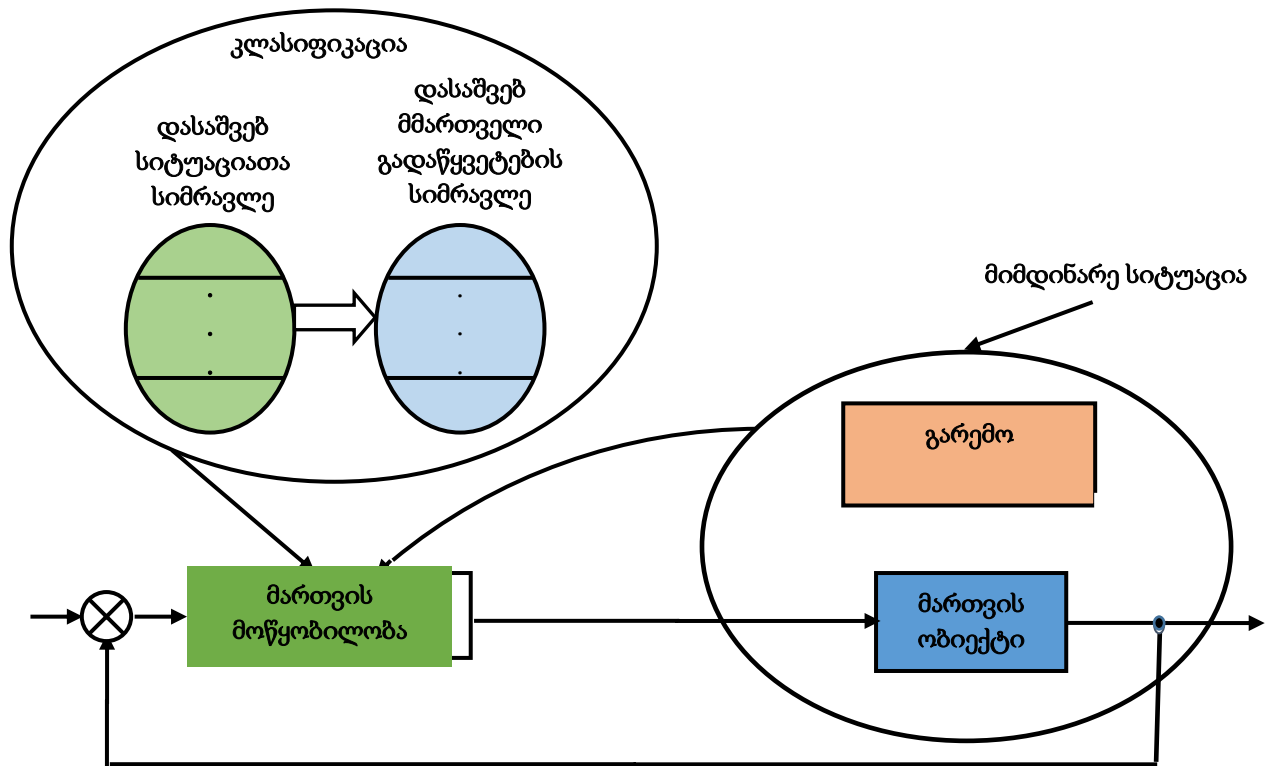
ზოგადად მართვის ამოცანებში განუსაზღვრელობის გამოვლენის მთავარ წყაროებს წარმოადგენს შემდეგი ძირითადი ფაქტორები:

- ობიექტებისა და მართვის ამოცანების ფორმალიზებული აღწერის სირთულე აუცილებელი გამოთვლებისა და გაზომვების ცდომილებების გათვალისწინებით;
- მართვის ამოცანებისა და ფუნქციონირების მიზნების არამკაფიოობა;
- მართვის სისტემისა და ობიექტის პარამეტრების არასტაციონარულობა;
- ფუნქციონირების ვითარებისა და პირობების აპრიორული განუსაზღვრელობა;
- გარემოს შემთხვევითი ზემოქმედებების არსებობა.

საჭირო საექსპლუატაციო მახასიათებლების უზრუნველყოფა, ფუნქციური შესაძლებლობების ფართო ნაკრების მიზანმიმართული ქმედების ფორმირება და შესასრულებელი ოპერაციების თანმიმდევრობის დაგეგმვა გარემოს ზემოქმედებებისადმი აქტიურ ადაპტაციაზე გათვლით, უზრუნველყოფს ინტელექტუალური მართვის მეთოდების და საშუალებების დამუშავებას, დაფუძნებულს ცოდნის დამუშავების ტექნოლოგიის კომპლექსურ გამოყენებაზე.

მართვის ამოცანების პრინციპულად ახალი ნაირსახეობის გაჩენა, რომელიც დაკავშირებულია რთული დინამიკური ობიექტების ფუნქციონირების მხარდაჭერასთან განუსაზღვრელ პირობებში, მიეკუთვნება ცუდად ფორმალიზებულ ამოცანათა რიცხვს, რომელთა გადაწყვეტისათვის საჭიროა სპეციფიკური მეთოდების დამუშავება ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიის გამოყენებით [4,5].

ასეთი მიდგომის საფუძველი ემყარება სიტუაციური მართვის კონცეფციებს. გამომდინარე მისი საკვანძო მდგომარეობიდან, სიტუაციის თითოეულ კლასს, რომელთა წარმოშობა დასაშვებად ითვლება სისტემის ფუნქციონირების პროცესში, შეესაბამება რაღაც გადაწყვეტილება მართვის მიხედვით (მმართველი ზემოქმედება, პროგრამულ-ალგორითმული მმართველი პროცედურა და ა.შ.). შექმნილი სიტუაცია განისაზღვრება რა როგორც თვითონ ობიექტის, ისე მისი გარემოს ფაქტორების გათვალისწინებით და იდენტიფიცირდება გამზომ - საინფორმაციო საშუალებების დახმარებით, შეიძლება მიეკუთვნოს რაღაც კლასს, რომლისთვისაც საჭირო მართვა უკვე ცნობილია. ავტომატურ სისტემებში სიტუაციური მართვის პრინციპების რელიზაციის სქემა მოყვანილია ნახ.1-ზე [1,4].



ნახ.1. ავტომატურ სისტემებში სიტუაციური მართვის პრინციპების რეალიზაცია

სიტუაციური მართვის კონცეფციის პრაქტიკული რეალიზაცია თანამედროვე ინტელექტუალური ტექნოლოგიების საფუძველზე გვთავაზობს არსებული ცოდნის ბაზის გაფართოებას, რომელიც ემყარება სისტემის აგების პრინციპებს და ფუნქციონირების მიზნებს, სხვადასხვაგვარი ალგორითმების გამოყენების სპეციფიკას, შემსრულებელი მექანიზმების და სამართავი ობიექტების თავისებურებებს. ამ შემთხვევაში, არსებული ცოდნის კვალიფიკაციურმა ანალიზმა საზომ-ინფორმაციული საშუალებების მიმდინარე მაჩვენებლების მიხედვით უნდა უზრუნველყოს მართვის ალგორითმების პარამეტრული და სტრუქტურული გადაწყობა, მართვის მიზნების მიღწევის პროგრამების მოდიფიკაცია, ხოლო აუცილებლობის შემთხვევაში კი მათი კორექციაც.

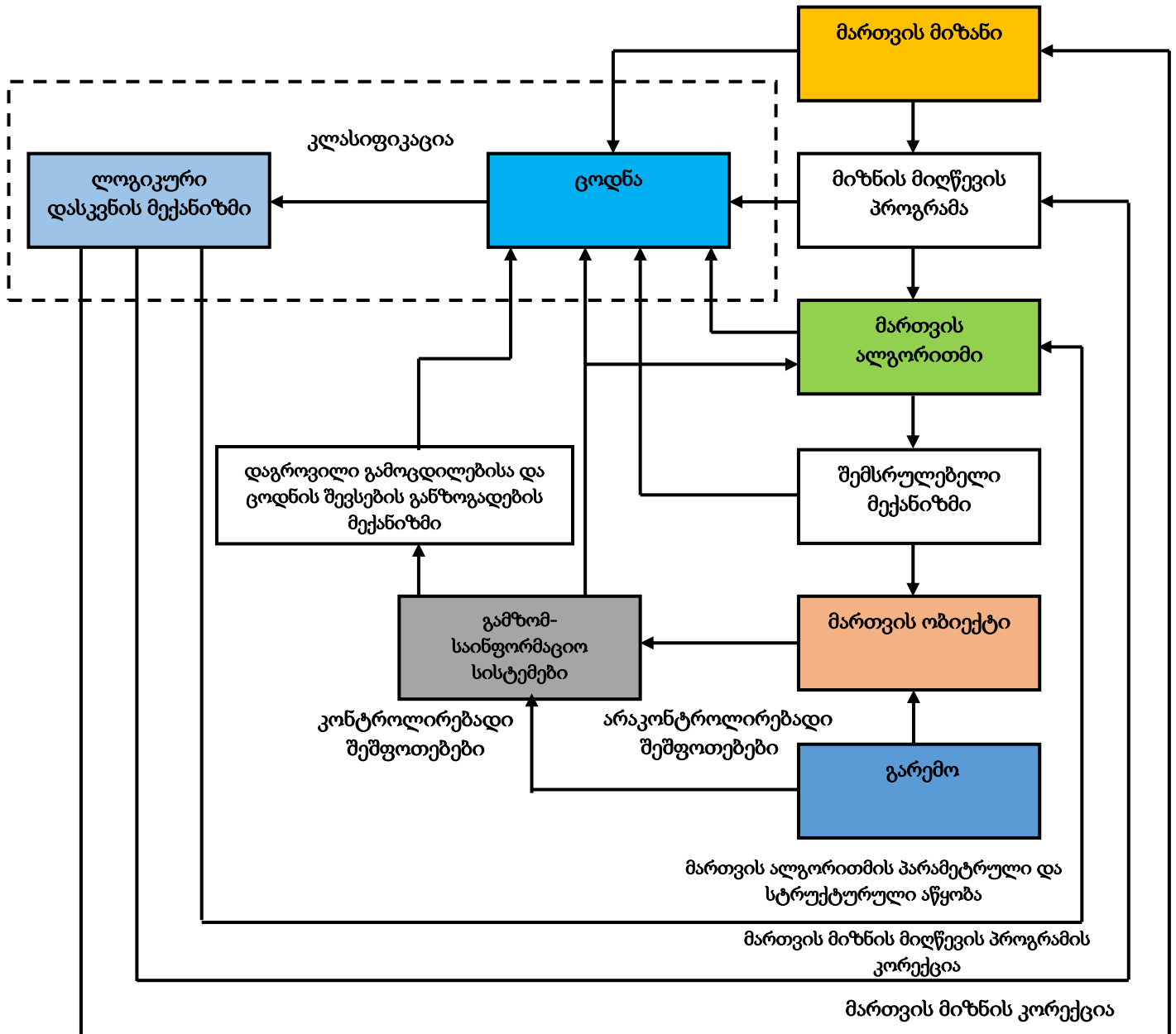
ნახ. 2-ზე მოყვანილია მართვის ინტელექტუალური სისტემის განზოგადებული სტრუქტურული სქემა [3]. უნდა ხაზგასმით აღინიშნოს, რომ მთავარი არქიტექტურული თავისებურება, რომელიც განასხვავებს მართვის ინტელექტუალურ სისტემას ტრადიციული სქემით აგებული მართვის სისტემისგან, დაკავშირებულია მასში ცოდნის შენახვის და დამუშავების მექანიზმების არსებობასთან. ასეთ ინტელექტუალურ სისტემას განუსაზღვრელობის პირობებში შეუძლია საჭირო ფუნქციების შესრულება გარე შეშფოთებების ზემოქმედების დროს. ამგვარ შეშფოთებებს შეიძლება წარმოადგენდეს მიზნების გაუთვალისწინებელი ცვლილებები, სისტემებისა და მართვის

ობიექტის საექსპლუატაციო მახასიათებლები, გარემოს პარამეტრები და ა.შ. გარდა ამისა, აუცილებლობის შემთხვევაში, სისტემის შემადგენლობას თვითსწავლების ემატება საშუალებები, რომლებიც უზრუნველყოფენ დაგროვილი გამოცდილების განზოგადებას და ამის საფუძველზე ცოდნის შევსებას.

ზოგად შემთხვევაში მართვის ობიექტი შესაძლებელია იყოს საკმაოდ რთული და შეიცავდეს თავის შემადგენლობაში ფუნქციურად დაქვემდებარებულ ქვესისტემებს. მათი დაქვემდებარების იერარქია განსაზღვრავს საწყისი მიზნების და მართვის ამოცანების დეკომპოზიციას კომპონენტების რეკურსიული თანმიმდევ-რობითი დალაგებით. საბოლოო ჯამში ასეთი დაყოფა გულისხმობს მართვის სისტემის მრავალდონიან ორგანიზაციას, რომელიც ფლობს განვითარებულ ინტელექტუალურ შესაძლებლობებს ვითარების ანალიზისა და ასახვისათვის, მიზან-მიმართული ქცევის სტრატეგიის ფორმირებისთვის, თანმიმდევრობითი ქმედებების დაგეგმისთვის, ასევე შემსრულებელი კანონების სინთეზს ხარისხის მოცემული მაჩვენებლების დაკმაყოფილებისთვის. ამასთან, მართვის ინტელექტუალური სისტემის სტრუქტურა რთული დინამიკური ობიექტის, კერძოდ კი საფრენი აპარატის შემთხვევაში, უნდა შეესაბამებოდეს აგების იერარქიულ პრინციპს და მისი მართვის მრავალდონიანი იერარქიული სისტემის ალგორითმების სტრუქტურა უნდა მოიცავდეს მართვის სამ გლობალურ დონეს - სტრატეგიულ (III დონე), ტაქტიკურ (II) და შემსრულებელ (I) დონეებს, ასევე აუცილებელ გამზომ-ინფორმაციული საშუალებების კომპლექსს.

მართვის III დონე წარმოადგენს დონეს, რომელზედაც ხორციელდება მართვის ინტელექტუალური სისტემის ფუნქციონირების მიმდინარე მიზნის ფორმირება საფრენი აპარატის ფრენის პროცესში. გამოყენებული ალგორითმები საბორტო წყაროების ინფორმაციის საფუძველზე ახდენენ საფრენი აპარატის შიგა და გარე მდგომარეობების ანალიზს და იღებენ გადაწყვეტილებას ფრენის მართვის სტრატეგიის შენარჩუნების ან სახეცვლილების შესახებ.

მართვის II დონე - ეს არის დონე დასახული მიზნის მიღწევის ხერხის შესახებ. ამ დონის მართვის ალგორითმები გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესში იყენებს იმიტაციური მოდელირების მეთოდებს.



ნახ.2. მართვის ინტელექტუალური სისტემის განზოგადებული სტრუქტურა

მართვის I დონე წარმოადგენს დონეს დასახული მიზნის მისაღწევად არჩეული ხერხის რეალიზაციისათვის. ამ დონის ალგორითმები შესაძლებელია წარმოდგენილ იქნეს როგორც სისტემები ადაპტაციით, რომლებშიც საფრენი აპარატის ფუნქციონირების შეცვლისას გათვალისწინებულია მმართველი ზემოქმედებების ფორმირების ალგორითმის შესაბამისი გადაწყობა.

მართვის იერარქიის სამივე დონე მთლიანობაში და ინტელექტუალური მართვის თითოეული დონის ორგანიზაცია საშუალებას იძლევა ცოდნის წარმოდგენის საკუთარი მოდელების ერთობლიობის გამოყენების შედეგად მოხდეს სამართავი და საკონტროლო

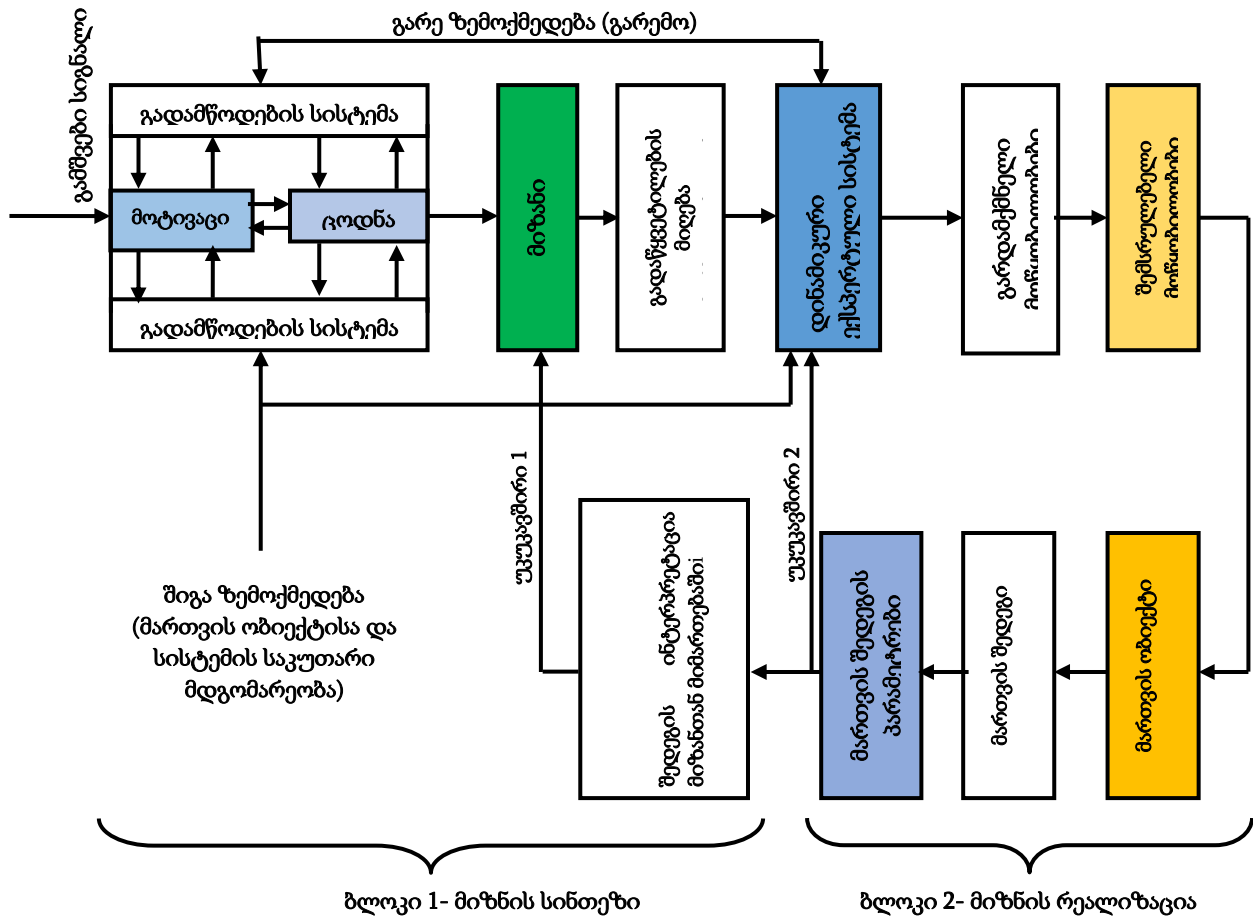
რთული დინამიკური ობიექტების აღწერა, ინფორმაციული მხარდაჭერა და მართვა.

რთული დინამიკური ობიექტების მართვის სისტემების იერარქიული აგების ახალი კონცეფცია გულისხმობს ხელოვნური ინტელექტის მეთოდებისა და ტექნოლოგიების, როგორც ძირითადი საშუალებების გამოყენებას საფრენი აპარატის ფრენის მართვის პროცესის ოპტიმალური რელიზაციისათვის გარემოს ზემოქმედებისას განუსაზღვრელობის პირობებში. მართვის თითოეული დონის ინტელექტუალიზაციის აუცილებლობა განპირობებულია გარემოს განუსაზღვრელი სხვადასხვა ფაქტორების ზემოქმედებისადმი რეაგირების ფუნქციის შესრულებაში. ამ კონცეფციის პრაქტიკული განხორციელება გულისხმობს ცოდნის დამუშავების ამა თუ იმ ტექნოლოგიის შერჩევით გამოყენებას, რომელიც დამოკიდებულია გადასაწყვეტი ამოცანის სპეციფიკაზე, სამართვი ობიექტის თავისებურებებზე, მის ფუნქციურ დანიშნულებაზე, ექსპლუატაციის პირობებზე და ა.შ.

ნახ.3-ზე მოყვანილია ინტელექტუალური სისტემების სტრუქტურული სქემა [3,6], რომელიც ახალი ელემენტების პარალელურად შეიცავს ტრადიციულ ელემენტებს და კავშირებს, რომელთა შორის ცენტრალურ ადგილს იკავებს დინამიკური ექსპერტული სისტემა.

ინტელექტუალური სისტემების დინამიკური თვისებები შესაძლებელია აღწერილ იქნეს მდგომარეობათა სივრცეში. ინტელექტუალური ოპერატორები, რომლებიც უზრუნველყოფენ წარმოდგენას, ცნების ფორმირებას, მსჯელობას და დასკვნას შემეცნების პროცესში, წარმოადგენენ ცოდნის წარმოდგენის ფორმალურ საშუალებებს, ასევე საშუალებას გადაწყვეტილების მიღებისას. ყველა ეს ასპექტი საფუძვლად უნდა დაედოს დინამიკური ექსპერტული სისტემის აგებას, რომელიც უნდა ფუნქციონირებდეს რეალურ დროსა და რეალურ გარემოში. დინამიკურ ექსპერტულ სისტემას გააჩნია უნარი შეაფასოს გარემოსა და სისტემების მდგომარეობა, შეაჯეროს სასურველი და რეალური პარამეტრების მოქმედების შედეგები, მიიღოს გადაწყვეტილება და გამომუშაოს მიზნის მიღწევის უნარის მქონე მართვა. ამისათვის დინამიკური ექსპერტული სისტემა უნდა ფლობდეს ცოდნის მარაგს და განაგებდეს ამოცანის ამოხსნის მეთოდებს. მის ფუნქციებს წარმოადგენს აგრეთვე ამოცანების გადაწყვეტის შედეგების შეფასება, მოქმედების შედეგებისთვის პარამეტრების ფორმირება, მართვაზე გადაწყვეტილების მიღება, მართვის განხორციელება, სასურველი და რეალური პარამეტრების შედარება, უკუკავშირის წარმოქმნა, მიზნის კორექტირება [6].

სტრუქტურულ სქემაში გამოყოფილია სისტემის ორი მსხვილი ბლოკი: მიზნის სინთეზი და მიზნის რეალიზაცია.



ნახ.3. ინტელექტუალური სისტემის სტრუქტურული სქემა

მიზნის ქვეშ იგულისხმება მოქმედების იდეალური გააზრებული განჭვრეტა ინფორმაციის აქტიური შეფასების საფეხურზე გარემოსა და სისტემის საკუთრივი მდგომარეობის შესახებ. მიზნის მისაღწევად ვარიანტების შეჯერებით შესაძლებელია გადაწყვეტილების მიღება მოქმედებისთვის.

პირველ ბლოკში (მიზნის სინთეზის ბლოკი) გადამწოდების სისტემებისგან მიღებული ინფორმაციის აქტიური შეფასების საფუძველზე, ცოდნისა და მოტივაციის არსებობისას ხდება მიზნის სინთეზირება და მიიღება გადაწყვეტილება მოქმედებისთვის. მას შემდეგ რაც მიღებული იქნება გადაწყვეტილება რეალიზდება მართვა.

მე-2 ბლოკში (მიზნის რეალიზაციის ბლოკი) დინამიკური ექსპერტული სისტემა მიმდინარე ცნობების საფუძველზე (გარემოს და ინტელექტუალური სისტემის სკუთარი მდგომარეობის შესახებ ცნობები) მიზნისა და ცოდნის არსებობისას ახორციელებს ექსპერტულ შეფასებას, ღებულობს გადაწყვეტილებას მართვაზე, პროგნოზირებს მოქმედებების შედეგებზე, გამომუშავებს მართვას. მართვა წარმოდგენილი ფიზიკურ სიგნალში კოდირებული სახით მიეწოდება შემსრულებელ მოწყობილობებს. მართვის მოწყობილობა მიიღებს რა სიგნალს შემსრულებელი მოწყობილობებისგან, ახორციელებს



ამა თუ იმ მოქმედებას, რომლის შედეგები წარმოდგენილი პარამეტრების სახით, მე-2 წრედით (უკუკავშირი 2) მიეწოდებიან დისკრეტულ ექსპერტულ სისტემაში, სადაც ისინი ედრებიან პროგნოზირებულს. იმავდროულად მოქმედების შედეგის პარამეტრები ინტეგრირებულნი მიზნის თვისებების შესაბამისად მიეწოდება 1-ელ ბლოკში და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მიღებული შედეგის შეფასებისათვის. თუ მიზანი მიღწეული იქნება ყველა პარამეტრის მიხედვით, მაშინ მართვა განხორციელდება, წინააღმდეგ შემთხვევაში ხდება მართვის კორექცია.

ფორმალურად ინტელექტუალური სისტემის ობიექტების აღწერა ხდება სისტემის, გარემოს, მოტივაციის, მიზნის, პროგნოზირებადი და რეალური შედეგების სიმრავლეებით და გარდაქმნის ინტელექტუალური ოპერატორებით.

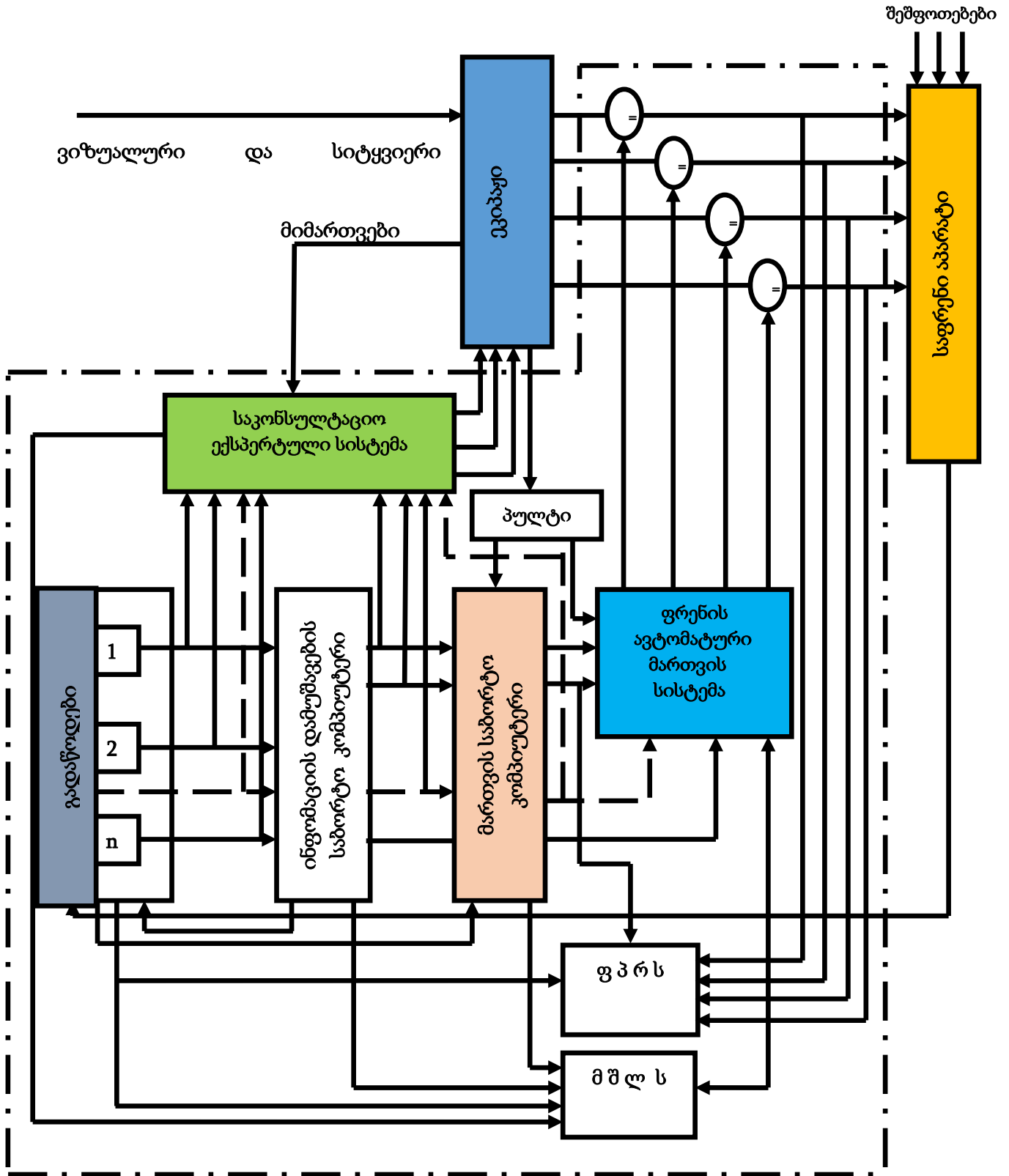
ამჟამად თანამედროვე საფრენ აპარატებში ფართოდ გამოიყენება საკონსულტაციო ინტელექტუალური სისტემები. ესენი არიან სისტემები, რომლებიც აქტიურად იყენებენ ექსპერტების ცოდნას და გამოცდილებას ორიენტირებულს მართვის ობიექტის მუშაობაში ჩართვისათვის (ამ შემთხვევაში მართვის ობიექტს წარმოადგენს საფრენი აპარატი და მისი ქვესისტემები), გარე და შიგა გარემოს უწყვეტად ცვალებადი მოდელის ანალიზის საფუძველზე. ფუნქციონირებენ რელურ საინფორმაციო გარემოში და ორიენტირებული არიან გარემოს ვითარების შესაძლო სცენარების რეალურ პირობებზე.

საბორტო საკონსულტაციო ინტელექტუალური სისტემები თავის შემადგენლობაში საბორტო საკონსულტაციო ექსპერტული სისტემის გარდა შეიცავს ასევე საბორტო გამზომ და შემსრულებელი მოწყობილობების ექსპერტულ სისტემებს, რომელთა დანიშნულებაა უზრუნველყონ მაქსიმალურად სრული ინფორმაციის მიღება მოცემულ მომენტში საბორტო აპარატურის მდგომარეობის შესახებ, ასევე მაქსიმალურად ზუსტად შეასრულონ მიღებული გადაწყვეტილებების რეალიზება. ეს სისტემები საკონსულტაციო ექსპერტულ სისტემასთან მიმართებაში მუშაობენ მჭიდრო ურთიერთქმედების რეჟიმში.

საბორტო საკონსულტაციო ექსპერტული სისტემა მუშაობს დროის რეალურ მასშტაბში. რეკომენდაციის გარდა, აუცილებლობის შემთხვევაში ექსპერტული სისტემა მფრინავს აწვდის მოკლე მითითებებს მიმდინარე რეკომენდაციების შესასრულებლად.

ამჟამად არსებული საკონსულტაციო ექსპერტული სისტემების (გადაწყვეტილების მიღების ინფორმაციული მხარდაჭერების სისტემები) მონაცემთა ბაზები და ცოდნის ბაზა ატარებენ დეტერმინირებულ ხასიათს. ექსპერტული სისტემის შემდგომი განვითარება აუცილებლად გულისხმობს ალბათური შეფასებისა და არამკაფიო ცოდნის აპარატის გამოყენებას [7].

ახალი თაობის საფრენი აპარატების საბორტო საინფორმაციო-მმართველი სისტემების (სსმს) შემადგენლობაში საკონსულტაციო ექსპერტული სისტემის ჩართვის სქემა წარმოდგენილია ნახ.4-ზე [2.].



ნახ.4. საბორტო საინფორმაციო - მმართველი სისტემის სტრუქტურული სქემა

როგორც ნახაზიდან ჩანს სიგნალები ინფორმაციის გადამწოდებიდან 1,2,3,...n ფრენის პარამეტრების კონტროლის შესახებ მიეწოდება ფრენის ინფორმაციის დამუშავების საბორტო კომპიუტერს. ამ საბორტო კომპიუტერში ხორციელდება სისტემის მდგომარეობის ვექტორის ოპტიმალური შეფასება სიზუსტის მიხედვით, გადამწოდების გამართულობის კონტროლი, ფორმირდება გადამწოდების მართვის სიგნალები. დამუშავებული ინფორმაცია მიეწოდება საკონსულტაციო ექსპერტულ სისტემას, ასევე მმართველ საბორტო კომპიუტერს, რომლის დანიშნულებაცაა მოცემული ოპტიმალური კრიტერიუმების მიხედვით საფრენი აპარატის მართვის ალგორითმების რეალიზაცია და საბორტო-საინფორმაციო მმართველი სისტემის შემადგენლობაში შემავალი ძალური დანადგარების და ქვესისტემების მართვა. სისტემის შემადგენლობაში ჩართული საკონსულტაციო ექსპერტული სისტემა საშუალებას იძლევა ეკიპაჟი უზრუნველყოს ახნა-განმარტებითი ან სარეკომენდაციო ინფორმაციით ფრენის დროს განსაკუთრებული სიტუაციების წარმოშობისას. საბორტო საინფორმაციო-მმართველი სისტემის მნიშვნელოვან ფუნქციურ ელემენტს წარმოადგენს მტყუნებების შეკრებისა და ლოკალიზაციის სისტემა (მშლს), რომლის დანიშნულებაცაა საინფორმაციო-მმართველი სისტემის მუშაობის უნარიანობის შემოწმება, სისტემაში წარმოშობილი მტყუნებების აღმოჩენა, ლოკალიზება და აღმოფხვრა. ფრენის პარამეტრების რეგისტრაციის სისტემები (ფპრს) მუდმივად ახორციელებენ ფრენის პარამეტრების რეგისტრაციას და კონტროლს.

უნდა ხაზგასმით აღინიშნოს რომ ასეთი სტრუქტურის მქონე საბორტო საინფორმაციო-მმართველი სისტემები ექსპერტული სისტემების გამოყენებით მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს საფრენი აპარატების მართვის პროცესს.

## დასკვნა

ამჟამად ნაწილობრივ მიღწეულია გარკვეული წარმატებები საფრენი აპარატების მართვის ინტელექტუალური სისტემების და საკონსულტაციო ინტელექტუალური სისტემების დამუშავების საქმეში. გამოკვეთილია საფრენი აპარატების ინტელექტუალური სისტემების განსაზღვრული ჯგუფი, რომელიც თავის თავში მოიცავს საკონსულტაციო ექსპერტულ სისტემას და საბორტო გამზომ და საბორტო შემსრულებელი მოწყობილობების ექსპერტულ სისტემებს. საკონსულტაციო ექსპერტული სისტემა მოწოდებულია გამოიმუშაოს რჩევები ეკიპაჟისთვის ფრენის მიმდინარე მომენტში წარმოშობილი პრობლემების გადასაწყვეტად. რაც შეეხება საბორტო გამზომი და შემსრულებელი მოწყობილობების ექსპერტულ სისტემას, ის უზრუნველყოფს მოცემულ მომენტში მაქსიმალურად სრული ინფორმაციის მიღებას, როგორც საბორტო აპარატურის მდგომარეობის, ისე საფრენი აპარატის გარემომცველი გარემოს შესახებ. ეს ორი ექსპერტული სისტემა მუშაობს მჭიდრო ურთიერთქმედების და ურთიერთკავშირის რეჟიმში. რაც შეეხება მმართველი დინამიკური სისტემების სრულყოფისა და ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდას, ეს მოითხოვს მეთოდოლოგიური საკითხების უფრო სიღრმისეულ ანალიზს და დამუშავებას ექსპერტული სისტემების შექმნისა და

გამოყენების თვალსაზრისით.

მომავალში შექმნადი მართვის და საკონსულტაციო ინტელექტუალური სისტემები უნდა ექვემდებარებოდნენ ჰიბრიდულობის პრინციპს, რაც იმას ნიშნავს, რომ მათ თავის თავში შერწყმული ექნებათ როგორც აბსოლუტურად განსაზღვრული, დეტერმინირებული, ისე ინტელექტუალური და არამკაფიო ელემენტები. დიდი როლი ექნება მინიჭებული მონაცემების ფიქსაციის მეთოდებს - საკმაოდ სხვადასხვა სახის გადამწოდების შექმნას და არამკაფიო ცოდნის დამუშავებას.

შეგვიძლია ვივარაუდოთ რომ მომავალი თაობის ინტელექტუალური ექსპერტული სისტემები თავის გაზრდილ ფუნქციათა რელიზაციის გზით შეძლებენ განუსაზღვრელობის პირობებში მიიღონ ოპტიმალური გადაწყვეტილება და საჭირო დონეზე გადაჭრან საფრენი აპარატების ფრენის მართვის რთული ამოცანები ექსტრემალურ სიტუაციებში

#### ლიტერატურა:

- [1] ს.ტეფნაძე, დ. ვეფხვაძე. ფრენის მართვის სისტემები. ლექციების კურსი. საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი, 2020. 203 გვ.
- [2] Вепхвадзе Д.А. Применение экспертных систем в гражданской авиации. Грузинский технический университет. Труды Автоматизированные системы управления №2, 2019, с. 51-56.
- [3] Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунев Б.Е. Интеллектуальное управление динамическими системами. Физматлит 2000, 420 с.
- [4] Макаров И.М., Лохин В.М. Интеллектуальные системы автоматического управления. Москва.: Физматлит, 2001, -576 с.
- [5] Макаров И.М., Лохин В.М., Манько С.В., Романов М.П. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления. Москва.: Наука, 2006, -333 с.
- [6] Пролетарский А. В., Алексеева Е.Ю. Интеллектуальные системы управления летательными аппаратами. Наука и образование, Научное издание МГТУ, им. Н.Э. Баумана, №9, 2012, с.219-234.
- [7] Ручкин В.Н., Фулин В.А. Универсальный искусственный интеллект и экспертные системы. Санкт-Петербург: БХВ –Петербург, 2009. -260 с.

## The intelligent systems of aircraft flight control

**Demuri Vepkhvadze**

Georgian Aviation University, 16 Ketevan Dedopli Ave., Tbilisi, 0103, Georgia

### **Abstract**

The general structure of flight control intelligent systems, the structural scene of intelligent systems and the working process of board consulting intelligent systems are discussed in the article. The running scheme of onboard consulting intelligent system in the onboard information control system and its functions are defined. It is supposed that future generation intelligent expert systems within their increasing functions will be able to obtain optimal decision in the unlimited conditions and solve the difficult tasks of aircraft flight control in extreme situations.

**Keywords:** flying machines, intelligent control system, dynamic expert system, artificial intelligence, real time scale.