

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მაგული ბედინეიშვილი

მონიტორინგის ბიომეტრიული სისტემების დამუშავება და
კვლევა

წარდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
თბილისი, 0175, საქართველო
ივნისი, 2013 წელი

© საავტორო უფლება მაგული ბედინეიშვილი, 2013 წელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით მაგული ბედინეიშვილის მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: „მონიტორინგის ბიომეტრიული სისტემების დამუშავება და კვლევა“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

ხელმძღვანელი:

სრული პროფესორი

ლევან იმნაიშვილი

რეცენზენტი:

რეცენზენტი:

რეცენზენტი:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2013 წ.

ავტორი: მაგული ბედინეიშვილი
დასახელება: ბიომეტრიული სისტემების დამუშავება და კვლევა
ფაკულტეტი : ინფორმატიკისა და მართვის სისტემები
ხარისხი: აკადემიური დოქტორი
სხდომა ჩატარდა: 14 ივნისი, 2013 წ.

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემოთ მოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას.

რეზიუმე

საერთაშორისო კვლევების შედეგები ადასტურებენ, რომ კომპიუტერულ და ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში დღეისათვის განვითარების ყველაზე მზარდი ტემპებით ხასიათდება ბიომეტრიული სისტემები. ბიომეტრიულ სისტემებში ბოლო წლებში მიღწეული პროგრესი პირველ რიგში განპირობებულია ადამიანის გარანტირებული იდენტიფიცირების აუცილებლობით, რაც თავის მხრივ გამოწვეულია ადამიანის ყოფასა და საქმიანობაში „დროის დაჩქარებით“, გლობალიზაციის პროცესებით და ა.შ. ბიომეტრიული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევიან ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით არა მარტო გაზარდონ ადამიანის იდენტიფიცირების საიმედოობა, არამედ მკვეთრად აამაღლონ ადამიანის ტექნიკურ სისტემებთან ურთიერთობის სერვისი და ერგონომიულობა. აქედან გამომდინარე, ბუნებრივია, რომ ბიომეტრიული საშუალებების გაყიდვებისაგან მიღებული შემოსავლები ყოველწლიურად დინამიურად იზრდება და 2017 წელს მიაღწევს 11 მილიარ აშშ დოლარს.

დღეისათვის, ბიომეტრიულ სისტემებში გამოიყენება ადამიანისათვის დამახასიათებელი პრაქტიკულად ყველა ბიომეტრიული მახასიათებელი, მაგრამ, არსებული ბიომეტრიული მეთოდებიდან უფრო მეტად გამოიყენება თითის ანაბეჭდის ანალიზი, რაც განპირობებულია შემდეგი ფაქტორებით: თითის ანაბეჭდის იდენტიფიკატორი პიროვნების იდენტიფიცირებას, სხვა იდენტიფიკატორებთან შედარებით, ახდენს მეტი საიმედოობით; თითის ანაბეჭდის ანალიზი ტექნიკურ-პროგრამული საშუალებებით ბევრად სწრაფად ხდება; თითის ანაბეჭდით იდენტიფიცირების პროგრამული და აპარატურული საშუალებები ბევრად უფრო იაფია, რაც მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს თითის ანაბეჭდის ანალიზის მეთოდების ფართო გავრცელებას; თითის ანაბეჭდით პიროვნების იდენტიფიცირების მეთოდები, მათემატიკური მოდელები და ალგორითმები ბევრად კარგადაა დღეისათვის დამუშავებული, რაც განპირობებულია თითის ანაბეჭდის გამოყენების ტრადიციულობით.

როგორც სამეცნიერო ლიტერატურის ანალიზი გვიჩვენებს, დღეისათვის დაქტილოსკოპიაზე დაფუძნებული ბიომეტრიული სისტემების აგება ხორციელდება კომპიუტერულ და ციფრულ ტექნოლოგიებში დამკვიდრებული ტრადიციული „კლასიკური“ მიდგომით, რაც, შეიძლება ითქვას, რომ იძლევა კარგ შედეგებს. წარმოდგენილ სადისერტაციო ნაშრომში შემოთავაზებულია ბიომეტრიული სისტემების აგების ახალი მეთოლოგია, რაც საშუალებას იძლევა გაიზარდოს ბიომეტრიული სისტემის ფუნქციური შესაძლებლობა, საიმედოობა და სწრაფქმედება.

წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია ბიომეტრიული სისტემების აგების მეთოდოლოგია, კერძოდ სასწავლო დაწესებულებისათვის, რომელშიც ბიომეტრიული ტექნოლოგიების

გამოყენება საშუალებას იძლევა გარანტირებულად მოხდეს პიროვნების იდენტიფიცირება და გამარტივდეს პიროვნების მიერ შესრულებული პროცედურების აღრიცხვა, მკვეთრად ამაღლდეს სისტემასთან მომხმარებლის ინტერაქტიული ურთიერთობის სწრაფქმედება და სისტემის ფუნქციონირების საიმედოობა.

აქედან გამომდინარე, სადისერტაციო ნაშრომის კვლევის მიზანს წარმოადგენს ავტომატური აუტენტიფიცირების და იდენტიფიცირების, კერძოდ კი ავტომატური დაქტილოსკოპიური საიდენტიფიკაციო სისტემების ბიომეტრიული ტექნოლოგიების ოპტიმალური სინთეზისათვის მიდგომების, მეთოდების და ალგორითმების დამუშავება.

ბიომეტრიულ ტექნოლოგიებში ბოლო წლებში წარმოებული კვლევების შედეგად მიღებული შედეგების ამსახველი ლიტერატურის განხილვის შედეგად გამოკვეთილია პიროვნების ბიომეტრიული იდენტიფიცირების მეთოდები და მათი მახასიათებლები. მოცემულია ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენების სფეროები, სადაც ფართოდაა წარმოდგენილი სასწავლო დაწესებულებაში გამოყენებული ავტომატური აუტენტიფიცირების და იდენტიფიცირების ბიომეტრიული სისტემები და ბიომეტრიული საარჩევნო სისტემები. ბიომეტრიულ ტექნოლოგიებში დღეისათვის განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ბიომეტრიული სისტემის საიმედოობას. ამიტომ დაწვრილებითაა განხილული ბიომეტრიული სისტემის სისტემის საიმედოობის საკითხები.

ბიომეტრიული ტექნოლოგიების განვითარების დღევანდელი დონის და მათი გამოყენების მასშტაბური არეალის სისტემური ანალიზით და ბიომეტრიულ სისტემაში მომხმარებლის დაშვების ორი გავრცელებული მეთოდის-ვერიფიცირებისა და იდენტიფიცირების გათვალისწინებით სადისერტაციო ნაშრომში ბიომეტრიული სისტემების ეფექტურობის ძირითად მაჩვენებლებად მიჩნეულია სისტემის საიმედოობა, სწრაფქმედება და ერგონომიულობა. ეფექტურობის ამ მაჩვენებლებზე დაყრდნობით დამუშავებულია ბიომეტრიული სისტემის მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა ჩამოყალიბებული იქნას გარკვეული დანიშნულების ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის სქემა. ნაჩვენებია, რომ სისტემის სინთეზის სქემების ვარიანტების რაოდენობა დამოკიდებულია სისტემის ფუნქციონირებაში ჩადებული პროტოკოლების რაოდენობაზე.

დადგენილია რეგისტრირებული მომხმარებლის სისტემაში დაშვების ალბათობის დამოკიდებულება სისტემის მომხმარებელთა საერთო რაოდენობაზე. ნაჩვენებია, რომ იდენტიფიცირების მეთოდის გამოყენებისას შესამჩნევად უარესდება სისტემის საიმედოობის მაჩვენებელი ვერიფიცირების მეთოდთან შედარებით, მაგრამ იმავდროულად, მაღალია ერგონომიულობის მაჩვენებელი. ამდენად, ბიომეტრიული სისტემის ეფექტურობის ამაღლების მიზნით შემოთავაზებულია სუბიექტის იდენტიფიცირების და ვერიფიცირების მეთოდების ერთდროული გამოყენების მეთოდი, რომელიც საშუალებას

იმლევა მომხმარებელთა დიდი რაოდენობის პირობებში შენარჩუნებული იქნას სისტემის საიმედოობის და ერგონომიულობის მისაღები დონე.

ბიომეტრიული მონაცემების დამუშავება დაკავშირებულია დიდ გამოთვლით რესურსებთან. ამიტომ იდენტიფიცირების მეთოდზე დამყარებული ბიომეტრიული სისტემის სწრაფქმედების ამაღლების მიზნით შემუშავებულია თითის ანაბეჭდების ხარისხის მიხედვით რანჟირების მეთოდი და ადაპტიური ალგორითმები. შედეგად, მნიშვნელოვნად მცირდება თითოეული შემავალი შაბლონის დამუშავების დრო, რაც უზრუნველყოფს სისტემის მაღალ გამტარუნარიანობას.

ჩატარებულმა თეორიულმა კვლევებმა საშუალება მოგვცა სისტემური ანალიზით შემუშავებულიყო პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის ინოვაციური პატენტუნარიანი არქიტექტურა და ფუნქციონირების ალგორითმები. დამუშავებულია სისტემაში პედაგოგთა რეგისტრირების პირობები და პროტოკოლები, ნაჩვენებია სინთეზირებული სისტემის ეფექტურობა. ასევე, სისტემური მიდგომით შემუშავებულია სტუდენტთა ბიომეტრიული რეგისტრირების სისტემების არქიტექტურები და ალგორითმები, რომლებიც გამოირჩევიან იდენტიფიცირების მაღალი საიმედოობით და რეგისტრირების მაღალი სწრაფქმედებით. აღნიშნული სისტემები რეალიზებული და დანერგილია.

სადისერტაციო ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ ხმის მიცემის პროცესის წარმართვა ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენებით ტრადიციულთან შედარებით უფრო საიმედო, სწრაფი და მატერიალურად მომგებიანია. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენება პრაქტიკულად გამორიცხავს ხმის მიცემის პროცესის შედეგების გაყალბებას. ხმის მიცემის სისტემის არქიტექტურა სუბიექტის ბიომეტრიულ მონაცემებს შეიძლება იყენებდეს, როგორც რეგისტრირების, ასევე ხმის მიცემის ფაზებში. ამასთან, მეორე ვარიანტი უფრო საიმედოა. ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემა სრულიად აკმაყოფილებს მათდამი წაყენებულ საზოგადოდ ცნობილ მოთხოვნებს ხმის მიმცემი სუბიექტის კონტროლის, ანონიმურობის, კონტროლის უნივერსალურობის, არადადასტურებადობის და სხვა თვალსაზრისით.

რეალიზებული პედაგოგთა რეგისტრირების და ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემების გამოკვლევამ დაადასტურა, რომ სუბიექტის იდენტიფიცირებისათვის ეფექტურია გამოყენებული იქნას ბიომეტრიული სისტემებისათვის დამახასიათებელი როგორც იდენტიფიცირების, ასევე ვერიფიცირების მეთოდები, რაც მეტ მოქნილობას მატებს სისტემების ფუნქციონირებას და ამაღლებს მის გამტარუნარიანობას და საიმედოობას.

შემოთავაზებულია ბიომეტრიულ სისტემაში მომხმარებლის ინტერაქციის შეფასების მოდელი, რომელიც ერთდროულად იყენებს ფიტსის და ჰიკის კანონებს. შეფასების შედეგებზე დაყრდნობით შემოთავაზებულია ინტერაქციის დროის გაუმჯობესების ხერხი.

რეალიზებული სისტემების კვლევის შედეგები ადასტურებენ სამუშაოში მიღებული სამეცნიერო შედეგების სისწორეს და საინჟინრო გადაწყვეტების ეფექტურობას.

Abstract

The results of international researches confirmed that biometric systems are the most rapidly developing technologies in Computer Science and Information Technologies nowadays. The recent progress in biometric systems development is due to the necessity of human being exact identification, which, in turn, is due to "acceleration of time" in human being life and activities, globalization processes and so on. In comparison with traditional methods, biometric technologies allow not only increase reliability of human identification, but also significantly raise service and ergonomics of human-technical systems communication. Therefore, it is natural that revenues from sales of biometric facilities dynamically grow annually and it will reach 11 billion U.S. dollars for the year 2017.

Nowadays, in the biometric systems there are used almost all biometric features of a human being, but from existing biometric methods the most widespread is analysis of fingerprint. This is due to the following factors: in comparison with other identifiers identification of person by fingerprint is more reliable; usage of hard and software speeds up the analysis of a fingerprint; hard and software for fingerprint identification is much cheaper, which significantly contributes to wide dissemination of fingerprint analysis methods; as the fingerprint method is more traditional nowadays, methods, mathematical models and algorithms of human being identification by fingerprints are better developed.

The analysis of the scientific literature indicates that nowadays creation of fingerprint biometric systems is realized using traditional "classical" approaches of computer and digital technologies, which returns good results. In the represented dissertation work there is proposed a new methodology of building a biometric system, which allows increasing and enhancing functional possibility, reliability and speed of a system.

In the dissertation work there is proposed a new methodology of building a biometric system for academic institutions, where the usage of biometric technologies provides the guaranteed identification of a person and simplifies monitoring of procedures performed by the person. The proposed methodology significantly increases reliability of the biometric system's functioning and speed of interactive communication of a user with the system.

Therefore, the aim of scientific researches of the proposed thesis is the development of automated authentication and identification methods, in particular development of approaches, methods and algorithms for optimal synthesis of biometric technologies of automated fingerprint identification systems.

After the review of materials describing the results of recent researches in the field of biometric technologies there are revealed the methods of biometric identification and their characteristics. There are shown the fields of usage of biometric technologies, namely biometric systems of automated authentication and identification, which are used in educational institutions and biometric electoral systems. Nowadays, in biometric technologies the special attention is paid to the reliability of biometric systems. Therefore, issues of the biometric systems' reliability are considered in details.

On the bases of the detailed analysis of the wide field of biometric systems' usage and a current level of its development, and by considering of two widespread methods of accessing the person in biometric system: verification and identification,

in the dissertation work reliability, speed and ergonomics are considered as the main indicators of biometric system effectiveness. On the basis of these effectiveness indicators there is developed the model of biometric system, which allows creating the scheme of synthesis of biometric system for a particular purpose. There is shown that the number of the system's synthesis scheme options depends on the number of protocols underlying the system functionality.

In the represented thesis it is established the relationship of the probability of registered users access to the system with the total number of system's user. There is shown that, while using the identification method the indicator of reliability significantly deteriorates in comparison with verification method, but, at the same time, level of ergonomics is high. So, in order to improve the effectiveness of the biometric system, there is proposed simultaneous usage of identification and verification methods, which allows preserving the acceptable level of reliability and ergonomics of the system at large number of users.

The processing of biometric data requires large computing resources. Therefore, in order to increase a speed of identification method-based biometric systems there is developed the method of fingerprints' ranking according to the quality and adaptive algorithms. As a result, time required to process each pattern in significantly reduced, which ensures high bandwidth of the system.

Theoretical researches and their fundamental analysis allowed us to create an innovative patentable architecture and algorithms of teachers' registration biometric system functionality. There are developed conditions and protocols of teachers' registration to the system; effectiveness of synthesized system is shown as well. Besides, using systematic approach there are developed the architectures and algorithms of students' biometric registration systems, which are characterized with high reliability of identification and high speed of registration. These systems are already realized.

In the dissertation work there is shown that usage of biometric technologies makes the voting process control more reliable, quick and financially profitable compared with traditional methods. Usage of biometric technologies practically eliminates the falsification of the voting process results. Architecture of the voting system can use a person's biometric data at registration as well as at the voting process. In addition, the second option is more reliable. Biometric voting system completely satisfies all generally known requirements: control of voting object; anonymity; universality of the control; non-confirmation, etc.

Research of a teachers' registration system and a biometric voting system confirmed that it is effective to use both - identification and verification methods - to identify the person. It adds more flexibility to system functionality and increases its bandwidth and reliability.

There is proposed a model of user's interaction assessment in biometric system, which simultaneously uses the laws of Fitts and Hick. On the basis of the evaluation results there is proposed a method of improving the interaction time.

Research of the results of realized systems confirms the accuracy of scientific results and effectiveness of engineering solutions.

შინაარსი

შესავალი	1
1.ლიტერატურის მიმოხილვა	11
1.1.ბიომეტრიული ტექნოლოგიების განვითარების ეტაპები	11
1.2. პიროვნების ბიომეტრიული იდენტიფიცირების მეთოდები	13
1.4 ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენების სფეროები.....	17
1.4. დაქტილოსკოპიური ბიომეტრიული ტექნოლოგიების ძირითადი სტანდარტები	29
1.6. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების საიმედოობა.....	33
2.შედეგები და მათი განსჯა	38
2.1. ბიომეტრიული სისტემის მოდელის დამუშავება	38
2.2. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების ეფექტურობის ანალიზი.....	49
2.3. იდენტიფიცირებისა და ვერიფიცირების მეთოდების ერთდროული გამოყენება ბიომეტრიულ სისტემებში	52
2.4. პედაგოგთა რეგისტრაციის ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურის დამუშავება	57
2.5. პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემის ფუნქციონირება.....	68
2.6. სტუდენტთა საგამოცდო პროცესზე დაშვების ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურის დამუშავება	78
2.7. სტუდენტთა მეცადინეობებზე დაშვების ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურის დამუშავება	88
2.8. ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემის მოდელის და არქიტექტურის დამუშავება	105
2.9. ბიომეტრიული სისტემების სწრაფქმედების შეფასება	124
2.10. ბიომეტრიული სისტემების დანერგვის შედეგები	132
დასკვნები.....	140
გამოყენებული ლიტერატურა	143

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. ბიომეტრიული მახასიათებლების ექსპერტული შეფასების შედეგები.....	16
ცხრილი 2 პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემაში პიროვნებაზე არსებული მონაცემები.....	137

ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1. ბიომეტრიული ინდუსტრიის პროგნოზი	2
ნახ. 2. ბიომეტრიული ბაზრის გადანაწილება ბიომეტრიული მახასიათებლების მიხედვით	3
ნახ. 3 ბიომეტრიული ტექნოლოგიების შედარებითი სრული კლასიფიკაცია	14
ნახ. 4. პედაგოგთა რეგისტრაციის სისტემის ტერმინალი	18
ნახ. 5. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების სასწავლო დაწესებულებაში გამოყენების არეალი	19
ნახ. 6. სასწავლო დაწესებულებაში ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენების შედარებითი ანალიზი	22
ნახ. 7. საარჩევნო სისტემების განვითარების ეტაპები	23
ნახ . 8. საარჩევნო მანქანების განვითარების ეტაპები	25
ნახ. 9. იდენტიფიცირებისა და ვერიფიცირების მეთოდების მოქმედების სქემა	29
ნახ. 10. ბიომეტრიული სისტემის მოქმედების პრინციპი	31
ნახ. 11. პირველი და მეორე რიგის შეცდომების ურთიერთდამოკიდებულება.....	36
ნახ. 12. ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის პროტოკოლების ნაირსახეობები	41
ნახ. 13. სისტემის სინთეზის ვარიანტების რაოდენობის დამოკიდებულება პროტოკოლების რაოდენობაზე.....	42
ნახ. 14. დაცვის ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის სქემა	42
ნახ. 15. გაფართოებული ფუნქციური შესაძლებლობის დაცვის ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის სქემა	43
ნახ. 16. პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის ერთი ვარიანტის სქემა	44
ნახ. 17. რეგისტრირებული მომხმარებლის დაშვების ალბათობის დამოკიდებულება პირველი და მეორე რიგის შეცდომებზე.....	45

ნახ. 18. ვერიფიცირებისა და იდენტიფიცირების შედარებითი ანალიზის სქემა	50
ნახ. 19 FAR პარამეტრის გადანაწილება იდენტიფიცირების და ვერიფიცირების მეთოდებისათვის.....	53
ნახ. 20. იდენტიფიცირებისა და ვერიფიცირების პროცედურების ერთობლივი გამოყენების ალგორითმი	55
ნახ. 21. პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის სტრუქტურა „დახურული რეგისტრირებით“	61
ნახ. 22. პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის სტრუქტურა „ღია რეგისტრირებით“	63
ნახ. 25. ლექციის დაწყების რეგისტრირების ალგორითმი	71
ნახ. 26. ლექციის დამთავრების რეგისტრაციის ალგორითმი	72
ნახ. 27. ლექციის დამთავრება-დაწყების ალგორითმი	73
ნახ. 28. ლექციის დამთავრება-დაწყების რეგისტრირების ალგორითმი.....	74
ნახ. 29. ლექციის შეწყვეტის რეგისტრირების ალგორითმი.....	75
ნახ. 30. ტრადიციული და ბიომეტრიული დაშვებების შედარებითი ანალიზი.	80
ნახ. 31. საგამოცდო პროცესზე სტუდენტთა დაშვების ფანჯარა	86
ნახ. 32. სტუდენტის სარეგისტრაციო მონაცემები	87
ნახ. 33. ტრადიციული და ბიომეტრიული აღრიცხვის შედარებითი ანალიზი	90
ნახ. 35. სტუდენტთა მეცადინეობებზე დასწრების რეგისტრირების სისტემის ფუნქციონირების პრინციპი	95
ნახ. 38. ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალი შევსების პროცესში..	101
ნახ. 40. მოქმედი საარჩევნო სისტემების სქემები: ა) ტრადიციული საარჩევნო სისტემა, ბ) საარჩევნო სისტემა ელექტრონული ბიულეტენის გამოყენებით, გ) საარჩევნო სისტემა ბიომეტრიული იდენტიფიკატორის გამოყენებით	107
ნახ. 41. ბიომეტრიული საარჩევნო სისტემის სქემები: ა) ხმის მიცემისას რეგისტრირების ეტაპზე ბიომეტრიული კონტროლით, ბ) ხმის მიცემისას სრული ბიომეტრიული კონტროლით	109
ნახ. 42. ტრადიციული და ბიომეტრიული ხმის მიცემის ტექნოლოგიების შედარებითი ანალიზი	111

ნახ. 43. ბიომეტრიკული ხმის მიცემის სისტემის არქიტექტურა ბიომეტრიკის გამოყენებით სუბიექტის რეგისტრირების ფაზაში	113
ნახ. 44. ბიომეტრიკული ხმის მიცემის სისტემის არქიტექტურა ბიომეტრიკის გამოყენებით სუბიექტის რეგისტრირების და ხმის მიცემის ფაზებში	114
ნახ. 45. რეგისტრირების ტერმინალის ფანჯარა.....	120
ნახ. 46. სუბიექტის რეგისტრირების ალგორითმი.....	123
ნახ. 47. ელექტრონული ბიულეტენის ნიმუში.	124
ნახ. 48. ფიტსის კანონის მოქმედების სქემა.....	124
ნახ. 49. ფიტსის კანონის მოქმედება პედაგოგის პირადი ცხრილისთვის	125
ნახ. 50. დროის დამოკიდებულება სამიზნე ობიექტის ზომაზე.....	126
ნახ. 51. დროის დამოკიდებულება სამიზნე ობიექტამდე მანძილზე.....	127
ნახ. 52. ვირტუალური ღილაკების განთავსება მონიტორის ჩარჩოსთან.....	130
ნახ. 53. რეგისტრაციის ღილაკის ზომის ვირტუალური მატების გავლენა T _{ფიტსი} დროზე	131
ნახ. 54. დაურეგისტრირებელ მეცადინეობათა რაოდენობა პროცენტებში ...	132
ნახ. 55. სარეგისტრაციო ტერმინალების პიკური დატვირთვები	135
ნახ. 56. პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემის ანგარიშის ფორმა	136

შესავალი

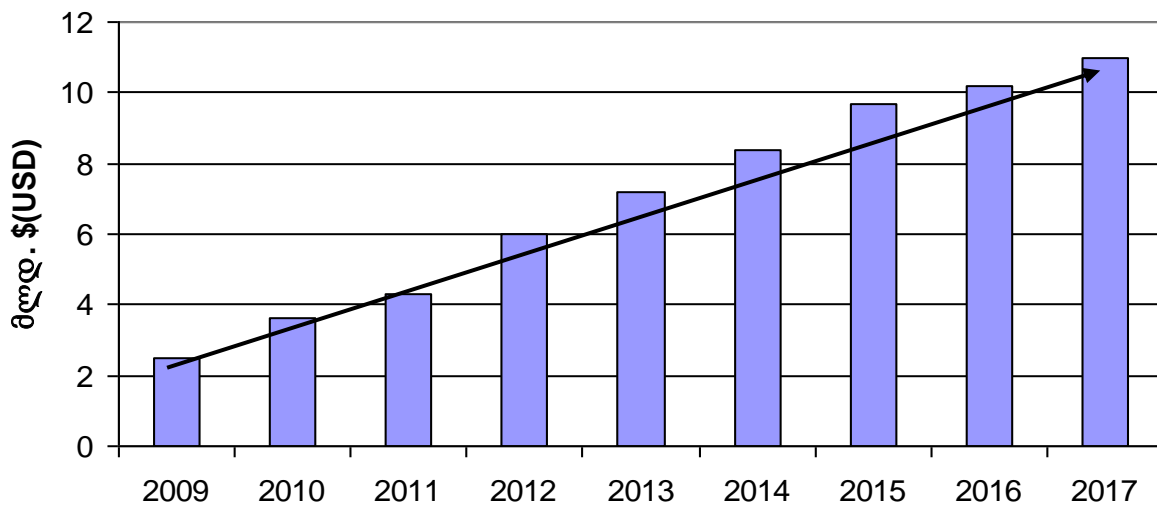
სამუშაოს აქტუალობა. საერთაშორისო კვლევების შედეგები ადასტურებენ, რომ კომპიუტერულ და ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში დღეისათვის განვითარების ყველაზე მზარდი ტემპებით ხასიათდება ბიომეტრიული სისტემები. ბიომეტრიულ სისტემებში ბოლო წლებში მიღწეული პროგრესი პირველ რიგში განპირობებულია ადამიანის გარანტირებული იდენტიფიცირების აუცილებლობით, რაც თავის მხრივ გამოწვეულია ადამიანის ყოფასა და საქმიანობაში „დროის დაჩქარებით“, გლობალიზაციის პროცესებით და ა.შ. ბიომეტრიული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევიან ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით არა მარტო გაზარდონ ადამიანის იდენტიფიცირების საიმედოობა, არამედ მკვეთრად აამაღლონ ადამიანის ტექნიკურ სისტემებთან ურთიერთობის სერვისი და ერგონომიულობა.

განვითარებული ქვეყნების მიერ დეკლარირებული დოქტრინა „ცოდნაზე დამყარებული ეკონომიკა“ კიდევ უფრო ზრდის ინფორმაციის როლს და, შესაბამისად, მისი დაცვის მნიშვნელობას როგორც ვირტუალური, ასევე ფიზიკური თვალსაზრისით. ამასთან დაკავშირებით, კიდევ უფრო მწვავედ დგება ინფორმაციის მომხმარებლის პიროვნების იდენტიფიცირების საკითხი. ბიომეტრიული ტექნოლოგიები მეტად მიმზიდველნი არიან ნებისმიერი სახის დაშვების განხორციელებისათვის, რამდენადაც უზრუნველყოფენ იდენტიფიცირების მაღალ საიმედოობას, ამასთან შეიძლება ინტეგრირებულნი იქნან დაშვების კონტროლის ნებისმიერ სისტემაში სხვადასხვა „გასაღებებთან“ და პაროლებთან ერთად.

ბიომეტრიის თავბრუდამხვევი განვითარება დაიწყო 2001 წლის 11 სექტემბრის ტერაქტის შემდეგ, როცა ყველა მიხვდა, რომ ტერორიზმისაგან თავის დაღწევა მოითხოვდა პიროვნების გარანტირებულ იდენტიფიცირებას. იმ მომენტისათვის ბიომეტრიული აღჭურვილობის

დამუშავებაში ჩაებნენ ისეთი ცნობილი კომპანიები, როგორცაა: LG, Sanyo, Polaroid, NEC, Panasonic და სხვა. შეიძლება ითქვას, რომ ბიომეტრია დღეისათვის შეიჭრა ადამიანის მოღვაწეობის ყველა სფეროში, სადაც კი საჭიროა მისი იდენტიფიცირება.

ნახ.1-ზე მოცემულია Acuity Market Intelligence-ის მიერ 2011 წელს შედგენილი ბიომეტრიული საშუალებების წარმოებისაგან მიღებული შემოსავლების პროგნოზი [1].



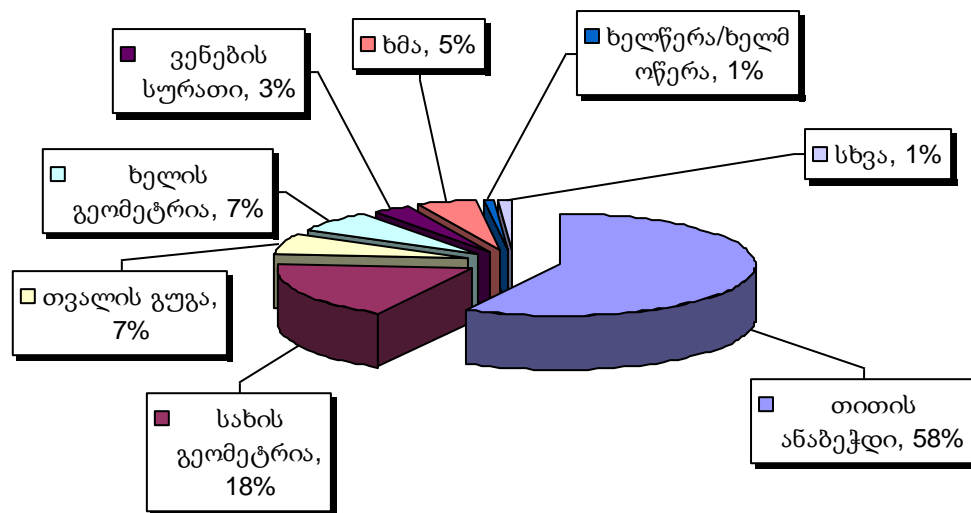
ნახ. 1. ბიომეტრიული ინდუსტრიის პროგნოზი

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, ბიომეტრიული საშუალებების გაყიდვებისაგან მიღებული შემოსავლები ყოველწლიურად დინამიურად იზრდება და 2017 წელს მიაღწევს 11 მილიარ აშშ დოლარს.

ბიომეტრიული ტექნოლოგიების კვლევისა და დამუშავების აქტუალობაზე აგრეთვე მიუთითებს 2011 წლის ბოლოს კომპანია IBM-ის მიერ გამოქვეყნებული კომპიუტერული და ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების პროგნოზი უახლესი ხუთი წლისათვის (2012-2017 წწ), სადაც ხუთ ყველაზე სწრაფად განვითარებად სფეროდან ერთ-ერთად მიჩნეულია ბიომეტრიული ტექნოლოგიები [2].

დღეისათვის, ბიომეტრიულ სისტემებში გამოიყენება ადამიანისთვის დამახასიათებელი პრაქტიკულად ყველა ბიომეტრიული მახასიათებელი: თითის ანაბეჭდი, სახის ფორმა და გეომეტრია, თავის ქალის ფორმა და გეომეტრია, თვალის გუგა, ხელისგულის, მტევნის ან თითის გეომეტრია, სახის თერმოგრაფია, ხელის თერმოგრაფია, ხელისგულზე ან თითზე ვენების გამოსახულების სურათი, დნმ, ორგანიზმის სუნი, ყურის ფორმა, ხელმოწერის დინამიკა, კლავიატურაზე მუშაობის დინამიკა, ხმა, ტუჩების მოძრაობა, სიარულის მანერა, ხელნაწერი ტექსტის თავისებურებები და სხვა.

ბიომეტრიული ბაზრის სეგმენტაციას გამოყენებული იდენტიფიკატორების მიხედვით კომპანია Acuity Market Intelligence-ის 2007 წლის მონაცემებით აქვს ნახ.2-ზე ნაჩვენები სახე [1].



ნახ. 2. ბიომეტრიული ბაზრის გადანაწილება ბიომეტრიული მახასიათებლების მიხედვით

ბიომეტრიული ტექნოლოგიების სრულყოფა ხდება დაჩქარებული ტემპებით, პირველ რიგში საიმედოობის ამაღლების და ღირებულების შემცირების კუთხით ისეთი ტრადიციული ტექნოლოგიებისათვის,

როგორცაა: თითის ანაბეჭდის, სახის და თვალის ფერადი გარსის იდენტიფიკატორებისთვის.

ძველ ტექნოლოგიებთან ერთად წარმოიშვება ახალიც. მათგან ზოგიერთს, განსაკუთრებით კი სახის სამგანზომილებიანი გამოსახულებით სუბიექტის გამოცნობას, აქვს მნიშვნელოვანი პოტენციალი და მომავალში შეიძლება დიდად შეცვალოს ბიომეტრიული ბაზრის გადანაწილების სურათი.

ბიომეტრიის სფეროში ძირითადი მოვლენა იქნება მოცემული ტექნოლოგიების მასიური დანერგვა და გამოყენება საპასპორტო-სავიზო დოკუმენტებში (დღეისათვის ეს პროცესი რიგ ქვეყნებში სერიოზულადაა დაძრული). ეს მოვლენა მიგვიყვანს არა მხოლოდ ტექნოლოგიურ ცვლილებებთან და ბაზარზე არსებული სისტემების და მოწყობილობების განვითარებასთან, არამედ მთლიანად შეცვლის ადამიანების ყოფას. იმედი უნდა ვიქონიოთ, რომ ეს იქნება ვექტორი კარგისაკენ, რამდენადაც ბიომეტრია საშუალებას იძლევა ამალღებული იქნას არა მხოლოდ ცალკეული ადამიანის უსაფრთხოება, არამედ საზოგადოების - მთლიანად.

როგორც ვხედავთ, არსებული ბიომეტრიული მეთოდებიდან დღეისათვის უფრო მეტად გამოიყენება თითის ანაბეჭდის ანალიზი, რაც განპირობებულია შემდეგი ფაქტორებით:

- თითის ანაბეჭდის იდენტიფიკატორი პიროვნების იდენტიფიცირებას, სხვა იდენტიფიკატორებთან შედარებით, ახდენს მეტი საიმედოობით;
- თითის ანაბეჭდის ანალიზი ბევრად სწრაფად ხდება;
- თითის ანაბეჭდით იდენტიფიცირების საშუალებები (პროგრამული და აპარატურული) ბევრად უფრო იაფია;
- თითის ანაბეჭდით პიროვნების იდენტიფიცირების მეთოდები, მათემატიკური მოდელები და ალგორითმები ბევრად კარგადაა

დღეისათვის დამუშავებული, რაც განპირობებულია თითის ანაბეჭდის გამოყენების ტრადიციულობით.

დაქტილოსკოპიურ ბიომეტრიაში დღეისათვის მსოფლიოს წამყვან კვლევით ცენტრებში მიმდინარეობს კვლევითი სამუშაოები შემდეგი მიმართულებებით:

- თითის ანაბეჭდის ანალიზის დაქტილოსკოპიური მეთოდებისა და ალგორითმების დამუშავება;
- გაყალბებისაგან დაცული და მაღალი ტექნიკური საიმედოობის მქონე თითის სკანერების დამუშავება;
- მიდგომებისა და მეთოდების დამუშავება პიროვნების ბიომეტრიული იდენტიფიცირების გამოყენებისათვის ადამიანის მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროებში;
- ავტომატური და ავტომატიზებული სისტემების არქიტექტურების დამუშავება პიროვნების იდენტიფიცირების საიმედოობის და სწრაფქმედების და შედეგების ანალიზის მოხერხებულობის ამაღლების მიზნით.

ჩამოთვლილი კვლევის მიმართულებებიდან მოცემულ მომენტში აქტუალურად მივიჩნევთ ბოლო ორ მიმართულებას, რაც გამომდინარეობს შემდეგი მოსაზრებებიდან:

1. დღეისათვის მსოფლიოში ძალიან სწრაფად მიმდინარეობს ბიომეტრიული ბაზრის ჯერ კიდევ დაუკავებელი სეგმენტების ათვისება, რაც განაპირობებს ახალი პროდუქტების წარმოშობას. აქედან გამომდინარე, დაქტილოსკოპიურ ბიომეტრიაში რეალურია პატენტუნარიანი პროდუქტის შემუშავება;
2. კვლევის შედეგები სწრაფად შეიძლება გადაიზარდოს კონკურენტუნარიან და კომერციული პოტენციალის მქონე პროდუქტში;

დღეისათვის დაქტილოსკოპიაზე დაფუძნებული ბიომეტრიული სისტემების აგება ხორციელდება კომპიუტერულ და ციფრულ ტექნოლოგიებში დამკვიდრებული ტრადიციული „კლასიკური“ მიდგომით, რაც, შეიძლება ითქვას, რომ იძლევა კარგ შედეგებს. წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია ბიომეტრიული სისტემების აგების ახალი მეთოლოგია, რაც იძლევა საშუალებას გაიზარდოს ბიომეტრიული სისტემის ფუნქციური შესაძლებლობა (მას დავაკისროთ, არა მარტო ადამიანის იდენტიფიცირება და აუტენტიფიცირება, არამედ დამატებით შეასრულოს სერვისული ფუნქციები და სხვა), საიმედოობა და სწრაფქმედება.

ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურაში ციფრული სისტემების მრავალფუნქციურობის პრინციპის [3] გამოყენება საშუალებას იძლევა გენერირებული იქნას პრინციპიალურად ახალი თვისებების მქონე არქიტექტურები გაზრდილი სწრაფქმედებით და საიმედოობით. სამუშაოში წარმოდგენილ მაღალი შესაძლებლობების და ახალი თვისებების მქონე ბიომეტრიული სისტემების არქიტექტურებს საფუძვლად უდევს მისი კომპონენტების მრავალფუნქციურობის თვისებების და სისტემური ფუნქციების ურთიერთჩანაცვლებადობის ხერხების გამოყენება.

წარმოდგენილ ნაშრომში შემოთავაზებულია ბიომეტრიული სისტემების აგების მეთოდოლოგია, კერძოდ სასწავლო დაწესებულებისათვის, რომელშიც ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას იძლევა გარანტირებულად მოხდეს პიროვნების იდენტიფიცირება და გამარტივდეს პიროვნების მიერ შესრულებული პროცედურების აღრიცხვა. ამ სისტემებში მრავალფუნქციურობის პრინციპის გამოყენება სისტემის იერარქიის ყველა დონეზე საშუალებას იძლევა ერთ სისტემაში შეთავსებულიყო სხვადასხვა ტიპის მომხმარებლების მომსახურება, მკვეთრად აგვემალღებინა სისტემასთან

მომხმარებლის ინტერაქტიული ურთიერთობის სწრაფქმედება და სისტემის ფუნქციონირების საიმედოობა.

აქედან გამომდინარე, სადისერტაციო ნაშრომის კვლევის მიზანს წარმოადგენს ავტომატური აუტენტიფიცირების და იდენტიფიცირების, კერძოდ კი ავტომატური დაქტილოსკოპიური საიდენტიფიკაციო სისტემების ბიომეტრიული ტექნოლოგიების ოპტიმალური სინთეზისათვის მიდგომების, მეთოდების და ალგორითმების დამუშავება. სადისერტაციო ნაშრომში დასახული ძირითადი მიზნის მიღწევისათვის გადაწყვეტილია შემდეგი ამოცანები:

- განზოგადოებულია დაქტილოსკოპიური ბიომეტრიული სისტემების მეთოდებისა და ალგორითმების დამუშავების გამოცდილება და გამოვლენილია მათი სრულყოფის მიმართულებები;
- დადგენილია ბიომეტრიული სისტემების ეფექტურობის მაჩვენებლების სიმრავლე;
- გამოყენებულია ახალი მიდგომები და დამუშავებულია ბიომეტრიულ სისტემებში ეფექტურობის გაზრდის მეთოდები;
- დამუშავებულია სხვადასხვა დანიშნულების ეფექტური ბიომეტრიული სისტემების არქიტექტურები და ალგორითმები;
- ექსპერიმენტალურად იქნა გამოკვლეული ბიომეტრიული სისტემების ეფექტურობის გაზრდის მიზნით დამუშავებული მეთოდები, ალგორითმები და აპარატურულ-პროგრამული უზრუნველყოფები.

კვლევის ობიექტები და მეთოდები. კვლევის ობიექტს წარმოადგენს დაქტილოსკოპიაზე დაყრდნობილი ავტომატური აუტენტიფიცირების და იდენტიფიცირების სისტემების არქიტექტურები და მათი ეფექტურობის მაჩვენებლები. სამუშაოში გამოყენებულია სიმრავლეთა თეორიის, მათემატიკური სტატისტიკის, ალბათობის თეორიის, ერგონომიკის, ალგორითმების თეორიის, სისტემატექნიკის თანამედროვე მეთოდები,

აგრეთვე - ბიომეტრიულ ტექნოლოგიებში მოქმედი საერთაშორისო სტანდარტების რეკომენდაციები.

სამუშაოს სამეცნიერო სიახლეს წარმოადგენს სისტემური ანალიზის საფუძველზე მაღალი ეფექტურობის მქონე ბიომეტრიული სისტემების ახალი მიდგომებით სინთეზის მეთოდების, მოდელების, არქიტექტურების და ალგორითმების დამუშავება. სამუშაოში მიღებულია შემდეგი თეორიული შედეგები:

- დადგენილია ბიომეტრიული სისტემების ეფექტურობის კრიტერიუმები;
- დამუშავებულია ბიომეტრიული სისტემის მოდელი;
- დამუშავებულია ბიომეტრიული სისტემის ეფექტურობის გაზრდის მეთოდები;
- დამუშავებულია სასწავლო დაწესებულებაში პედაგოგის მიერ შესრულებული სამუშაოს აღრიცხვის მეთოდი;
- დამუშავებულია პედაგოგთა ბიომეტრიული რეგისტრირების სისტემის ეფექტურობის ამაღლების მეთოდები, არქიტექტურები და ალგორითმები;
- დამუშავებულია ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემის მოდელი, არქიტექტურები და ალგორითმები

სამუშაოს თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა. სამუშაოს თეორიული მნიშვნელობა მდგომარეობს ბიომეტრიული სისტემების ინტეგრაციის მეთოდების განვითარებაში, რომლებიც საშუალებას იძლევიან ამაღლდეს ბიომეტრიული სისტემის ეფექტურობა სწრაფქმედების, საიმედოობის და ერგონომიულობის კუთხით. ბიომეტრიული სისტემების დამუშავებული არქიტექტურები, ალგორითმები და პროგრამული საშუალებები შესაძლებელია

გამოყენებული იქნა სხვადასხვა დანიშნულების, განსაკუთრებით კი სასწავლო დაწესებულებებისათვის გამოზნული ბიომეტრიული სისტემების აგებისათვის.

სამუშაოს შედეგების რეალიზაცია. დისერტაციის შედეგები რეალიზებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის # 19 საგრანტო პროექტის „ბიომეტრიული ტექნოლოგიების კვლევა და გამოყენება“ (2012 წ.) და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „სასწავლო პროცესის მართვის ელექტრონული სისტემების უზრუნველყოფის ჯგუფის“ გეგმიურ სამუშაოთა ფარგლებში (2010-2011 წწ.).

სამუშაოს აპრობაცია. დისერტაციასთან დაკავშირებული საკითხები ასახულია 10 სამეცნიერო პუბლიკაციაში, ერთ პატენტში და განხილული იქნა შემდეგ სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციებზე:

- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „21-ე საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები“, თბილისი 19-21 სექტემბერი, 2012 წ.
- 5th Georgian-German School and Workshop in Basic Science. Tbilisi, 6 - 10 August, 2012.
- საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „მართვის ავტომატიზებული სისტემები და თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები“, თბილისი, 20-22 მაისი, 2011.
- აკადემიკოს ი.ფრანგიშვილის დაბადების 80 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია "საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა". თბილისი, 1-4 ნოემბერი, 2010 წ.

- საერთაშორისო სამეცნიერო-მეთოდური კონფერენცია „ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“, ქუთაისი, 2010 წ.
- Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения (УКИ'08). Российская конференция с международным участием. Москва, 2008.

სადისერტაციო ნაშრომში წარმოდგენილმა ძირითადმა შედეგებმა ასევე ასახვა ჰპოვა სამუშაოში „ბიომეტრიული კომპიუტერული სისტემების აგების ტექნოლოგია მრავალფუნქციურობის პრინციპების გამოყენებით“, რომელსაც 2012 წელს მიენიჭა საქართველოს ეროვნული პრემია ტექნიკის დარგში.

1. ლიტერატურის მიმოხილვა

1.1 ბიომეტრიული ტექნოლოგიების განვითარების ეტაპები

ბიომეტრია ტრადიციულად განისაზღვრება, როგორც მეცნიერების დარგი, რომელიც შეისწავლის ადამიანის ბიოლოგიური მახასიათებლების მათემატიკური და სტატისტიკური დამუშავების მეთოდებს [4]. დღეისათვის, ტერმინმა "ბიომეტრია" დატვირთვა შეიცვალა და აღიქმება როგორც ადამიანის იდენტიფიცირების ტექნოლოგია, რომელიც იყენებს ბიოლოგიურ მახასიათებლებს.

ბიომეტრიას მრავალსაუკუნოვანი ისტორია აქვს, ყველაზე გავრცელებული და ყველაზე ძველი მაგალითია ბიომეტრია თითის ანაბეჭდების გამოყენებით, რომელიც გამოიყენებოდა მე-14 საუკუნეში ჩინეთში. ჩინელი ვაჭრები თითის ანაბეჭს იყენებდნენ სავაჭრო ხელშეკრულებების დადების დროს.

მე-19 საუკუნემდე იდენტიფიცირება ძირითადად ემყარებოდა „ფოტოგრაფიულ მეხსიერებას“. 1890-იან წლებში პარიზის პოლიციაში მომუშავე ანტროპოლოგმა ალფოს ბერტილონმა ბიომეტრიული მახასიათებლების (სხეულის პარამეტრების) გამოყენება დაიწყო პატიმრების იდენტიფიცირებისთვის [5]. სწორედ ამ დროიდან ბიომეტრია უფრო ღრმა შესწავლის სფეროდ იქცა. ბერტილონმა შეიმუშავა ადამიანის სხეულის პარამეტრების გაზომვის ტექნიკა, რომელსაც შემდგომში ბერტილონაჟი დაერქვა. ეს მეთოდი ფართოდ იქნა აღიარებული და გამოყენებული, მაგრამ შემდგომში აღმოჩნდა, რომ შეიძლება სხვადასხვა ადამიანის სხეულის პარამეტრები ერთმანეთს დაემთხვეს.

თითის ანაბეჭდის კრიმინალისტიკაში იდენტიფიკატორად გამოყენების იდეა პირველად წამოაყენა დოქტორმა ჰენრი ფოლდსმა, რომელიც მუშაობდა ტოკიოში. მან ყურადღება მიაქცია ძველ თიხის

ნაკეთობებზე გამოსახულ თითის ანაბეჭდებს. 1880 წელს სამეცნიერო ჟურნალში გამოაქვეყნა სტატია ამის შესახებ. იმავე პერიოდში ინდოეთში მომუშავე უილიამ ჰერშელმაც ყურადღება მიაქცია თითის ანაბეჭდის უნიკალურ თვისებას. ამ სფეროში მნიშვნელოვანი სამეცნიერო კვლევები ჩაატარა ჩარლზ გალტონმა, რომელმაც დაადგინა რომ, სხვადასხვა ადამიანის ერთი და იმავე თითის ანაბეჭდები ერთმანეთს არ ემთხვევა, თუნდაც ტყუპების შემთხვევაში [5].

1897 წელს ინდოეთში მომუშავე გენერალურმა ინსპექტორმა რიჩარდ ჰენრიმ შეიმუშავა და დანერგა თითის ანაბეჭდების კლასიფიცირების სისტემა, რომელიც იქცა თითის ანაბეჭდით იდენტიფიცირებაში კლასიფიცირების პირველ მეთოდად. 1901 წელს ჰენრის სისტემა წარდგენილი იქნა ინგლისში. 1902 წლიდან ნიუ-იორკის სახელმწიფო სამსახურებმა დაიწყეს ჰენრის მეთოდის ტესტირება არმიაში და ფლოტში, ბოლომდე ადაპტირება მოხდა 1907 წლისთვის.

ბიომეტრია გამართულ მეცნიერულ დისციპლინად იქცა ინგლისელი მათემატიკოსის კარლ პირდონის მიერ 1903-1905 წლებში.

მას შემდეგ ბიომეტრია რადიკალურად განვითარდა, ხოლო ბიომეტრიულ ტექნოლოგიებში თითის ანაბეჭდით იდენტიფიცირების გარდა კიდევ ათობით მეთოდი განვითარდა. ბიომეტრიული მეთოდები თანდათან ხელმისაწვდომი გახდა ბიზნესისთვისაც.

1938 წელს ჩამოყალიბდა ამერიკული სტატისტიკური ასოციაციის ბიომეტრიული სექცია. 1947 წელს აშშ-ში ჩატარდა პირველი საერთაშორისო ბიომეტრიული კონფერენცია, რომელზეც შეიქმნა საერთაშორისო ბიომეტრიული საზოგადოება, რომლის კონფერენციები დღემდე იმართება 4-5 წლის პერიოდულობით. 1978 წელს ჩამოყალიბდა კლინიკური ბიოსტატისტიკის საზოგადოება.

1.2. პიროვნების ბიომეტრიული იდენტიფიცირების მეთოდები

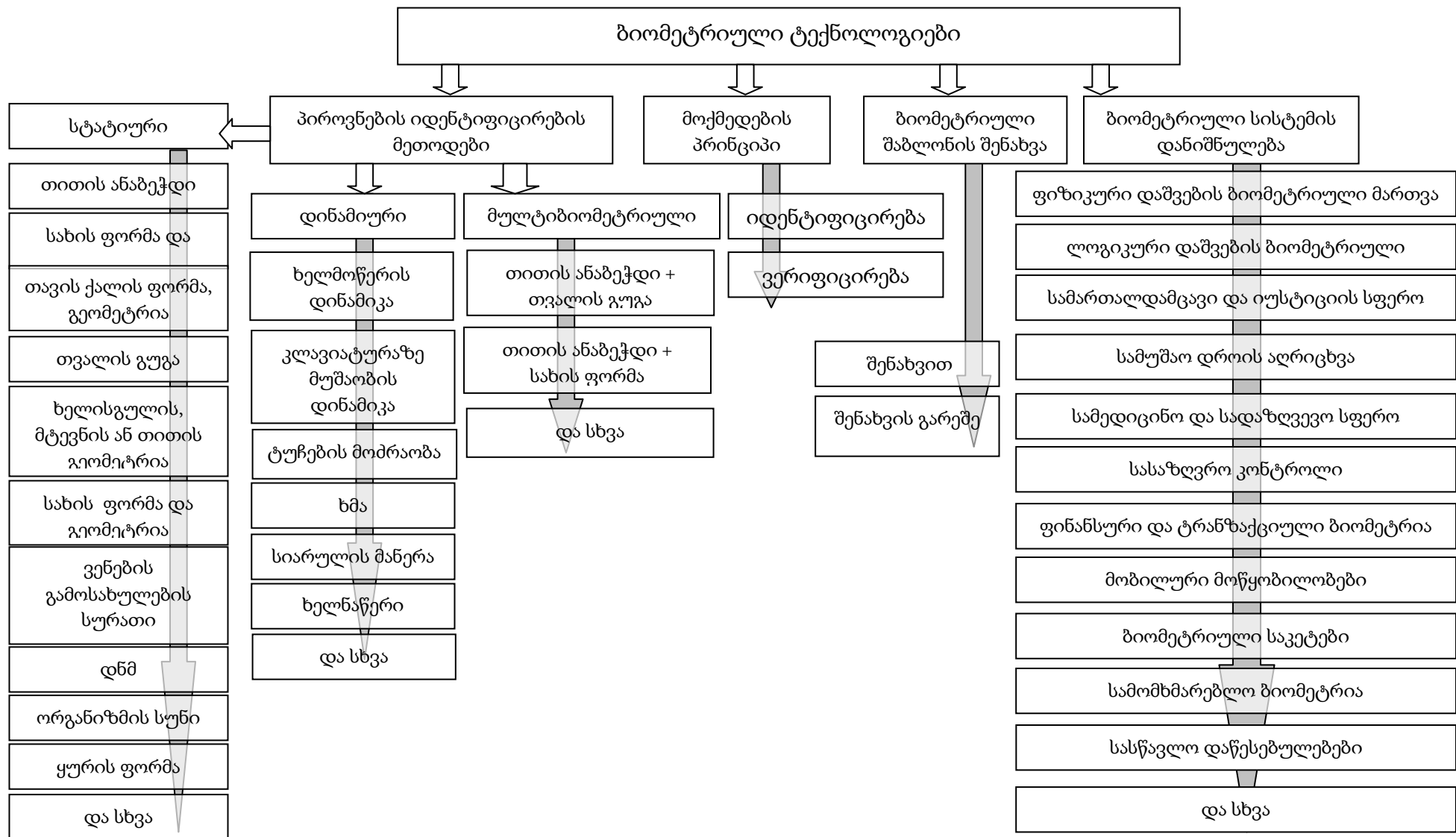
სამუშაოში შემოთავაზებულია ბიომეტრიული ტექნოლოგიების შედარებითი სრული კლასიფიკაცია (ნახ.3).

პირველ რიგში, წარმოდგენილია ბიომეტრიული იდენტიფიცირების მეთოდები ადამიანის ფიზიოლოგიური მახასიათებლების მიხედვით. ადამიანის იდენტიფიცირების ხერხის და, აქედან გამომდინარე, მოქმედების პრინციპის მიხედვით ბიომეტრიული სისტემები დაყოფილია ორ ძირითად ჯგუფად. ბოლო პერიოდში დიდი ყურადღება ექცევა ბიომეტრიულ სისტემებში პერსონალური ინფორმაციის დაცვის საკითხებს, ამიტომ ბიომეტრიული ტექნოლოგიების კლასიფიცირებაში პირველად არის გამოყოფილი ორი კლასი: ბიომეტრიული შაბლონის შენახვით და შენახვის გარეშე. და ბოლოს, გამოკვეთილია ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენების დღევანდელი არეალი და სფეროები.

პიროვნების იდენტიფიცირების მეთოდები ბიომეტრიული პარამეტრების გამოყენების მიხედვით იყოფა ორ ჯგუფად: სტატიური (ადამიანის ფიზიკური მახასიათებლები) და დინამიური (ადამიანის ქცევითი მახასიათებლები) [6-13].

სტატიური მეთოდები ეყრდნობა ადამიანის არაცვალებად ფიზიოლოგიურ მახასიათებლებს, როგორცაა:

- თითის ანაბეჭდი;
- სახის ფორმა და გეომეტრია;
- თავის ქალის ფორმა და გეომეტრია;
- თვალის გუგა;
- ხელისგულის, მტევნის ან თითის გეომეტრია;



ნახ. 3 ბიომეტრიული ტექნოლოგიების შედარებითი სრული კლასიფიკაცია

- სახის თერმოგრაფია, ხელის თერმოგრაფია;
- ხელისგულზე ან თითზე ვენების გამოსახულების სურათი;
- დნმ;
- ორგანიზმის სუნი;
- ყურის ფორმა და სხვა.

დინამიური მეთოდები ეყრდნობა პიროვნების ქმედებების ანალიზს, ანუ თავისებურებებს, რომელიც ახასიათებს ადამიანს რაიმე მოქმედების დროს. დინამიური მეთოდები დღეისათვის მნიშვნელოვნად ჩამორჩებიან სტატიურ მეთოდებს სიზუსტეში და ეფექტურობაში, მაგრამ მაინც ხდება მათი გამოიყენება. ამ მეთოდებს განეკუთვნება:

- ხელმოწერის დინამიკა;
- კლავიატურაზე მუშაობის დინამიკა;
- ხმა;
- ტუჩების მოძრაობა;
- სიარულის მანერა;
- ხელნაწერი ტექსტის თავისებურებები.

კონკრეტული ბიომეტრიული ტექნოლოგიის შესაქმნელად ძირითად ამოცანას წარმოადგენს იდენტიფიკატორად ადამიანის ბიომეტრიული მახასიათებლის შერჩევა. ადამიანის იდეალური ბიომეტრიული მახასიათებელი უნდა იყოს **უნივერსალური, უნიკალური, სტაბილური და აღქმადი**. ბიომეტრიული მახასიათებლის უნივერსალურობა ნიშნავს, რომ ეს ბიომეტრიული მახასიათებელი უნდა ქონდეს ყველა ადამიანს. უნიკალურობა ნიშნავს, რომ არ შეიძლება არსებობდეს ორი ადამიანი, რომლებსაც ეს მახასიათებელი ექნებათ ერთნაირი. სტაბილურობა გვიჩვენებს, რომ არ უნდა იცვლებოდეს ბიომეტრიული მახასიათებელი

დროის განმავლობაში. ამასთან, ადამიანის ბიომეტრიული მახასიათებლის აღქმა ტექნიკური საშუალებებით უნდა იყოს შესაძლებელი და მოსახერხებელი.

ადამიანის რეალური ბიომეტრიული მახასიათებლები არ არის იდეალური. სხვადასხვა ბიომეტრიული მახასიათებლისთვის უნივერსალურობის, უნიკალურობის, სტაბილურობის და აღქმადობის კრიტერიუმების მიხედვით სამბალიანი ექსპერტული შეფასებით მიღებულია ცხრილში #1 მოტანილი შედეგები [14].

ადამიანის ბიოლოგიური მახასიათებელი	უნივერსალურობა	უნიკალურობა	სტაბილურობა	აღქმადობა
სახის გამოსახულება	მაღალი	დაბალი	საშუალო	მაღალი
სახის თერმოგრამა	მაღალი	მაღალი	დაბალი	საშუალო
თითის ანაბეჭდი	მაღალი	მაღალი	მაღალი	საშუალო
ხელის მტევანი	საშუალო	საშუალო	საშუალო	მაღალი
თვალის ფერადი გარსი	საშუალო	მაღალი	მაღალი	საშუალო
თვალის ბადურა	მაღალი	მაღალი	საშუალო	დაბალი
ხელმოწერა	დაბალი	დაბალი	დაბალი	მაღალი
ხმა	საშუალო	დაბალი	დაბალი	საშუალო
ტუჩები	მაღალი	მაღალი	საშუალო	დაბალი
ყური	საშუალო	საშუალო	საშუალო	საშუალო
წერის დინამიკა	საშუალო	მაღალი	დაბალი	მაღალი
სიარულის მანერა	მაღალი	საშუალო	დაბალი	დაბალი

ცხრილი 1. ბიომეტრიული მახასიათებლების ექსპერტული შეფასების შედეგები.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ვერცერთი ბიომეტრიული მახასიათებელი ვერ აკმაყოფილებს მაქსიმალურად მოთხოვნებს ჩამოთვლილი თვისებების მიხედვით. მიუხედავად მატერიალური დანახარჯების და სიზუსტის საშუალო მაჩვენებლებისა, დღეისთვის, გაყიდვების მიხედვით ლიდერის პოზიცია უჭირავს ბიომეტრიულ ტექნოლოგიებს თითის ანაბეჭდის საფუძველზე, რაც გარკვეულწილად განპირობებულია მეთოდური, ტექნიკური და ალგორითმული ტრადიციულობით და კარგი საექსპლუატაციო მახასიათებლებით.

1.4. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენების სფეროები

პასუხი კითხვაზე: სად გამოიყენება ბიომეტრია და როგორია მისი გამოყენების არეალის გაზრდის პერსპექტივა, შეიძლება იყოს ძალიან მოკლე: ყველგან და ყველგან, სადაც არის საჭირო ადამიანის იდენტიფიცირება, აუტენტიფიცირება. ბიომეტრიული იდენტიფიცირების გამოყენების სფერო შეიძლება „მოულოდნელიც“ იყოს, ანუ იქ, სადაც ადრე საერთოდ არ ხდებოდა ადამიანის იდენტიფიცირება. მაგალითის სახით შეიძლება მოვიყვანოთ მოსწავლის იდენტიფიცირება სკოლის ბუფეტში და ა.შ..

ნათელია, რომ ბიომეტრიული სისტემების გამოყენების არეალი მეტად ფართოა, ამიტომ მოვიტანთ გამოყენების სფეროების მხოლოდ ჩამონათვალს:

- ფიზიკური დაშვების ბიომეტრიული მართვა (მაგალითად, დაშვება დაცულ ტერიტორიებზე);
- ლოგიკური დაშვების ბიომეტრიული მართვა (მაგალითად, აუტენტიფიცირება მონაცემთა ბაზებში);

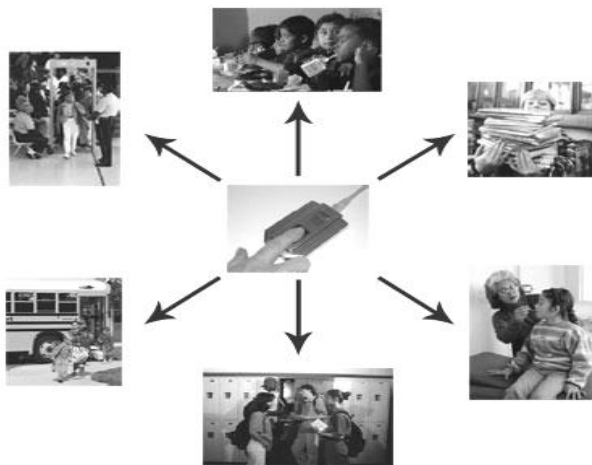
- სამართალდამცავი და იუსტიციის სფერო (კრიმინალისტიკა და პენიტენციური სისტემა);
- სამუშაო დროის აღრიცხვა (სჭირდება ყველა კომპანიას);
- სამედიცინო სფერო (განსაკუთრებით საჭიროა ჯანმრთელობის დაზღვევის სისტემებში);
- სასაზღვრო კონტროლი (სავიზო, საპასპორტო კონტროლი);
- ფინანსური და ტრანზაქციული ბიომეტრია (იდენტიფიცირების საიმედოობის ამაღლება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია საბანკო სექტორში);
- მობილური მოწყობილობები (მაგალითად, მობილური ბანკისათვის პიროვნების იდენტიფიცირება);
- ბიომეტრიული საკეტები (დღეისათვის უკვე ფართოდაა გავრცელებული, თუნდაც სასტუმროებში);
- სამომხმარებლო ბიომეტრია (მაგალითად, ხელჩანთებში, სეიფებში);
- სასწავლო დაწესებულებები;
- ბიომეტრიის გამოყენების სხვა სფეროები - მოხერხებულობა (მაგალითისათვის მოვიყვანთ სხვადასხვა თითის გამოყენებას სხვადასხვა პროგრამების გამოძახებისათვის).



ნახ. 4. პედაგოგთა რეგისტრაციის სისტემის ტერმინალი

ბიომეტრიული ტექნოლოგიები სასწავლო პროცესში. უფრო დაწვრილებით შევჩერდეთ ბიომეტრიის გამოყენების მნიშვნელობაზე სასწავლო დაწესებულებებში. ამ მხრივ ორიგინალურია პედაგოგთა

რეგისტრაციის ბიომეტრიული სისტემა [15], რომელიც გამოიყენება საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში (ნახ.4). განვითარებულ ქვეყნებში დაწყებულია ფართომასშტაბიანი პროექტები სკოლებში მოსწავლეთა ბიომეტრიული იდენტიფიცირებისთვის, სადაც შერწყმულია მოსწავლეთა აღრიცხვის და უსაფრთხოების ფუნქციები [16]. ასევე ფართოდ გამოიყენება ბიომეტრიული იდენტიფიცირება სკოლის ბუფეტებში [17] უსაფრთხოების მიზნით მოსწავლეებს აღარ აქვთ უშუალოდ ფულთან შეხების აუცილებლობა. მატერიალური დანახარჯების შემცირების მიზნით, ბიომეტრიულ იდენტიფიცირებას იყენებენ საუნივერსიტეტო კამპუსებში უცხო პიროვნების დაშვების აკრძალვის მიზნით [18]. ამდენად, უცხო პიროვნებას არ შეუძლია უფასოდ ისარგებლოს იმ სერვისებით, რაც გათვალისწინებულია სტუდენტებისათვის, მაგალითად, ბიბლიოთეკით [19] (ნახ.5).



ნახ. 5. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების სასწავლო დაწესებულებაში გამოყენების არეალი

მრავალ სასწავლო დაწესებულებაში მოითხოვება მოსწავლეთა იდენტიფიცირება, რომლისათვის ფართოდ გამოიყენება ID ბარათი, PIN-კოდი, პაროლი და რა თქმა უნდა ვიზუალური იდენტიფიცირება.

ჩამოთვლილი საშუალებებიდან თითოეული ქმნის თავისებურ პრობლემას და ხარჯავს

ინფორმაციული ტექნოლოგიის რესურსს. პლასტიკურ ბარათებს რეგულარულად ივიწყებენ, კარგავენ და აფუჭებენ. PIN-კოდი ადვილად ექვემდებარება დავიწყებას და მოპარვას. გარდა ამისა, ვიზუალური იდენტიფიცირება არ არის დღეისათვის საუკეთესო გადაწყვეტა, როცა უმნიშვნელოვანესი გახდა უსაფრთხოების საკითხები.

როგორც არასდროს, დღეს მეტად აქტუალურია მოსწავლეთა და მასწავლებელთა უსაფრთხოების საკითხები. ამდენად, სასწავლო დაწესებულებაში დაშვებული უნდა იქნას მხოლოდ მოსწავლეები, პედაგოგები და დამხმარე პერსონალი. შედეგად, აუცილებელი ხდება მათი მკაცრი ბიომეტრიული იდენტიფიცირება როგორც სასწავლო კორპუსებში და ლაბორატორიებში, ასევე კამპუსებში, კლუბებში და ა.შ. სასწავლო დაწესებულებებში ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენებას ყველგან თან სდევს უსაფრთხოების ამაღლების მოთხოვნა.

მნიშვნელოვანია ასევე სტუდენტთა და მოსწავლეთა მეცადინეობებზე დასწრების მოწესრიგება, რამდენადაც იგი ამაღლებს დისციპლინას და ირიბად, მაგრამ მაინც ამაღლებს აკადემიურ მოსწრებას. ამასთან, მოსწავლეთა აღრიცხვაში ბიომეტრიის გამოყენება ზრდის ოპერატიულობას, რაც დაკავშირებულია სასწავლო დროის ეკონომიასთან.

სასწავლო დაწესებულებებში, რომლებიც ფინანსდებიან სახელმწიფო (ან ადგილობრივი) ბიუჯეტიდან, აქტუალური გახდა მოსწავლეთა მკაცრი იდენტიფიცირება და აღრიცხვა, რამდენადაც სასწავლებლის ფინანსირების მოცულობა დამოკიდებულია მოსწავლეთა რაოდენობაზე.

სკოლები აქტიურად სარგებლობენ სასკოლო ბუფეტში ბიომეტრიული ანგარიშსწორებით. მოსწავლის ანგარიშზე მშობელი წინდაწინ რიცხავს გარკვეულ თანხას, რომლის დახარჯვაც შეუძლია მოსწავლეს. შესაძლებელია ეს თანხა ლიმიტირებული იქნას დღეების მიხედვით. სასკოლო ბუფეტში საუზმის აღების შემდეგ მოსწავლე გადის ბიომეტრიულ კონტროლს და მას ანგარიშიდან ჩამოეჭრება საუზმის ღირებულება. ანგარიშსწორების ასეთი ხერხის უპირატესობა მის მიზნობრიობაში და უსაფრთხოებაშია.

დასავლეთის სკოლებში აქტუალურია მოსწავლეთა სოციალური თანასწორობის საკითხი. რიგმა სკოლებმა სოციალური თანასწორობის

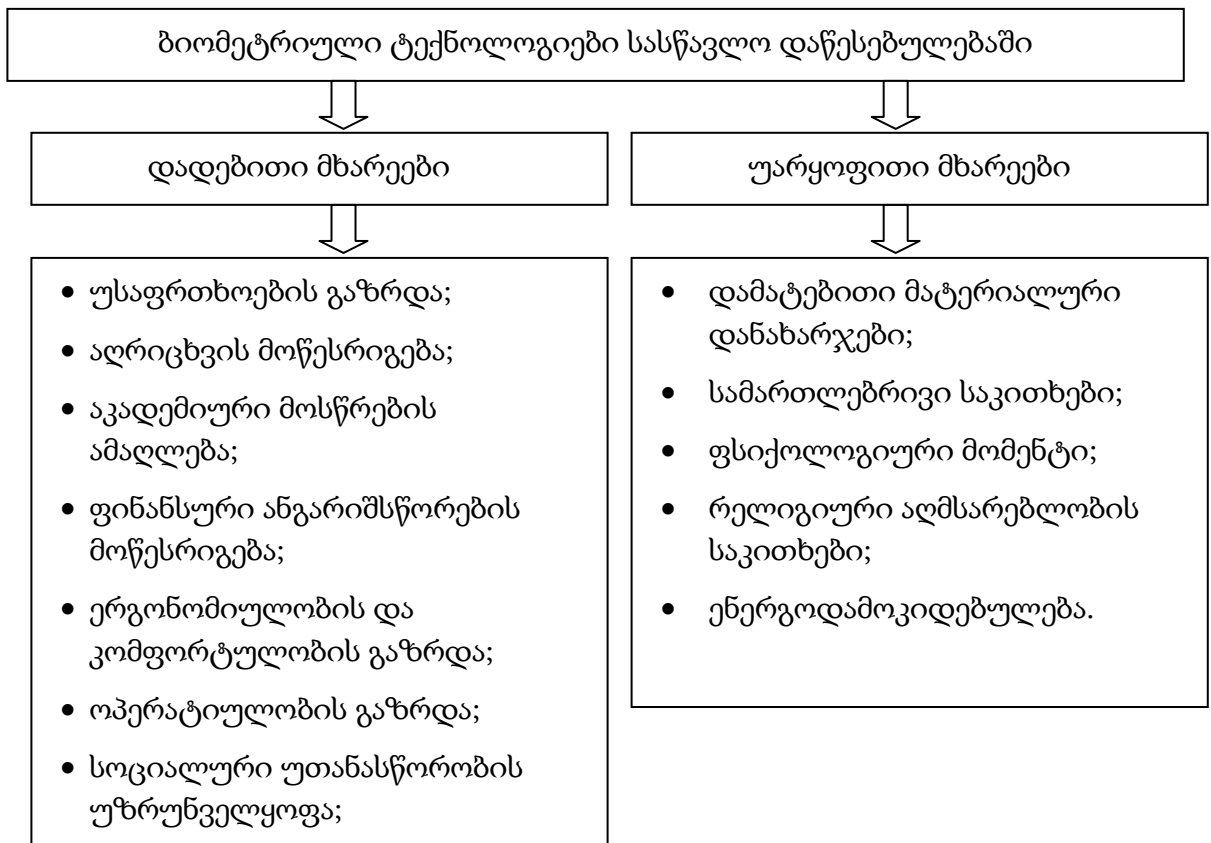
საკითხი მოაგვარა ბიომეტრიული ტექნოლოგიების დანერგვით სკოლის ბუფეტში. საქმე ისაა, რომ მატერიალურად უზრუნველყოფილი ოჯახები იხდიან შვილის ბუფეტით სარგებლობის საფასურს, ხოლო ხელმოკლე ოჯახების შვილები ბუფეტით სარგებლობენ უფასოდ. მოსწავლეთა ბიომეტრიული კონტროლისას ვიზუალურად არ ჩანს, რომელი მოსწავლე იხდის ფულს და რომელი – არა.

მეტად მნიშვნელოვანია სასწავლო დაწესებულებებში ბიომეტრიული ტექნოლოგიების დანერგვის სამართლებრივი საკითხები, რამდენადაც საკითხი ეხება პერსონალური მონაცემების დაცვას. ამ საკითხისადმი მიდგომა სხვადასხვა ქვეყანაში განსხვავებულია, მაგრამ განვითარებულ ქვეყნებში მას უფრო ფრთხილად ეკიდებიან. ზოგიერთი სასწავლო დაწესებულება უპირობოდ აყენებს ბიომეტრიული კონტროლის აუცილებლობას, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში ეს საკითხი ნებაყოფლობითია. ყოველ შემთხვევაში ცდილობენ, რომ სტუდენტებსა და არასრულწლოვანი მოსწავლეების მეურვეებს აუხსნან ბიომეტრიული კონტროლის სარგებლიანობა. არიან ორგანიზაციები, რომლებიც სასწავლო დაწესებულებებს უწევენ კონსულტაციებს ბიომეტრიული ტექნოლოგიების დანერგვის სამართლებრივ საკითხებში და აძლევენ რეკომენდაციებს [20]. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენებაზე მოსწავლეთა მეურვეებისა და სტუდენტების წინააღმდეგობაზე კომპრომისულ ვარიანტად განიხილება სისტემის აგება ისე, რომ ბიომეტრიული შაბლონი შენახული იქნას პლასტიკურ ბარათზე, რომელსაც თან ატარებს მომხმარებელი. ნახ.3-ზე ნაჩვენებ კლასიფიცირებაში სისტემათა ეს კლასი დახასიათებული გვაქვს როგორც ბიომეტრიული შაბლონის შენახვის გარეშე, რაც გულისხმობს იმას, რომ მომხმარებლის ბიომეტრიული შაბლონი არ ინახება სისტემის სერვერზე.

არსებობს მრავალი კომპანია, რომელიც აწარმოებს ბიომეტრიულ საშუალებებს სასწავლო დაწესებულებისათვის. მაგალითისათვის

მოვიყვანო Sungard LTD-ს [21], რომელიც არის პროგრამული პროდუქტების მწარმოებელი. მისი პროგრამული პროდუქტი SunGard K-12 Education გამოიყენება ბიომეტრიული სისტემების ინტეგრირებისთვის სასწავლო დაწესებულებაში. ავნიშნავთ ასევე კომპანია Identimetrics-ს, რომელიც ახდენს ბიომეტრიული საშუალებების ინტეგრაციას სასწავლო დაწესებულებებში [22].

არსებული წყაროების მონაცემების განზოგადებით შეიძლება ჩამოყალიბებული იქნას სასწავლო დაწესებულებაში ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენების შედარებითი ანალიზი, რომელიც წარმოდგენილია ნახ.6 -ზე.



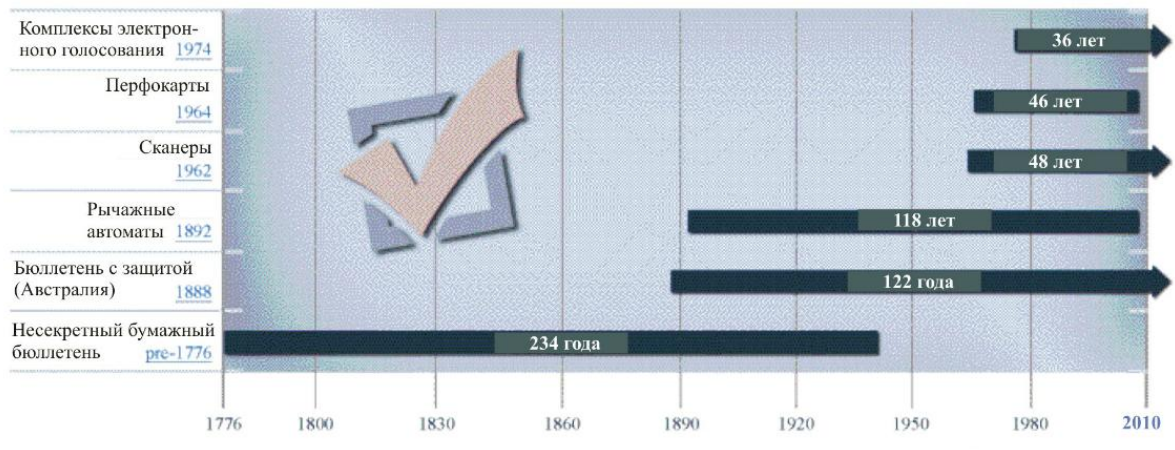
ნახ. 6. სასწავლო დაწესებულებაში ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენების შედარებითი ანალიზი

როგორც ნახ. 6-დან ჩანს, უარყოფითი მხარეები, რომელიც ახლავს ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენებას სასწავლო დაწესებულებაში, ნაკლებად პრობლემატურია, ხოლო მისი დანერგვით მიღებული სარგებლობა მეტად დიდია, რაც განსაკუთრებით აისახება მოსწავლეთა/სტუდენტთა უსაფრთხოებაზე.

ბიომეტრიული ტექნოლოგიები საარჩევნო პროცესში. ნებისმიერი დანიშნულების და დონის საარჩევნო კამპანია მოიცავს ორ მთავარ ეტაპს:

- საარჩევნო სიების მომზადება;
- ხმის მიცემის პროცესი.

იმის შესახებ, თუ როგორ „ებრძვის“ ბიომეტრია საარჩევნო კამპანიის ორივე ეტაპზე არსებულ მანკიერ მხარეებს, მრავალი შრომა არსებობს, რითაც დასტურდება, რომ ბიომეტრიის გამოყენება საარჩევნო პროცესებში უდავოდ მოიტანს დადებით შედეგებს. რჩება მთავარი კითხვა: რეალურად შესაძლებელია თუ არა ბიომეტრიული არჩევნების ჩატარება.



ნახ. 7. საარჩევნო სისტემების განვითარების ეტაპები

ბიომეტრიული არჩევნები წარმოადგენს ელექტრონული არჩევნების (e-Voting) განვითარებას, რამდენადაც საშუალებას იძლევა მოხდეს ამომრჩევლის იდენტიფიცირება უფრო მაღალი ალბათობით, ვიდრე

ტრადიციული საიდენტიფიკაციო საშუალებებით (პლასტიკური ბარათი, მოწმობა, პაროლი და ა.შ.) [23]. თავის მხრივ, ელექტრონული არჩევნები გულისხმობს კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენებას ხმის მიცემის პროცესში (საარჩევნო სიების მომზადება თავისთავად გულისხმობს ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებას), რაც პირველ რიგში გამოიხატება სპეციალიზებული კომპიუტერული აღჭურვილობის გამოყენებაში. უახლოეს წლებში მოსალოდნელია საარჩევნო პროცესში ინტერნეტ ტექნოლოგიების ფართო გამოყენებაც, რამდენადაც ინტერნეტი ადამიანის ყოფაში უკვე მნიშვნელოვან როლს თამაშობს.

მცირე ისტორიული ექსკურსი. საარჩევნო პროცესის ელექტრონულად წარმართვის იდეა ახალი არ არის. შეიძლება ითქვას, რომ ამ იდეას აქვს საუკონოვანი ისტორია [24,25]. ამ პროცესში „ელექტრონიკა“ სერიოზულად ჩაერთო გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან. შექმნილია და პრაქტიკაში გამოიყენება მრავალი ელექტრონული საარჩევნო და ხმის მიცემის სისტემა.

ჯერ კიდევ 1869 წელს ტომას ედისონმა მიიღო პატენტი ხმის მიცემის მექანიკურ მანქანაზე, რომელიც რეალურად არასდროს ყოფილა გამოყენებული. პირველი ხმის მიცემის მექანიკური სისტემა, რომელმაც პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვა, შექმნა მაიერსმა 1892 წელს. ხოლო 1930 წლიდან მექანიკურმა ხმის მიცემის სისტემებმა აშშ-ს მთელი ტერიტორია მოიცვა.

მექანიკური ხმის მიცემის სისტემის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: მანქანას აქვს იმდენი ბერკეტი, რამდენიც არის ასარჩევი კანდიდატი. ამომრჩეველი შედის კაბინაში და ხურავს ფარდას. როგორც კი დაიხურება საარჩევნო კაბინის ფარდა, მანქანა მოდის მუშა მდგომარეობაში. შემდეგ ამომრჩეველი ჩამოსწევს სასურველი კანდიდატის ბერკეტს და შესაბამისად ერთი ერთეულით გაიზრდება ამ კანდიდატის მიერ მიღებული ხმების რაოდენობა. აშშ-ის ამომრჩეველთა ნახევარზე მეტი

ასეთი მანქანებით აძლევდა ხმას გასული საუკუნის 60-იან წლებში. როგორც ფიქრობდნენ, ამ მანქანით შესაძლებელი იყო ფალსიფიცირების შემცირება, მაგრამ როგორც ყოველთვის ირკვეოდა რომ, ეს ასე არ იყო.

1960 წელს იყო ა.კოილმა გამოიგონა ხმის მიცემის მანქანა კომპიუტერების პერფორატების გამოყენებით, რომლის გაუმჯობესებული ვარიანტი იყო 1963 წელს პ.ხარისის მიერ დაპატენტებული მანქანა სახელით Votomatic [26]. კომპიუტერულმა გიგანტმა IBM-მა 1965 წელს იყიდა Votomatic მანქანების წარმოების უფლება. 1996 წლის საპრეზიდენტო არჩევნების დროს ხმების 40%



მექანიკური და ელექტრომექანიკური ხმის მიცემის მოწყობილობები (1882 წ.)



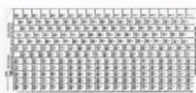
ხმის მიცემის ელექტრონული სისტემები (1975 წ.)



ხმის მიცემის პერფორატული სისტემები (1964 წ.)



• დილაკეიანი
• სენსორული
ხმის მიცემის თანამედროვე ბიომეტრიული სისტემები



ბიულეტენების ელექტრონული სკანერები (1962 წ.)



ხმის მიცემის დისტანციური (ინტერნეტით) სისტემები (2003 წ.)

ბიომეტრიული არჩევნები ჩატარდა:

• ბრაზილიაში (2010 წ.). ბიომეტრიულად ხმა მისცა 1,1 მილიონმა ამომრჩეველმა. 3%-ს ქონდა თითის ანაბეჭდის პრობლემები

მიცემული იქნა პერფორატების გამოყენებით.

ხმის მიცემის მეორე ხერხი, რომელიც გულისხმობს შევსებული ბიულეტენის სკანირებას, დამუშავებულ იქნა 1960 წელს. 1990-იანი წლების არჩევნებში აშშ-ში თითქმის ამომრჩეველთა მეოთხედი იყენებდა ბიულეტენის სკანირებას. სისტემის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: ამომრჩეველი აღნიშვნას აკეთებს კანდიდატის გასწორვ არსებულ ველში (რაც, შემოხაზვის ტოლფასია). ამის შემდეგ ამომრჩეველი ბიულეტენს ათავსებს საარჩევნო კაბინაში არსებულ სკანერში. ბიულეტენის სკანირების შემდეგ კომპიუტერი ამ აღნიშვნას პოულობს და ერთ ხმას უმატებს კანდიდატს. ასეთი ტექნოლოგიის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ამომრჩეველი ჩვეულებრივად აგდებს საარჩევნო ბიულეტენს საარჩევნო ყუთში, რომელიც გამოიყენება დავების განხილვის დროს.

დღეისთვის, ძირითადად გამოიყენება Direct Recording Electronic (DRE) მანქანები. პრინციპში, ეს არის ბერკეტიანი ელექტრომანქანების ელექტრონული ანალოგი. აჭერს რა ამომრჩეველი მოწყობილობის ღილაკს ხელს, ის ამით აკეთებს საკუთარ არჩევანს, რომელიც ინახება მოწყობილობის მეხსიერებაში. ზოგჯერ გამოიყენებულა სენსორული მონიტორი ვირტუალური ღილაკებით. DRE მანქანები შეიძლება მუშაობდნენ ავტონომიურად. ამასთან, ისინი პრაქტიკულად წარმოადგენენ პროგრამული უზრუნველყოფით აღჭურვილ კომპიუტერულ მოწყობილობებს, ამიტომ მათ საფუძველზე შეიძლება აიგოს აგრეთვე სხვადასხვა კონფიგურაციის ლოკალური და გლობალური საარჩევნო სისტემები და ქსელები [27].

ცალკე აღნიშვნის ღირსია (პროექტის მასშტაბურობიდან გამომდინარე) ინდოეთის საარჩევნო სისტემაში გამოყენებული მოწყობილობები. ხმის მიცემა ხდება სპეციალური მიკროპროცესორული მოწყობილობით (ოპერაციული სისტემის გარეშე), რომელიც წარმოადგენს მექანიკური ბერკეტული ხმის მიცემის მოწყობილობის „ელექტრონულ ვარიანტს“. მიუხედავად ამ სისტემის მიმართ სპეციალისტების მრავალი

კრიტიკისა, მილიარდიანი მოსახლეობის ინდოეთი მაინც ამ სისტემით სარგებლობს, რამდენადაც მაინც უფრო საიმედო და იაფია ტრადიციულთან შედარებით. მატერიალური დანახარჯები საჭიროა მხოლოდ სისტემის განხორციელების მომენტში, შემდგომ არჩევნების ჩასატარებლად ტრადიციული ტექნოლოგიის დანახარჯებთან შედარებით შეუდარებლად მცირე თანხებია საჭირო.

აუცილებლად უნდა შევნიშნოთ, რომ ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ საარჩევნო სისტემებში ხმის მიცემისათვის ამომრჩეველთა რეგისტრირება ხდება ტრადიციული გზით - საიდენტიფიკაციო დოკუმენტის წარმოდგენით.

ელექტრონული საარჩევნო სისტემები დღევანდელ მსოფლიოში. თითქმის ევროპის ყველა ქვეყანას, აშშ-ს, ინდოეთს, ბრაზილიას, სამხრეთ კორეას და სხვას აქვთ ელექტრონული ხმის მიცემის სისტემების წარმოების და გამოყენების გამოცდილება. ამ ქვეყნებში ხმის მიცემის ელექტრონული სისტემებით მთლიანობაში სარგებლობს 2 მილიარდ ადამიანზე მეტი (დაახლოებით დედამიწის მოსახლეობის 30%).

აშშ-ში, ბრაზილიასა და ვენესუელაში გამოიყენება კომპანია Diebold-ის ხმის მიცემის ელექტრონული სისტემები, რომლებიც აღჭურვილნი არიან სენსორული ეკრანით. ეკრანზე აისახება ელექტრონული ბიულეტენი. ბრაზილია მთლიანად გადასულია ელექტრონულ ხმის მიცემაზე. მთელი ქვეყნის მასშტაბით ყველა 432 ათასი საარჩევნო უბანი აღჭურვილია ელექტრონული საშუალებებით. ვენესუელაში ხმის მიცემის ელექტრონულ საშუალებებზე გადავიდნენ 2006 წელს. ამ ქვეყანაში ხმის მიცემის ელექტრონული საშუალებების გამოყენების თავისებურებას წარმოადგენს ხმების ორმაგი გადათვლის პროცედურა: მას შემდეგ, რაც ამომრჩეველი ელექტრონულად გააკეთებს თავის არჩევანს, მანქანა იძლევა შევსებულ ქაღალდის ბიულეტენს, რომელიც ჩაგდებული უნდა იქნას ურნაში.

ევროპაში ძირითადად გავრცელებულია „ელექტრონული ურნები“, რომელიც არის ჰოლანდიური ფირმის, Nedap-ის ნაწარმი. ამ სისტემით სარგებლობს გერმანია, საფრანგეთი, დანია, ირლანდია და სხვა ქვეყნები. ამასთან, თუ საფრანგეთში ელექტრონული ხმის მიცემა ჯერჯერობით რჩება ექსპერიმენტების დონეზე, ნიდერლანდებში Nedap PowerVote მანქანები გამოიყენება მთელი ქვეყნის მასშტაბით (ამსტერდამის გამოკლებით).

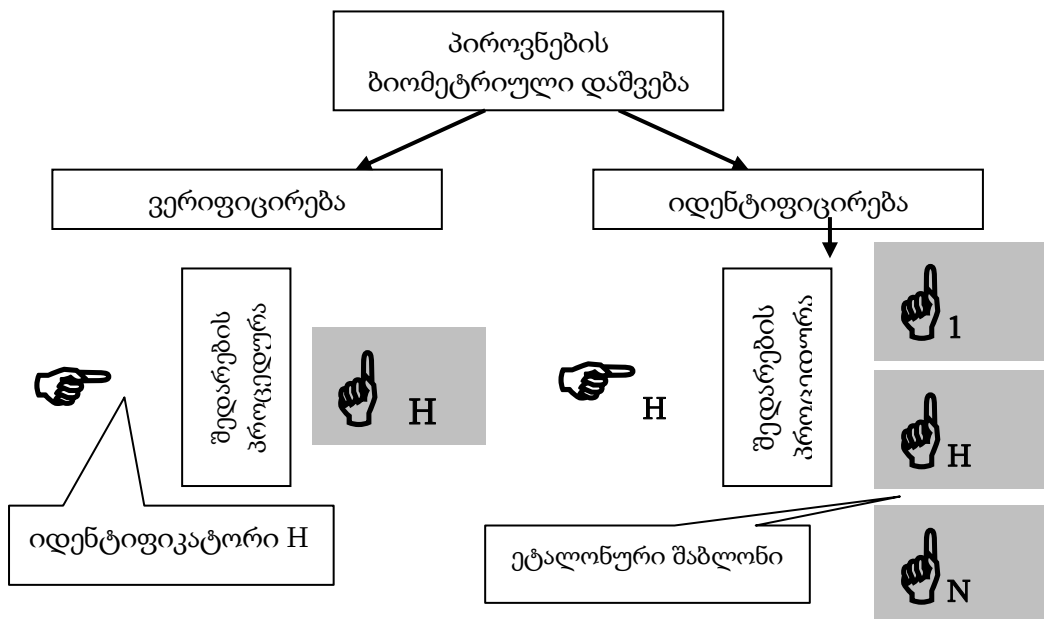
ინდოეთში 1996 წლის არჩევნების შემდეგ, რომელიც ჩატარდა მხოლოდ ტრადიციული ქაღალდის ბიულეტენის გამოყენებით და რომელშიც იყო გამოყენებული 2,5 მილიონი საარჩევნო ურნა, 8 ათასი ტონა ხელით გადათვლილი საარჩევნო ბიულეტენი, მიღებული იქნა ელექტრონულ არჩევნებზე გადასვლის გადაწყვეტილება. ეს უკანასკნელი გულისხმობს დაახლოებით 600 მილიონი ამომრჩევლისათვის 800 ათასი საარჩევნო უბნის „ელექტრონული ურნებით“ უზრუნველყოფას. ელექტრონულ მიკროპროცესორულ მოწყობილობებს აწარმოებენ სახელმწიფო კორპორაციები Electronics Corporation of India და Bharat Electronics.

ამ საქმეში წინ წაიწიეს პოსტ საბჭოთა ქვეყნებმაც. მასშტაბური ექსპერიმენტები ტარდება რუსეთში, ბელორუსიაში და ყაზახეთში [28].

ნელ-ნელა ფეხს იკიდებს არჩევნების ჩატარება ინტერნეტ-ტექნოლოგიების გამოყენებითაც [29]. ამ სფეროში მოწინავე პოზიციები უკავია ესტონეთს, რომელიც არჩევნებში ინტერნეტს აქტიურად იყენებს 2006 წლიდან [30]. ევროპაში დაშორებული არჩევნების იდეის განვითარება დაკავშირებულია ამომრჩევლის აქტიურობის დაცემასთან - წლიდან წლამდე სულ უფრო მცირდება ამომრჩევლის გამოცხადება საარჩევნო უბანზე. შესაბამისად, ინტერნეტი მეტ კომფორტს ქმნის ასეთი ამომრჩევლისთვის. უკვე არის მცდელობები არჩევნებში აქტიურად იქნას გამოყენებული SMS, სატელეფონო ხმის მიცემა, ინტერაქტიული ციფრული ტელევიზია და ა.შ.

1.4. დაქტილოსკოპიური ბიომეტრიული ტექნოლოგიების ძირითადი სტანდარტები

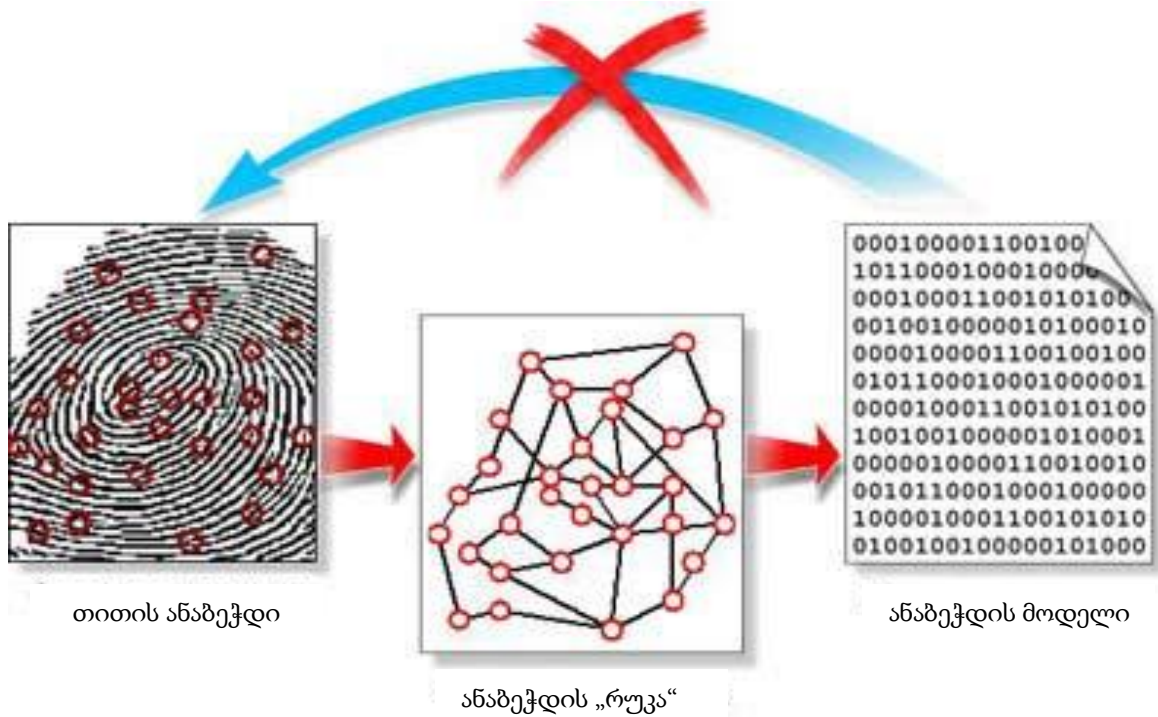
ბიომეტრიული ტექნოლოგიების მუშაობის პრინციპები. ბიომეტრია მოწოდებულია გადაჭრას ვერიფიცირების და იდენტიფიცირების საკითხები. თავდაპირველად ხდება კონკრეტული პირის ბიომეტრიული მახასიათებლის მათემატიკური მოდელის ანუ საწყისი შაბლონის ჩამოყალიბება. ზოგჯერ ამ პროცესს პიროვნების რეგისტრირებას უწოდებენ. ვერიფიცირების დროს ამოცანა მდგომარეობს იმაში, რომ დავრწმუნდეთ მოცემულ მომენტში მიღებული მათემატიკური მოდელი (ბიომეტრიული „რუკა“)-იდენტიფიკატორი შეესაბამება თუ არა ამ პირის რეგისტრირებულ ეტალონურ შაბლონს (ნახ.9). ვერიფიცირება (ანუ შედარება ერთი - ერთთან) გამოიყენება იმის შესამოწმებლად, არის თუ არა ეს სუბიექტი ის, რომლადაც თავს წარმოაჩენს. გადაწყვეტილება მიიღება ახლად ფორმირებული იდენტიფიკატორისა და რეგისტრირებული ეტალონური შაბლონის მსგავსების საფუძველზე.



ნახ. 9. იდენტიფიცირებისა და ვერიფიცირების მეთოდების მოქმედების სქემა

იდენტიფიცირება (ანუ შედარება ერთისა N-თან) წყვეტს ახლად მიღებული ბიომეტრიული იდენტიფიკატორის ყველაზე უფრო მსგავსის მოძებნის ამოცანას რეგისტრირებული N ეტალონური შაბლონიდან. უმარტივეს შემთხვევაში ეს არის ახლად მიღებული იდენტიფიკატორის თანმიმდევრული შედარება N შაბლონიდან ყველასთან. გადაწყვეტილება მიიღება იმ რეგისტრირებული შაბლონის სასარგებლოდ, რომელსაც ექნება ყველაზე მეტი მსგავსების დონე ახლად ფორმირებულ იდენტიფიკატორთან, ან საერთოდ არ იქნება მიღებული დადებითი გადაწყვეტილება, თუ თანმიმდევრულმა შედარებამ არ მოგვცა მსგავსების წინასწარ განსაზღვრული დონე.

თითის ანაბეჭდის გამოცნობის შემთხვევაში, რეგისტრირებული და მიმდინარე შაბლონები მიიღება დაქტილოსკოპიური სკანერის საშუალებით, რომელიც გვაძლევს თითის პაპილარული ხაზების გამოსახულებას. შემდგომ ხდება ამ გამოსახულების დამუშავება, დამუშავების პროცესში ხდება მისი მახასიათებლების - ხაზების განშტოებების, ხაზების დაბოლოებების ანდა ხაზების გადაკვეთის წერტილების გამოყოფა. ყოველი მახასიათებლისთვის ხდება მისი ტიპის, კოორდინატის, ფარდობითი განლაგების და ისეთი სხვა პარამეტრების დამახსოვრება, როგორცაა, მაგალითად, ხაზების დაბოლოების წერტილისათვის - ხაზის მიმართულება. მახასიათებლების მონაცემთა ერთობლიობა წარმოქმნის ბიომეტრიული მახასიათებლის შაბლონს. მათემატიკური მოდელის სახით მიიღება მრავალპარამეტრიანი ვექტორი. ნახ. 10 - დან ჩანს, რომ განხილული პროცესი უკუქცევადი არაა, ანუ თითის ანაბეჭდის მათემატიკური მოდელიდან თითის ანაბეჭდის გამოსახულების აღდგენა ვერ მოხდება.



ნახ. 10 ბიომეტრიული სისტემის მოქმედების პრინციპი

ადამიანებს, რომლებსაც უხდებათ ბიომეტრიულ სისტემებთან შეხება ან არიან მისი მომხმარებლები, უჩნდებათ „ბუნებრივი“ კითხვა: ინახება თუ არა მისი თითის ანაბეჭდი სისტემაში? დაქტილოსკოპიური ბიომეტრიული სისტემები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: დაქტილოსკოპიური გამოსახულების შენახვით და მის გარეშე. პირველი ტიპის სისტემებით სარგებლობენ მხოლოდ კრიმინალისტიკაში, ხოლო ყველა დანარჩენ შემთხვევაში გამოიყენება დაქტილოსკოპიაზე დაყრდნობილი ბიომეტრიული სისტემები გამოსახულების შენახვის გარეშე.

დღეისათვის ბიომეტრიული ტექნოლოგიების დამუშავების და დანერგვის აღიარებული ლიდერია აშშ. ბიომეტრიული პროგრამების მხარდაჭერის მიზნით აშშ-ის მთავრობამ 1995 წელს შექმნა ბიომეტრიული კონსორციუმი [31], სადაც შევიდნენ სახელმწიფო და კერძო ორგანიზაციები, უნივერსიტეტები, კვლევითი ცენტრები, ბიომეტრიული ტექნოლოგიების პროდუქტების ტესტირებისა და სერტიფიცირების ლაბორატორიები. მოცემულ მომენტში ბიომეტრიული კონსორციუმი აერთიანებს

დაახლოებით 500 სხვადასხვა ორგანიზაციას. აშშ-ის მთავრობამ სან-ხოსეს უნივერსიტეტთან შექმნა აგრეთვე ნაციონალური ბიომეტრიული სატესტო ცენტრი [32], რომელმაც 1998 წლიდან დღემდე ქვეყნის ხუთ უნივერსიტეტში ორგანიზება გაუკეთა ბიომეტრიაში სპეციალისტების მომზადებას.

აშშ-ის სტანდარტიზაციის ნაციონალურმა ინსტიტუტებმა (NIST და ANSI) ბოლო 10 წელიწადში დაამუშავეს 40-მდე ნაციონალური ბიომეტრიული სტანდარტი, რომელთა უმრავლესობა მოცემულ მომენტში გამოიყენება საერთაშორისო სტანდარტების დამუშავებისათვის. აშშ-ის მიერ სახელმწიფო ბიომეტრიული კონსორციუმის პარალელურად წამყვანი ქვეყნების მთავრობათა მხარდაჭერით ორგანიზებულია ბიომეტრიულ საშუალებათა მწარმოებელთა საერთაშორისო ასოციაცია-International Biometric Industry Association [33], სადაც შედის ბიომეტრიულ მოწყობილობათა ყველაზე მსხვილი მწარმოებლები. აშშ-ის მთავრობის მიერ ასევე მხარდაჭერილი იქნა 1998 წელს BioAPI Consortium-ის შექმნა [34], რომლის მისიას სხვადასხვა ბიომეტრიული აპარატურულ-პროგრამული გამოყენებითი საშუალებების კავშირის სამრეწველო ინტერფეისის (Application Programming Interface - API) სტანდარტების შექმნა.

ზემოთ აღნიშნული მეტყველებს ბიომეტრიული ტექნოლოგიების განვითარებისადმი საყოველთაო ყურადღებაზე. მსოფლიოს რვა წამყვანი ლიდერების 2002 წლის გადაწყვეტილებით დადგა მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების პასპორტებში ბიომეტრიული მონაცემების უნიფიცირების ამოცანა. როგორც ჩანს, ამან დააჩქარა ISO/IEC-ის ბიომეტრიული ქვეკომიტეტის შექმნა [35]. ბიომეტრიული მოწყობილობების და ტექნოლოგიების მწარმოებლები გაერთიანებულნი არიან International Biometric Industry Association (IBIA) საერთაშორისო ასოციაციის ჩარჩოებში, რომელიც აქტიურ გავლენას ახდენს ახალი სტანდარტების მომზადების და

დანერგვის პროცესებზე. მწარმოებლები IBIA-ს გავლით ახდენენ თავიანთი ბიომეტრიული მონაცემების წარმოდგენის ფორმატების რეგისტრირებას, რომლებიც შემდგომში განზოგადდება საერთაშორისო სტანდარტის და რეკომენდაციის სახით. მოცემულ მომენტში რეგისტრირებულია სხვადასხვა კომპანიის მოწყობილობებში და ტექნოლოგიებში გამოყენებული რამდენიმე ათეული ფორმატი.

1.6. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების საიმედოობა

ბიომეტრიული სისტემების მთავარი დანიშნულებაა პიროვნების იდენტიფიცირება, ანუ იდენტიფიკატორის შესაბამისობის დადგენა მის წარმომდგენთან, თუნდაც აუტენტიფიცირებისას. თუ ამ კუთხით მივუდგებით, სისტემაში აუტენტიფიცირების ტრადიციულ (თუნდაც პაროლით, ან პლასტიკური ბარათით) მეთოდებთან შედარებით, შეფასების გარეშეც ცხადია, რომ ბიომეტრიული აუტენტიფიცირება გაცილებით საიმედოა, რამდენადაც შესაძლებელია პაროლის (ბარათის) დაკარგვა, დავიწყება და ა.შ [36]. არაფერს ვამბობთ მრავალი პაროლით სარგებლობისას წამოჭრილ შეცდომებზე და ა.შ. ამდენად, განხილვის საგანს წარმოადგენს უშუალოდ ბიომეტრიული სისტემის საიმედოობა. ბიომეტრიული სისტემის საიმედოობაში იგულისხმება ზოგადად ტექნიკური სისტემის საიმედოობა, რომელმაც სწორად უნდა შეასრულოს მასზე დაკისრებული მოვალეობა. აუტენტიფიცირების ბიომეტრიული სისტემისათვის ეს გულისხმობს: სისტემამ არ უნდა დაუშვას „უცხო“ და დაუშვას „ნაცნობი“ მომხმარებელი. შესაბამისად უარი არ უნდა უთხრას დაშვებაზე „ნაცნობ“ მომხმარებელს.

მიუხედავად იმისა, რომ მეცნიერების მიერ დიდი ხანია დამტკიცებულია ადამიანის ბიომეტრიული მახასიათებლების მუდმივობა, პრაქტიკული გამოყენებისას ჩნდება შთაბეჭდილება, რომ რიგ შემთხვევებში

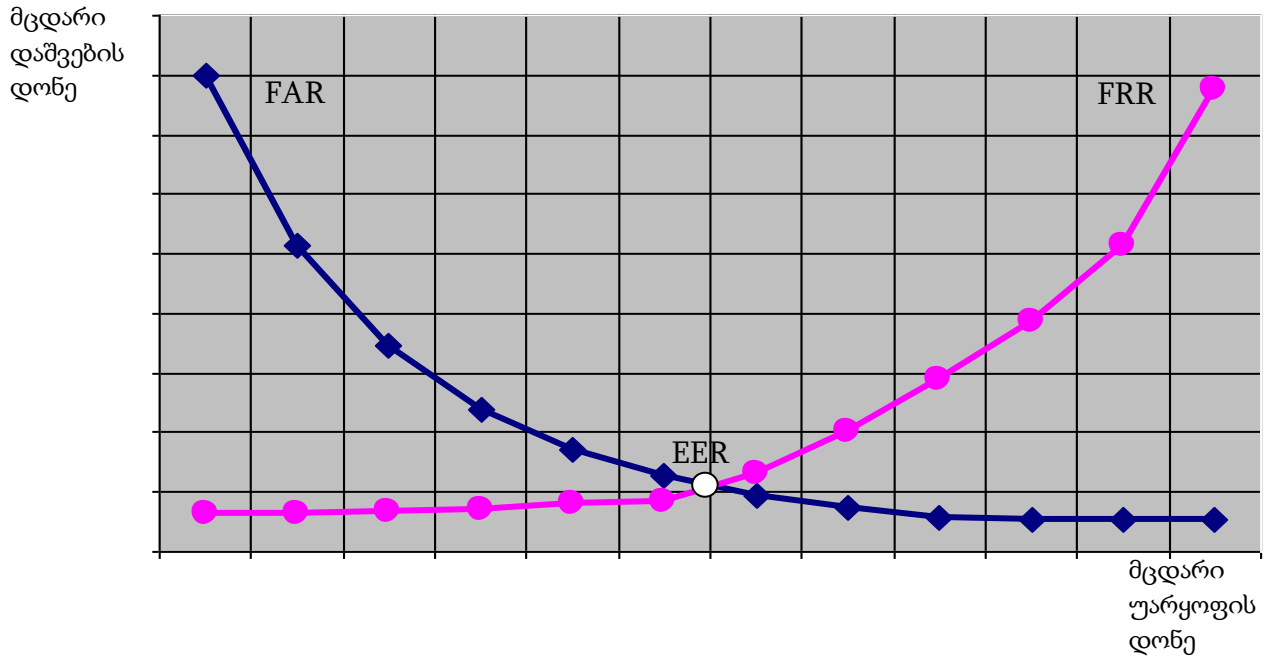
ასეთი შეფასება გადაჭარბებულია [37]. რადგან „რეალურ ცხოვრებაში“ ბიომეტრიული სისტემა ხშირად „ვერ ცნობს“ დარეგისტრირებულ მომხმარებელს. ამ შემთხვევაში საკმარისია, რომ ხელმეორედ დავარეგისტრიროთ მომხმარებელი, ანუ განვაახლოთ ბიომეტრიული მახასიათებლის შაბლონი, რომ ხარვეზი მყისვე გამოსწორდეს. ეს უფრო ეხება დაქტილოსკოპიაზე აგებულ ბიომეტრიულ სისტემას. ამდენად, რჩება შთაბეჭდილება, რომ ადამიანის ბიომეტრიული მახასიათებელი თითქოს იცვლება. ამ „ჩახლართულ“ სიტუაციაში გარკვევის მიზნით, ჯერ ვნახოთ თუ რა შეცდომებს უშვებს ბიომეტრიული სისტემა.

ბიომეტრიული სისტემის შეცდომებიდან გამოყოფენ სამი ტიპის შეცდომას [38]:

- პირველი რიგის შეცდომა (FRR – False Rejection Rate) - მცდარი უარყოფის დონე – “ვერ ცნობს თავისიანს”, ე.ი. მიიღება გადაწყვეტილება, რომ „უცხოა“, მიუხედავად იმისა, რომ სუბიექტი არის დარეგისტრირებული მონაცემთა ბაზაში.
- მეორე რიგის შეცდომა (FAR – False Acceptance Rate) - მცდარი დაშვების დონე. “დაშვებული იქნას უცხო”, ე.ი. მიიღება გადაწყვეტილება, რომ “თავისიანია”, მიუხედავად იმისა, რომ სუბიექტი არ არის დარეგისტრირებული მონაცემთა ბაზაში.
- მესამე რიგის შეცდომა (FER-Failure to Enroll Rate) - რეგისტრირების შეუძლებლობის დონე. მიიღება გადაწყვეტილება, რომ სუბიექტი “უცხოა” იმის გამო, რომ ვერ ხერხდება დაქტილოსკოპიური სკანერით პაპილარული ხაზების სურათის მიღება და, შესაბამისად, სკანერი ვერ ახერხებს ბიომეტრიული მახასიათებლის აღქმას. მაგალითად, დაქტილოსკოპიურ სკანერს არ შეუძლია თითის ანაბეჭდის გამოსახულების მიღება კანის ხარვეზების, განსაკუთრებული წერტილების მცირე რაოდენობის ანდა პაპილარული ხაზების არარსებობის გამო. თითის ანაბეჭდის

გამოსახულებაზე განსაკუთრებული წერტილების რაოდენობის შემცირება შეიძლება გამოწვეული იყოს კანის მექანიკური დაზიანებებით. მესამე დონის შეცდომასთან გვაქვს საქმე, როცა მომხმარებლის რეგისტრირება სისტემაში ხდება ერთი ტიპის დაქტილოსკოპიური სკანერით და აუტენტიფიცირებას გადის მეორე ტიპის დაქტილოსკოპიური სკანერით.

შემდგომი განხილვის გამარტივების მიზნით, დავუშვათ, რომ ბიომეტრიული სისტემის შეფასება ხდება მეორე რიგის შეცდომაზე (FAR) დაყრდნობით. თუ გავზრდით სისტემაში FAR-ის დონეს (როგორც წესი, ბიომეტრიულ სისტემაში FAR ექვემდებარება ადმინისტრირებას), მაშინ სისტემაში უპრობლემოდ იქნებიან დაშვებულნი დარეგისტრირებული მომხმარებლები, მაგრამ გაიზრდება საფრთხე, რომ დაშვებული იქნას „უცხო“. თუ მოვახდენთ FAR-ის შემცირებას, მაშინ „უცხოს“ დაშვების საფრთხის ალბათობა შემცირდება, მაგრამ იმავდროულად შეიძლება მივიღოთ სიტუაცია: “ვერ ცნობს თავისიანს” (ნახ. 11). შესაბამისად, მკვეთრად შემცირდება სისტემის მომხმარებელთა კომფორტულობა. მათ მოუწევთ დაქტილოსკოპიურ სკანერზე თითის რამდენჯერმე დადება, ან კიდევ უფრო უარესი – საქმე გვექნება მესამე დონის შეცდომასთან.



ნახ. 11. პირველი და მეორე რიგის შეცდომების ურთიერთდამოკიდებულება

ამ ლოგიკიდან გამომდინარე, შეიძლება ვივარაუდოთ, სისტემა საუკეთესოდ იმუშავებს FAR-ის იმ მნიშვნელობაზე, როცა გვაქვს პირველი და მეორე რიგის შეცდომების ერთნაირი დონე (EER). მაგრამ, რეალურ სისტემაში ასეთი მიდგომა არ ამართლებს ანუ ვერ ვიღებთ საიმედოობის იმ დონეს, რომელიც ჩვენთვის მისაღებია.

არსებობს მიდგომა, როცა FAR-ის მნიშვნელობის შერჩევა ხდება სისტემის დანიშნულებიდან გამომდინარე:

თუ ბიომეტრიული სისტემა განკუთვნილია მკაცრი დაშვებისათვის, მაშინ $FAR \leq EER$. თუ ამ შემთხვევაში ადგილი ექნება FER-ს, მაშინ სისტემაში გამოყენებული უნდა იქნას უფრო მაღალი ხარისხის აპარატურული და პროგრამული საშუალებები, ან იდენტიფიცირება მოვახდინოთ სხვა ბიომეტრიული მახასიათებლის საშუალებით.

თუ ბიომეტრიული სისტემა არაა განკუთვნილი მკაცრი დაშვებისათვის, მაშინ შეიძლება, რომ $FAR \geq EER$. შესაბამისად გაიზრდება

სისტემით სარგებლობის კომფორტულობაც. $FAR \geq EER$ -ის შემთხვევაში უკვე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება FAR -ის დონის ადმინისტრირებას ანუ FAR -ის დონის სწორ შერჩევას.

თითის ანაბეჭდზე დაფუძნებული ბიომეტრიული სისტემის სისტემური პროექტირებისას დიდი ყურადღება ექცევა FAR -ის პარამეტრს [39]. სხვა უამრავ ფაქტორთან ერთად მის სწორად შერჩევაზეა დამოკიდებული რამდენად საიმედოდ იმუშავებს ბიომეტრიული სისტემა. ბიომეტრიული სისტემის საიმედოობაში იგულისხმება ზოგადად ტექნიკური სისტემის საიმედოობა, რომელმაც სწორად უნდა შეასრულოს მასზე დაკისრებული მოვალეობა. აუტენტიფიცირების ბიომეტრიული სისტემისათვის ეს გულისხმობს: სისტემამ არ უნდა დაუშვას „უცხო“ და დაუშვას „ნაცნობი“ მომხმარებელი. შესაბამისად, უარი არ უნდა უთხრას დაშვებაზე „ნაცნობ“ მომხმარებელს [23].

ცნობილია, რომ საიდენტიფიკაციო პროცესების თითის ანაბეჭდი ყოველთვის მაღალი ხარისხის არ არის, რაც განპირობებულია საიდენტიფიკაციო პროცესების ასაკზე, ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე, თითის ანაბეჭდის მექანიკურ დაზიანებაზე და სხვა [40]. ამ პრობლემის გადალახვისთვის სპეციალისტებს საუკეთესო გამოსავლად მიაჩნიათ საიდენტიფიკაციო პროცესებისთვის ვერიფიცირების პროცედურის გამოყენება.

დღეისათვის, ფართოდ იყენებენ აგრეთვე მულტიბიომეტრიულ ტექნოლოგიებსაც, რომელიც გულისხმობს ერთდროულად ორი ან მეტი ბიომეტრიული მახასიათებლის გამოყენებას [41, 42, 43]. მაგალითად, პროცესების იდენტიფიცირება შეიძლება ხდებოდეს თითის ანაბეჭდის ან (და) თვალის ბადურის სურათის მიხედვით. ცხადია ასეთი მიდგომა საგრძნობლად ზრდის სისტემის ღირებულებას, მაგრამ იმავდროულად, მკვეთრად იზრდება სისტემის საიმედოობაც.

2. შედეგები და მათი განსჯა

2.1. ბიომეტრიული სისტემის მოდელის დამუშავება

დაქტილოსკოპიურ ბიომეტრიულ ტექნოლოგიაზე დამყარებული ამა თუ იმ გადაწყვეტის ანალიზისათვის აუცილებელია შეფასების საერთო კრიტერიუმები. დაქტილოსკოპიაზე დაყრდნობილი სხვადასხვა დანიშნულების არსებული ბიომეტრიული სისტემების მოდელების [44-46] ანალიზი საშუალებას გვაძლევს ჩამოვაყალიბოთ კრიტერიუმთა შემდეგი სიმრავლე:

- პირველი რიგის შეცდომა (FRR) - ალბათობა იმისა, რომ სისტემა არ დაუშვებს დარეგისტრირებულ მომხმარებელს;
- მეორე რიგის შეცდომა (FAR) - ალბათობა იმისა, რომ სისტემა დაუშვებს დაურეგისტრირებულ სუბიექტს;
- რეაქციის დრო, ე.ი. რა დრო გადის ბიომეტრიული იდენტიფიკატორის წარმოდგენიდან დაშვების (უარის თქმის) მომენტამდე;
- გამტარუნარიანობა, სისტემის წარმადობა: თუ რამდენი მომხმარებელი შეიძლება იქნას დაშვებული დროის ერთეულში;
- ერგონომიულობა, ანუ საჭიროებს თუ არა სისტემა ბიომეტრიულ მახასიათებელთან სხვა იდენტიფიკატორს (პლასტიკური ბარათი, ჟეტონი, კოდი და ა.შ.);
- სისტემაში ერთდროულად დარეგისტრირებული მომხმარებლების შესაძლო რაოდენობა;
- დაქტილოსკოპიური სკანერის ტიპი: საკონტაქტო, დისტანციური;
- იდენტიფიცირებისათვის გამოყენებული ბიომეტრიული მახასიათებლის რაოდენობა;

- სისტემის მდგრადობა მადესტაბილიზილებელი შეტევების მიმართ, როგორცაა იდენტიფიცირებისათვის ბიომეტრიული მახასიათებლის ზუსტი ასლების (მულაჟების) გამოყენება;
- ბიომეტრიული მოწყობილობის ფუნქციური ავტონომიურობა ბიომეტრიული სისტემის პროგრამულ-აპარატურული საშუალებებისგან;
- ტერიტორიულად განაწილებული ბიომეტრიული მოწყობილობების დიდი რაოდენობის ცენტრალიზებული ადმინისტრირების შესაძლებლობა.

ბიომეტრიული სისტემის იდეალურ მოდელს უნდა ახასიათებდეს ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი კრიტერიუმი, რომლებიც შეფასებულნი უნდა იქნან შემდეგნაირად:

- პირველი რიგის შეცდომა - $FRR=0$, ანუ სისტემამ დაშვებაზე უარი არ უნდა უთხრას არცერთ რეგისტრირებულ მომხმარებელს;
- მეორე რიგის შეცდომა - $FAR=0$, ანუ სისტემამ არ უნდა დაუშვას არცერთი არეგისტრირებული სუბიექტი;
- რეაქციის დრო - მომხმარებლისათვის უნდა იყოს შეუმჩნეველი;
- გამტარუნარიანობა - მომხმარებელთა ცოცხალი რიგის შესაბამისი მაქსიმალური გამტარუნარიანობა;
- ერგონომიულობა - არ უნდა საჭიროებდეს დამატებით იდენტიფიკატორს;
- სისტემაში ერთდროულად დარეგისტრირებული მომხმარებლების შესაძლო რაოდენობა - თითის ანაბეჭდების შაბლონების განუსაზღვრელი რაოდენობა;
- დაქტილოსკოპიური სკანერის ტიპი: დისტანციური;
- იდენტიფიცირებისათვის გამოყენებული ბიომეტრიული მახასიათებლის რაოდენობა - ათივე თითისათვის;

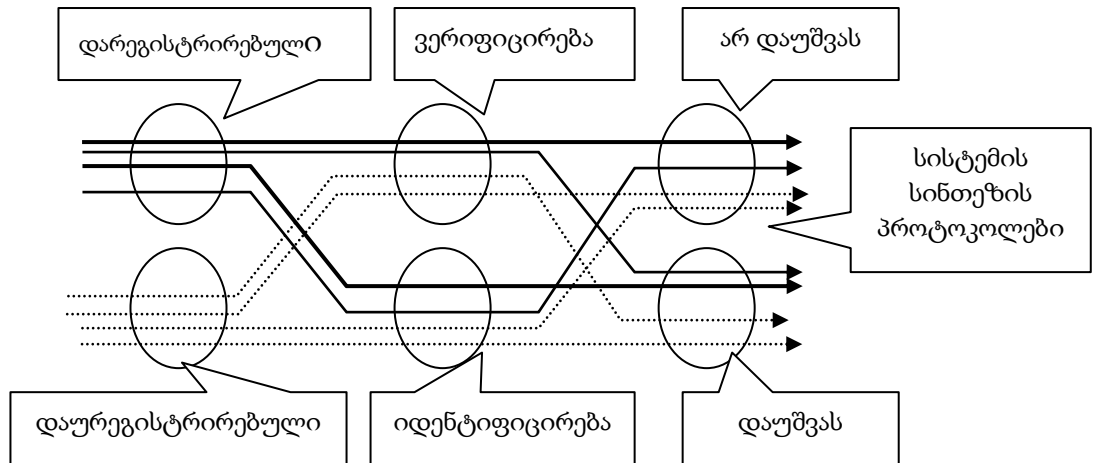
- სისტემის მდგრადობა მადესტაბილუბელი შეტევების მიმართ - უნდა იყოს აბსოლიტურად მდგრადი;
- ბიომეტრიული მოწყობილობის ფუნქციური ავტონომიურობა - ბიომეტრიული მოწყობილობის ფუნქციონირებისათვის საჭირო ყველა საშუალება უნდა იყოს თვითონ მოწყობილობაში;
- ტერიტორიულად განაწილებული ბიომეტრიული მოწყობილობების დიდი რაოდენობის ცენტრალიზებული ადმინისტრირების შესაძლებლობა - უნდა შეიძლებოდეს.

ცხადია, რომ ნებისმიერი მოქმედი მოდელი შეიძლება მხოლოდ მიუახლოვდეს იდეალური მოდელის პარამეტრებს, მით უფრო, როცა იდეალური მოდელის ზოგიერთი კრიტერიუმი ურთიერთსაწინააღმდეგოა. მაგალითად, შეუძლებელია მოვახდინოთ მომხმარებელთა სარეგისტრაციო ჩანაწერების (შაბლონების) სრული იზოლაცია სისტემის პროგრამულ-აპარატურული საშუალებებიდან და იმავდროულად, მოვახდინოთ სივრცეში განაწილებული დიდი რაოდენობის ბიომეტრიული მოწყობილობების ადმინისტრირება, რომელიც თავის მხრივ ითხოვს ერთიან მონაცემთა ბაზას. შეუძლებელია სისტემისგან მოვითხოვოთ მაღალი გამტარუნარიანობა და იმავდროულად $FAR=0$ და ა.შ.

სინთეზირებადი ბიომეტრიული სისტემა შეფასებული უნდა იქნას ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი კრიტერიუმით, მაგრამ მათგან გამოვყოფდით პირველი და მეორე რიგის შეცდომების კრიტერიუმებს, რამდენადაც დაკავშირებულნი არიან სისტემის ფუნქციონირების საიმედოობასთან.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ბიომეტრიული სისტემები ფუნქციონირებენ ვერიფიცირების ან იდენტიფიცირების მეთოდით. იმავდროულად, ბიომეტრიული სისტემების სინთეზისას მნიშვნელოვანია ორი პრინციპის გამოყენება - სისტემაში არ დაუშვას დაურეგისტრირებელი სუბიექტი და უარი არ უთხრას დაურეგისტრირებულ მომხმარებელს.

ამასთან, ბიომეტრიულ სისტემას ყავს ორი ტიპის მომხმარებელი - სუბიექტი, რომელიც არ არის დარეგისტრირებული და დაინტერესებულია სისტემაში შეღწევით და დარეგისტრირებული მომხმარებელი, რომლის მოთხოვნაა, რომ სისტემამ უარი არ უთხრას დაშვებაზე. ნახ.12 -ზე ნაჩვენებია მოცემული მოთხოვნებით ბიომეტრიული სისტემების სინთეზის განზოგადოებული სქემა.



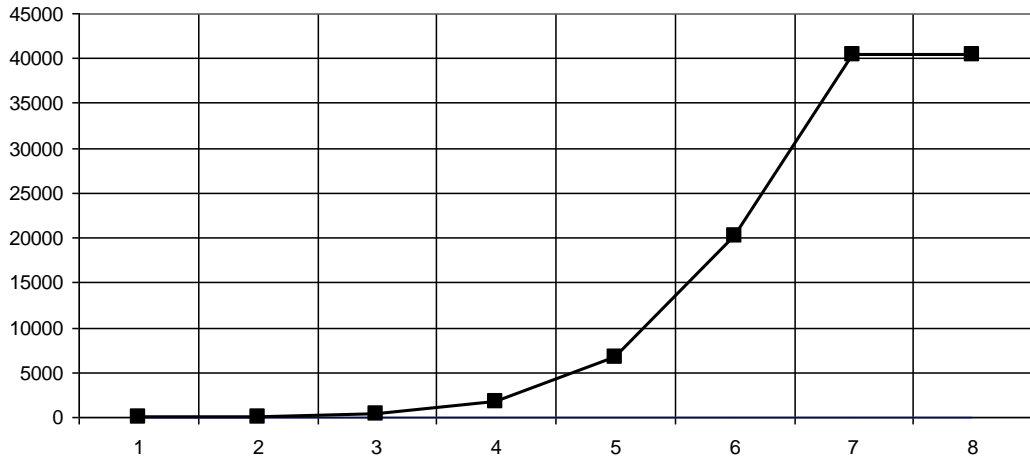
ნახ. 12. ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის პროტოკოლების ნაირსახეობები

ნაჩვენები სქემა ქმნის ბიომეტრიული სისტემის ფუნქციონირების რვა შესაძლო პროტოკოლს. თითოეული პროტოკოლი სათანადო შინაარსის მატარებელია და მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს სისტემის დანიშნულებას. კონკრეტული ბიომეტრიული სისტემის სინთეზისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას სისტემის რეალიზაციის ერთი პროტოკოლი, ან რამდენიმე, ან სულაც – რვავე. რამდენიმე პროტოკოლის შემთხვევაში, მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე მათი ამოქმედების თანმიმდევრობასაც. შედეგად არსებობს სისტემის სინთეზის

$$F = \sum_{m=1}^n \frac{n!}{(n-m)!}$$

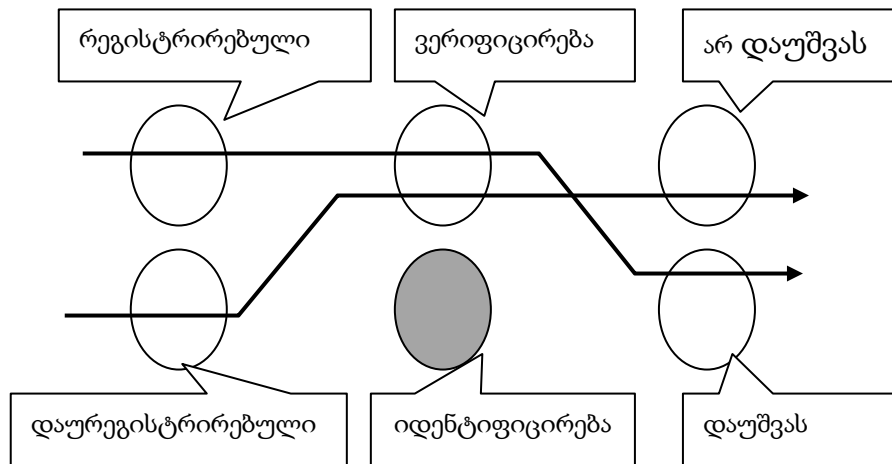
რაოდენობის ვარიანტი, სადაც $n=8$. მიღებულ გამოსახულებაში მხედველობაშია მიღებული არა მარტო სისტემის სინთეზში გამოყენებული პროტოკოლების რაოდენობა, აგრეთვე, რამდენიმე პროტოკოლის

შემთხვევაში მათი ამოქმედების თანმიმდევრობაც. მაგალითად, ორი $f_i \in F$ და $f_j \in F (f_i \neq f_j)$ სისტემის სინთეზის სხვადასხვა ვარიანტებია $f_i \Rightarrow f_j$ და $f_j \Rightarrow f_i$. ნახ.13-ზე ნაჩვენებია სისტემის სინთეზის F ვარიანტების რაოდენობის დამოკიდებულება სისტემაში ამოქმედებული $f_i (i = \overline{1,8})$ პროტოკოლების რაოდენობაზე.



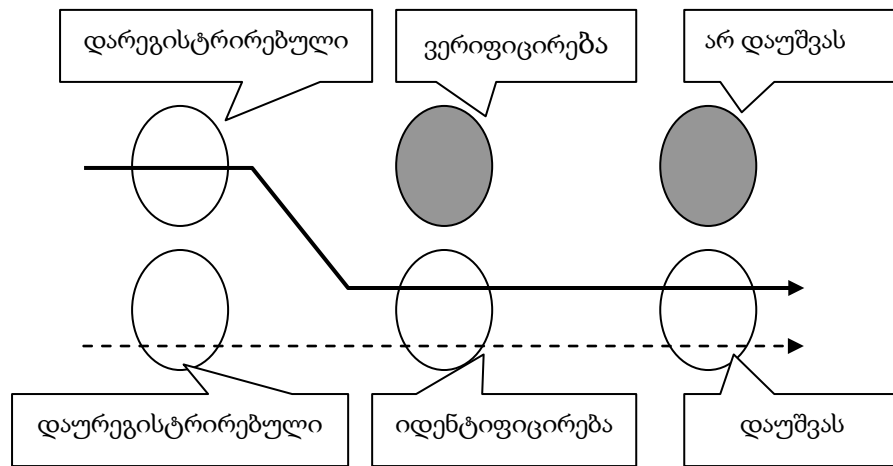
ნახ. 13 სისტემის სინთეზის ვარიანტების რაოდენობის დამოკიდებულება პროტოკოლების რაოდენობაზე

ნახ.14-ზე ნაჩვენებია სქემა, როცა ბიომეტრიული სისტემა მუშაობს მხოლოდ ვერიფიცირების მეთოდით, მისი ამოცანაა დაუშვას რეგისტრირებული მომხმარებელი და არ დაუშვას არარეგისტრირებული.



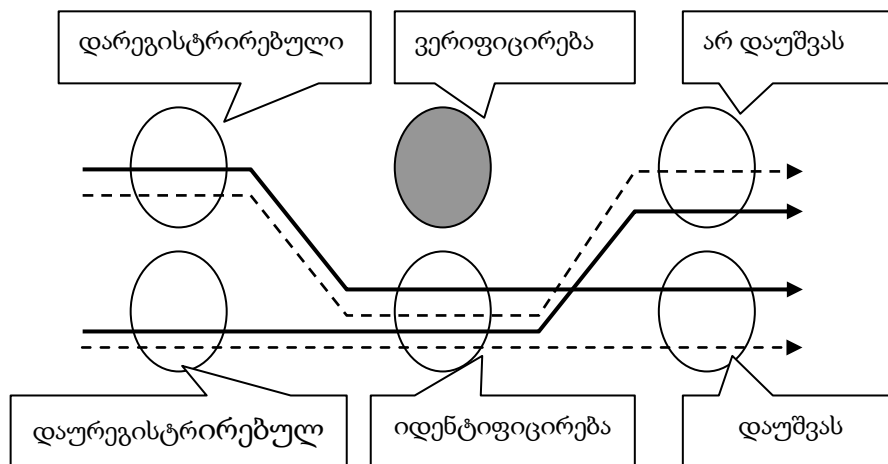
ნახ. 14. დაცვის ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის სქემა

დავუშვათ, იგივე სისტემა მუშაობს იდენტიფიცირების მეთოდით და ამასთან საჭიროა, რომ სადღესასწაულო დღეებში მან დაუშვას, როგორც რეგისტრირებული, ასევე არარეგისტრირებული სუბიექტები, ანუ ყველა სუბიექტი. იმავდროულად სისტემას ევალება აღრიცხოს რეგისტრირებული მომხმარებლების დაშვების დრო. მაშინ სისტემის სინთეზი უნდა მოხდეს ნახ.15-ზე ნაჩვენები სქემით.



ნახ. 15. გაფართოებული ფუნქციური შესაძლებლობის დაცვის ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის სქემა

სრულიად განსხვავებული სიტუაცია გვაქვს პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემაში, როცა სისტემამ საერთოდ არ უნდა დაუშვას არარეგისტრირებული სუბიექტი და გარკვეული წესით უნდა დაუშვას რეგისტრირებული მომხმარებელი. გარკვეულ წესში იგულისხმება სისტემის უნარი გარკვეულ დღეებში და გარკვეულ სასწავლო კორპუსებში დაუშვას (ან არ უნდა დაუშვას) გარკვეული მომხმარებლები. მაშინ სისტემის სინთეზი უნდა მოხდეს ნახ.16-ზე ნაჩვენები სქემით.



ნახ. 16. პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის ერთი ვარიანტის სქემა

ამ შემთხვევაში პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემა მუშაობს მხოლოდ იდენტიფიცირების მეთოდით.

როგორც 1.2-ე პარაგრაფში იყო აღნიშნული, ვერიფიცირების მეთოდის გამოყენებისას ხდება მიმდინარე შაბლონის შედარება შაბლონების ბაზაში არსებულ n შაბლონიდან ერთ-ერთთან. n შაბლონიდან ერთი i შაბლონის ამორჩევა ხდება დამატებითი იდენტიფიკატორის გამოყენებით.

შესაბამისად, დაურეგისტრირებელი სუბიექტის დაშვების ალბათობა იქნება:

$$P_{unreg.i} = P_{FARi}$$

ხოლო დარეგისტრირებული მომხმარებლის დაშვების ალბათობა იქნება:

$$P_{reg.i} = 1 - P_{FRRi}$$

იდენტიფიკაციის მეთოდის დროს მიმდინარე შაბლონი დარდება ბაზაში არსებულ ყველა n შაბლონთან. შედეგად, გაიზრდება დაურეგისტრირებელი სუბიექტის დაშვების ალბათობა, რომელიც მიიღებს სახეს:

$$P_{unreg.i} = 1 - (1 - P_{FARi})^n.$$

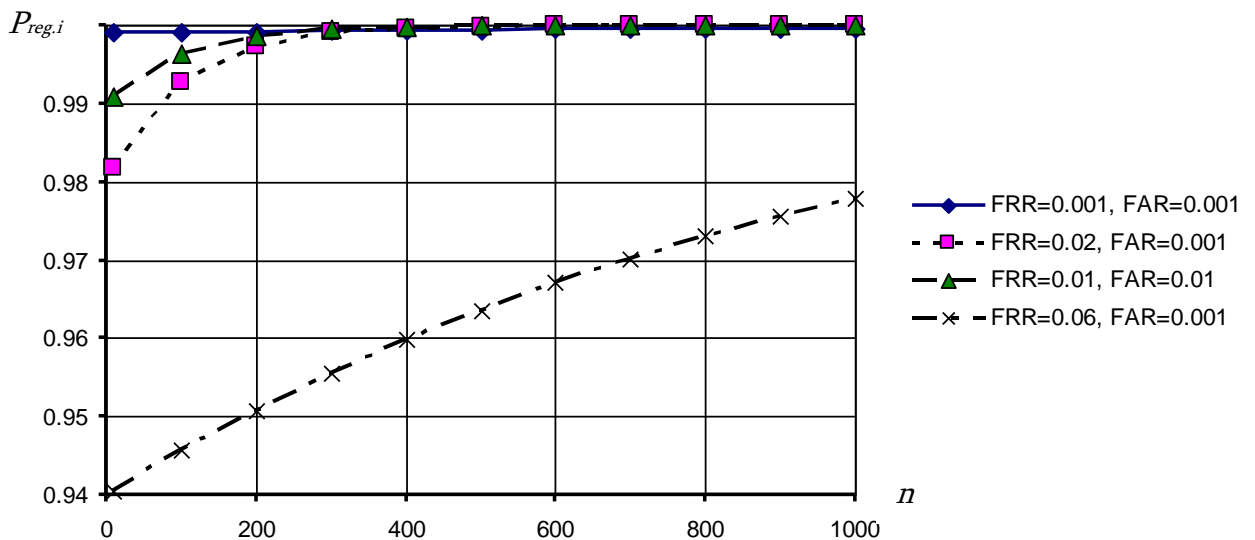
შემცირდება დარეგისტრირებული მომხმარებლის დაშვების უარყოფის ალბათობა, რომელიც გაითვლება ფორმულით:

$$P_{FRR.i} = P_{FRRi} (1 - P_{FARi})^{n-1},$$

რაც დაკავშირებულია იმასთან, რომ ერთი მომხმარებელი შეიძლება დაშვებული იქნას სხვა მომხმარებლის იდენტიფიკატორით. ამდენად, გაიზრდება რეგისტრირებული მომხმარებლის დაშვების ალბათობა:

$$P_{reg.i} = 1 - P_{FRRi} (1 - P_{FARi})^{n-1}$$

სადაც მოიაზრება შეცდომით დაშვებული მომხმარებლებიც.



ნახ. 17. რეგისტრირებული მომხმარებლის დაშვების ალბათობის დამოკიდებულება პირველი და მეორე რიგის შეცდომებზე

ნახ.17-ზე ნაჩვენებია $P_{reg.i}$ -ის დამოკიდებულება სისტემაში დარეგისტრირებულ მომხმარებელთა რაოდენობაზე. როგორც ვხედავთ, მომხმარებელთა რაოდენობის ზრდასთან ერთად, მატულობს $P_{reg.i}$ -ც, რაც დაკავშირებულია დაურეგისტრირებელი მომხმარებლების სისტემაში დაშვების რაოდენობის ზრდასთან და იმასთან, რომ სისტემა ნაკლებად ეუბნება უარს დაშვებაზე დარეგისტრირებულ მომხმარებლებს.

დავუშვათ, სისტემაში დარეგისტრირებულია 1000 მომხმარებელი. იმავდროულად დავუშვათ, რომ $P_{FARi} = 0.001$ და $P_{FRRi} = 0.01$, მაშინ იდენტიფიცირების რეჟიმისათვის $P_{reg.i} = 0.963$. იგივე $P_{FARi} = 0.001$ და $P_{FRRi} = 0.01$ -ის შემთხვევაში ერთი დარეგისტრირებული მომხმარებლისათვის, ანუ ვერიფიცირების რეჟიმისათვის $P_{reg.i} = 0.99$.

როგორც ვხედავთ, იდენტიფიცირების მეთოდის გამოყენებისას შესამჩნევად უარესდება ბიომეტრიული სისტემის საიმედოობის მაჩვენებელი ვერიფიცირების მეთოდთან შედარებით, მაგრამ, როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, უმჯობესდება სისტემაში დაშვების სისწრაფე (გამტარუნარიანობა), ერგონომიულობა (აღარ არის საჭირო დამატებითი იდენტიფიკატორი) და ა.შ.

როგორც ცნობილია, თითის ანაბეჭდის ხარისხი ყოველთვის მაღალი არ არის, რაც, ცხადია, ზრდის P_{FRRi} -ის მნიშვნელობას და თუ რამდენად - ეს ექსპერიმენტულად უნდა დადგინდეს კონკრეტული კატეგორიის მომხმარებლებისათვის.

შესაბამისად შეიცვლება რეგისტრირებული მომხმარებლის დაშვების ალბათობაც:

$$P_{reg.i} = 1 - k * P_{FRRi} ,$$

სადაც k პროპორციულობის კოეფიციენტია. დავუშვათ, ექსპერიმენტულად დავადგინეთ, რომ ჩვეულებრივ შემთხვევასთან შედარებით 5-ჯერ მეტ

მომხმარებელს ეთქვა დაშვებაზე უარი, მაშინ $k=5$ და შესაბამისად $P_{reg,i} = 0.95$. იმისათვის, რომ სიტუაცია გამოვასწოროთ, საჭიროა P_{FRRi} შევამციროთ 5-ჯერ, რაც თავის მხრივ აუცილებლად გამოიწვევს P_{FARI} -ის გაზრდას, ანუ დაურეგისტრირებელი სუბიექტის დაშვების ალბათობის ზრდას.

ვერიფიცირების მეთოდის დროს მიდიან ამ კომპრომისზე და ფიქრობენ, რომ საკითხის ნაწილობრივი გამოსწორება ხდება დამატებითი იდენტიფიკატორის გამოყენების ხარჯზე.

იმ შემთხვევაში, თუ სისტემის დანიშნულება ისეთია, სადაც დაურეგისტრირებელი სუბიექტის არსებობა მინიმუმამდია დაყვანილი (მაგალითად, პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემაში, სადაც დაურეგისტრირებელი სუბიექტის არსებობა რეალურად გამორიცხულია), მაშინ ამ ნაბიჯზე თამამად შეიძლება წავიდეთ. ცხადია, ეს ეხება ვერიფიცირების მეთოდს. მაგრამ, თუ იგივე ნაბიჯს გადავდგამთ იდენტიფიცირების მეთოდის გამოყენებით (ანუ დამატებითი იდენტიფიკატორის გარეშე), მაშინ გაიზრდება ერთი მომხმარებლის სხვა მომხმარებლის ნაცვლად დაშვების შემთხვევები, რაც ცხადია, მიუღებელია.

ამდენად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ იმ კატეგორიის მომხმარებლებისათვის, რომელთაც აქვთ თითის ანაბეჭდის დაბალი ხარისხი, მიზანშეწონილია ვერიფიცირების მეთოდის გამოყენება.

პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემაში არიან მომხმარებლები, რომელთაც აქვთ თითის ანაბეჭდის დაბალი ხარისხი. მათი რაოდენობა შეადგენს მომხმარებლების საერთო რაოდენობის 10-15%-ს. ამდენად, პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემისათვის მიზანშეწონილია ვერიფიცირების მეთოდის არჩევა. იმავდროულად, სისტემის სარგებლობის კომფორტის ამაღლების მიზნით სასურველია, რომ შენარჩუნებული იქნას სისტემის მაღალი გამტარუნარიანობა, რომელიც შეიძლება მიღწეული იქნას

იდენტიფიცირების მეთოდის გამოყენებით (იხ. პარაგრაფი 2.2). ამდენად, შემოთავაზებულია პრინციპი, რომლის მიხედვით პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემაში შენარჩუნებული უნდა იყოს როგორც ვერიფიცირების, ასევე იდენტიფიცირების მეთოდი (იხ. პარაგრაფი 2.3). აქედან გამომდინარე, პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემის სინთეზი უნდა განხორციელდეს ნახ.12-ზე ნაჩვენების სქემის მიხედვით, რისთვისაც სისტემის მოხმარებლები რანჟირებულია თითის ანაბეჭდის ხარისხის მიხედვით. თითის ანაბეჭდის მაღალი ხარისხის მქონე მომხმარებლები ისარგებლებენ ვერიფიცირების მეთოდით, ხოლო თითის ანაბეჭდის დაბალი ხარისხის მქონე მომხმარებლები - იდენტიფიცირების მეთოდით.

დავუშვათ, სინთეზირებადი ბიომეტრიული სისტემა წარმოადგენს დაცვის სისტემას, მაშინ მისი რეალიზაციის სქემაში იდენტიფიცირების მეთოდის გამოყენება არ იქნება რეკომენდირებული. ამდენად, უნდა შევჩერდეთ ვერიფიცირების მეთოდის გამოყენებაზე. შესაბამის სქემას ექნება ნახ.14-ზე ნაჩვენები სახე.

დაცვის სისტემით ისარგებლობს დარეგისტრირებული მომხმარებელი, მაგრამ შეიძლება ისარგებლოს დაურეგისტრირებელმა სუბიექტმაც. დაცვის სისტემის მთავარი ამოცანაა, არ დაუშვას დაურეგისტრირებელი სუბიექტი, მაგრამ იმავდროულად გვინდა, რომ დარეგისტრირებული მომხმარებელი დაუშვას. ამდენად ამ ორ პროტოკოლს შორის უნდა ავირჩიოთ კომპრომისული გადაწყვეტა, რომელიც უნდა გაკეთდეს პირველი პროტოკოლის სასარგებლოდ. ამდენად $FAR=min$, ხოლო FRR შეიძლება იყოს კომპრომისული.

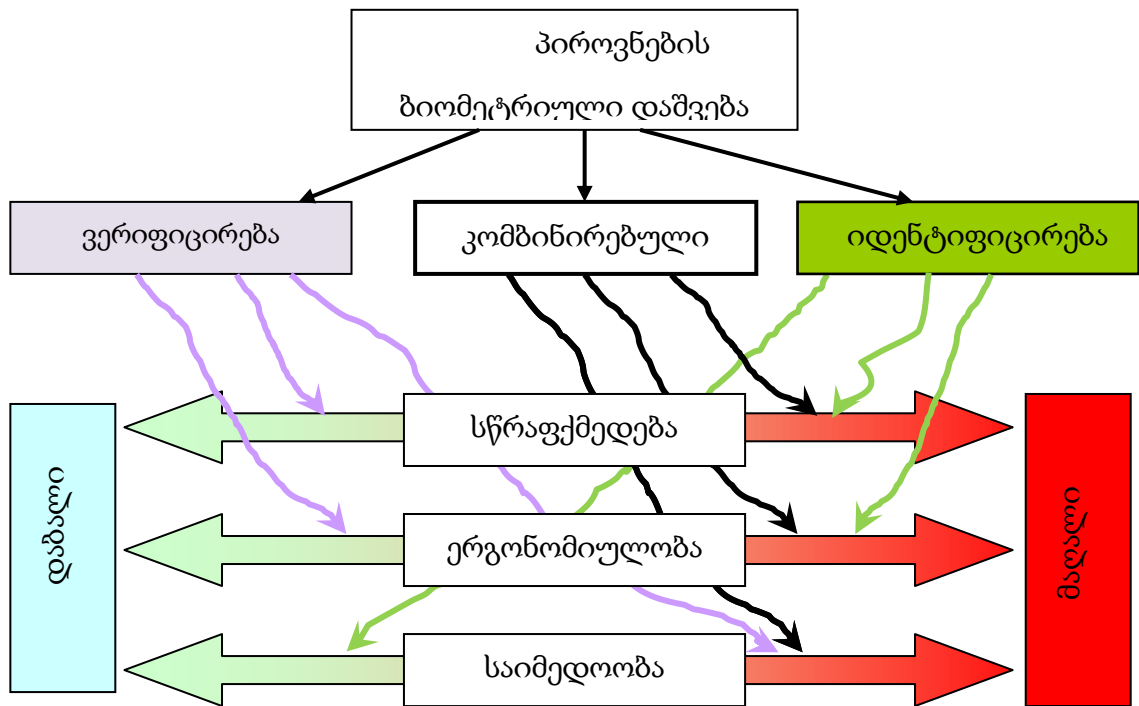
არჩეული ვერიფიცირების მეთოდი ასევე განპირობებულია სურვილით - სისტემაში არ მოხდეს დაურეგისტრირებელი სუბიექტის დაშვება, რამდენადაც ვერიფიცირება მოითხოვს დამატებითი იდენტიფიკატორის გამოყენებას.

პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემის სინთეზისათვის მთავარ ამოცანას წარმოადგენს დარეგისტრირებული მომხმარებლის სისტემაში დაშვება, რამდენადაც დაურეგისტრირებელი სუბიექტი საერთოდ არ სარგებლობს ამ სისტემით. ამ შემთხვევაში პირველ პლანზე იწევს ერგონომიულობა, რამდენადაც იდენტიფიცირების მეთოდი არ მოითხოვს დამატებითი იდენტიფიკატორის გამოყენებას.

ამდენად, პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემაში დაურეგისტრირებელი სუბიექტის არსებობა შეიძლება საერთოდ არ განვიხილოთ ან შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მისი არსებობის ალბათობა ძალიან მცირეა.

2.2. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების ეფექტურობის ანალიზი

ჩვეულებრივ, ბიომეტრიული სისტემის აგებისას იყენებენ იდენტიფიცირების ან ვერიფიცირების პროცედურებს (ფუნქციებს) [39]. პირველი გულისხმობს ამოსაცნობი იდენტიფიკატორის შედარებას სისტემის ბაზაში არსებულ ყველა ეტალონურ შაბლონთან და *FAR* პარამეტრის სიდიდის მიხედვით დასკვნის გაკეთებას: არის თუ არა სისტემის ბაზაში გამოსაცნობი იდენტიფიკატორის შესაბამისი ეტალონური შაბლონი. მეორე შემთხვევაში სისტემამ წინდაწინ იცის რომელ პიროვნებას ეკუთვნის ამოსაცნობი იდენტიფიკატორი (ამ პროცედურის განხორციელება ხდება პლასტიკური ბარათების, კოდების და ა.შ. საიდენტიფიკაციო საშუალებების გამოყენებით) და ხდება მისი შედარება ამ პიროვნების ეტალონურ შაბლონთან. აქაც *FAR* პარამეტრის სიდიდის მიხედვით კეთდება დასკვნა: არის თუ არა გამოსაცნობი იდენტიფიკატორი და სისტემის ბაზიდან წინდაწინ ამოღებული ეტალონური შაბლონი იდენტური.



ნახ. 18. ვერიფიცირებისა და იდენტიფიცირების შედარებითი ანალიზის სქემა

იდენტიფიცირების მეთოდის გამოყენებისას FAR პარამეტრი საკმაოდ დაბალი უნდა იყოს, რომ არ მოხდეს სისტემაში არასაიდენტიფიკაციო პიროვნების დაშვება, მაგრამ იმავედროულად არის საფრთხე, სისტემაში დასაშვებ პიროვნებას უარი ეთქვას. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებით მწვავეა საიდენტიფიკაციო პიროვნების უხარისხო ანაბეჭდის შემთხვევაში. ცხადია, რომ მეორე შემთხვევაში ან უნდა ამალდეს FAR პარამეტრი, რაც არასასურველია, ან უნდა გადავიდეთ ვერიფიცირების მეთოდზე.

მოვახდინოთ იდენტიფიცირების და ვერიფიცირების მეთოდების შედარებითი ანალიზი სწრაფქმედების, საიმედოობის და ერგონომიული თვალსაზრისით.

სწრაფქმედების შეფასება. იდენტიფიცირების დროს მომხმარებელი სისტემაში შედის მხოლოდ თითის სკანერზე დადების პროცედურის საშუალებით, რაც მომხმარებლისათვის უდავოდ მოსახერხებელია.

იმავდროულად, სისტემამ უნდა განახორციელოს საკმაოდ რთული გარდაქმნები საიდენტიფიკაციო პიროვნების იდენტიფიკატორის სისტემის ბაზაში არსებული ყველა ეტალურ შაბლონთან ვერიფიცირების მიზნით, რაც მოითხოვს დიდ დროს და სისტემის დიდ გამოთვლით რესურსებს. ვერიფიცირების დროს მომხმარებელმა ჯერ უნდა გააქტიუროს საიდენტიფიკაციო საშუალება - პლასტიკური ბარათი, ან აკრიფოს გარკვეული კოდი და შემდეგ დაადოს თითი სკანერს. ცხადია ასეთი პროცედურის გავლა იდენტიფიცირების პროცესთან შედარებით მისთვის მოუხერხებელია და ამასთან ითხოვს მეტ დროს. შედარებისათვის ვიტყვით, რომ ვერიფიცირების პროცედურას უშუალოდ სისტემა ასრულებს უფრო სწრაფად, რადგან ახდენს მხოლოდ საიდენტიფიკაციო იდენტიფიკატორის ვერიფიცირებას მხოლოდ ერთ ეტალურ შაბლონთან.

მიუხედავად იმისა, რომ ვერიფიცირების პროცედურაზე სისტემას ესაჭიროება უფრო მცირე დრო, ვიდრე იდენტიფიცირების დროს, მაინც მომხმარებლის დროის ჯამური დანახარჯი პიროვნების იდენტიფიცირების პროცედურის დროს უფრო ნაკლებია, რადგან ამ დროს პიროვნებას არ ესაჭიროება საიდენტიფიკაციო საშუალების გამოყენება. ამდენად, ისეთი ბიომეტრიული სისტემის აგებისას, როცა საჭიროა გარკვეული რაოდენობის პირთა მცირე დროში იდენტიფიცირება (დაშვება და ა.შ.), სასურველია იდენტიფიცირების პროცედურის გამოყენება.

საიმედოობის შეფასება. საიმედოობის ცნების ქვეშ ვიგულისხმობთ სისტემის არაკორექტული ქცევა (აქ საუბარი არ არის სისტემის, როგორც აპარატურულ-პროგრამული საშუალებების საიმედოობაზე): სისტემაში დაუშვას მომხმარებელი, რომელსაც ამის უფლება არ აქვს, ან სისტემაში არ დაუშვას მომხმარებელი, რომელსაც დაშვების უფლება აქვს.

იდენტიფიცირების დროს ბიომეტრიული სისტემებისათვის დამახასიათებელ სამივე ტიპის შეცდომას შეიძლება ქონდეს ადგილი [38], რადგან FAR უნდა იყოს საკმაოდ დაბალი, რომ არ მოხდეს სისტემის მიერ

„უცნობი“ პიროვნების დაშვება, მაგრამ იმავდროულად შეიძლება შეიქმნას სიტუაცია, როცა სისტემა არ დაუშვებს პიროვნებას, რომელსაც ამის უფლება აქვს.

იმისათვის, რომ ბიომეტრიულმა სისტემამ უშეცდომოდ დაუშვას პიროვნება საჭიროა, რომ მიმდინარე $FAR_{მომდ.}$ ნაკლები იყოს სისტემაში გამოყენებულ წინასწარ განსაზღვრულ $FAR_{სისტ.}$ -ის დონეზე. ამდენად, სისტემის ყველა მომხმარებლისათვის $0 \leq FAR_{მომდ.} < FAR_{სისტ.}$. იდეალურ შემთხვევაში $FAR_{მომდ.} = 0$.

ერგონომიულობის შეფასება. იდენტიფიცირების პროცედურის დროს მომხმარებელი სისტემაში შედის მხოლოდ თითის სკანერზე შეხებით, ხოლო ვერიფიცირების დროს მას დამატებით ესაჭიროება საიდენტიფიკაციო საშუალებების - პლასტიკური ბარათის, საიდენტიფიკაციო კოდის და ა.შ. გამოყენება. ცხადია ეს უკანასკნელი მას გარკვეულ უხერხულობებს უქმნის: შეიძლება დარჩეს, დაკარგოს და ა.შ. გარკვეულ დამატებით მოძრაობებთან დაკავშირებული მისი მოძებნა (მაგალითად, ჯიბეში), გადამწოდზე დადება და ა.შ. ამდენად, უდავოა, რომ ერგონომიულობის თვალსაზრისით იდენტიფიცირების პროცედურას უდავო უპირატესობა აქვს.

2.3. იდენტიფიცირებისა და ვერიფიცირების მეთოდების

ერთდროული გამოყენება ბიომეტრიულ სისტემებში

ნაშრომში შემოთავაზებულია მიდგომა [47], როცა სისტემაში შეიძლება ერთდროულად იქნას გამოყენებული როგორც იდენტიფიცირების, ასევე ვერიფიცირების პროცედურა (ფუნქცია). შესაბამისად, სისტემა ხდება მრავალფუნქციური. შემოთავაზებული მიდგომის მიზანი მდგომარეობს ვერიფიცირების პროცედურის მაღალი საიმედოობის და იდენტიფიცირების პროცედურის მაღალი სწრაფქმედების

შენარჩუნებაში, ანუ ამ ორი პარამეტრის კონფიგურირებით ბიომეტრიული სისტემის მისაღები საიმედოობის და მისაღები სწრაფქმედების უზრუნველყოფაში.

ნახ.18–დან კარგად ჩანს შემოთავაზებული მიდგომის უპირატესობა, როცა ვერიფიცირებისა და იდენტიფიცირების პროცედურების კომბინირებული გამოყენებით სისტემა უზრუნველყოფს სწრაფქმედების, საიმედოობის და ერგონომიულობის მაღალ დონეს.

დავუშვათ, სისტემა დანიშნულია N იდენტიფიკატორის გამოყენებისათვის, რომელთა ეტალონური შაბლონი ინახება სისტემის მონაცემთა ბაზაში. დავუშვათ აგრეთვე, რომ N იდენტიფიკატორიდან N_H მაღალი ხარისხისაა, ხოლო N_L - დაბალი ხარისხის. შესაბამისად $N_H + N_L = N$. სისტემის ფუნქციონირებაში გამოიყენება FAR -ის ორი პარამეტრი: $FAR1$ და $FAR2$, რომლებისთვისაც მოქმედებს უტოლობა

$$0 < FAR1 < FAR2.$$



ნახ. 19. FAR პარამეტრის გადანაწილება იდენტიფიცირების და ვერიფიცირების მეთოდებისათვის

პიროვნების იდენტიფიცირება ხორციელდება FAR -ის შემდეგ შუალედში: $[0: FAR1]$, რომელიც განკუთვნილია იდენტიფიკატორების მაღალი ხარისხის მქონე N_H მომხმარებლისათვის, ხოლო ვერიფიცირება - შუალედში $[0 : FAR2]$, რომელიც განკუთვნილია იდენტიფიკატორების დაბალი ხარისხის მქონე N_L მომხმარებლისათვის.

დავუშვათ, სისტემა გათვლილია N მომხმარებელზე. სისტემის მიერ პიროვნების დაშვების დროს იდენტიფიცირების პროცედურის დრო შეიძლება შეფასდეს შემდეგნაირად:

$$t_{\text{იდენ.ტ.}} = t_{\text{სკანერი}} + t_{\text{ვერიფიცირება}} * N,$$

სადაც $t_{\text{სკანერი}}$ არის მომხმარებლის მიერ თითის სკანერთან ურთიერთობაზე დახარჯული დრო, ხოლო $t_{\text{ვერიფიცირება}}$ არის სისტემის მიერ ვერიფიცირების ერთ ოპერაციაზე დახარჯული დრო.

სისტემის მიერ პიროვნების დაშვების დროს ვერიფიცირების პროცედურის დრო შეიძლება შეფასდეს შემდეგნაირად:

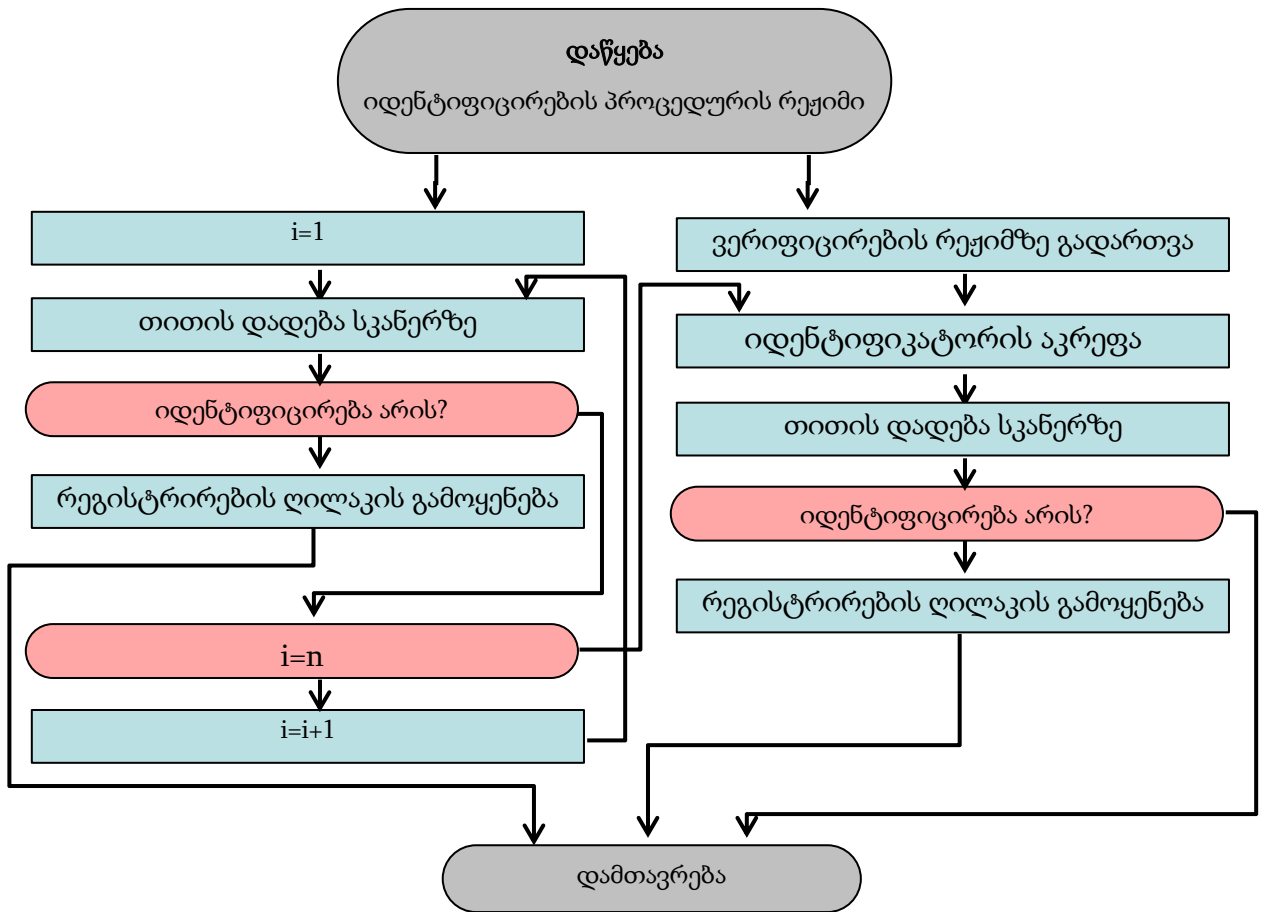
$$t_{\text{იდენ.ტ.}} = t_{\text{სკანერი}} + t_{\text{რეკ.}} + t_{\text{ვერიფიცირება}} * 1,$$

სადაც $t_{\text{რეკ.}}$ არის საიდენტიფიკაციო საშუალების გამოყენებაზე დახარჯული დრო.

ჩვენს მიერ 4 000 იდენტიფიკატორზე განხორციელებულია პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემა, სადაც იდენტიფიცირების და ვერიფიცირების პროცედურა პარალელურად არის გამოყენებული. ვინაიდან სისტემის მომხმარებლები ძირითადად არიან პირები, რომლებიც სარგებლობენ იდენტიფიცირების პროცედურით, ამიტომ სისტემა ძირითადად არის იდენტიფიცირების პროცედურის რეჟიმში. საჭიროების შემთხვევაში იგი მომხმარებელს გადაყავს ვერიფიცირების პროცედურის რეჟიმში. პიროვნების მიერ ვერიფიცირების პროცედურის გავლის შემდეგ სისტემა ავტომატურად უბრუნდება იდენტიფიცირების პროცედურის რეჟიმს. ვერიფიცირების რეჟიმში პიროვნების საიდენტიფიკაციო საშუალებად გამოყენებულია ოთხნიშნა კოდი, რომელიც მომხმარებელმა უნდა აკრიფოს ვირტუალურ ათობით კლავიატურაზე.

სისტემის ფუნქციონირების ალგორითმი ნაჩვენებია ნახ.19-ზე. საწყის მდგომარეობაში სისტემა იმყოფება იდენტიფიცირების პროცედურის

რეჟიმში. თუ მომხმარებელი დარწმუნებულია, რომ მან უნდა გაიაროს რეგისტრირება ვერიფიცირების პროცედურით, მაშინ პირდაპირ ახდენს სისტემის გადართვას ვერიფიცირების პროცედურის რეჟიმზე. სხვა შემთხვევაში იგი თითს ადებს სკანერზე. თუ მოხდა პიროვნების იდენტიფიცირება, მაშინ იგი იყენებს რეგისტრირების ღილაკს და ამთავრებს სისტემასთან ურთიერთობას. თუ არ მოხდა იდენტიფიცირება, მაშინ ხელმეორედ ადებს თითს სკანერს. ამ პროცედურის განმეორება შესაძლებელია მაგალითად $n=3$ -ჯერ. მე-3 ცდის შემდეგ სისტემა ავტომატურად გადადის ვერიფიცირების პროცედურის რეჟიმში და მომხმარებელს სთავაზობს კოდის აკრეფას.



ნახ. 20. იდენტიფიცირებისა და ვერიფიცირების პროცედურების ერთობლივი გამოყენების ალგორითმი

ჩატარებულმა გაზომვებმა მოგვცა შემდეგი შედეგები:

$t_{\text{კანერი}} = 3$ წმ;

$t_{\text{ვერიფიცირება}} = 0,0005$ წმ;

$t_{\text{რეგ.}} = 4$ წმ. სისტემაში.

ამრიგად, იდენტიფიცირების რეჟიმის დროს $t_{\text{იდენტ.}} = 5$ წმ, ხოლო ვერიფიცირების რეჟიმის დროს - $t_{\text{იდენტ.}} = 7$ წმ. ვერიფიცირების დრო $t_{\text{ვერიფიცირება}}^*$ აქ გათვალისწინებული არ არის, რადგან ის ძალიან მცირეა და პრაქტიკულ გავლენას $t_{\text{იდენტ.}}$ -ზე ვერ ახდენს.

4000 იდენტიფიკატორიდან ნაწილი (დაახლოებით 150) იდენტიფიკატორებისა იდენტიფიცირების პროცედურიდან გადატანილი იქნა ვერიფიცირების პროცედურაში (თითის ანაბეჭდის დაბალი ხარისხის გამო), რაც მომხმარებელთა სისტემაში იდენტიფიცირების პროცესზე პრაქტიკულად ვერ ახდენს გავლენას.

ბიომეტრიული სისტემის სწრაფქმედების გაზრდის ხერხი. იდენტიფიცირების პროცედურის რეჟიმში სისტემის სწრაფქმედების გაუმჯობესების მიზნით შემუშავებულია იდენტიფიცირების შემდეგი ხერხი. ცნობილია, რომ რაც უფრო ნაკლებია FAR , მით მეტი დრო იხარჯება სისტემის მიერ N რაოდენობის ეტალონური იდენტიფიკატორიდან თითოეულთან ვერიფიცირების პროცედურაზე.

დავუშვათ, რომ მიმდინარე $FAR = FAR2$ (და არა $FAR1$ -ს). თუ იდენტიფიცირების პროცესში სისტემამ თანმიმდევრული ვერიფიცირების დროს რომელიმე ეტალონური იდენტიფიკატორისათვის დააფიქსირა $FAR < 100$ ($FAR = 100$ აღებულია პრაქტიკული მოსაზრებებით და სხვადასხვა სისტემაში იგი შეიძლება სხვადასხვა იყოს, მაგრამ 0-თან მიახლოებული), მაშინ პროცესი ითვლება დამთავრებულად და თითქმის 100%-იანი გარანტიით შეიძლება ითქვას, რომ სწორად მოხდა საიდენტიფიკაციო პიროვნების გამოცნობა. თუ იდენტიფიცირების პროცესში სისტემამ დააფიქსირა $n < N$ ეტალონური იდენტიფიკატორი, რომელთათვისაც

$100 < FAR_{(1..n)} < FAR_2$, მაშინ იდენტიფიცირების პროცესი დამთავრებულად არ ითვლება და ამ n რაოდენობის ეტალონური იდენტიფიკატორებისათვის თავიდან ხორციელდება თანმიმდევრული ვერიფიცირების პროცესი პირობით: $FAR = FAR_1$, ანუ იდენტიფიცირების პროცედურა გამკაცრდება. როგორც შემოთავაზებული ხერხის გამოყენების გამოცდილება გვიჩვენებს, სისტემის მომხმარებელთა 75-80%-თვის იდენტიფიცირების პროცესი სრულდება $FAR < 100$ პირობის გამოყენებით. შესაბამისად მნიშვნელოვანია დროში მოგებაც.

2.4. პედაგოგთა რეგისტრაციის ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურის დამუშავება

პრობლემის არსი და მისი გადაწყვეტა ბიომეტრიული ტექნოლოგიებით. ჩვეულებრივ თანამშრომლის მოღვაწეობას აფასებენ მისი სამუშაოზე ყოფნის დროის აღრიცხვით. ამ მიზნით არსებობს და პრაქტიკაში გამოიყენება მრავალი სახის სამუშაო დროის აღრიცხვის ელექტრონული სისტემა [48] და, მათ შორის, პედაგოგთა საქმიანობის აღრიცხვის ბიომეტრიული სისტემა [49]. მიგვაჩნია, რომ უნივერსიტეტში, რომელიც მოწოდებულია სასწავლო, სამეცნიერო და საინჟინრო-პრაქტიკული საქმიანობის წარმართვისთვის, სამუშაო დროის ასეთი მიდგომით აღრიცხვა მიუღებელია. ამასთან, სამეცნიერო საქმიანობა შემოქმედებითი პროცესია და, მით უფრო, ამ საქმიანობის დროის ლიმიტით შემოფარგვლა არ გაზრდის მის ეფექტურობას.

ამის გამო იყო, რომ არც თუ ისე შორეულ წარსულში, პროფესორ-მასწავლებელთა ლექციაზე გამოცხადება ფიქსირდებოდა სპეციალურ სარეგისტრაციო ჟურნალში ხელის მოწერით. მიუხედავად დადებითი მომენტებისა, ამ ჟურნალს აქვს ბევრი ნაკლი, რაც განსაკუთრებით თვალში

საცემია დღევანდელ დინამიურ ყოფაში, მაგალითად, ჟურნალის ინფორმაციის დამუშავების სიძნელე და მრავალი სხვა.

აქედან გამომდინარე, სასურველია, რომ სარეგისტრაციო ჟურნალის ნაკლის გამოსწორების მიზნით შეიქმნას კომპიუტერული სისტემა პროფესორ - მასწავლებელთა მიერ ლექციის ჩატარების რეგისტრირებისათვის.

სისტემის მიზნებს წარმოადგენს [50]:

- პედაგოგთა იდენტიფიცირება;
- პედაგოგთა ლექციაზე გამოცხადების რეგისტრირება და აღრიცხვა;
- ჩასატარებელი, დამთავრებული, დაუმთავრებელი, შეწყვეტილი, ჩანაცვლებული და გაცდენილი ლექციების აღრიცხვა;
- ლექციის ჩატარების საზოგადოებრივი კონტროლი;
- მონაცემთა დაგროვებისა და ანალიზის შესაძლებლობა.

განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ლექციის ჩატარების საზოგადოებრივი კონტროლის აუცილებლობას. ნებისმიერ სასწავლებელში უნდა არსებობდეს სამსახური (თუნდაც ხარისხის მართვის სამსახური), რომელიც აკონტროლებს ლექციის ჩატარების პროცესს. ეს საკითხი სხვადასხვა სასწავლებელში სხვადასხვანირად არის გადაწყვეტილი. ახდენენ პედაგოგთა რეგისტრირებას კომპიუტერის საშუალებით, ზოგიერთ შემთხვევაში იყენებენ სათვალთვალ ვიდეოკამერებს და სხვა.

პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიულ სისტემაში პედაგოგთა ლექციაზე გამოცხადება კონტროლდება სპეციალურ ეკრანზე მონაცემების გამოტანით, რომელიც ექვემდებარება საზოგადოებრივ (ამ შემთხვევაში პროფესორ-მასწავლებელთა) გაცნობას. ამასთან, მონაცემები პედაგოგის მიერ ლექციის ჩატარების თაობაზე გროვდება არქივში მათი შემდგომი დამუშავების და ანალიზის მიზნით.

სისტემის ფუნქციონირების პრინციპი. სისტემის ფუნქციონირებას საფუძვლად უდევს პედაგოგთა რეგისტრირება თითის ანაბეჭდის გამოყენებით. ზოგადად თითის ანაბეჭდის გამოყენებას პიროვნების იდენტიფიცირებისათვის სხვა საიდენტიფიკაციო საშუალებებთან შედარებით (მაგალითად, პლასტიკური ბარათების გამოყენებით) გააჩნია რიგი უპირატესობები: მისი დაკარგვა ან გადაცემა სხვა პირებზე შეუძლებელია, პიროვნების თითის ანაბეჭდი უნიკალურია და მისი დუბლირება არ ხდება, მნიშვნელოვნად იზრდება პიროვნების იდენტიფიცირების ოპერატიულობა და სხვა.

სისტემის ფუნქციონირებაში გამოყენებული ცნებები:

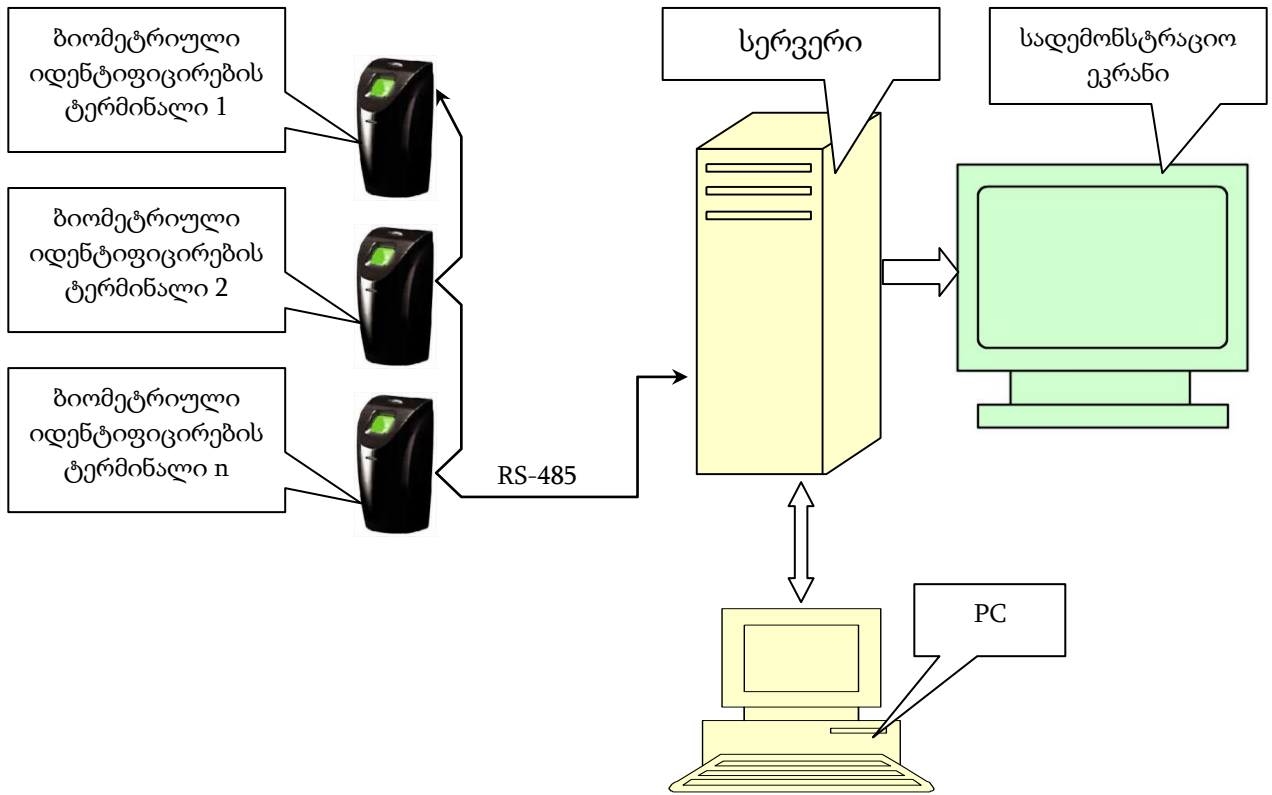
- ლექცია - მეცადინეობა, რომელიც გრძელდება ერთ აკადემიურ საათს (45 წთ);
- პედაგოგი - ნებისმიერი რანგის პროფესორი, მასწავლებელი;
- ლექციის სტატუსი - ჩასატარებელი, მიმდინარე, დამთავრებული, დაგვიანებული, გაცდენილი, შეწყვეტილი, დაუმთავრებელი, ჩანაცვლებული;
- დაწყების რეგისტრირება - რეგისტრირება ლექციის დაწყების წინ (ნებადართულია ლექციის დაწყებამდე 25 წთ-ით ადრე პერიოდშიდან);
- დამთავრების რეგისტრირება - რეგისტრირება ლექციის დამთავრების შემდეგ (ნებადართულია ლექციის დამთავრებიდან 25 წთ-ის განმავლობაში) ან რეგისტრირება ლექციის მიმდინარეობის პერიოდში;
- დაგვიანების ლიმიტი - დრო (ამ შემთხვევაში 5 წთ), რომლის ამოწურვის შემდეგ პროფესორის რეგისტრირება სისტემის მიერ არ მიიღება და ლექცია ჩაითვლება გაცდენილად;

- შეწყვეტილი ლექცია - მოხდა დამთავრების რეგისტრირება ლექციის დამთავრებამდე (ეს შეიძლება მოხდეს პროფესორის მოთხოვნით ან გამოწვეული იყოს ჯგუფის მეცადინეობაზე გამოუცხადებლობით);
- დაგვიანებული ლექცია - ლექციის დაწყების რეგისტრირება მოხდა დაგვიანების ლიმიტის დროის ფარგლებში (პროფესორს დააგვიანდა ლექციაზე);
- დაუმთავრებელი ლექცია - არ მოხდა დამთავრების რეგისტრირება (ეს შეიძლება მოხდეს პედაგოგის დაუდევრობით);
- გაცდენილი ლექცია - დაგვიანების ლიმიტის ამოწურვამდე არ მოხდა ლექციის დაწყების რეგისტრირება;
- ჩანაცვლებული ლექცია - ამ ლექციაზე ერთი პედაგოგი ჩაენაცვლა მეორეს.

პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურა [51,52]. პედაგოგთა მიერ ლექციის ჩატარების რეგისტრირება შეიძლება განხორციელდეს ორი გზით, რომლებსაც შეიძლება პირობითად ვუწოდოთ „დახურული რეგისტრირება“ და „ღია რეგისტრირება“. „დახურული რეგისტრირება“ გულისხმობს პედაგოგის მიერ მეცადინეობის ჩატარების კონფიდენციალურ აღრიცხვას. უშუალოდ რეგისტრირების პროცესი ხორციელდება პედაგოგის მიერ საჯარო კონტროლის გარეშე. „ღია რეგისტრირება“ გულისხმობს პედაგოგის მიერ რეგისტრირების პროცესის გავლის საჯაროობას, რაც ხორციელდება სხვა პედაგოგების (ან საზოგადოების) მეთვალყურეობით.

„დახურული რეგისტრირების“ დროს ბიომეტრიული სარეგისტრაციო ხელსაწყოები უნდა განლაგდეს უშუალოდ სასწავლო აუდიტორიის შესასვლელში (გარეთ ან შიგნით). „ღია რეგისტრირება“ ხდება სპეციალურ ოთახში (ტრადიციულად საპროფესოროში ან

სამასწავლებლოში), სადაც პედაგოგი შედის ლექციის დაწყების წინ და დამთავრების შემდეგ.

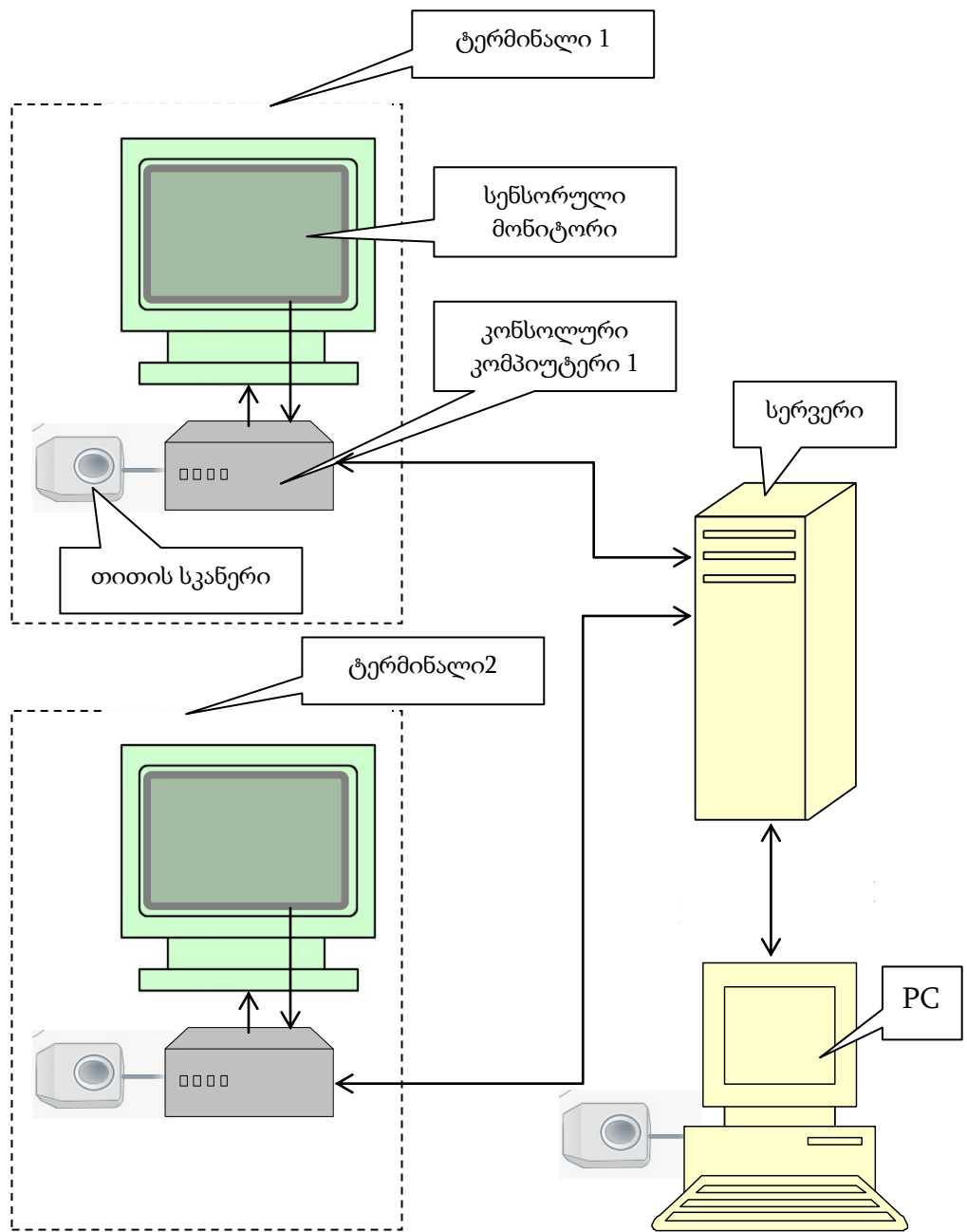


ნახ. 21. პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის სტრუქტურა „დახურული რეგისტრირებით“

ნახ.20-ზე წარმოდგენილია სისტემის სტრუქტურა „დახურული რეგისტრირებით“, ხოლო ნახ.21-ზე - „ღია რეგისტრირებით“. ერთი შეხედვით, „დახურული რეგისტრირების“ შემთხვევას უდავო უპირატესობა აქვს, მეორე ვარიანტთან შედარებით, რადგან გამოირჩევა მეტი სერვისით. მაგრამ, ამ შემთხვევაში იკარგება პედაგოგის რეგისტრირების საჯაროობის პრინციპი, მიუხედავად იმისა, რომ პედაგოგის რეგისტრირების შედეგები აისახება სადემონსტრაციო მონიტორზე [53,54]. პედაგოგის „ღია რეგისტრირების“ დროს ყველა პედაგოგი შედის ერთ ოთახში, სადაც მათ ხვდებათ ბიომეტრიული იდენტიფიცირების ერთი ტერმინალი მონიტორზე

ასახული პედაგოგების რეგისტრირების შედეგებით. იმისათვის, რომ პედაგოგი შევიდეს მეცადინეობების საკუთარ განრიგში, მან ეს უნდა გააკეთოს საჯარო დემონსტრაციისათვის განკუთვნილი გვერდის გავლით. ანუ ის ყველა შემთხვევაში ეცნობა საკუთარი კოლეგების რეგისტრირების შედეგებს.

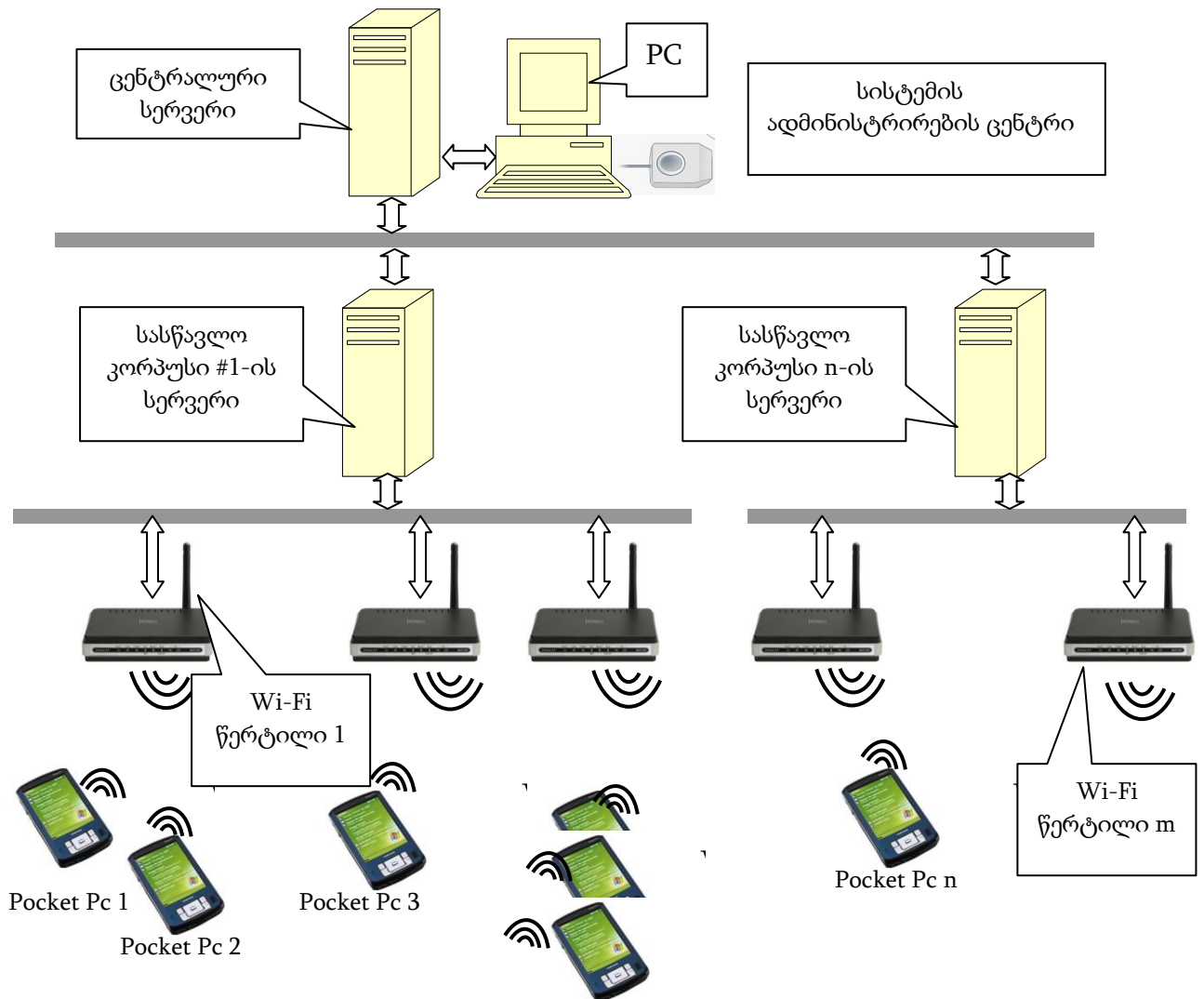
„დახურული რეგისტრირების“ არქიტექტურა მოითხოვს სისტემის ცენტრალურ დისპეტჩერულ მართვას, რაც, პირველ რიგში, გამოწვეულია მეცადინეობაზე ერთი პედაგოგის მეორეთი ჩანაცვლების ფუნქციის აუცილებლობით. როცა მოითხოვება პედაგოგის ჩანაცვლება, განაცხადი უნდა შევიდეს დისპეტჩერული მართვის ცენტრში. მასშტაბური სასწავლო დაწესებულების შემთხვევაში, ამ პროცედურის განხორციელება ორგანიზაციულად საკმაოდ რთულია და ძვირიცაა. „ღია რეგისტრირების“ არქიტექტურის შემთხვევაში ერთი პედაგოგის ჩანაცვლებას მეორეთი ახორციელებს ჩამნაცვლებელი პედაგოგი გარკვეული პროცედურების განხორციელებით უშუალოდ სარეგისტრაციო ტერმინალიდან, რაც ორგანიზაციულად მნიშვნელოვნად ამარტივებს ჩანაცვლების პროცედურას.



ნახ. 22. პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის სტრუქტურა „ღია რეგისტრირებით“

გარდა ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ სისტემის განხორციელება „დახურული რეგისტრირებით“ გაცილებით ძვირი ჯდება. ამ დროს წამოიჭრება აგრეთვე ინდივიდუალური რეგისტრირების აღჭურვილობის ვანდალიზმისაგან დაცვის საკითხები.

„დახურული რეგისტრირების“ საინტერესო ვარიანტია სისტემის არქიტექტურაში პედაგოგებისათვის ინდივიდუალური Pocket PC-ის გამოყენება. სისტემის არქიტექტურა წარმოდგენილია ნახ. 23-ზე. სისტემის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია, რომ თითოეულ პედაგოგს გააჩნდეს თითო სკანერით აღჭურვილი Pocket PC. ამასთანავე მას უნდა ქონდეს Wi-Fi მხარდაჭერა. მაგალითისათვის ეს შეიძლება იყოს HP iPAQ Pocket PC hx2790b. სასწავლო კორპუსში ისე უნდა იყოს განლაგებული რამდენიმე Wi-Fi დაშვების წერტილი, რომ პედაგოგს ქონდეს საშუალება საკუთარი Pocket PC-ით დაუკავშირდეს კორპუსის სერვერს აუდიტორიიდან გაუსვლელად.



ნახ. 23. პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის სტრუქტურა Pocket PC-ის გამოყენებით

შემოთავაზებული არქიტექტურის დროს სისტემა ფუნქციონირებს შემდეგნაირად: მეცადინეობის დაწყების მომენტისათვის სისტემა პედაგოგს აძლევს საშუალებას, რომ გაიაროს დაწყების რეგისტრირება. ამას პედაგოგი აკეთებს აუდიტორიაში შესვლის მომენტში საკუთარი Pocket PC-ის თითის სკანერის მეშვეობით. იგივენაირად ხდება რეგისტრირების სხვა ფორმების გავლაც.

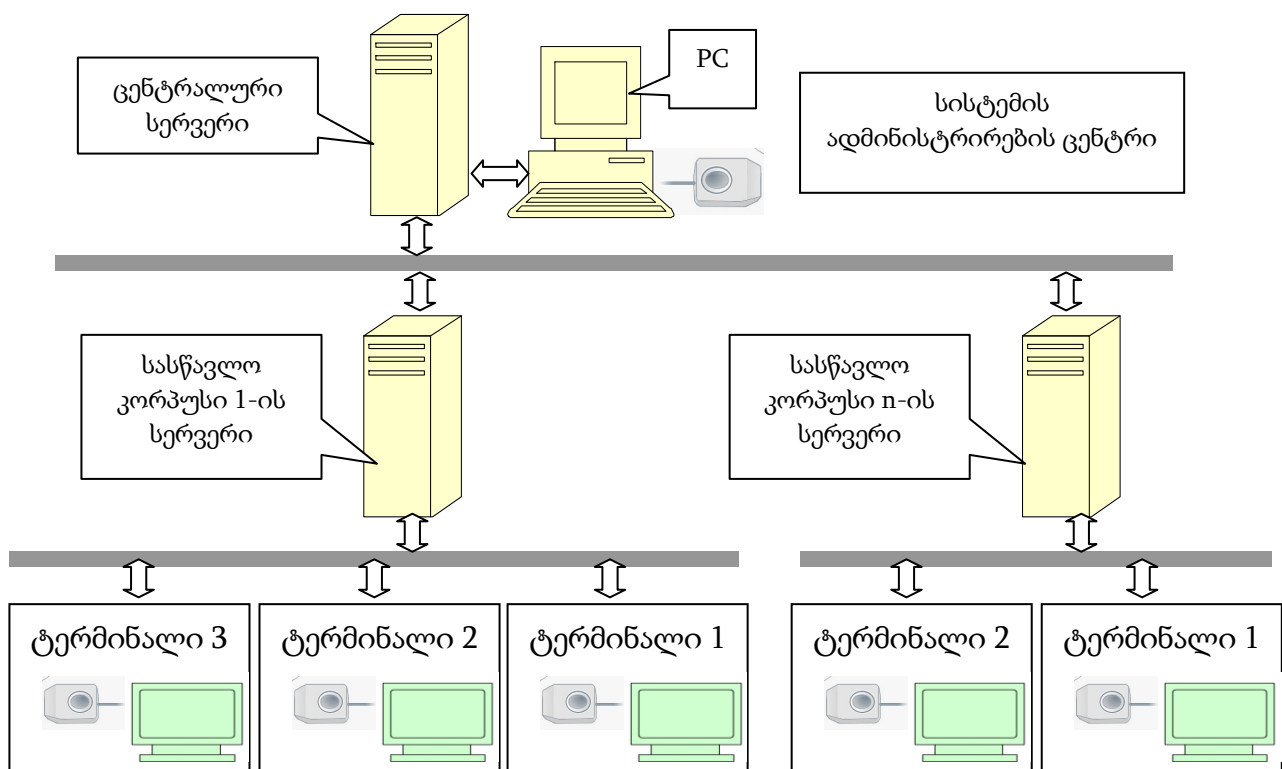
ერთი შეხედვით თითოეულ პედაგოგზე ერთი Pocket PC-ის გათვალისწინება ჩვენი რეალობისთვის დიდი ფუფუნებაა, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ, რომ პედაგოგის მიერ Pocket PC-ის გამოყენება მხოლოდ ამ მიზნით არ უნდა ხდებოდეს, მაშინ სურათი იცვლება Pocket PC-ის გამოყენების სასარგებლოდ. პედაგოგი Pocket PC-ს იყენებს როგორც დაგეგმვის საშუალებას, სტუდენტთა მეცადინეობაზე დასწრების აღრიცხვისათვის, სტუდენტთა შეფასების შეტანისათვის და სხვა.

ზემოთ ჩვენ განვიხილეთ „დახურული“ და „ღია“ რეგისტრირების არქიტექტურის დადებითი და უარყოფითი მხარეები. ცხადია, რომ უპირატესობა უნდა მივანიჭოთ „ღია რეგისტრირების“ არქიტექტურას. ამიტომ, ქვემოთ შევხებით მხოლოდ „ღია რეგისტრირების“ არქიტექტურას.

ცალკე უნდა შევხვით „ღია რეგისტრირების“ არქიტექტურის შემთხვევაში ტერმინალის აგების პრინციპებს. ტერმინალი უნდა უზრუნველყოფდეს პედაგოგსა და სისტემას შორის ინტერაქტიულ კავშირს, პედაგოგის ბიომეტრიულ იდენტიფიცირებას და უნდა იყოს გამოყენებისათვის მარტივი. ტერმინალის ბირთვია კონსოლური კომპიუტერი, რომელიც ტექნიკური თვალსაზრისით შეიძლება არ განსხვავდებოდეს PC-ის სისტემური ბლოკისაგან. მასთან მიერთებულია სენსორული მონიტორი და თითის სკანერი USB ინტერფეისით. პედაგოგი ყველა პროცედურას, რომელიც დაკავშირებულია მის

იდენტიფიცირებასთან და მეცადინეობის რეგისტრირებასთან ახორციელებს თითის სკანერის და სენსორული მონიტორის საშუალებით.

სისტემის არქიტექტურაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს სასწავლო დაწესებულების (უნივერსიტეტის) მასშტაბები, რომელშიც იგულისხმება პროფესორ-მასწავლებელთა, სასწავლო კორპუსების, სასწავლო ჯგუფების და სასწავლო კურსების რაოდენობები. ამასთან, შესაძლებელია, რომ ერთ სასწავლო კორპუსში მეცადინეობას გადიოდეს რამდენიმე ფაკულტეტის ჯგუფები. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ სისტემის ადმინისტრირება უნდა ხდებოდეს სასწავლო დაწესებულების დონეზე, ხოლო უშუალოდ პედაგოგთა იდენტიფიცირება და რეგისტრირება უნდა ხდებოდეს სასწავლო კორპუსების დონეზე.



ნახ. 24. „ღია რეგისტრირების“ სისტემის სტრუქტურა

ამდენად, სისტემა წარმოგვიდგება სამდონიანი არქიტექტურის სახით. სისტემის უმაღლეს დონეზე განთავსებულია ცენტრალური სერვერი სისტემის ადმინისტრირების PC-ით. სისტემის შემდეგ დონეზე არის ორდონიანი სასწავლო კორპუსების ქვესისტემები.

აღსანიშნავია ის მომენტი, რომ პედაგოგთა რეგისტრირების შედეგები არ განეკუთვნება ოპერატიულ ინფორმაციას, ამიტომ შეიძლება განხორციელდეს სისტემის კომპრომისული ვარიანტი, როცა ცენტრალური სერვერი არ არის ქსელით დაკავშირებული ქვესისტემებთან.

სისტემის მოქმედება შეიძლება გაიყოს სამ ძირითად პროცედურად:

- ინფორმაციის მომზადება სისტემის გაშვებისათვის;
- სისტემის ფუნქციონირება პედაგოგთა იდენტიფიცირებისა და მეცადინეობების რეგისტრირების რეჟიმში;
- ინფორმაციის ანალიზი.

ინფორმაციის მომზადება, უპირველეს ყოვლისა, გულისხმობს ცენტრალური სერვერის მონაცემთა ბაზაში მეცადინეობათა ცხრილის შეტანას და პედაგოგთა თითის ანაბეჭდების შაბლონების შეტანას. სასწავლო ცხრილი, თავის მხრივ, მოიცავს შემდეგი სახის ინფორმაციას: სასწავლო ჯგუფები, სასწავლო ჯგუფების კუთვნილება ფაკულტეტებისადმი, სასწავლო კურსები და მათი კოდები, პედაგოგის გვარი, სახელი და ინდივიდუალური საიდენტიფიკაციო ნომერი, პედაგოგის ძირითადი ფაკულტეტი, სასწავლო კორპუსის ნომრები, აუდიტორიების და სასწავლო ლაბორატორიების ნომრები და სხვა. ეს მონაცემები ერთმანეთთან არის „მიბმული“ სასწავლო ცხრილის შესაბამისად. ინფორმაციის მომზადების მეორე ეტაპზე ხდება მონაცემთა ბაზაში შეტანილი ინფორმაციის დაფილტვრა სასწავლო კორპუსების მიხედვით. სასწავლო კორპუსების მიხედვით დაფილტრული ინფორმაცია

გადაიგზავნება სასწავლო კორპუსის ქვესისტემის სერვერის მონაცემთა ბაზაში.

2.5. პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემის ფუნქციონირება

პედაგოგთა იდენტიფიცირებისა და მეცადინეობების რეგისტრირების რეჟიმი. სასწავლო დღის დასაწყისში ქვესისტემის სერვერიდან ტერმინალის სენსორულ მონიტორზე ავტომატურად (კალენდარული რიცხვის შესაბამისად) გამოიტანება იმ დღის სასწავლო ცხრილი მოცემულ სასწავლო კორპუსში. პროფესორის მიერ თითის სკანერზე შეხებისას საერთო ცხრილიდან დაიფილტრება მხოლოდ მისი მოცემული თარიღის შესაბამისი ცხრილი და გამოიტანება მონიტორზე. თუ ამ მომენტისათვის ნებადართულია რომელიმე ლექციის დაწყების რეგისტრირება, პროფესორი სენსორულ მონიტორზე თითით ეხება ცხრილის შესაბამის სტრიქონს. შედეგად შესაბამისი სტრიქონი გაყვითლდება, რაც ნიშნავს, რომ ლექციის დაწყების რეგისტრირება გავლილია. ლექციის დამთავრების შემდგომ (არ უნდა იყოს ამოწურული ლექციის დამთავრების რეგისტრირების დროის ლიმიტი) პროფესორი გადის იგივე პროცედურას და თითით ეხება გაყვითლებულ სტრიქონს, რომელიც გამწვანდება. ამით ლექცია ითვლება დამთავრებულად. თუ პროფესორი ლექციაზე არ გამოცხადდა, ან დაგვიანების ლიმიტის ამოწურვამდე ვერ მოასწრო ლექციის დაწყების პროცედურის გავლა, მაშინ სასწავლო ცხრილში შესამისი სტრიქონი გაწითლდება და ლექცია ითვლება გაცდენილად.

სისტემაში მოქმედებს პედაგოგის რეგისტრირების შემდეგი პირობები:

- მეცადინეობის დაწყების რეგისტრირება;

- მეცადინეობის დამთავრების რეგისტრირება;
- დაწყების რეგისტრირება ლექციის დაწყების შემდგომ დაგვიანების ლიმიტის ამოწურვამდე ითვლება დაგვიანებულად;
- დაწყების რეგისტრირება დაგვიანების ლიმიტის ამოწურვის შემდგომ არ მიიღება და ლექცია ითვლება გაცდენილად;
- დამთავრების რეგისტრირება ლექციის დამთავრებამდე (შეწყვეტილი ლექცია) სენსორულ ეკრანზე იწვევს შეტყობინებას ორი „ღილაკით“: „ჯგუფი არ გამოცხადდა“ და „პედაგოგის მოთხოვნა“ (ღილაკების ამოქმედებას ახდენს პროფესორი);
- პროფესორის ჩანაცვლების რეგისტრირება (ჩამნაცვლებელი პროფესორი სასწავლო ცხრილში თვითონ ირჩევს იმ პროფესორის ლექციას, რომელსაც უნდა ჩაენაცვლოს).

ზემოთ აღწერილი ყველა ქმედება გროვდება სასწავლო კორპუსის ქვესისტემის სერვერის მონაცემთა ბაზაში, საიდანაც პერიოდულად (მაგალითად, ყოველი სასწავლო დღის ბოლოს) გადაიწერება ცენტრალური სერვერის მონაცემთა ბაზაში.

პედაგოგთა ბიომეტრიული რეგისტრირების სისტემის ფუნქციონირების ალგორითმები დამუშავებულია სისტემაში გამოყენებული ცნებების და პედაგოგის რეგისტრირების პირობების გათვალისწინებით. ნახ. 25-29-ზე მოცემულია ზოგიერთი პროცედურის - ლექციის დაწყების, ლექციის დამთავრების, ლექციის დაწყება-დამთავრების და ლექციის შეწყვეტის ალგორითმები.

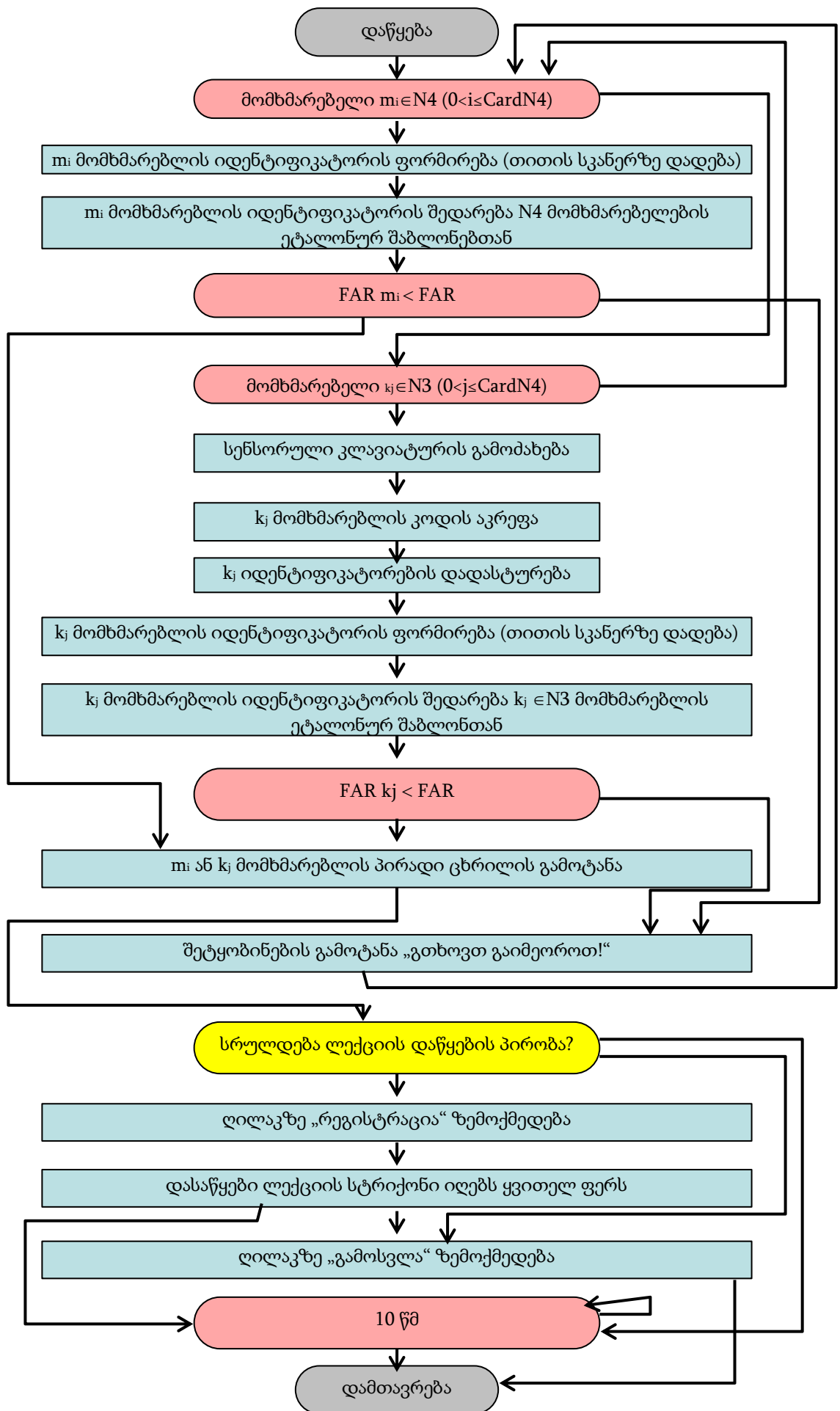
რადგან მეცადინეობის დაწყება-დამთავრების რეგისტრირებას ახდენენ მხოლოდ ის პედაგოგები, რომლებიც მიმდინარე დღის ცხრილში არიან დაფიქსირებულნი, რეგისტრირების პროცედურის დროს პედაგოგის ანაბეჭდის მოდელის - სარეგისტრაციო შაბლონის შედარება ხდება მხოლოდ იმ პედაგოგების ანაბეჭდების ეტალონურ შაბლონებთან,

რომლებსაც მიმდინარე დღეს აქვთ მეცადინეობები. ამით ბევრად მცირდება იდენტიფიცირების დრო და ასევე იზრდება სისტემის საიმედოობა, რადგან მცირდება სისტემის მომხმარებელთა რაოდენობა.

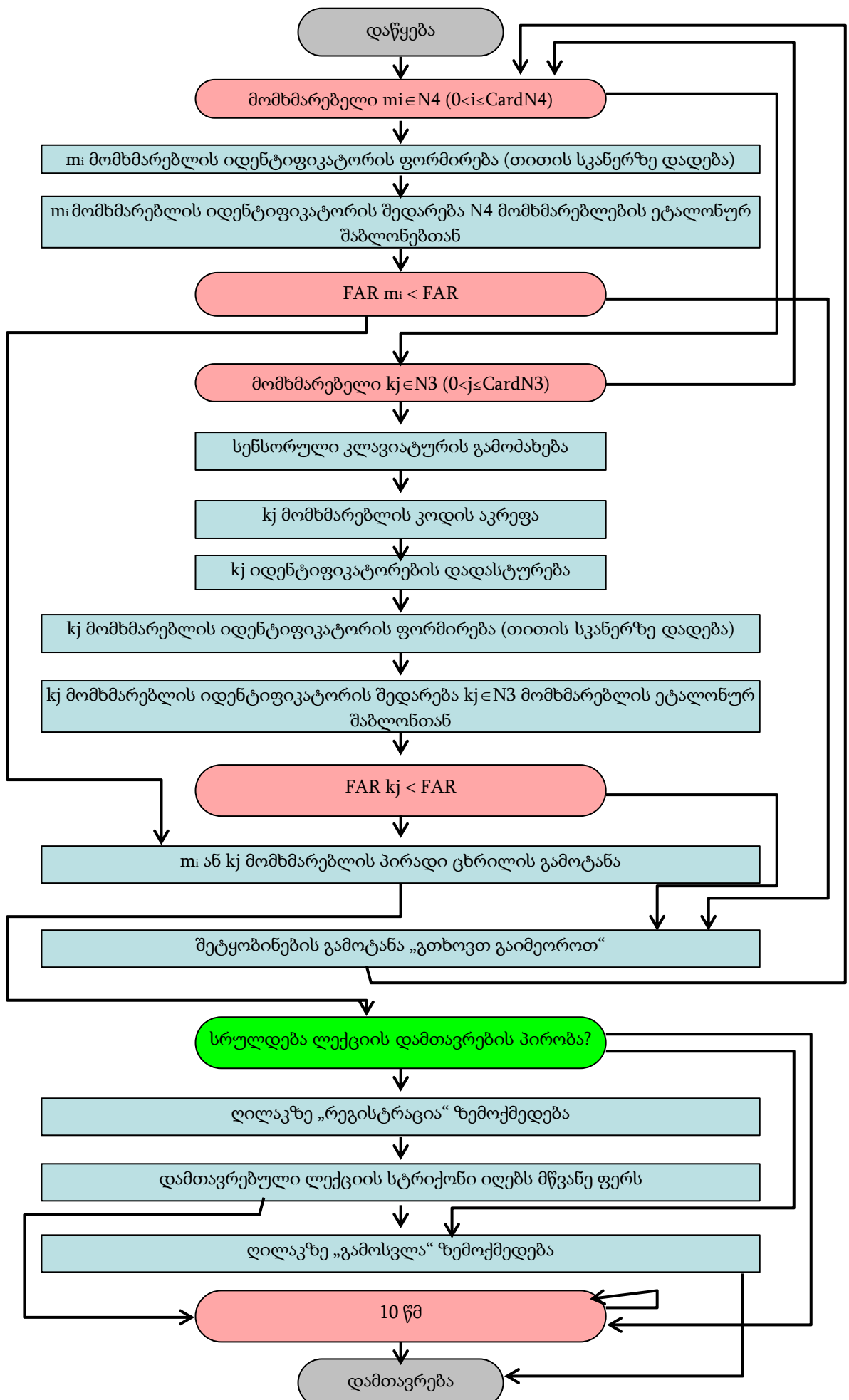
პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემა ფუნქციონირებს რამდენიმე სასწავლო კორპუსში, სადაც ტარდება მეცადინეობები. პედაგოგი რეგისტრირებას გადის მეცადინეობების ცხრილის მიხედვით იმ კორპუსში, სადაც სასწავლო ცხრილით აქვს განსაზღვრული მეცადინეობა.

ამრიგად, სისტემის მომხმარებელთა რაოდენობა შეადგენს პიროვნებათა N სიმრავლეს. შესაბამისად, $N_2 \subset N_1 \subset N$, სადაც N - მომხმარებელთა სიმრავლეა, N_1 -მოცემულ სასწავლო კორპუსში მომხმარებელთა ქვესიმრავლეა, N_2 -მოცემულ სასწავლო კორპუსში მოცემულ დღეს მომხმარებელთა სიმრავლეა.

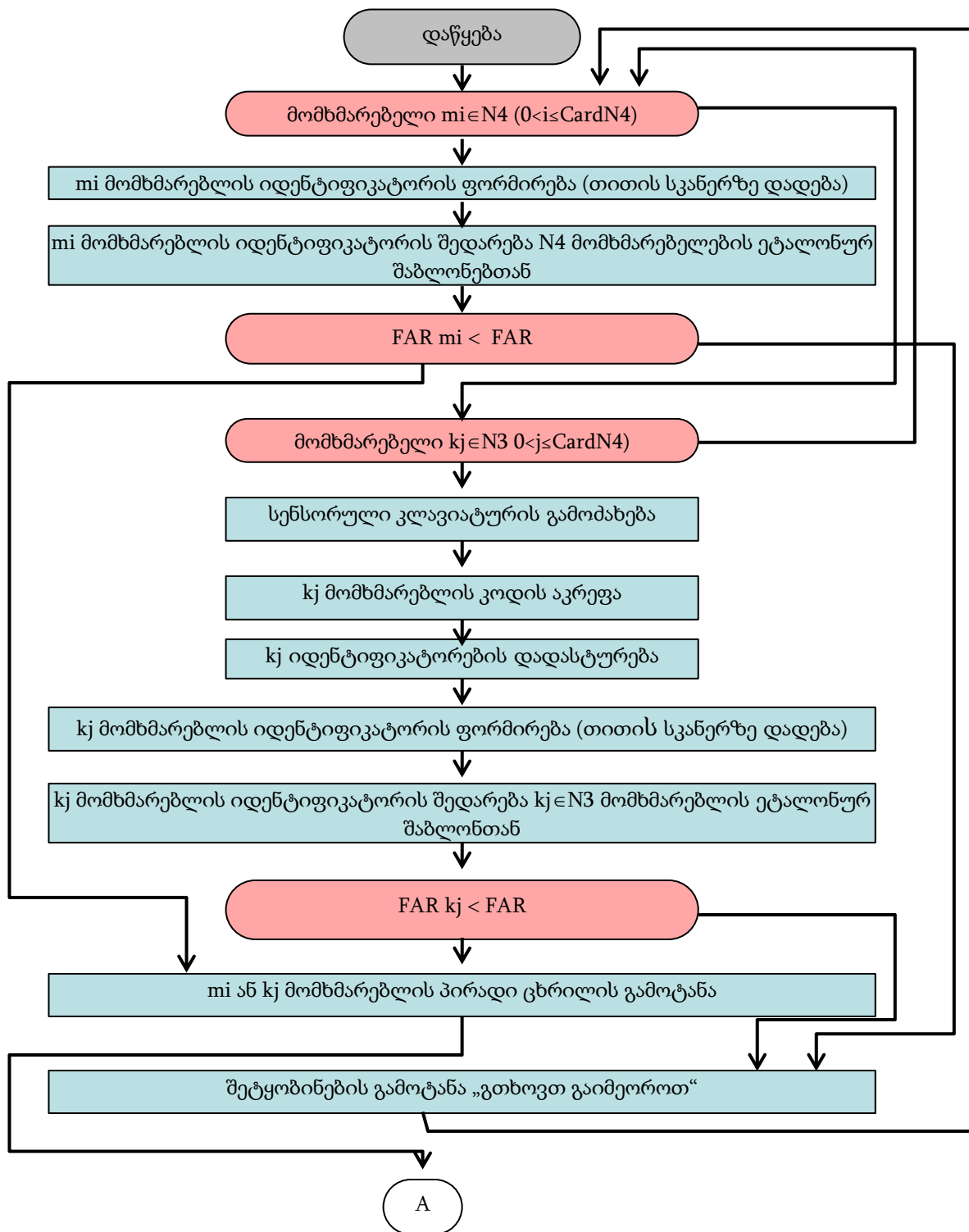
ამასთან, N_2 მომხმარებელთა სიმრავლიდან მცირე ნაწილი N_3 სისტემასთან ურთიერთობს ვერიფიცირების მეთოდით: $N_2 \supset N_3$. ამდენად, იდენტიფიცირების მეთოდს იყენებს $N_4 = N_2 \setminus N_3$ მომხმარებელი.



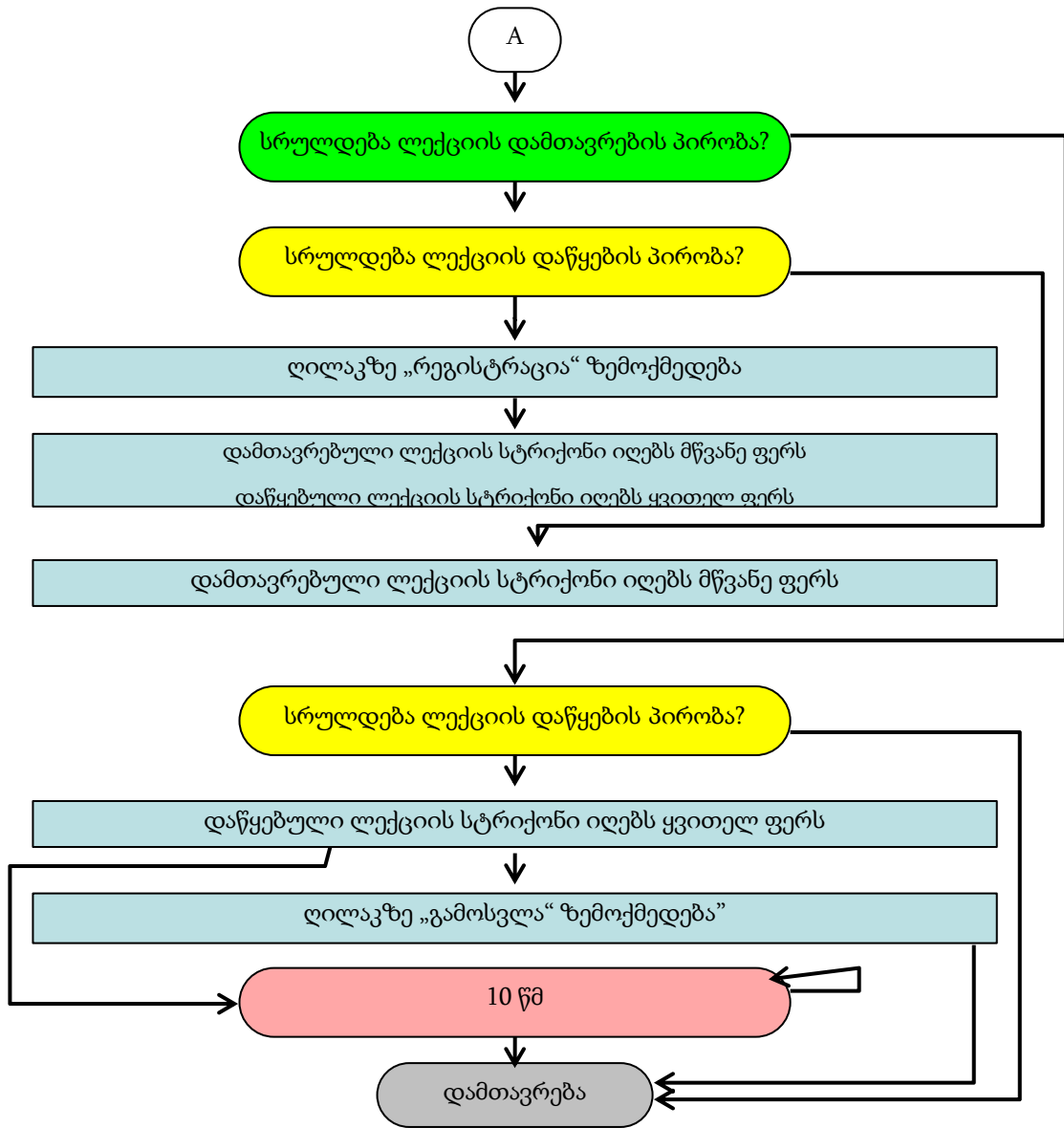
ნახ. 25. ლექციის დაწყების რეგისტრირების ალგორითმი



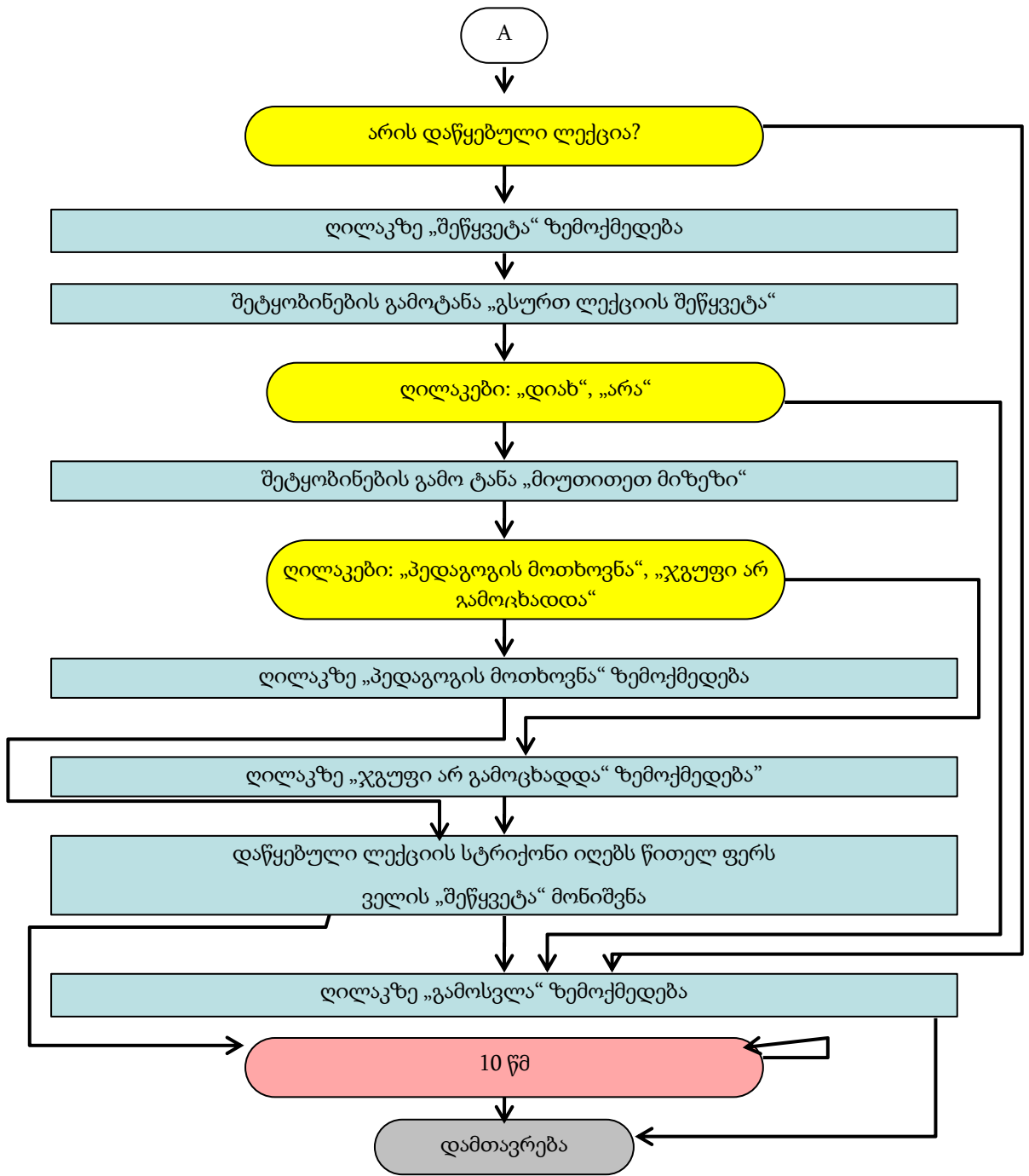
ნახ. 26. ლექციის დამთავრების რეგისტრაციის ალგორითმი



ნახ. 27. ლექციის დამთავრება-დაწყების ალგორითმი



ნახ. 28. ლექციის დამთავრება-დაწყების რეგისტრირების ალგორითმი



ნახ. 29. ლექციის შეწყვეტის რეგისტრირების ალგორითმი

ინფორმაციის ანალიზი. ინფორმაციის ანალიზის მიზანია მომზადდეს ინფორმაცია მეცადინეობათა მიმდინარეობისა და ჩატარების შესახებ როგორც ხარისხის მართვის ცენტრალური სამსახურისათვის, ასევე ფაკულტეტებისათვის. ფაკულტეტებისათვის ინფორმაციის მომზადება ხდება ორი მიმართულებით: ინფორმაცია მეცადინეობათა ჩატარების

შესახებ ფაკულტეტის ჯგუფებში (მათ შორის სხვა ფაკულტეტის თანამშრომლების მიერ) და ფაკულტეტის თანამშრომელთა მიერ მეცადინეობის ჩატარების შესახებ როგორც საკუთარ, ასევე სხვა ფაკულტეტებზე. სისტემა საშუალებას იძლევა ცენტრალური სერვერის მონაცემთა ბაზაში დაგროვილი ინფორმაცია რანჟირებული იქნას მეცადინეობის ჩატარების შემდეგი პირობების მიხედვით: ჩასატარებელი, დაწყებული (თუ ანალიზი მიმდინარეობს სასწავლო დღის დამთავრებამდე), დამთავრებული, დაგვიანებული, დაუმთავრებელი, შეწყვეტილი, გაცდენილი და ჩანაცვლებული, ასევე კონკრეტული პედაგოგის მიხედვით სხვადასხვა დროით ჭრილში.

იდენტიფიცირების ალგორითმი. იდენტიფიცირების დაწყებისას სისტემა აყენებს *FAR*-ის ზღვრულ მნიშვნელობას (სისტემაში იდენტიფიცირების მეთოდისათვის *FAR*-ის ზღვრული მნიშვნელობა შერჩეულია ექსპერიმენტალურად). ზღვრული მნიშვნელობა ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ თავი დავიზღვიოთ შეცდომებისგან: უცხო ადამიანი შეცდომით არ გაატაროს რეგისტრირებაში და პედაგოგს შეცდომით არ უთხრას უარი რეგისტრირებაზე.

თითის ანაბეჭდის საიდენტიფიკაციო შაბლონი მიმდევრობით უნდა შედარდეს ბაზაში არსებულ ეტალონურ შაბლონებს. თუ კონკრეტულ ეტალონურ შაბლონთან შედარების დროს *FAR* აღმოჩნდა ზღვრულ მნიშვნელობაზე ნაკლები, სისტემა ამ ორი შაბლონის იდენტურობაზე იძლევა დადებით პასუხს, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი - უარყოფითს. მაგალითად, თუ $FAR \leq 100$, ე.ი. იდენტურობა დაფიქსირდა მაღალი ხარისხით, შედარების პროცესი წყდება, დროის ეკონომიის მიზნით სისტემა პედაგოგის იდენტიფიცირებას ამთავრებს, სხვა შემთხვევაში სისტემა აგრძელებს შედარებას ბოლომდე. გადაირჩევა ის შემთხვევები, როცა იდენტურობაზე დადებითი პასუხები იქნა მიღებული. ამ ჯგუფიდან ამოირჩევა ყველაზე დაბალი *FAR*-ის შემთხვევა, როგორც ყველაზე

იდენტური და იდენტიფიცირების პროცესი ამით მთავრდება. თუ იდენტურობის არცერთი შემთხვევა არ იქნა დაფიქსირებული, ე.ი. სისტემამ პიროვნების იდენტიფიცირება ვერ მოახდინა და პედაგოგი რეგისტრირებას ვერ გაივლის.

ვერიფიცირების ალგორითმი. თუ იდენტიფიცირება ძნელდება თითის ანაბეჭდის დაბალი ხარისხის გამო და პედაგოგს რეგისტრირების გასავლელად რამდენჯერმე უწევს სკანერზე თითის დადება, სისტემა პედაგოგს სთავაზობს რეგისტრირებას კოდის გამოყენებით. ამ შემთხვევაში სისტემა იდენტიფიცირების ნაცვლად იყენებს ვერიფიცირების მეთოდს, სისტემა აყენებს *FAR*-ის ზღვრულ მნიშვნელობას, ანუ ნაკლებად მკაცრს, ვიდრე იდენტიფიცირების შემთხვევაში.

პედაგოგს თავდაპირველად შეაქვს მისი პირადი კოდი და შემდეგ ადებს სკანერზე თითს. ამ შემთხვევაში შედარება ხდება მოცემული საიდენტიფიკაციო შაბლონისა და ბაზაში შენახული ამ პიროვნების ეტალონურ შაბლონს შორის. თუ იდენტურობა დადასტურდა, სისტემა პედაგოგს აძლევს რეგისტრირების საშუალებას.

ჩანაცვლების პროცედურის გავლის დროს სისტემამ ორჯერ უნდა მოახდინოს პედაგოგის იდენტიფიცირება: ჩანაცვლების პროცედურის დროს და მეცადინეობის დაწყება–დამთავრების რეგისტრირების დროს. ჩამნაცვლებელს ჩანაცვლების პროცედურის გავლა შეუძლია როგორც იდენტიფიცირების, ასევე ვერიფიცირების (კოდის დახმარებით) მეთოდით. ჩანაცვლების დროს, პედაგოგს შეიძლება ჩანაცვლოს ბაზაში არსებული ნებისმიერი პედაგოგი. ამიტომ ჩანაცვლების პროცედურის დროს, თუ პიროვნება იყენებს იდენტიფიცირების მეთოდს, ამ დროს სასურველია გამკაცრდეს იდენტურობის შემოწმება, ამიტომ სისტემა ირჩევს *FAR*-ის უფრო მცირე ზღვრულ მნიშვნელობას.

პედაგოგების ერთი ჯგუფისთვის, რომელთა ანაბეჭდის ხარისხი უფრო დაბალი ხარისხისაა, რეგისტრირება შესაძლებელია მხოლოდ კოდის დახმარებით. მათთვის ეს პროცესი გამწვანებული რომ არ იყოს, *FAR*-ის ზღვრული მნიშვნელობა უფრო მეტად არის გაზრდილი სხვა პედაგოგებთან შედარებით.

სისტემის ფუნქციონირების მანძილზე გამოვლინდა პედაგოგების კიდევ ერთი მცირე ჯგუფი, რომელთა თითის ანაბეჭდი იმდენად ცუდი ხარისხისაა (ჯანმრთელობის მდგომარეობის გამო, ასაკის გამო), რომ სისტემა ვერ ახდენს მათ საწყის რეგისტრირებას, ანუ ეტალონური შაბლონების ჩამოყალიბებას. შესაბამისად მათი მეცადინეობების დაწყება-დამთავრების აღრიცხვა ბიომეტრიული სისტემით არ ხდება.

ამ ყველაფრის გათვალისწინებით პედაგოგები პირობითად იყოფიან ოთხ ჯგუფად:

- პირველი ჯგუფი რეგისტრირების დროს იყენებს ყოველთვის იდენტიფიცირების მეთოდს.
- მეორე ჯგუფი რეგისტრირების დროს იყენებს იდენტიფიცირების ან ვერიფიცირების მეთოდს.
- მესამე ჯგუფი რეგისტრირების დროს იყენებს ყოველთვის ვერიფიცირების მეთოდს.
- მეოთხე ჯგუფი რეგისტრირების დროს სისტემა საერთოდ ვერ აფიქსირებს მათი თითის ანაბეჭდს. მათი რიცხვი შეადგენს პედაგოგთა მთელი რაოდენობის 0.3%-ს.

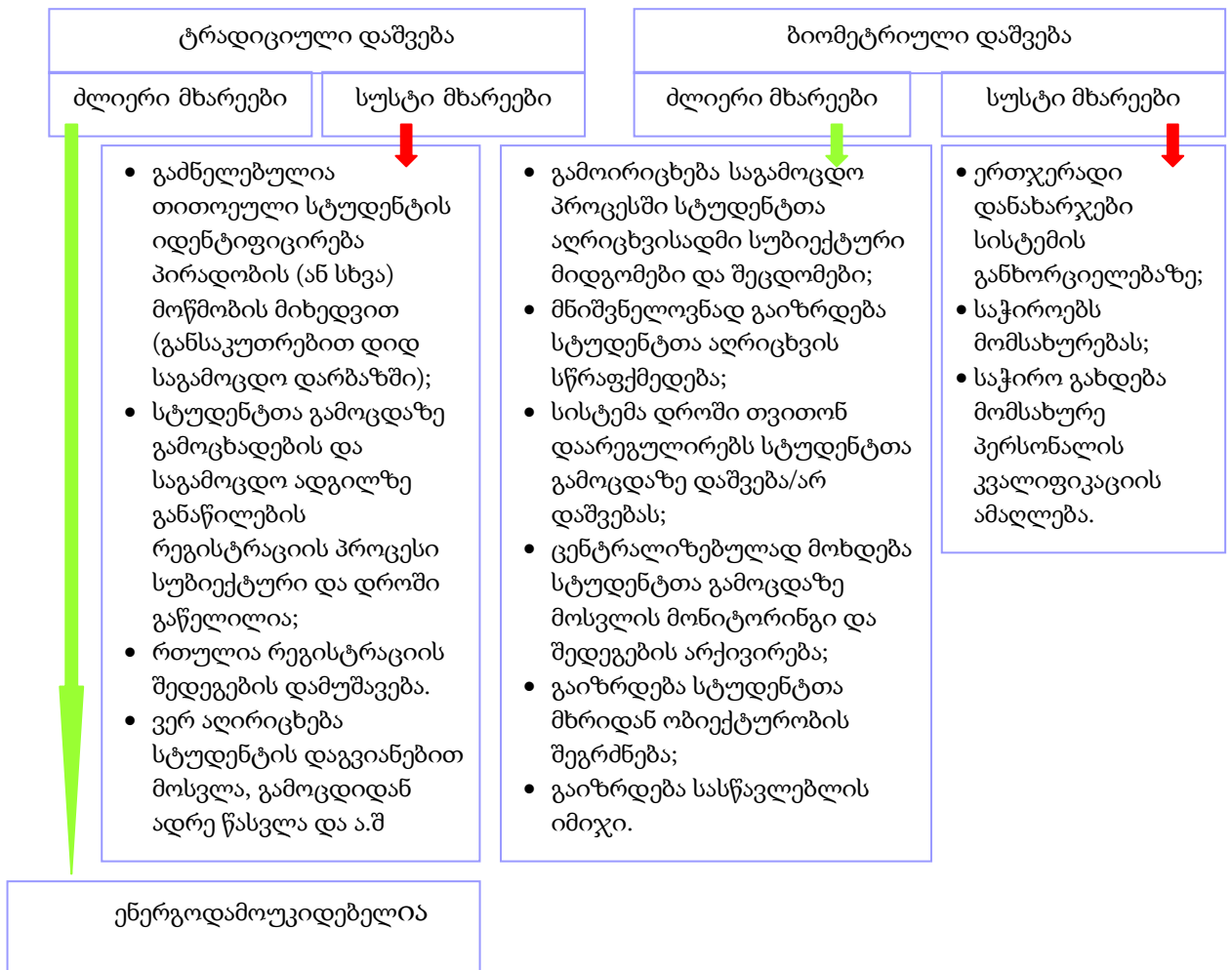
2.6. სტუდენტთა საგამოცდო პროცესზე დაშვების

ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურის დამუშავება

პრობლემის არსი. კომპიუტერულ საგამოცდო პროცესს უზრუნველყოფს ჯგუფი, რომელიც უშუალოდ სასწავლო პროცესში არ

მონაწილეობს. ამდენად, უზრუნველყოფის ჯგუფი გამოსაცდელ სუბიექტს არ იცნობს. შესაბამისად, გაძნელებულია თითოეული სუბიექტის იდენტიფიცირება პირადობის (ან სხვა) მოწმობის მიხედვით (განსაკუთრებით დიდ საგამოცდო დარბაზში). გამოსაცდელი სუბიექტის გამოცდაზე გამოცხადების და საგამოცდო ადგილზე განაწილების რეგისტრირების პროცესი სუბიექტურია და ამასთან, დროში გაწელილი. შესაბამისად, რთულია რეგისტრირების შედეგების დამუშავება.

საგამოცდო პროცესზე სტუდენტთა ტრადიციული და ბიომეტრიული დაშვებების შედარებითი ანალიზი მოცემულია ნახ. 30-ზე.



ნახ. 30. ტრადიციული და ბიომეტრიული დაშვებების შედარებითი ანალიზი

სისტემის დანიშნულება:

სისტემა განკუთვნილია ყველანაირი დანიშნულების სასწავლო დაწესებულებისათვის, სადაც სასწავლო გეგმით გათვალისწინებულია მოსწავლის ან სტუდენტის გამოცდა ან ტესტირება;

სისტემა შეიძლება გამოყენებული იქნას აბიტურიენტთა საგამოცდო პროცესზე დაშვებისთვის;

სისტემა შეიძლება გამოყენებული იქნას კვალიფიკაციის ამაღლების ტრეინინგის დროს მსმენელთა ტესტირებაზე დაშვებისათვის;

სისტემა გამოყენებადია იმის მიუხედევად, თუ რა ფორმით ტარდება გამოცდა ან ტესტირება, იქნება ეს კომპიუტერული ტესტირება თუ „ცოცხალი“ გამოცდა.

პრობლემის გადაწყვეტის გზა. საგამოცდო პროცესზე დაშვების შემოთავაზებული მიდგომა ეყრდნობა გამოსაცდელი სუბიექტების ბიომეტრიულ მონაცემების გამოყენებას, კერძოდ კი თითის ანაბეჭდის გამოყენებას.

ზოგადად, რაიმე სახის რეგისტრირების პროცედურის გავლა საკმაოდ შრომატევადი პროცესია და დიდ დროით დანახარჯებს მოითხოვს. როდესაც პიროვნება ცხადდება რეგისტრირებისათვის, რეგისტრატორი პირადობის დამადასტურებელი მოწმობის დახმარებით ახდენს მის რეგისტრირებას. საჭიროა პირადი ნომრის და სხვა პირადი მონაცემების გადამოწმება რაც ერთიორად ართულებს პროცედურას. ამასთან პირადობის დამადასტურებელი მოწმობის სურათთან თვალით შედარება და იდენტურობის დადგენა ცოცხალი რიგის პირობებში ძალიან ძნელია და არ იძლევა 100 %-იან შედეგს (მაგალითად, ტყუპების შემთხვევისას).

ამჟამად რეგისტრირების პროცედურებისთვის უკვე ფართოდ გამოიყენება ბიომეტრიული ტექნოლოგიები, რაც საკმაოდ ამარტივებს და ამცირებს პროცედურის ხანგრძლივობას. პიროვნების იდენტურობის დასადგენად აღარაა საჭირო პირადობის მოწმობის წარდგენა, პირადი ინფორმაციის გადამოწმება და ფოტოსთან „თვალით“ შედარება. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების დანერგვა საგამოცდო პროცესზე

სტუდენტების დაშვებისათვის საკმაოდ ამარტივებს რეგისტრირების პროცედურას და ამცირებს მის ხანგრძლივობას.

შემოთავაზებული სისტემით ხდება სასწავლო ჯგუფებისათვის საგამოცდო ცხრილის შედგენა (გამოცდების დანიშვნა) და რეგისტრირების პროცედურის გავლის შემდეგ სტუდენტის დაშვება საგამოცდო პროცესზე. რეგისტრირება ხდება თითის ანაბეჭდის სკანირების საშუალებით.

გამოსაცდელი სუბიექტის საგამოცდო პროცესზე დაშვების პრინციპები:

- თითოეული საგამოცდო სუბიექტისათვის სისტემის მონაცემთა ბაზაში წინდაწინ შეტანილია: სუბიექტის გვარი, სახელი, პირადი ნომერი, ჯგუფის ნომერი.
- ჯგუფებისათვის წინდაწინ შედგენილია საგამოცდო ცხრილი. საგამოცდო ცხრილში შეტანილია: ჯგუფის ნომერი, სასწავლო კურსის დასახელება, საგამოცდო თარიღი და დრო.
- სუბიექტი გამოცდაზე ცხადდება საგამოცდო ცხრილის შესაბამისად.
- არის საგამოცდო პროცესზე დაშვების დაგვიანების ლიმიტი. დაგვიანების ლიმიტის ამოწურვის შემდგომ სუბიექტი გამოცდაზე არ დაიშვება (დაგვიანების ლიმიტი რეგულირდება სისტემის ადმინისტრირების გვერდიდან).
- არის გამოცდაზე შესვლის და გამოცდიდან გამოსვლის რეგისტრირება. ეს უკანასკნელი შეიძლება იგნორირებული იქნას (საჭიროების შემთხვევაში) ადმინისტრატორის მიერ. გამოცდიდან გამოსვლის რეგისტრირება სასურველია, რადგან ზღუდავს საგამოცდო პროცესზე ერთი პიროვნების მეორეთი ჩანაცვლების შესაძლებლობას.
- სისტემა საგამოცდო სუბიექტის რეგისტრირების შემდეგ ავტომატურად გამოწერს საგამოცდო ადგილის ნომერს, რომელიც შეირჩევა შემთხვევითი პრინციპით საგამოცდო დარბაზში ადგილების რაოდენობის და ბლოკირებული ადგილების გათვალისწინებით.

სისტემის ფუნქციონირება. გამოცდის დაწყების წინ სისტემაში ჩაიტვირთება (ამოირჩევა) საგამოცდო ჯგუფების სია. საგამოცდო დარბაზში შემოსული სტუდენტი თითო ადებს სკანერს. შედეგად იგი რეგისტრირდება (თუ არის ამ ჯგუფებში) და მასზე ავტომატურად გაიცემა სამუშაო ადგილის ნომერი. სამუშაო ადგილის ნომერი ფორმირდება შემთხვევითი რიცხვების გენერატორის მეშვეობით. დაგვიანების ლიმიტის ამოწურვის შემდეგ სისტემა სტუდენტს დარბაზში არ დაუშვებს. სისტემაში გათვალისწინებულია აგრეთვე საგამოცდო დარბაზიდან გასული სტუდენტის რეგისტრირებაც.

სუბიექტის საგამოცდო პროცესზე დაშვების პროტოკოლი:

- სისტემის ჩართვის მომენტში, საგამოცდო ცხრილის გათვალისწინებით, გააქტიურდება მოცემულ დღეს (თარიღის მიხედვით) საგამოცდო პროცესზე დასაშვები ჯგუფების სია;
- სუბიექტი თითო ადებს სკანერზე;
- ეკრანზე გამოდის შეტყობინება: „სუბიექტი - გვარი, სახელი, პირადი ნომერი, ჯგუფის ნომერი, სასწავლო კურსის დასახელება, საგამოცდო პროცესის დაწყების დრო, ხანგრძლივობა, დამთავრების დრო და სამუშაო ადგილის ნომერი“;
- იმავდროულად იბეჭდება: „სუბიექტი - გვარი, სახელი, პირადი ნომერი, ჯგუფის ნომერი, სასწავლო კურსის დასახელება, საგამოცდო პროცესის დაწყების დრო, ხანგრძლივობა, დამთავრების დრო და სამუშაო ადგილის ნომერი“;
- ეს შეტყობინება იხურება სხვა პროცედურის დაწყებისთანავე (მაგალითად, სხვა სუბიექტი ადებს თითო სკანერს, ან გადავდივართ სხვა ჯგუფზე და სხვა) ან 10 წმ-ის შემდეგ ავტომატურად იხურება და ვუბრუნდებით ჯგუფის გვერდს;
- სუბიექტი იღებს ნაბეჭდ ფურცელს და ჯდება სამუშაო ადგილას.

სუბიექტის საგამოცდო პროცესიდან გამოსვლის პროტოკოლი:

- სუბიექტმა საგამოცდო დარბაზის დატოვებისას უნდა გაიაროს დამთავრების რეგისტრირება;
- დამთავრების რეგისტრირება უნდა მოესწროს საგამოცდოთ მითითებულ ან გამოცდის დამთავრებიდან გარკვეულ დროში. სხვა შემთხვევაში გამოცდის შედეგები გაუქმებულად ითვლება;
- სუბიექტი თითო ადებს სკანერზე. შედეგად გამოდის შეტყობინება: „სუბიექტი - გვარი, სახელი, პირადი ნომერი, ჯგუფის ნომერი, სასწავლო კურსის დასახელება, საგამოცდო პროცესის დაწყების დრო, ხანგრძლივობა, დამთავრების დრო და სამუშაო ადგილის ნომერი. საგამოცდო პროცესი დასრულებულია“;
- სუბიექტი გადის დარბაზიდან.

საგამოცდო ცხრილის სისტემაში შეტანის პროცედურა:

- სისტემაში შეიტანება: სასწავლო კურსები (მათი კოდების მითითებით), ჯგუფები (ეს მონაცემები გადმოიტანება საწყისი რეგისტრირების სისტემიდან), საგამოცდო დარბაზების ნომრები;
- ხდება ამ მონაცემების ერთმანეთზე „მიბმა“ თარიღების და დროების მიხედვით.

სისტემის არქიტექტურაში გათვალისწინებულია საგამოცდო დარბაზის მონიტორი, რომელიც გვიჩვენებს თავისუფალი ადგილების რაოდენობას და გრაფიკულად წარმოსახავს თავისუფალი ადგილების ნომრებს.

სისტემის ადმინისტრირება გულისხმობს:

- ადმინისტრირების რეჟიმში შესვლას პაროლით;
- საგამოცდო დარბაზის ნომრების შეტანას;
- სამუშაო ადგილების რაოდენობის რეგულირებას საგამოცდო დარბაზის ნომრის მიხედვით

- ზოგიერთი სამუშაო ადგილების ბლოკირებას (საჭირო გახდება ზოგიერთი კომპიუტერის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში) საგამოცდო დარბაზის ნომრის მიხედვით;
- სასწავლო კურსის საგამოცდო პროცესის ხანგრძლივობის მითითებას კურსის კოდის მიხედვით;
- დავიანების ლიმიტის განსაზღვრას (რომელიც არ შეიძლება იყოს საგამოცდო პროცესის ხანგრძლივობაზე მეტი) სასწავლო კურსის კოდის მიხედვით;
- გამოცდიდან გამოსვლის რეგისტრირების გაუქმებას (ამოგდება) საგამოცდო დარბაზის ნომრის მიხედვით
- საგამოცდო ცხრილის მიუხედავად ნებისმიერი ჯგუფის ამორჩევის ნებართვას (საჭიროა იმ შემთხვევისთვის, როცა ჯგუფი ამოვარდება საგამოცდო ცხრილიდან. მაგალითად, შუქის გათიშვის გამო);
- ბექდვის ბლოკირებას (ამოგდება) საგამოცდო დარბაზის ნომრის მიხედვით;
- სისტემიდან გამოსვლას;
- პაროლის შეცვლას.

საგამოცდო დარბაზი დაყოფილია სექტორებად. შესაძლებელია სექტორებში შემავალი თითოეული საგამოცდო ადგილის დაბლოკვა, მაგალითად, საგამოცდო კომპიუტერის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაში, რათა პროგრამამ სტუდენტი შეცდომით არ გაანაწილოს დაზიანებულ კომპიუტერთან. შესაძლებელია აგრეთვე დაბლოკვის მიზეზის მითითებაც.

პროგრამაში წინასწარ ხდება დარბაზის იმ სექტორის არჩევა, სადაც პროგრამამ შემთხვევითი შერჩევის წესით უნდა გაანაწილოს ადგილებზე სტუდენტები.

იმ სტუდენტებისათვის, რომლებიც ხელმეორედ გადიან სასწავლო კურსს, ხდება მათი საგამოცდო უწყისების ხელმეორედ გააქტიურება.

რეგისტრირების ფანჯარა გამოიყურება შემდეგნაირად (ნახ. 31):

საგამომცდლო პროცესზე სტუდენტების დაშვების სისტემა
რეგისტრაცია

მიმდინარეობს დამთავრების რეგისტრაცია

გამომცდლის დაშვების დრო: 12:00:00 გამომცდლის დაშვების დრო: 13:00:00

გვარი, სახელი	პირადი №	თარიღი	დრო	დაამთავრა	აღმოსტ. №	საქორი	ჯგუფი
გაბელია ვახტანგ	01008040907	16.02.2012	10:51:56		7	A	8051
გაბუნია თეონა	01036005494	16.02.2012	10:37:10				8051
გაქოშვილი ჯაბა	03001015491	16.02.2012	10:37:10				8051
დათიშვილი დავით	60001106035	16.02.2012	10:46:40				8051
ებრალოძე თამარ	01005014763						8051
თარგამაძე ალექსანდრე	37001046131	16.02.2012	10:46:40				8051
იმერლიშვილი გიორგი	57001027481	16.02.2012	10:46:40				8051
კულუბაძე გიორგი	01015023625	16.02.2012	10:12:40		138	E	8051
კირკიტაძე ნათია	41001015672	16.02.2012	10:51:43		4	A	8051
კობახიძე ნიკა	01001050592	16.02.2012	10:46:40				8051
ლომინაძე ქეთევან	01005013499						8051
მაისურაძე ნიკოლოზ	01025019893	16.02.2012	10:11:10				8051
ოჩინაძე ზაზა	01027047178	16.02.2012	10:37:10				8051
რობიკაშვილი მერი	01027035782						8051
როსნაძე თამარ	60001106904	16.02.2012	10:46:40				8051
სამინაშვილი მზლვა	01001057724	16.02.2012	10:37:10				8051
სანაშვილი ილია	16001023610	16.02.2012	10:50:40				8051
სტუდენტი იური	01001057067						8051
სულხანიშვილი ნათია	01027047549						8051
ქურდიანი ვლადიმერ	57001027353	16.02.2012	10:46:40				8051
ყაზახაშვილი გიორგი	01024061764	16.02.2012	10:10:00				8051
ციგროშვილი გიორგი	15001015533						8051
ცუცქორიძე ნიკო	54001034944	16.02.2012	10:46:40				8051
წვერვაძე გიგა	01012022004	16.02.2012	10:25:40				8051
ჭალაშვილი კახაბერ	01024062332						8051
ხეცურიანი ხატია	31001027134						8051
ჯაფარიშვილი მზლვა	01019047316						8051
ჯანაშია გოგა	19001076069	16.02.2012	10:46:40				8051

დაშვების რეგისტრაცია

სტუდენტების რეგისტრაცია

8051

16.02.2012

13:08:33

ნახ. 31. საგამომცდლო პროცესზე სტუდენტთა დაშვების ფანჯარა

ეკრანზე გამოიტანება იმ სტუდენტების ჩამონათვალი, რომელთაც შეუძლიათ გაიარონ რეგისტრირების პროცედურა. რეგისტრირების პროცედურის გასავლელად სტუდენტი თითო ადებს სკანერს. სისტემა თითო ანაბეჭდის მიხედვით ახდენს სტუდენტის იდენტიფიცირებას, დააფიქსირებს რეგისტრირების გავლის დროს და შემთხვევითი გენერაციის წესით გაანაწილებს მას დარბაზის აქტიური სექტორის ერთ-ერთ ადგილზე. პროცედურის გავლისას ეკრანზე გამოიტანება რეგისტრირების შეტყობინება (ნახ. 32).

<p>გვარი, სახელი: კლუბტიშვილი გიორგი</p> <p>პირადი №: 01015023625ა</p> <p>ჯგუფის №: 8051</p> <p>სასწავლო ქარსი: კომპიუტერების არქიტექტურა</p> <p>გამოცდის დაწყების დრო: 12:00:00</p> <p>გამოცდის დამთავრების დრო: 13:00:00</p>	<p>დარბაზი</p> <p>E</p> <p>ადგილი №</p> <p>138</p>
<p>Print</p>	<p>OK</p>

ნახ. 32. სტუდენტის სარეგისტრაციო მონაცემები

გამოცდის დაწყების რეგისტრირების გავლის შემდეგ სტუდენტის შესაბამისი ველი ეკრანზე ხდება ყვითელი ფერის. იმ სტუდენტების შესაბამისი ველები, რომლებიც არ დაიშვებიან გამოცდაზე, შეფერილია იასამნისფრად. იმ სტუდენტებისათვის, რომლებიც არ გამოცხადდნენ გამოცდაზე, ველები შეფერილი იქნება წითელი ფერით.

სისტემაში გათვალისწინებულია მუშაობის ორი რეჟიმი. პირველი, როდესაც აუცილებელია დამთავრების რეგისტრირების გავლა და მეორე, როდესაც არაა საჭირო დამთავრების რეგისტრირების გავლა.

დამთავრების რეგისტრირების გავლის შემდეგ სტუდენტის შესაბამისი ველი ეკრანზე აისახება მწვანე ფერით.

იმ შემთხვევაში, თუ სტუდენტს აქვს დაბალი ხარისხის თითის ანაბეჭდი, შესაძლებელია რეგისტრირების გავლა კოდის დახმარებით, რომელიც ყოველ სტუდენტს ენიჭება საწყისი რეგისტრირებისას ანაბეჭდის აღების დროს. ამისათვის საჭიროა რეგისტრირების ფანჯარაზე

მოთავსებული კლავიატურის ღილაკის დახმარებით ვირტუალური კლავიატურის გამოძახება ეკრანზე, რომელზეც ხდება კოდის აკრეფა და დადასტურება. დადასტურების შემდეგ სტუდენტი თითოს ადებს სკანერს და ხდება მისი რეგისტრირება.

რეგისტრირების პროცედურის გავლისას შესაძლებელია საგამოცდო ფურცლის ავტომატური ბეჭდვა. საგამოცდო ფურცელზე დაიტანება სტუდენტის სახელი, გვარი, საგნის დასახელება, გამოცდის დაწყების და დამთავრების დროები. ფურცელზე აგრეთვე დაიტანება სექტორის და ადგილის ნომერი, რომელზეც სისტემამ გაანაწილა სტუდენტი.

სისტემაში შესაძლებელია არქივის დათვალიერება. არქივში გადასვლა ხდება ღილაკით „არქივი“. ჯგუფის არჩევით გამოიტანება ჯგუფის გამოცდების ჩამონათვალი. საგნის არჩევით გამოიტანება ყველა იმ ჯგუფის ჩამონათვალი, რომლებსაც ეს საგანი აქვთ ჩაბარებული. სტუდენტის პირადი ნომრის აკრეფის და ძეზნის ღილაკზე დაჭერის შემდეგ ეკრანზე აისახება ინფორმაცია ამ სტუდენტის მიერ ჩაბარებული თითოეული გამოცდის შესახებ.

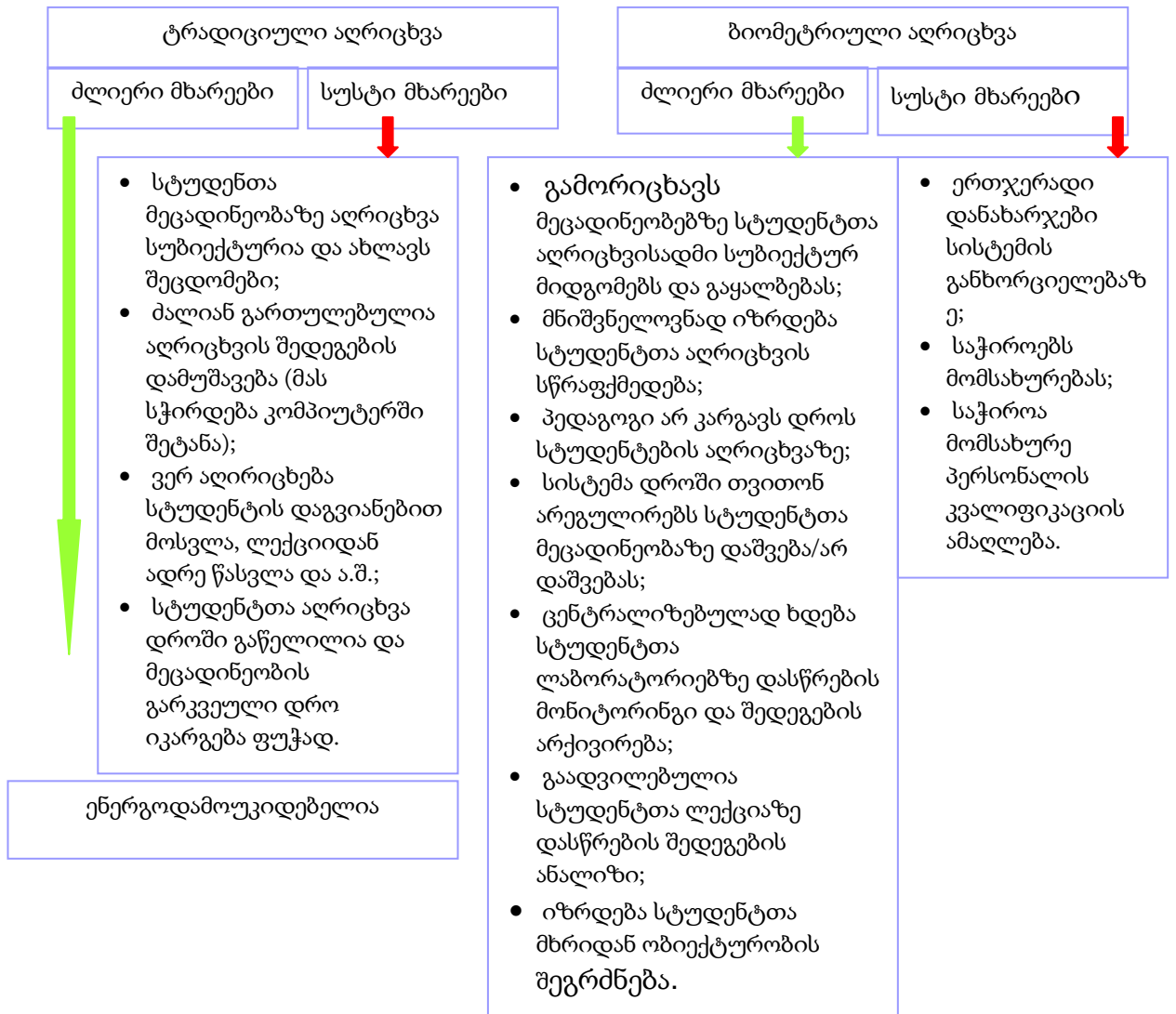
2.7. სტუდენტთა მეცადინეობებზე დაშვების ბიომეტრიული სისტემის არქიტექტურის დამუშავება

ჩვეულებრივ სტუდენტის ლექციაზე დასწრებას აღრიცხავს პედაგოგი ან სასწავლო პროცესის მენეჯერი სტუდენტთა ხელმოწერების მოგროვებით. ასეთ სისტემას აქვს რამდენიმე ნაკლი:

სტუდენტთა მეცადინეობაზე აღრიცხვა სუბიექტურია და ახლავს შეცდომები;

ძალიან გართულებულია აღრიცხვის შედეგების დამუშავება (მას სჭირდება კომპიუტერში შეტანა);

ვერ აღირიცხება სტუდენტის დაგვიანებით მოსვლა, ლექციიდან ადრე წასვლა და ა.შ.;



ნახ. 33. ტრადიციული და ბიომეტრიული აღრიცხვის შედარებითი ანალიზი

სტუდენტთა აღრიცხვა დროში გაწელილია და მეცადინეობის გარკვეული დრო იკარგება ფუჭად.

სტუდენტთა მეცადინეობაზე დასწრების აღრიცხვაში ბიომეტრიული მეთოდის გამოყენების უპირატესობა წარმოჩენილია ნახ. 33-ის სქემაზე

მეცადინეობებზე სტუდენტთა დასწრების ბიომეტრიული აღრიცხვის სისტემა განკუთვნილია მეცადინეობებზე სტუდენტთა დასწრების ავტომატური აღრიცხვისათვის (განსაკუთრებით ეფექტურია, როცა ტერიტორიულად ერთადაა თავმოყრილი ლაბორატორიები და კაბინეტები), კერძოდ:

- სტუდენტთა იდენტიფიცირებისათვის;
- სტუდენტთა ლექციაზე გამოცხადების რეგისტრირებისთვის და აღრიცხვისათვის;
- ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალის წარმოებისათვის;
- ლაბორატორიის მიმდინარეობის პროცესის მონიტორინგისათვის;
- მონაცემთა დაგროვებისა და ანალიზისათვის.

მეცადინეობის დაწყების წინ სისტემის სერვერიდან (როცა გვაქვს სისტემის ქსელური გადაწყვეტა) ცალკეულ ტერმინალებში ჩაიტვირთება მეცადინეობაზე შემსვლელი ჯგუფის სია (ამასთან ერთად ჩაიტვირთება პედაგოგის გვარი, სასწავლო კურსის დასახელება. სისტემაში ჩატვირთული სასწავლო ცხრილით განსაზღვრულია კავშირი „სასწავლო კურსი-ჯგუფი-პედაგოგი-ლაბორატორიული ოთახის ნომერი“, მაგრამ არაა განსაზღვრული ამ მეცადინეობის ჩატარების კონკრეტული დღე და კონკრეტული აკადემიური საათი. ამდენად პედაგოგი თავისუფალია თავის არჩევანში, თუ რომელ დღეს და რომელ საათზე ჩაატარებს ამ მეცადინეობას. თუმცა, მეორეს მხრივ სასწავლო ჯგუფს გააჩნია სასწავლო ცხრილი, რომლითაც ეს

მეცადინეობა დანიშნულია გარკვეულ დღეს და გარკვეულ აკადემიურ საათზე.

შემოტანილია მეცადინეობის “დაწყების” და “დამთავრების” ცნებები, რაც შინაარსობრივად ასახავს „ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალის“ გახსნას და დახურვას. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ მეცადინეობის დაწყება (დამთავრება) არ ემთხვევა აკადემიური საათის დაწყებას (დამთავრებას). მეცადინეობის დაწყებას ახდენს პედაგოგი აკადემიური საათის დაწყებამდე ან მისი დაწყების შემდეგ. სასურველია, რომ პედაგოგმა მეცადინეობა დაიწყო აკადემიური საათის დაწყებამდე, ანუ შესვენების დროს, რადგან მეცადინეობის დაწყების შემდეგ ხდება შესაძლებელი სტუდენტთა რეგისტრირება. ცხადია ამ პროცესს სჭირდება გარკვეული დრო, რომელიც სასურველია არ მოვაკლოთ აკადემიურ საათს. საგულისხმოა ისიც, რომ შემდგომი კონტროლის მიზნით სისტემის არქივში ინახება მეცადინეობის დაწყების დრო. იგივენაირად ხორციელდება პედაგოგის მიერ მეცადინეობის დამთავრება.

გახსნილი ლაბორატორიული ჟურნალი გამოიყენება სტუდენტთა რეგისტრირებისათვის, „მიღებული“, „ჩატარებული“ და „ჩაბარებული“ ლაბორატორიული სამუშაოების (ნომრების) აღრიცხვისათვის.

„მიღებული“ ლაბორატორიული სამუშაო გულისხმობს სტუდენტის მიერ ახალი ლაბორატორიული დავალების მიღებას;

„ჩატარებული“ ლაბორატორიული სამუშაო გულისხმობს სტუდენტის მიერ მოცემულ მეცადინეობაზე ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულებას;

„ჩაბარებული“ ლაბორატორიული სამუშაო გულისხმობს სტუდენტის მიერ უკვე ჩატარებული ლაბორატორიული სამუშაოს ოქმის მიღებას პედაგოგის მიერ.

მოცემულ მეცადინეობაზე შესაძლებელია მხოლოდ ერთი ლაბორატორიული სამუშაოს მიღება, ერთი ლაბორატორიული სამუშაოს ჩატარება და ერთი ოქმის ჩაბარება. სხვა ვარიანტების არსებობას ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალი გამორიცხავს. თუმცა შესაძლებელია, რომ პედაგოგმა ლაბორატორიული ჟურნალის რომელიმე ველი შეუვსებელი დატოვოს. ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალის მიერ გამოირიცხება ორჯერ ერთი და იგივე ნომრით ლაბორატორიული სამუშაოს „მიღება“, „ჩატარება“ და „ჩაბარება“. ელექტრონული ჟურნალი არ იძლევა ისეთი ლაბორატორიული სამუშაოს ოქმის ჩაბარების უფლებას, თუ ეს ამოცანა ჩატარებულად არ არის რეგისტრირებული წინა მეცადინეობებზე. ამდენად, ელექტრონული ჟურნალი საშუალებას იძლევა 15 სასწავლო კვირაში ჩაბარებული იქნას 13 ლაბორატორიული სამუშაოს ოქმი.

მეცადინეობის დაწყებას, ანუ ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალის გახსნას ახდენს მოცემული სასწავლო კურსის პედაგოგი. თუმცა, პედაგოგი თავისუფალია თავის არჩევანში, თუ რომელ გვარს აირჩევს მოცემული მეცადინეობის ჩასატარებლად. ამდენად თუ მოხდა ერთი პედაგოგის ჩანაცვლება მეორე პედაგოგით, მაშინ მეცადინეობის დაწყებისათვის ჩამნაცვლებელმა პედაგოგმა უნდა აირჩიოს ჩანაცვლებული პედაგოგის გვარი. ამდენად პედაგოგთა ჩანაცვლება ამ სისტემაში არ აისახება. ამ მიზნით გამოიყენება „პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემა“

მეცადინეობაზე შესვლისას არჩეული ჯგუფის სტუდენტი გადის ბიომეტრიულ იდენტიფიცირებას თითის სკანერზე დადებით. სისტემაში ავტომატურად მონიშნება ამ სტუდენტის სარეგისტრაციო მონაცემები: პირადი ნომერი, გვარი, სახელი და ჩაიწერება რეგისტრირების დრო.

სტუდენტი სისტემაში რეგისტრირდება მეცადინეობის დაწყების წინ და მეცადინეობის დამთავრებისას. სტუდენტს მეცადინეობაზე შესვლა (დაწყების რეგისტრირება შეუძლია მეცადინეობის პერიოდში (ამ

აკადემიურ საათში) ნებისმიერ დროს (ცხადია, პედაგოგის ნებართვით). სტუდენტს მეცადინეობის დამთავრების რეგისტრირება შეუძლია მეცადინეობის დამთავრების შემდგომ ან მეცადინეობის პერიოდში მხოლოდ დაწყების რეგისტრირებიდან ხუთი წუთის გასვლის შემდეგ.

მეცადინეობის მიმდინარეობის დროს პედაგოგის მიერ სისტემაში შეიტანება სტუდენტის მიერ „მიღებული“, „ჩატარებული“ და „ჩაბარებული“ ლაბორატორიული სამუშაოების ნომრები. შევნიშნავთ, რომ ლაბორატორიული ჟურნალის ველების შევსება შესაძლებელია მხოლოდ იმ სტუდენტებისთვის. რომლებმაც გაიარეს დაწყების რეგისტრირება. დანარჩენი სტუდენტებისათვის შესაბამისი ველები დაბლოკილია.

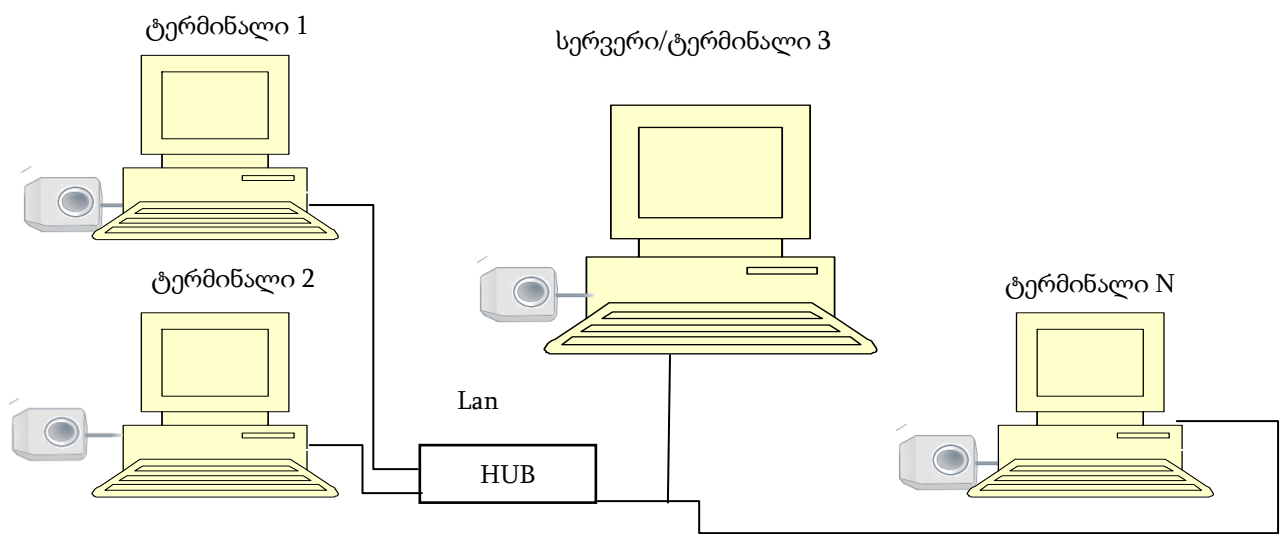
მეცადინეობის დამთავრების შემდეგ მოცემული მეცადინეობის შედეგები ავტომატურად დაიხურება და შემდგომში არ ექვემდებარება შესწორებას. თუმცა შესაძლებელია დამთავრებული მეცადინეობების (ანუ დახურული ელექტრონული ჟურნალის) დათვალიერება.

სისტემაში გათვალისწინებულია მეცადინეობის ორი სახე: ძირითადი და დამატებითი. ძირითადი მეცადინეობის რაოდენობა განისაზღვრება ადმინისტრატორის მიერ, მაგრამ სასწავლო განრიგის თანახმად იგი უნდა იყოს 15. დამატებითი მეცადინეობათა რაოდენობა განისაზღვრება ლაბორატორიის ხელმძღვანელობის მიერ (რეგულირდება ადმინისტრირების ფანჯრიდან).

განსაკუთრებული მოთხოვნა. კონკრეტული ტერმინალი „მიბმულია“ კონკრეტული ლაბორატორიული ოთახის ნომერთან („მიბმა“ ხორციელდება ადმინისტრირების ფანჯრიდან). შესაბამისად მოცემულ ლაბორატორიულ ოთახში შესაძლებელია გაიხსნას ლაბორატორიული ჟურნალები მხოლოდ იმ სასწავლო ჯგუფებისათვის, რომელთაც სასწავლო ცხრილით აქვთ განსაზღვრული ამ ლაბორატორიულ ოთახში მეცადინეობის ჩატარება. აქვე შევნიშნავთ, რომ ამ კონკრეტული ლაბორატორიული ოთახის

ტერმინალიდან შესაძლებელია სისტემაში არსებული ყველა ჯგუფის მონაცემების დათვალიერება.

სისტემის არქიტექტურა. სისტემა სტრუქტურულად წარმოადგენს კომპიუტერულ ქსელს და შედგება სერვერისა და ტერმინალებისგან, რომლებიც განლაგებულია ლაბორატორიებში. სერვერი შეიძლება ასრულებდეს ერთ-ერთი ტერმინალის ფუნქციასაც. ტერმინალები დამატებით აღჭურვილია დაქტილოსკოპიური სკანერებით(ნახ. 34).

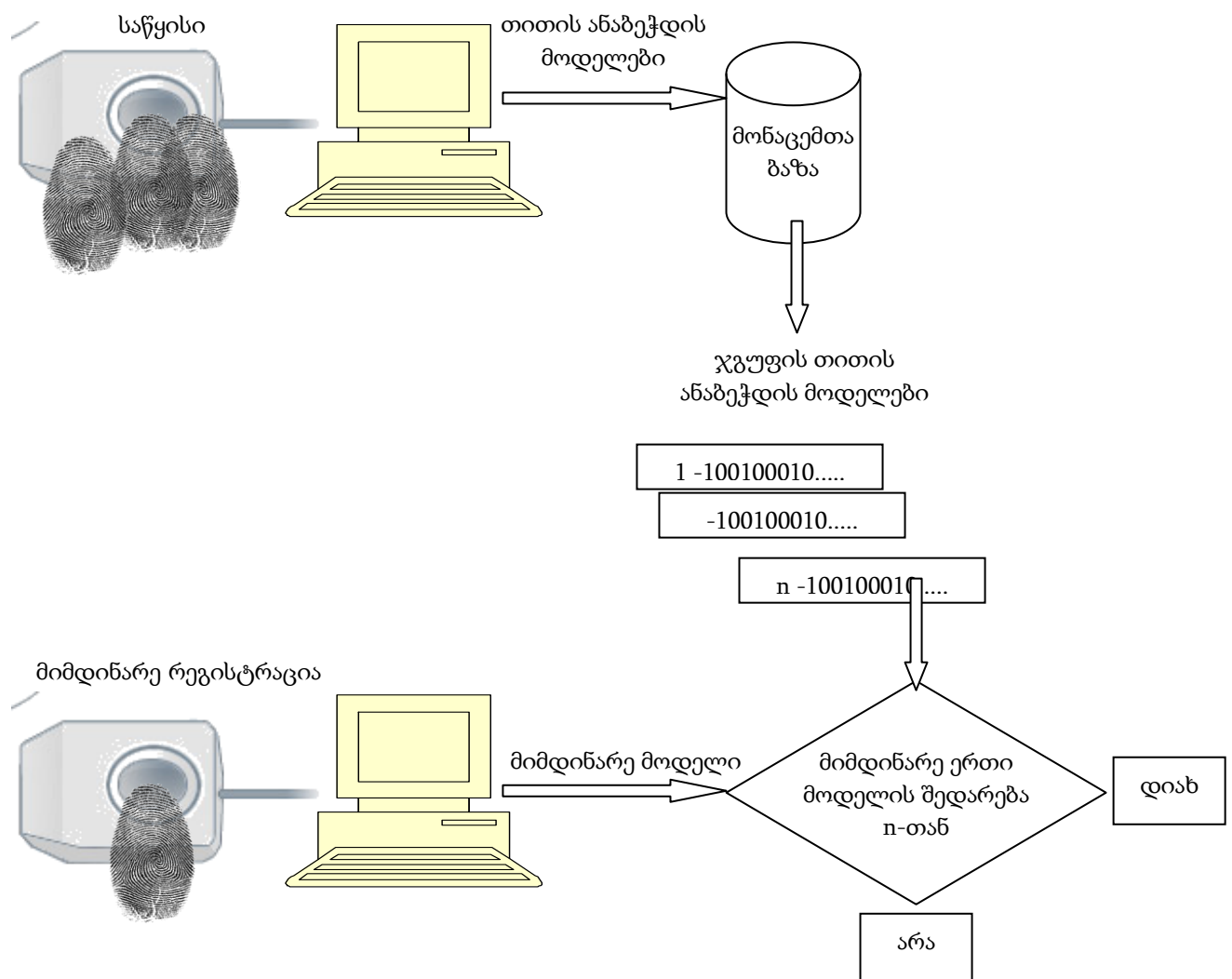


ნახ. 34. სტუდენტთა მეცადინეობებზე დასწრების რეგისტრირების სისტემის სტრუქტურა

ტერმინალში ჩატვირთულია სპეციალური პროგრამა, რომელიც შემდეგი ფუნქციების განხორციელების საშუალებას იძლევა:

- სტუდენტთა იდენტიფიცირება და რეგისტრირება
- ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალის წარმოება
- საარქივო ჩანაწერების დათვალიერება

სისტემა ფუნქციონირებს შემდეგნაირად. თავდაპირველად სისტემაში ჩაიტვირთება სტუდენტის საიდენტიფიკაციო მონაცემები: გვარი, სახელი, პირადი ნომერი, თითის ანაბეჭდის მოდელი, ჯგუფის ნომერი. თითის ანაბეჭდის მოდელის მისაღებად საჭიროა თითოულმა სტუდენტმა გაიაროს საწყისი რეგისტრირების პროცედურა. იმავედროულად ხდება სისტემაში სასწავლო განრიგის ჩატვირთვა, რაც გულისხმობს სასწავლო კურსის, ჯგუფის ნომრის, პედაგოგის გვარის, ლაბორატორიული დარბაზის ნომრის და აკადემიური საათის ერთმანეთზე „მიბმას“.



ნახ. 35. სტუდენტთა მეცადინეობებზე დასწრების რეგისტრირების სისტემის ფუნქციონირების პრინციპი

მონაცემთა ბაზაში შეტანილია ყველა სტუდენტის თითო ანაბეჭდის საწყისი მოდელი (უნივერსიტეტის ან ძირითადი საგანმანათლებლო ერთეულის დონეზე). პედაგოგის მიერ რომელიმე მეცადინეობის დაწყებისას საერთო მონაცემთა ბაზიდან დაიფილტრირება იმ ჯგუფის მონაცემები, რომელიც მოცემულ ლაბორატორიულ ოთახში მოცემულ მომენტში იწყებს მეცადინეობას. შემდეგ თანმიმდევრულად გადიან რეგისტრირებას სტუდენტები. ამრიგად, სტუდენტის რეგისტრირება ხდება ე.წ. იდენტიფიცირების მეთოდით, ოღონდ მოცემული ჯგუფის სტუდენტთა საწყისი მოდელების გადარჩევის გზით, ანუ ჯგუფის სტუდენტთა ანაბეჭდების მოდელების ფარგლებში.

როგორც ზემოთ იყო ნათქვამი, მეცადინეობის დაწყებით ხდება ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალის გახსნა. ამდენად პედაგოგს შეუძლია უკვე შეიტანოს ლაბორატორიის მიმდინარეობის მონაცემები. მონაცემების შეტანა შესაძლებელია იმ სტუდენტისთვის, რომელმაც უკვე გაირა რეგისტრირება. იმ სტუდენტისთვის, რომელმაც უკვე გაირა დამთავრების რეგისტრირება, მონაცემების შეტანა ვერ მოხერხდება.

ამრიგად, სტუდენტი ლაბორატორიულ მეცადინეობაზე რეგისტრირებას გადის ორჯერ: დაწყების რეგისტრირება და დამთავრების რეგისტრირება. ამ სიტუაციაში გვაქვს სამი რეჟიმი:

- სტუდენტს დაწყებული აქვს ლაბორატორიული მეცადინეობა (ელექტრონულ ჟურნალში სტუდენტის სტრიქონი ყვითელია),
- სტუდენტმა დაამთავრა ლაბორატორიული მეცადინეობა (ელექტრონულ ჟურნალში სტუდენტის სტრიქონი მწვანეა),
- სტუდენტი არ დაესწრო ლაბორატორიულ მეცადინეობას, ანუ არ გაირა დაწყების რეგისტრირება (ელექტრონულ ჟურნალში სტუდენტის სტრიქონი წითელია). სტუდენტის სტრიქონი გაწითლდება იმ შემთხვევაშიც, თუ მისი სტრიქონი იყო ყვითელი (ანუ ქონდა დაწყების რეგისტრირება), მაგრამ არ გაირა დამთავრების რეგისტრირება.

სტუდენტთა რეგისტრირების ფანჯარა. რეგისტრირების ფანჯარა გამოიყენება მეცადინეობების დაწყება - დამთავრებისთვის, სტუდენტების მეცადინეობებზე დასწრების რეგისტრირებისთვის და ლაბორატორიული ჟურნალის წარმოებისათვის.

ჩამოთვლილი პროცედურები შეიძლება შესრულდეს მხოლოდ იმ მეცადინეობებისთვის, რომლების სასწავლო ცხრილის მიხედვით უნდა ჩატარდეს მოცემული ტერმინალის ლაბორატორიაში.

მეცადინეობის დაწყება/დამთავრება. იმისათვის, რომ სტუდენტთა მეცადინეობაზე გამოცხადების რეგისტრირება და აღრიცხვა მოხდეს, აუცილებელია თითოეული მეცადინეობის დაწყება პედაგოგის მიერ. მეცადინეობის დაწყებით იხსნება ლაბორატორიული ჟურნალი, რომელიც ღია რჩება პედაგოგის მიერ მეცადინეობის დამთავრებამდე.

მეცადინეობის დაწყება. მეცადინეობის დაწყება შესაძლებელია აკადემიური საათის დაწყებამდე, ე.ი. შესვენების პერიოდში. გათვალისწინებულია მეცადინეობის დაწყების დაგვიანების დროითი ლიმიტი (რეგულირდება ადმინისტრირების ფანჯრიდან). მაგალითად, თუ მეცადინეობა იწყება 12 სთ-ზე და დაგვიანების ლიმიტია 10 წთ, მეცადინეობის დაწყება შესაძლებელია 11:45-დან 12:10-მდე.



ნახ. 36. სტუდენტთა რეგისტრირების ფორმა მეცადინეობის დაწყებამდე

მოცემულ ტერმინალზე შესაძლებელია მხოლოდ იმ მეცადინეობების დაწყება, რომლებიც ცხრილში მოცემულ ლაბორატორიაშია დაგეგმილი.

მეცადინეობის დაწყება ხდება მეცადინეობის დაწყების ღილაკით. მეცადინეობის დაწყება შესაძლებელია თუ სასწავლო ცხრილით ჩასატარებელი მეცადინეობების (ძირითადი და დამატებითი) რაოდენობა არ არის ამოწურული.

სასწავლო კურსის, ჯგუფის და პედაგოგის არჩევის შემდეგ მიმდინარე ფანჯარაში აისახება ამ ჯგუფის ბოლო (ან მიმდინარე) მეცადინეობის ნომერი. ეკრანზე აისახება სტუდენტების სია, მეცადინეობის ნომერი, მეცადინეობის სახე, თარიღი, მეცადინეობის დაწყების და დამთავრების დრო, მეცადინეობის დაწყების რეგისტრირების დრო. სტუდენტების ცხრილის ჩანაწერები რუხი ფერისაა და სამუშაოს ამსახველი ველები დაბლოკილია.

მეცადინეობის ნომრის ველის ისრებიანი ღილაკებით შესაძლებელია წინა მეცადინეობების დათვალიერება.

სტუდენტთა მეცადინეობაზე დასწრების რეგისტრირების სისტემა

კოდი: **PHY0408** | სახელუ კურსი: **ფიზიკა III**

ჯგუფი: **108-630** | პედაგოგი: **პეტრიაშვილი გიორგი**

რეგისტრირება

ლაკორპორატი № 321

20/02/12

მეცადინეობა № **1**


მეცადინეობის ტიპი: **ძირითადი**

პედაგოგი: **პეტრიაშვილი გიორგი**

20/02/12

დაწყება: **09:00** | **08:49**

დამთავრება: **10:45**



ორშაბათი
1 -ლი კვირა

08:49:38

მიმდინარეობს შესვენება!

პირადი №	ვარი, სახელი	შოსვლა	ნასვლა	მიმდინარეობს	რატარა ამოცანა	ჩაბარა ტიპი №	ჯგუფი
11223004555	ამაკელია ლია						108-632
01004046922	ამაშიძე გია						108-630
01011010101	ამულაძე ვაჟა						108-632
00258974111	ბედინიძე მადლი						108-630
01008040907	გაბელია ვახტანგ						108-630
01036005494	გაბუნია თეონა						108-630
00112224448	გაბუნია სანდრო						108-630
03001015491	გიქიშვილი ჯანა						108-630
01224547787	დათიაშვილი დავით						108-630
02121245454	დათიაშვილი ლევან						108-630
00001456877	უზარაძე თამარ						108-630
01010124244	თარგამაძე ალექსანდრე						108-630
00125478002	იმერლიძე გიორგი						108-630
11447788899	იმნაიშვილი ლევანი						108-630
21100458770	იმნაიშვილი მარიამი						108-630
00012356447	კვლავაძე გიორგი						108-630
00145877777	კვიციანი კარლო						108-630
41001015672	კვიციანი ნათია						108-630
02336554478	კვიციანი ნინო						108-630
01010101222	კვიციანი ფიქრია						108-630
01125478888	ლიმიშვილი ქეთევან						108-630
00124556888	მასხარიძე ნიკოლოზ						108-630
01478965554	ონიანი ზაზა						108-630
01010101011	რობიაშვილი მერი						108-630

ნახ. 37. სტუდენტთა რეგისტრირების ფორმა მეცადინეობის დაწყების შემდეგ

დამთავრების რეგისტრირება. მეცადინეობის დამთავრება ხდება მეცადინეობის ბოლოს, დილაკით: "მეცადინეობის დამთავრება". მეცადინეობის რეგისტრირების უფლებას სისტემა იძლევა მეცადინეობის დაწყებიდან 15 წთის შემდეგ, ეს რეჟიმი პედაგოგმა შეიძლება გამოიყენოს მეცადინეობის შეწყვეტისთვის. თუ პედაგოგმა მეცადინეობის დამთავრების ფიქსირება არ მოახდინა, მეცადინეობის დროის ამოწურვიდან 25 წთ-ის შემდეგ სისტემა ავტომატურად ახდენს მეცადინეობის დამთავრებას. მაგალითად, თუ მეცადინეობა დაიწყო 12:00-ზე და 13:45-ზე მთავრდება, მეცადინეობის დამთავრების რეგისტრირება უნდა მოხდეს 13:45-დან 14:10-მდე. მეცადინეობის შეწყვეტა შესაძლებელია 12:15-დან.

სტუდენტების რეგისტრირება. სტუდენტმა რეგისტრირება უნდა გაიაროს მეცადინეობაზე გამოცხადებისას და მეცადინეობის ბოლოს. წინააღმდეგ შემთხვევაში მეცადინეობის დამთავრების შემდეგ სტუდენტს მეცადინეობა ეთვლება გაცდენილად და მისი შესაბამისი ჩანაწერი იღებს წითელ ფერს.

მეცადინეობაზე მოსვლის რეგისტრირება. სტუდენტს მეცადინეობაზე გამოცხადების უფლება ეძლევა პედაგოგის მიერ შესაბამისი ჯგუფის მეცადინეობის დაწყების დაწყების შემდეგ. ამისათვის ეკრანზე უნდა ჩანდეს ამ ჯგუფის მიმდინარე მეცადინეობის ჩანაწერი. სტუდენტი ბიომეტრიულ სკანერზე თითის დადებით ახდენს იდენტიფიცირებას, რის შემდეგაც სტუდენტების სიაში მისი შესაბამისი ჩანაწერი იღებს ყვითელ ფერს, ფიქსირდება მოსვლის დრო და ლაბორატორიული ჟურნალის ველებს დაბლოკვა ეხსნება. თუ სტუდენტის იდენტიფიცირება ვერ ხდება სკანერის მიერ, გამოდის შეტყობინება "გთხოვთ გაიმეოროთ!".

მეცადინეობიდან წასვლის რეგისტრირება. მეცადინეობის ბოლოს პედაგოგის მიერ მეცადინეობის დამთავრებამდე სტუდენტმა უნდა გაიაროს რეგისტრირება, ბიომეტრიულ სკანერზე თითის დადებით ახდენს იდენტიფიცირებას, რის შემდეგაც მისი შესაბამისი ჩანაწერი იღებს მწვანე ფერს, ფიქსირდება წასვლის დრო და ლაბორატორიულ ჟურნალში მისი ველები იბლოკება. თუ სტუდენტის იდენტიფიცირება ვერ ხდება სკანერის მიერ, გამოდის შეტყობინება "გთხოვთ გაიმეოროთ!". თუ სტუდენტმა წასვლის რეგისტრირება არ გაიარა, პედაგოგის მიერ მეცადინეობის დამთავრების შემდეგ, სტუდენტის შესაბამისი ჩანაწერი იღებს წითელ ფერს. სტუდენტს წასვლის რეგისტრირების უფლება ეძლევა მოსვლის რეგისტრირებიდან 5 წთ-ის შემდეგ. წასვლის რეგისტრირების შემდეგ მას ამ მეცადინეობაზე ხელმეორედ რეგისტრირების უფლება არ აქვს.

ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალის წარმოება

სტუდენტთა მეცადინეობაზე დასწრების რეგისტრირების სისტემა

კოდი: **PHV0408** | სასწავლო კურსი: **ფიზიკა III**

ჯგუფი: **108-630** | უდაგოე: **პეტრიაშვილი გიორგი**

რეგისტრირება

პირადი №	გვარი, სახელი	მოსვლა	ნასვლა	მიიღო ამოცანა	ჩააბარა ამოცანა	ჩააბარა ოქმი №	ჯგუფი
11223004565	აბაჯელი ლია						108-632
01004046922	აბაშიძე ვია						108-630
01011010101	აბულაძე ევა						108-632
00268974111	ხედინიშვილი მაგალი						108-630
01008040907	გაბელია ვახტანგ	09:00		1	1		108-630
01036005494	გაბუნია თეონა	09:01		1	1		108-630
00112224448	გაბუნია სანდრო						108-630
03001015491	გიქოშვილი ეკაბა	08:50		1	1		108-630
01224547787	დათიაშვილი დავით						108-630
02121245464	დათიაშვილი ლევან						108-630
00001466877	ებრაძიძე თამარ						108-630
01010124244	თარგამაძე ალექსანდრე						108-630
00125478002	იმერლიშვილი გიორგი						108-630
11447788899	იმნაიშვილი ლევანი						108-630
21100458770	იმნაიშვილი მარამი						108-630
00012356447	კულუბაშვილი გიორგი						108-630
00145877777	კვიციანი კარლო						108-630
41001015672	კორკიტაძე ნათია						108-630
02386564478	კორკიტაძე ნინო						108-630
01010101222	კორკიტაძე ფიქრია						108-630
01125478888	ლიშიშვილი ქეთევან						108-630
00124568888	მასისურაძე ნიკოლოზ						108-630
01478965654	ონიანი ზაზა						108-630
01010101011	რობტაშვილი მერი						108-630

ლაბორატორია № 321

შეცდინების № **1**

მეცადინეობის ტიპი: **ძირითადი**

უდაგოე: **პეტრიაშვილი გიორგი**

თარიღი: **20/02/12**

დაწყება: **09:00** | დამთავრება: **08:49**

ლაბორატორია: **10:45**

20/02/12

ორშაბათი
1-ლი კვირა

09:01:36

მეცადინეობის
1-ლი საათი

09:00-09:45

ნახ. 38. ელექტრონული ლაბორატორიული ჟურნალი შევსების პროცესში

მეცადინეობის მიმდინარეობის პროცესში პედაგოგი სისტემაში აფიქსირებს სტუდენტების მიერ შესრულებულ სამუშაოს. თითოეული სტუდენტისთვის (ვინც გაიარა მოსვლის რეგისტრირება და ესწრება მეცადინეობას) პედაგოგი ავსებს შემდეგ ველებს: მიიღო ამოცანა #, ჩაატარა ამოცანა #, ჩააბარა ოქმი #. სისტემა კრძალავს მოცემული სტუდენტისთვის მიღებული ან ჩატარებული ამოცანის ორჯერ დაფიქსირებას. იმისათვის, რომ დაფიქსირდეს ოქმის ჩაბარება, შესაბამისი ამოცანის ჩატარება უნდა იყოს დაფიქსირებული წინა მეცადინეობებზე(ნახ.38).

არქივი. არქივის ფანჯარაში გადასვლა ხდება რეგისტრირების ფანჯრიდან სპეციალური ღილაკით. არქივის ფანჯარა ასახავს მიმდინარე სემესტრის მეცადინეობების დაწყება-დამთავრების, სტუდენტების მეცადინეობებზე დასწრების და მათ მიერ შესრულებული სამუშაოს სრულ არქივს. რეგისტრირების ფანჯრისაგან განსხვავებით, რომელიც მხოლოდ მოცემული ტერმინალის ლაბორატორიის მეცადინეობების რეგისტრირების საშუალებას იძლევა, არქივის განყოფილება ასახავს ნებისმიერი ლაბორატორიული ოთახების მეცადინეობებს.


სტუდენტთა მეცადინეობაზე დასწრების რეგისტრირების სისტემა

კოდი: **PHY0408** სასწავლო კურსი: **ფიზიკა III**

ჯგუფი: **108-630** პედაგოგი: **პეტრიაშვილი გიორგი**

არქივი

ლაბორატორია N 321



პირადი №	გვარი, სახელი	ჩაბარებული ოქმების რაოდენობა	№	თარიღი	მოს- ვლა	წას- ვლა	მიო- დო	ჩაა- ცანა	ჩააბრა- ნი ოქმი №	პედაგოგი	ლაბორა- ტორია
11223004555	საბულია ლია	0	1	20/02/12	08:50	10:08	1	1	პეტრიაშვილი გიორგი	321	
01004046922	საბიძე გია	0	2	20/02/12	10:45	12:47	2	3	პეტრიაშვილი გიორგი	321	
01011010101	საბულაძე ეკა	0	3	20/02/12	12:48	14:50	3	4	პეტრიაშვილი გიორგი	321	
00258974111	ბედიშიშვილი მადელი	0	4	20/02/12	14:53				პეტრიაშვილი გიორგი	321	
01008040907	ვახუშტია ვახტანგ	2									
01036005494	ვახუშტია თეონა	2									
00112224448	ვახუშტია სანდრო	0									
03001015491	ვახუშტია ჯანა	2									
01224547787	ვახუშტია დავით	0									
02121245454	ვახუშტია ლევან	0									
00001455877	ვახუშტია თამარ	0									
01010124244	ვახუშტია ალექსანდრე	0									
00125478002	ვახუშტია გიორგი	0									
11447788899	ვახუშტია ლევან	0									
21100458770	ვახუშტია მარიამ	0									
00012356447	ვახუშტია გიორგი	0									
00145877777	ვახუშტია კარლი	0									
41001015672	ვახუშტია ნათია	0									
02336554478	ვახუშტია ნინო	0									
01010101222	ვახუშტია ფიქსია	0									
01125478008	ვახუშტია ქეთევან	0									
00124556888	ვახუშტია ნიკოლოზ	0									
01478965554	ვახუშტია ილია	0									
01010101011	ვახუშტია მერი	0									
01235477894	ვახუშტია თამარ	0									
02355554787	ვახუშტია მალაქა	0									
12540004566	ვახუშტია ილია	0									

ლაბორატორია N 321

20/02/12

ორშაბათი
1 - ლი აპონა

14:53:52

მეცადინეობის
შესრულება!

11:00 - 11:45

ნახ. 39. არქივის ფანჯარა

მეცადინეობების დათვალიერებისთვის სასწავლო კურსის და ჯგუფის არჩევის შემდეგ მარცხენა ქვეფანჯარაში აისახება ამ ჯგუფის სტუდენტების სრული სია. პედაგოგის არჩევის შემთხვევაში სია დაიფილტრება და ასახავს არჩეული პედაგოგის სტუდენტებს. თითოეული სტუდენტისთვის მოცემულია ჩაბარებული ოქმების რაოდენობა. სტუდენტის ჩანაწერის მაუსით გააქტიურების შემდეგ მარჯვენა ქვეფანჯარაში გამოჩნდება ამ სტუდენტის ჯგუფის ჩატარებული მეცადინეობების სია, რომელშიც ასახულია დეტალური ინფორმაცია სტუდენტის მოსვლა-წასვლის და ლაბორატორიული ჟურნალის ჩანაწერების შესახებ. მწვანე ფერით ნაჩვენებია მეცადინეობები, რომლებსაც სტუდენტი ესწრებოდა, წითელი ფერით - გაცდენილი, ან როცა, მოსვლის რეგისტრირება შესრულებულია, წასვლის კი - არა. ყვითელი ფერით - მიმდინარე მეცადინეობა.

არქივის ფანჯრიდან შესაბამისი დილაკით ვბრუნდებით რეგისტრირების ფანჯარაში.

ადმინისტრირების მოდული. ადმინისტრირების მოდული ძირითადად გამოიყენება ადმინისტრატორის მიერ სასწავლო ცხრილის შესავსებად. ამისათვის პირველ რიგში საჭიროა საწყისი მონაცემების შეტანა:

- ლაბორატორიები (აუდიტორიების #);
- სასწავლო კურსები;
- პედაგოგები;
- სასწავლო კვირები;
- ჯგუფები (ჯგუფების და სტუდენტების სიები).
- დროითი დანაყენები.

ჯგუფების სიები ბაზაში იტვირთება სემესტრის დასაწყისში სტუდენტთა საწყისი რეგისტრირების პროგრამული პაკეტის RS - V. 1.0-2012 დახმარებით, ამავე პროგრამით ხდება ბაზის განახლება სემესტრის მანძილზე ჯგუფებში ცვლილებების შემთხვევაში, მაგალითად, სტუდენტის ჯგუფიდან ჯგუფში გადაყვანის დროს;

ჯგუფებისა და სტუდენტების ჩამონათვალი სისტემაში გადმოიწერება სტუდენტთა საწყისი რეგისტრირების სისტემიდან (ახორციელებს სასწავლო პროცესის მართვის ელექტრონული სისტემების უზრუნველყოფის ჯგუფი). სისტემის ადმინისტრატორი ავსებს ლაბორატორიების, პედაგოგების, სასწავლო კურსების სიებს, ახდენს დროითი დანაყენების ფორმირებას. ამის შემდეგ იწყება სასწავლო ცხრილის შედგენა.

სასწავლო ცხრილის შედგენა. მეცადინეობების დაგეგმვა ხდება სასწავლო ცხრილის შესაბამისად. სასწავლო კურსის არჩევის შემდეგ საჭიროა იმ ჯგუფების შეტანა, რომლებსაც უნდა ჩაუტარდეთ მოცემულ სასწავლო კურსის მეცადინეობები, თუ ჯგუფი იყოფა რამდენიმე ქვეჯგუფად, თითოეული ქვეჯგუფისთვის ივსება ცალ-ცალკე ჩანაწერი,

სადაც ფიქსირდება ამ ქვეჯგუფის პედაგოგი. ქვეჯგუფის სტუდენტების შესარჩევად გამოიყენება ლილაკი, რომელიც იძახებს სტუდენტების არჩევის ფანჯარას. სტუდენტების მაუსით ამორჩევის შემდეგ ლილაკით "სტუდენტების გადაყვანა ქვეჯგუფში" მოხდება მონიშნული სტუდენტების გადაყვანა მოცემულ ქვეჯგუფში, რომელიც აისახება მარჯვენა სიაში, აქვე შესაძლებელია სტუდენტის ქვეჯგუფიდან ამოგდება.

ორივე სიის ბოლოს მოცემულია სტუდენტების რაოდენობები. მთავარ ფანჯრაში დაბრუნების შემდეგ მარჯვენა ქვეფანჯარაში აისახება ქვეჯგუფის სია. ცხრილში ასევე ფიქსირდება ლაბორატორიის ნომერი (მეცადინეობების რეგისტრირება მოხდება მითითებული ლაბორატორიის ტერმინალზე), ძირითადი და დამატებითი მეცადინეობების რაოდენობა, მეცადინეობის ხანგრძლივობა. ცხრილის შევსების დროს სისტემა აკონტროლებს, რომ არ მოხდეს სასწავლო კურსის, ჯგუფის და პედაგოგის ერთობლიობის გამეორება.

ცხრილში ცვლილებების შეტანა. ცხრილის შევსების შემდეგ შესაძლებელია ცხრილის ჩანაწერის წაშლა, დამატება, რედაქტირება, თუმცა ეს ცვლილებები სასურველია მოხდეს მეცადინეობების დაწყებამდე, რადგან მოქმედებს რამდენიმე შეზღუდვა:

- ცხრილში ჯგუფის შეცვლა შეუძლებელია;
- ჩანაწერის წაშლა შეუძლებელია, თუ ამ ჩანაწერის შესაბამისი ერთი მეცადინეობა მაინც არის ჩატარებული;
- ძირითადი მეცადინეობების რაოდენობის შემცირება შეუძლებელია, თუ ჩატარებული რაოდენობა ტოლია ან აჭარბებს იმ რაოდენობას, რითაც გვინდა შევცვალოთ;
- ძირითადი მეცადინეობების რაოდენობის გაზრდა შესაძლებელია დამატებითი მეცადინეობების დაწყებამდე;
- დამატებითი მეცადინეობების რაოდენობის შეცვლა (გაზრდა) კი ყოველთვისაა შესაძლებელი;

- სტუდენტის გადაყვანა ჯგუფის ერთი ქვეჯგუფიდან სხვა ქვეჯგუფში:

მეცადინეობის ცხრილის ფანჯარაში სასწავლო კურსის არჩევის შემდეგ ჯგუფების ჩამონათვალში უნდა მოიძებნოს სტუდენტის ჯგუფის ჩანაწერი და სტუდენტების სიის ღილაკით გამოვიძახოთ სტუდენტების ფანჯარა, ქვეჯგუფის (მარჯვენა) სიაში მოვნიშნოთ სტუდენტის გვარი, სახელი და შესაბამისი ღილაკით გავაუქმოთ ქვეჯგუფიდან.

ჯგუფების ჩამონათვალში მოვნიშნოთ ის ქვეჯგუფი, სადაც უნდა გადავიდეს სტუდენტი, გამოვიძახოთ სტუდენტების სიის ფანჯარა, სტუდენტი დავამატოთ მოცემულ ქვეჯგუფში.

სტუდენტის ჯგუფიდან ჯგუფში გადაყვანა. სტუდენტის ჯგუფიდან ჯგუფში გადაყვანის შემთხვევაში, პირველ რიგში ეს ცვლილება უნდა აისახოს სტუდენტთა საწყისი რეგისტრირების პროგრამაში, საიდანაც ცვლილება აისახება ამ სისტემაში. ამის შემდეგ ადმინისტრატორმა უნდა შეასრულოს ჯგუფის ერთი ქვეჯგუფიდან სხვა ქვეჯგუფში სტუდენტის გადაყვანის პროცედურა.

დროითი დანაყენები. სისტემა საშუალებით შესაძლებელია მეცადინეობის დაწყების დაგვიანების ლიმიტის რეგულიება.

მეცადინეობის დაწყება შესაძლებელია მეცადინეობის წინა შესვენების დაწყებიდან მეცადინეობის დაწყების დაგვიანების დროითი ლიმიტის ამოწურვამდე.

2.8. ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემის მოდელის და არქიტექტურის დამუშავება

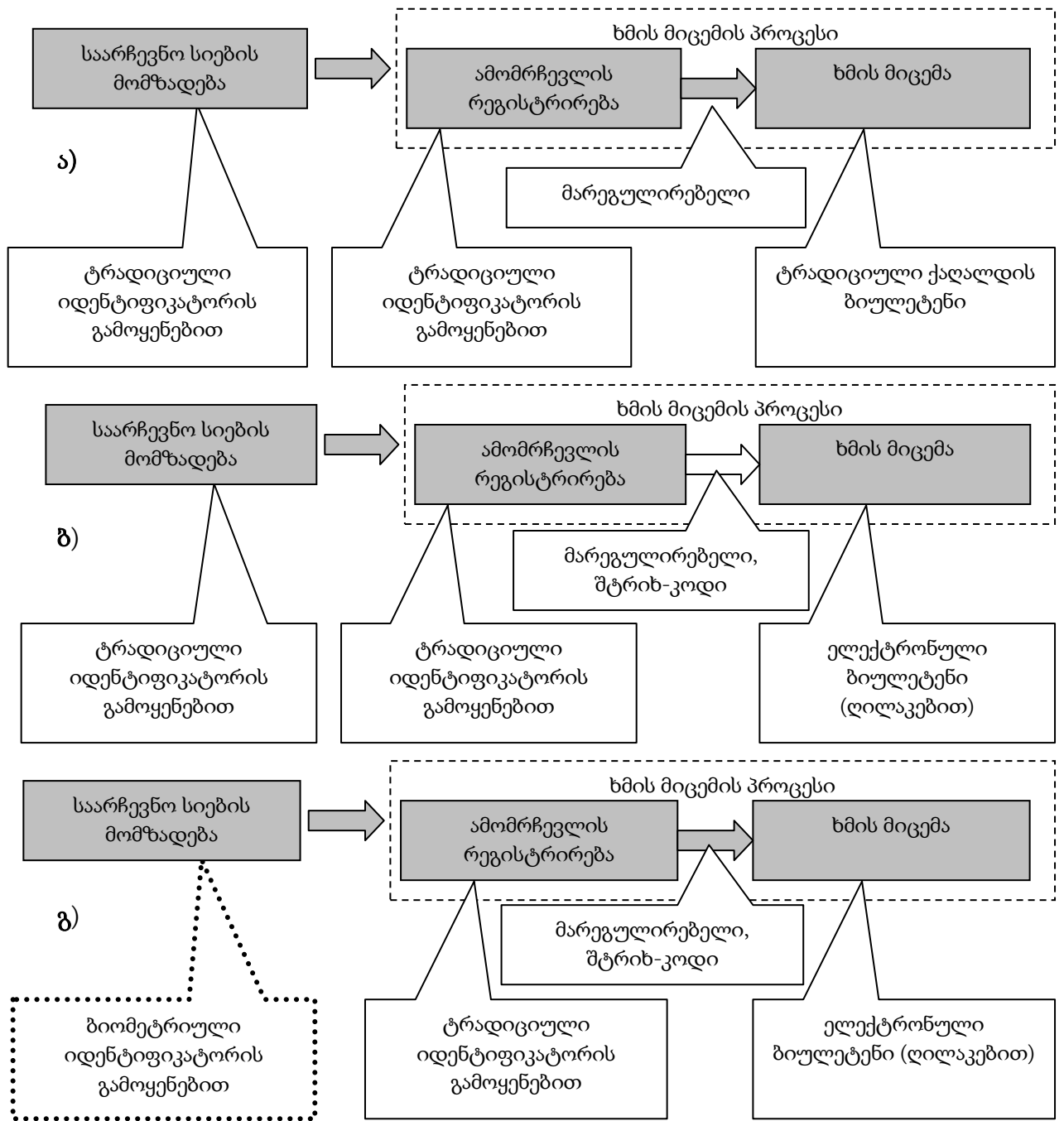
განვიხილოთ მსოფლიოში არსებული ხმის საარჩევნო სისტემები, რომელთა მუშაობის სქემები წარმოდგენილია ნახ.39-ზე. თავიდანვე უნდა

ვთქვათ, რომ საარჩევნო სიების მომზადება ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების გარეშე, დღეს მსოფლიოში არსად ხდება: ეს უკვე დროის მოთხოვნაა.

ნახ.40,ა-ზე წარმოდგენილია ტრადიციული საარჩევნო სისტემის სქემა, სადაც ყველა ეტაპზე მოქმედებს ადამიანის (პერსონალის) ფაქტორი. საარჩევნო სიის შედგენისას ადამიანი ახდენს ამომრჩევლის იდენტიფიცირებას, სიაში შეტანას და შემდეგ საარჩევნო სიის გადამოწმებას. ხმის მიცემის მომენტში ამომრჩევლის რეგისტრირებისას, მის იდენტიფიცირებას და ყველა შემდგომი პროცედურის რეგულირებას, ამომრჩევლის მიერ საარჩევნო ბიულეტენის საარჩევნო ურნაში ჩაშვებამდე და შემდეგ ხმების დათვლას და არჩევნების შედეგების დაჯამებას, ახდენს ასევე ადამიანი. რომ არაფერი ვთქვათ ასეთი სქემის გამოყენებისას დროით და მატერიალურ დანახარჯებზე, შედეგებზე აუცილებლად იქონიებს უარყოფით გავლენას ადამიანის ფაქტორთან დაკავშირებული სუბიექტური და ობიექტური ფაქტორები.

როცა ვსაუბრობთ ელექტრონულ არჩევნებზე, დღეისათვის მსოფლიოში მოქმედებს ნახ.40,ბ-ზე წარმოდგენილი სქემა, სადაც ამომრჩევლის მიერ ხმის მიცემის პროცესში და შემდგომ ეტაპებზე უკვე გამორიცხულია ადამიანური ფაქტორი, რაც ცხადია დადებითად აისახება არჩევნების შედეგებზე. მაგრამ აღნიშნული სქემა, ვერ არეგულირებს საარჩევნო სიებში ამომრჩეველთა დუბლირების საკითხებს და გაყალბებას ხმის მიცემის პროცესში ამომრჩევლის რეგისტრირების ეტაპზე.

დღეისათვის ფართო დისკუსიის საგანია საარჩევნო პროცესში ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენება, არის უკვე ექსპერიმენტები. უპირველეს ყოვლისა, ეს ეხება ბიომეტრიის გამოყენებას საარჩევნო სიების მომზადებისას, რომელიც ხელს უწყობს მის გაჯანსაღებას. ამ სისტემის სქემა ნაჩვენებია ნახ.40,გ-ზე.



ნახ. 40. მოქმედი საარჩევნო სისტემების სქემები: ა) ტრადიციული საარჩევნო სისტემა, ბ) საარჩევნო სისტემა ელექტრონული ბიულეტენის გამოყენებით, გ) საარჩევნო სისტემა ბიომეტრიული იდენტიფიკატორის გამოყენებით

ბიომეტრიის გამოყენება საარჩევნო პროცესში. როგორც დავინახეთ, არსებული მექანიკური და ელექტრონული ხმის მიცემის მანქანები ხმის მიცემის პროცესში არ ეხებიან (უფრო სწორად, ვერ ეხებიან) ამომრჩეველთა იდენტიფიცირების პროცესს. ამ მანქანებით საარჩევნო პროცესის

წარმართვისას ამომრჩეველთა იდენტიფიცირება ხდება ტრადიციული გზით - ამომრჩეველის საიდენტიფიკაციო დოკუმენტის გამოყენებით. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ გაყალბების კუთხით ამომრჩეველთა იდენტიფიცირების პროცესის გაკონტროლება ისევე მნიშვნელოვანია, როგორც უშუალოდ ხმის მიცემის პროცესი.

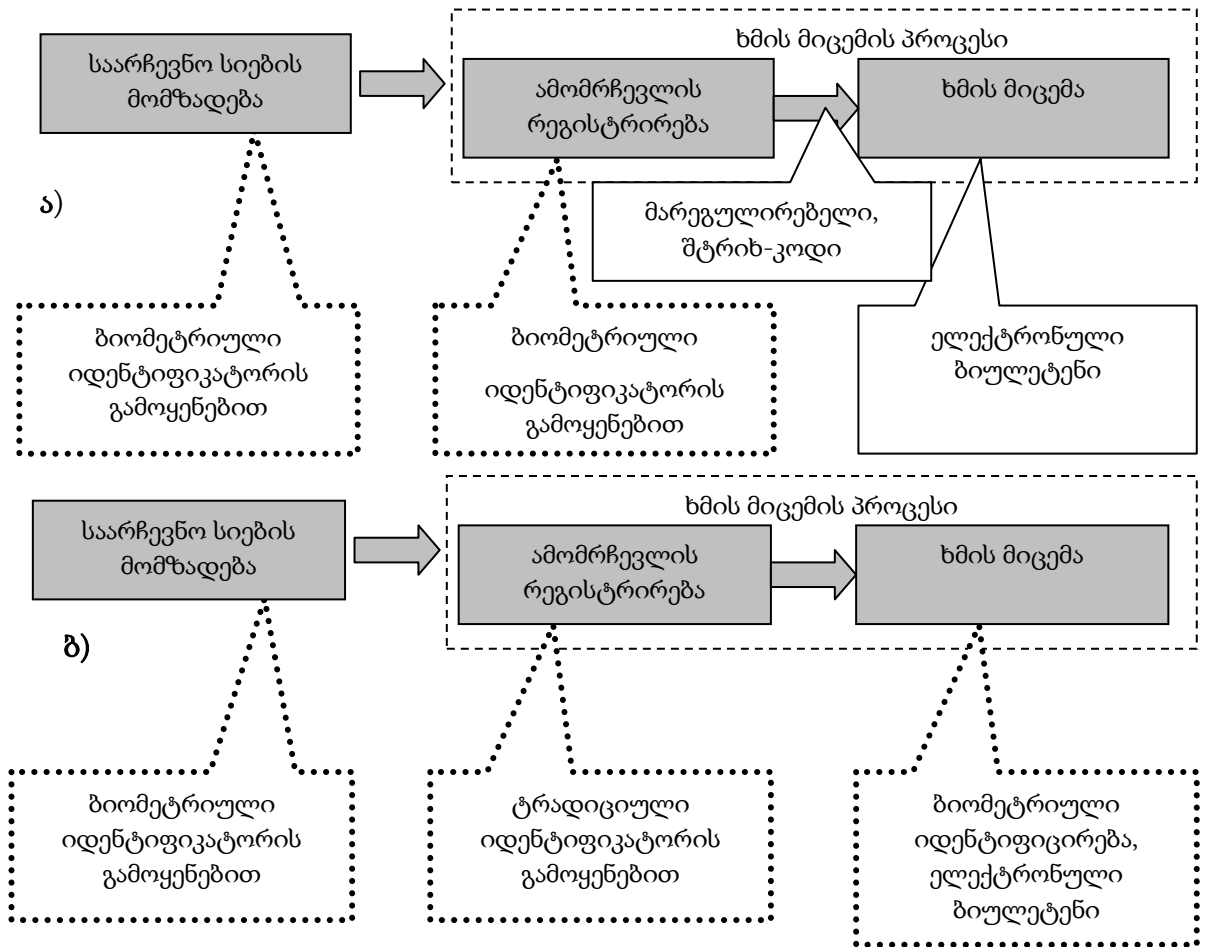
ბიომეტრიული ტექნოლოგიების განვითარებამ შესაძლებელი გახადა, რომ ხმის მიცემის პროცესში კონტროლს დაქვემდებარებოდა როგორც ამომრჩეველთა იდენტიფიცირების, ასევე ხმის მიცემის პროცესი. თუმცა შესაძლებელია გვექონდეს შერეული სქემაც, როცა საარჩევნო უბანზე ამომრჩეველის რეგისტრირება ხდება ბიომეტრიულად და ხმის მიცემა სხვა საშუალებით, მაგალითად ბიულეტენის სკანირებით.

დღეისათვის პიროვნების იდენტიფიცირების საუკეთესო მეთოდად მიჩნეულია ბიომეტრიული კონტროლის გამოყენება [23].

აქ არ მოვიტანთ ტრადიციული თუ ელექტრონული საარჩევნო სისტემების კრიტიკულ ანალიზს. აღვნიშნავთ მხოლოდ მათ ძირითად ნაკლს - პროცესის და შედეგების გაყალბების შესაძლებლობას. ამ ძირითადი ნაკლის გამოსწორება შესაძლებელია ბიომეტრიული მეთოდების გამოყენებით. ამასთან, ბიომეტრიული სისტემების დახვეწასთან და გაიაფებასთან ერთად ბოლო პერიოდში კიდევ უფრო მეტად გაიზარდა მათი ხმის მიცემის პროცესში გამოყენების ინტერესი.

შემოთავაზებულია საარჩევნო სქემა (ნახ.41,ა), რომელიც ყველა ეტაპზე იყენებს ბიომეტრიულ ტექნოლოგიას [55]. როგორც ვხედავთ, საარჩევნო პროცესის მთელი ციკლიდან გამორიცხულია ადამიანის ფაქტორი. შეიძლება ითქვას, რომ საარჩევნო პროცესს მთლიანად წარმართავს თვითონ ამომრჩეველი. საარჩევნო სიების ფორმირებისას ბიომეტრიის გამოყენება საშუალებას იძლევა ცალსახად იქნას იდენტიფიცირებული ამომრჩეველი და გამორიცხულ იქნას საარჩევნო

სიების დუბლირება. ამომრჩევლის რეგისტრირების ეტაპზე ბიომეტრიული იდენტიფიცირება გამორიცხავს მომსახურე პერსონალის ფაქტორს და ამ ეტაპისათვის დამახასიათებელ მანკიერ მხარეებს. ხმის მიცემის ეტაპზე ბიომეტრის გამოყენება გამორიცხავს მარეგულელებლის არსებობას და შტრიხ-კოდის გამოყენებას. ამ უკანასკნელის სქემიდან ამოგდება ამარტივებს და აიაფებს საარჩევნო პროცესს.



ნახ. 41. ბიომეტრიული საარჩევნო სისტემის სქემები: ა) ხმის მიცემისას რეგისტრირების ეტაპზე ბიომეტრიული კონტროლით, ბ) ხმის მიცემისას სრული ბიომეტრიული კონტროლით

საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში 2012 წელს ჩატარებული დეკანების არჩევნებში გამოყენებული იყო ზემოთ მოტანილი სქემის მოდიფიცირებული ვარიანტი (ნახ.41,ა), სადაც ხმის მიცემის ეტაპზე არ იყო

გამოყენებული ბიომეტრია. ცხადია, რომ ეს სქემა წინადადებული ნაბიჯია არსებულ მოქმედ სქემებთან შედარებით, მაგრამ კომპრომისულია ნახ.41,ბ სქემასთან შედარებით, რაც განპირობებული იყო გარკვეული ფაქტორებით.

ნახ.42-ზე მოტანილია მხოლოდ ტრადიციული და ბიომეტრიული ხმის მიცემის ტექნოლოგიების შედარებითი ანალიზი.

როგორც ვხედავთ, ბიომეტრიულ ტექნოლოგიებს უდავო უპირატესობა აქვთ ტრადიციულთან შედარებით ხმის მიცემის პროცესის ფუნქციური საიმედოობის, გამტარუნარიანობის და მატერიალური დანახარჯების თვალსაზრისით. ფუნქციური საიმედოობის ქვეშ იგულისხმება გაყალბებისადმი და პროცესის შედეგებში ჩაურევლობისადმი მედეგობა.

საარჩევნო სისტემებისადმი წაყენებული მოთხოვნები. ელექტრონული საარჩევნო სისტემის შექმნა და დანერგვა საშუალებას იძლევა არა მხოლოდ ავტომატიზირებული იქნას საარჩევნო პროცესი, აგრეთვე მნიშვნელოვნად იქნას შემცირებული საარჩევნო მატერიალური დანახარჯები და ხმის დათვლის პროცესში შეცდომების ალბათობა. ასეთი სისტემა უნდა აკმაყოფილებდეს რიგ მოთხოვნებს, რომელთა შორისა არის:

- საარჩევნო სუბიექტის (ამომრჩევლის) ნების გამოხატვის ფარულობა (ანონიმურობა);
- ამომრჩევლის ხმის ერთჯერადი აღრიცხვის უზრუნველყოფა;
- ამომრჩევლის ხმის დუბლირების გამორიცხვა როგორც საარჩევნო სიების შედგენისას, ასევე უშუალოდ ხმის მიცემის პროცესში;
- ამომრჩევლის ცალსახა იდენტიფიცირების უზრუნველყოფა;
- გადაცემული ინფორმაციის ნამდვილობის უზრუნველყოფა და კორექტირების შესაძლებლობების გამორიცხვა;
- არჩევნების შედეგების გამოყვანის (ხმების დათვლის) კორექტულობის უზრუნველყოფა;

- ამომრჩევის მიერ მისი ხმის დათვლის სიზუსტის სისწორის შემოწმების შესაძლებლობა;
- პროტოკოლის მუშაუნარიანობის შენარჩუნების შესაძლებლობა, როცა რომელიმე მონაწილე არაკორექტულად იქცევა;



ნახ. 42. ტრადიციული და ბიომეტრიული ხმის მიცემის ტექნოლოგიების შედარებითი ანალიზი

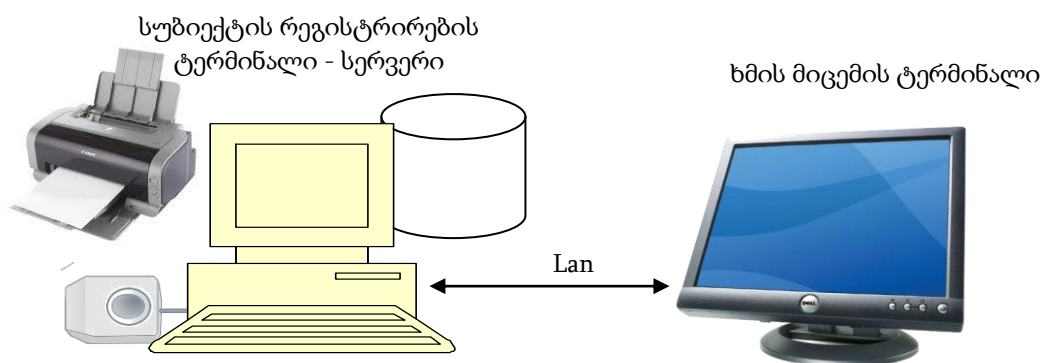
- პროგრამულ-ტექნიკური საშუალებების უწყვეტი ფუნქციონირების უზრუნველყოფა.

შევნიშნავთ, რომ ჩამოთვლილი მოთხოვნები ეყრდნობა არსებული საარჩევნო სისტემების ფუნქციონირების და სათანადო ლიტერატურის ანალიზს, მაგრამ სრულებით არ გვაქვს პრეტენზია მათ სრულყოფილებაზე. ჩამოთვლილი მოთხოვნების მოკლედ დახასიათებისას შეიძლება ითქვას, რომ ელექტრონულ საარჩევნო სისტემებს წაეყენებათ მოთხოვნები, რომელთა შესრულებამ უნდა შექმნას იმის გარანტია, რომ დაცული იქნება ამომრჩევლის ნების გამოხატვის ფარულობა და საბოლოო შედეგების სიზუსტე და ნამდვილობა.

ამ მოთხოვნების სრულად შესრულებისათვის დღეისათვის არ არსებობს საერთოდ მიღებული საარჩევნო სქემები, პროტოკოლები და ალგორითმები. მაგრამ არსებობს ამ სფეროში რიგი სამუშაოებისა, რეალიზებული და აპრობირებული ელექტრონული საარჩევნო სისტემები, რომლებშიც მეტ-ნაკლები კომპრომისებითაა გათვალისწინებული ზემოთ ჩამოთვლილი მოთხოვნები.

არსებული ელექტრონული საარჩევნო სისტემების ანალიზისას მივედით დასკვნამდე, რომ მათდამი წაყენებული ყველა მოთხოვნებიდან ყველაზე უფრო რთულად რეალიზებადია ხმის მიცემის ფარულობის მოთხოვნის დაკმაყოფილება. იმისათვის, რომ სისტემები უზრუნველყოფდნენ ამ მოთხოვნის შესრულებას, დამუშავებულია რიგი პროტოკოლებისა. თუ რამდენადაა ეს პროტოკოლები გათვალისწინებული რეალურ საარჩევნო სისტემებში, უცნობია, რამდენადაც ეს სისტემები ხასიათდებიან დახურული არქიტექტურით და მათი აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფები ითვლებიან კომერციულ საიდუმლოებად.

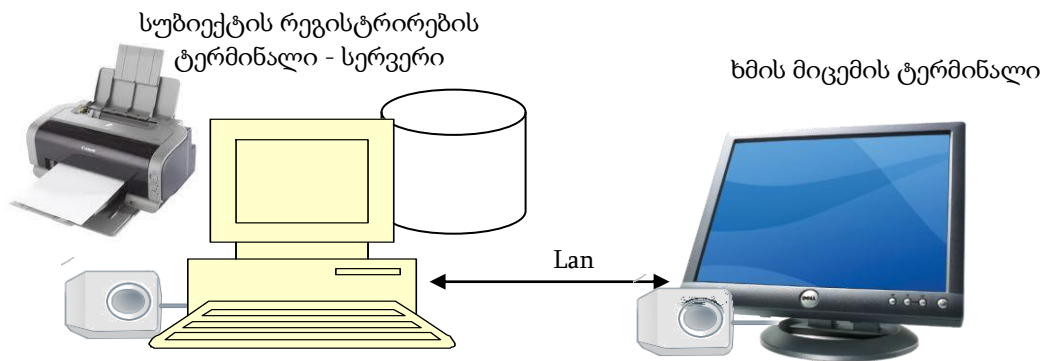
ნახ.43-ზე მოცემულია ხმის მიცემის სისტემის არქიტექტურა, რომელიც ითხოვს სუბიექტის ბიომეტრიკულ იდენტიფიცირებას მხოლოდ რეგისტრირების ფაზაში. სისტემა შედგება სუბიექტის რეგისტრირების ტერმინალისგან და ხმის მიცემის ტერმინალისგან, რომლებიც ერთმანეთთან ქსელითაა დაკავშირებული. ხმის მიცემის ტერმინალი წარმოადგენს კონსოლურ კომპიუტერს სენსორული მონიტორით. რეგისტრირების ტერმინალი წარმოადგენს პერსონალურ კომპიუტერს, რომელიც აღჭურვილია დაქტილოსკოპიური სკანერით. სასურველია, რომ რეგისტრირების ტერმინალი აღჭურვილი იყოს ორი მონიტორით, რომელთაგან ერთს იყენებს ოპერატორი-რეგისტრატორი და მეორე გამიზნული იქნება ხმის მიმცემი სუბიექტის ინფორმირებისთვის. იმავდროულად, რეგისტრირების ტერმინალი შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც სერვერი, რომელშიც განთავსდება სისტემისათვის საჭირო მონაცემთა ბაზა.



ნახ. 43. ბიომეტრიკული ხმის მიცემის სისტემის არქიტექტურა ბიომეტრიკის გამოყენებით სუბიექტის რეგისტრირების ფაზაში

ნახ.44-ზე წარმოდგენილია არქიტექტურა, რომელიც ითვალისწინებს სუბიექტის ბიომეტრიკულ იდენტიფიცირებას როგორც რეგისტრირების,

ასევე ხმის მიცემის ფაზაში. ამიტომ ხმის მიცემის ტერმინალი დამატებით აღჭურვილია დაქტილოსკოპიური სკანერით.



ნახ. 44. ბიომეტრიკული ხმის მიცემის სისტემის არქიტექტურა ბიომეტრიკის გამოყენებით სუბიექტის რეგისტრირების და ხმის მიცემის ფაზებში

პირველი არქიტექტურის შემთხვევაში სუბიექტის რეგისტრირება ხდება ბიომეტრიკული იდენტიფიცირებით, ხოლო ხმის მიცემა თავისუფალია. პროცესი მიმდინარეობს შემდეგი ალგორითმით:

ბიჯი 1. სუბიექტი გადის ბიომეტრიკულ რეგისტრირებას;

ბიჯი 2. თუ არ არის ბიულეტენის გაცემა ბლოკირებული, ოპერატორი გასცემს ბიულეტენს, რომელიც აისახება ხმის მიცემის ტერმინალზე. ბლოკირდება ახალი ბიულეტენის გაცემა და ჩაირთვება ხმის მიცემის დროის მთვლეელი;

ბიჯი 3. სუბიექტი შედის ხმის მიცემის კაბინაში;

ბიჯი 4. სუბიექტი აძლევს ხმას. ბიულეტენი ავტომატურად იხურება და რეგისტრირების ტერმინალზე მოიხსნება ახალი ბიულეტენის გაცემის ბლოკირება. იმავდროულად „განულდება“ ხმის მიცემის მთვლელის ჩვენება;

ბიჯი 5. სუბიექტი გადის ხმის მიცემის სათავსოდან.

ალგორითმით გათვალისწინებულია მხოლოდ ერთი ბიულეტენის გაცემა, რაც ამაღლებს პროცესის საიმედოობას. ორი ან მეტი ბიულეტენის თანმიმდევრობით გაცემა იწვევს სუბიექტების რეგისტრირების სათავსოში დაგროვებას და პერსონალისათვის აძნელებს მათ კონტროლს. წარმოდგენილი არქიტექტურით პროცესის სწორად წარმართვა დიდაა დამოკიდებული მომსახურე პერსონალის ქმედებებზე. მთავარია, რომ ოპერატორის მიერ არ მოხდეს ახალი ბიულეტენის გაცემა, ვიდრე ხმის მიცემის კაბინას არ დატოვებს წინა სუბიექტი. თუ ეს მომენტი არ გაკონტროლდა მკაცრად და ერთმა სუბიექტმა გამოიყენა ორი ან მეტი ბიულეტენი, მაშინ ხმის მიცემის მთელი პროცესის მანძილზე დაგვრჩება რეგისტრირებული „ზედმეტი“ ამომრჩეველი, რომელზეც ვერ შევძლებთ ბიულეტენის გაცემას (სისტემა თვითონ იცავს რეგისტრირებული სუბიექტების და გაცემული ბიულეტენების რაოდენობათა ბალანსს).

მეორე არქიტექტურის შემთხვევაში ხმის მიცემის პროცესი მიმდინარეობს შემდეგი თანმიმდევრობით:

ბიჯი 1. თუ რეგისტრირებულ სუბიექტთა (რომელთაც ჯერ ხმა არ მიუციათ) რაოდენობა არ აჭარბებს დაშვებულ ზღვარს, სუბიექტი გადის ბიომეტრიკულ რეგისტრირებას. მის სახელზე ავტომატურად გაიცემა ბიულეტენი, მაგრამ ჯერ არ აისახება ხმის მიცემის ტერმინალზე;

ბიჯი 2. სუბიექტი შედის ხმის მიცემის კაბინაში;

ბიჯი 3. სუბიექტი გადის ბიომეტრიკულ კონტროლს. ავტომატურად იხსნება (მონიტორზე აისახება) მასზე გაცემული ბიულეტენი;

ბიჯი 4. სუბიექტი აძლევს ხმას. ბიულეტენი ავტომატურად იხურება. ერთით მცირდება რეგისტრირებულ სუბიექტთა რაოდენობა;

ბიჯი 5. სუბიექტი გადის ხმის მიცემის სათავსოდან.

მეორე არქიტექტურის შემთხვევაში პროცესი მიმდინარეობს მომსახურე პერსონალის გარეშე და შესაბამისად, მათი მხრიდან

სუბიექტური მოქმედებები და შეცდომები მთლიანად გამორიცხულია. ამდენად, მეორე არქიტექტურა გაცილებით საიმედოოდ გამოიყურება. ისმის კითხვა: რა უპირატესობა აქვს პირველ არქიტექტურას? - მხოლოდ ფსიქოლოგიური. ხმის მიცემის ტერმინალზე დამატებითი ბიომეტრიკული კონტროლი სუბიექტებს უჩენს შეგრძნებას, რომ მათ მიერ კანდიდატებისთვის მიცემული ხმა კარგავს ფარულობას და ხდება კონტროლირებადი.

ხმის მიცემის პროცესის მოდელი. ხმის მიცემაში მონაწილეობს სიითი შემადგენლობის სუბიექტთა სიმრავლე $S_{list}=\{s_i\}$, სადაც $i = \overline{1, n}$. შესაბამისად არსებობს ბიულეტენთა სიმრავლე $B_{list}=\{b_j\}$, სადაც ასევე $j = \overline{1, n}$.

ხმის მიცემის პროცედურა ითვალისწინებს სუბიექტის რეგისტრირებას. ამდენად წარმოიშობა რეგისტრირებულ და დაურეგისტრირებულ სუბიექტთა სიმრავლეები - R და \bar{R} . ცხადია, რომ $(R \cup \bar{R} = S_{list}) \& (R \cap \bar{R} = \emptyset)$. ყოველი სუბიექტის რეგისტრირება ნიშნავს, რომ $(CardR = CardR + 1) \& (Card\bar{R} = Card\bar{R} - 1)$. ამასთან $CardR + Card\bar{R} = CardS_{list}$. აქვე შევნიშნავთ, რომ ხმის მიცემის პროცედურა საზოგადოდ დამთავრებულად ითვლება, თუ ამოიწურა ხმის მიცემის დრო (ვადა) ან $\bar{R} = \emptyset$, თუმცა შესაძლებელია არსებობდეს ხმის მიცემის კონკრეტული დებულება, რომელიც შეიძლება არ ცნობდეს $\bar{R} = \emptyset$ პირობას ხმის მიცემის პროცედურის დამთავრებისათვის.

ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, წარმოიშვება ასევე გაცემული და გაუცემელი ბიულეტენების სიმრავლეები - B და \bar{B} . ცხადია, რომ $(B \cup \bar{B} = B_{list}) \& (B \cap \bar{B} = \emptyset)$. გაცემული ბიულეტენების სიმრავლიდან ნაწილი გამოიყენება ხმის მიცემისათვის - B_{vote} , ნაწილი გაბათილდება სუბიექტის მიერ - $B_{spoiled}$, ხოლო ნაწილი ანულირდება საარჩევნო კომისიის მიერ - $B_{revoked}$. ამრიგად, $(B_{vote} \cup B_{spoiled} \cup B_{revoked} = B) \& (B_{vote} \cap B_{spoiled} \cap B_{revoked} = \emptyset)$.

გაცემული და გაუცემელი ბიულეტენებისთვის მოქმედებს პირობა:
 $(CardB = CardB + 1) \& (Card\bar{B} = Card\bar{B} - 1)$. ამასთან, $CardB + Card\bar{B} = CardB_{list}$.
 შესაბამისი პირობები მოქმედებს ხმის მიცემისათვის გამოყენებული,
 გაბათილებული და ანულირებული ბიულეტენებისათვის:

თუ $(CardB_{vote} = CardB_{vote} + 1) \vee (CardB_{spoiled} = CardB_{spoiled} + 1) \vee (CardB_{revoked} = CardB_{revoked} + 1)$, მაშინ $(Card\bar{B} = Card\bar{B} - 1)$. ცხადია, შენარჩუნდება ტოლობა:
 $CardB_{vote} + CardB_{spoiled} + CardB_{revoked} + Card\bar{B} = CardB_{list}$.

ხმის მიცემისთვის დარეგისტრირებულ სუბიექტზე $s_i \in R$ (სადაც $i = CardR$) სუბიექტზე გაუცემელი ბიულეტენების სიმრავლიდან \bar{B} უნდა გაიცეს ერთი ბიულეტენი $b_j \in \bar{B}$ ($s_i \Leftrightarrow b_j$) ისე, რომ $1 \leq j \leq Card\bar{B}$ (პროცესის დაწყების მომენტისათვის $Card\bar{B} = n$), ანუ s_i სუბიექტზე გაიცემა ნებისმიერი ერთი b_j ბიულეტენი \bar{B} სიმრავლიდან. საგულისხმოა, რომ \bar{B} სიმრავლიდან b_j ბიულეტენი ამოირჩევა შემთხვევითი წესით. ამასთან შესაძლებელია, რომ $i = j$.

ბიულეტენი სუბიექტს აძლევს საშუალებას ამოირჩიოს კანდიდატთა (კანდიდატის სახით შეიძლება წარმოდგენილი იყოს სუბიექტი ან ობიექტი) სიმრავლე C_{vote} კანდიდატთა საერთო სიმრავლიდან C . ჩვეულებრივ $C_{vote} \subset C$, მაგრამ საარჩევნო დებულებით შეიძლება დაშვებული იქნას $C_{vote} \subseteq C$ შემთხვევაც. კანდიდატებს მიღებულ ხმებად ჩათვლებათ B_{vote} ბიულეტენების მონაცემები, რომელიც დაიყოფა $CardC_{vote}$ ქვესიმრავლებად $\{C_{vote}^i\}$, სადაც $i = \overline{1, CardC_{vote}}$. $CardC_{vote}^i$ არის i -ური კანდიდატის მიერ მიღებული ხმათა რაოდენობა. ტრივიალურ შემთხვევაში $i = 1$, ანუ ბიულეტენში წარმოდგენილია მხოლოდ ერთი კანდიდატი და შესაბამისად $CardC_{vote} = 1$. ამ კანდიდატის მიერ მიღებული ხმათა რაოდენობა იქნება $CardB_{vote}$.

ხმის მიცემის ბიომეტრიკული სისტემის რეალიზაცია

ზემოთ მოტანილი არქიტექტურით, რომელიც ითვალისწინებს სუბიექტის ბიომეტრიულ რეგისტრირებას და ხმის მიცემას თავისუფალ რეჟიმში, საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დაპროექტებულ, რეალიზებულ და დანერგილ იქნა ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემა. კონკრეტულად სისტემით ჩატარდა უნივერსიტეტში ფაკულტეტების დეკანების საარჩევნო პროცესი.

სისტემის დანიშნულება და მიზნები.

- სისტემია დანიშნულებაა ხმის მიცემის ან ლოკალური საარჩევნო პროცესის (არაუმეტეს 1000 ამომრჩევლისა) ავტომატური წარმართვა, რაც გულისხმობს:
- სუბიექტის ბიომეტრიკულ იდენტიფიცირებას და ელექტრონულ რეგისტრირებას;
- სუბიექტის მიერ ხმის მიცემას ელექტრონულად - სენსორული მონიტორის გამოყენებით;
- ელექტრონული საარჩევნო ბიულეტენის გამოყენებას;
- ხმათა ავტომატურ დათვლას და შედეგების მოთხოვნისთანავე გამოყვანას;
- გაყალბების შესაძლებლობების მაქსიმალურ გამორიცხვას.

სისტემა მიზნად ისახავს შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტას:

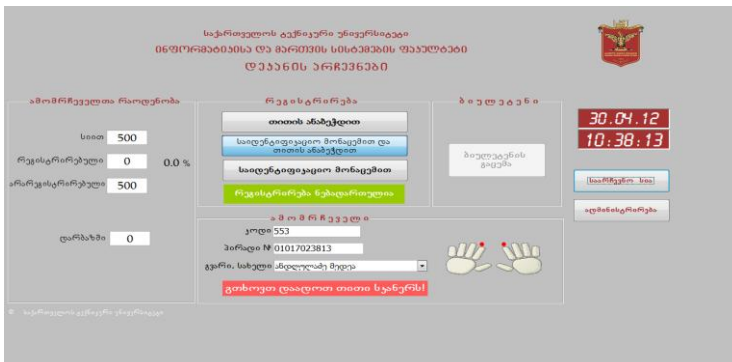
- საარჩევნო ხმების დათვლაში ადამიანის ფაქტორის გამორიცხვას;
- სუბიექტის გარანტირებულ იდენტიფიცირებას ბიომეტრიკული მონაცემებით, რაც გამორიცხავს განმეორებადობას;
- არჩევნების შედეგების მომენტალურად დადგენას საარჩევნო უბნების დახურვისთანავე;
- საარჩევნო პროცესის გამარტივებას.
- სისტემისადმი წაყენებული ძირითადი მოთხოვნები:

- ხმის მიმცემის სუბიექტების კონტროლი. ხმის მიცემაში მონაწილეობა შეუძლიათ მხოლოდ სიაში არსებულ სუბიექტებს, ერთ ადამიანს ერთი ხმის უფლება აქვს;
- ანონიმურობა, ხმის მიცემის ფარულობა. კონკრეტული სუბიექტის არჩევანის გაგება არ უნდა იყოს შესაძლებელი;
- უნივერსალური კონტროლი. შესაძლებელი უნდა იყოს არჩევნების შედეგის სისწორის შემოწმება;
- მდგრადობა. ზოგიერთი სუბიექტის ან ორგანიზატორთა მცირე ნაწილის მხრიდან არაკორექტულმა მოქმედებებმა ვერ უნდა ჩაშალოს ხმის მიცემის პროცესი.
- არადადასტურებადობა. ხმის მიცემის პროცესის დასრულების შემდეგ შეუძლებელი უნდა იყოს დამტკიცება, რომ სუბიექტმა ხმა მისცა კონკრეტულ კანდიდატს;
- შეუძლებელი უნდა იყოს სხვა სუბიექტის მაგივრად ხმის მიცემა;
- შეუძლებელი უნდა იყოს სხვისი ხმის კოპირება ან შებრუნება (შეცვლა საპირისპიროდ);
- შეუძლებელი უნდა იყოს შუალედური შედეგების გაგება.

სისტემის ფუნქციონირება მოიცავს შემდეგ პროცედურებს:

- ტექნიკური საშუალებების, კერძოდ ტერმინალების სისტემური ბლოკების დალუქვა;
- ტექნიკური საშუალებების სამუშაო რეჟიმში შეყვანა;
- საარჩევნო კომისიის წევრთა ბიომეტრიკული რეგისტრირება;
- ხმის მიცემის უზნის გახსნა;
- საკონტროლო ფურცლის მომზადება (ელექტრონულად და ქაღალდის ვარიანტი);
- მონაცემების გადაწერა მყარ (CD) მატარებელზე - ეტაპი 1;
- ხმის მიცემის პროცესი;

- ხმის მიცემის უზნის დახურვა;
- ელექტრონული საკონტროლო ფურცლის ბეჭდვა;
- ხმის მიცემის შედეგების გამოტანა, ბეჭდვა და კომისიის წევრების ხელმოწერები;
- მონაცემების გადაწერა მყარ (CD) მატარებელზე - ეტაპი 2;
- ტექნიკური საშუალებების სამუშაო რეჟიმიდან გამოყვანა;
- შემაჯამებელი ოქმის შედგენა;
- საარჩევნო მასალების (შემაჯამებელი ოქმი, საკონტროლო ფურცელი, CD) დალუქვა.



საარჩევნო კომისიის წევრების ბიომეტრიკული რეგისტრირების საჭიროება გამომდინარეობს იქიდან, რომ აუცილებელია ელექტრონული საკონტროლო ფურცლის მომზადება, რომელზეც უნდა იყოს საარჩევნო კომისიის „ხელმოწერები“.

ნახ. 45. რეგისტრირების ტერმინალის ფანჯარა. რეგისტრირების სამი რეჟიმიდან გააქტიურებულია „საიდენტიფიკაციო მონაცემებით და თითის ანაბეჭდით“ რეჟიმი. ბიულეტენის გაღების დილაკი აქტიური არ არის, რადგან ჯერ მომხდარა სუბიექტის ბიომეტრიული იდენტიფიცირება. ბიულეტენის ანულირების დილაკი გამოჩნდება ბიულეტენის გაცემის შემდეგ.

გარდა ამისა, ეს ზრდის პროცესის საიმედოობას, რამდენადაც საარჩევნო უზნის გახსნის შემდგომ საარჩევნო კომისიის შემადგენლობის შეცვლა ხდება შეუძლებელი. საარჩევნო მასალების დოკუმენტირება CD მატარებელზე გადაწერით ხდება ორ ეტაპად - ელექტრონული საკონტროლო ფურცლის მომზადების და არჩევნების შედეგების ბეჭდვის შემდგომ იქმნება ორი ფაილი. CD მატარებელზე გადაწერილი პირველი ფაილის გაშიფრვის შემთხვევაში ჩანს, რომ ელექტრონული საკონტროლო ფურცელი მომზადდა პირველი ამომრჩევლის მიერ ხმის მიცემისთანავე,

ხოლო მეორე ფაილი მოიცავს ინფორმაციას საარჩევნო პროცესის შემდგომი თანმიმდევრობის შესახებ.

სუბიექტის ბიომეტრიული რეგისტრირების ალგორითმი.

სუბიექტის რეგისტრირებისათვის გამოიყენება სამი რეჟიმი: „თითის ანაბეჭდით“, „საიდენტიფიკაციო მონაცემებით და თითის ანაბეჭდით“ და „საიდენტიფიკაციო მონაცემებით“.

ზოგადად ბიომეტრიკულ სისტემებში გამოიყენება პიროვნების იდენტიფიცირების ორი მეთოდი: იდენტიფიცირება და ვერიფიცირება [4]. იდენტიფიცირების მეთოდი ზრდის სისტემის გამტარუნარიანობას, რადგან არ მოითხოვს სუბიექტიდან დამატებითი საიდენტიფიკაციო მონაცემების (პირადი #, ან გვარი, სახელი) წარმოდგენას და სისტემაში შეტანას, მაგრამ სუბიექტის თითის ანაბეჭდის ხარისხის მიმართ აყენებს უფრო მკაცრ მოთხოვნებს (დაბალი ხარისხის მქონე თითის ანაბეჭდის მქონე სუბიექტს უარს ეტყვის რეგისტრირებაზე). ვერიფიცირების მეთოდი სუბიექტისაგან მოითხოვს დამატებითი საიდენტიფიკაციო მონაცემების წარმოდგენას. ეს რეჟიმი გამოიყენება დაბალი ხარისხის თითის ანაბეჭდის მქონე სუბიექტების მიმართ.

სისტემის ფუნქციონირებაში ჩადებულია ორივე მეთოდი. „თითის ანაბეჭდით“ რეგისტრირების რეჟიმი გულისხმობს სუბიექტის იდენტიფიცირებას იდენტიფიცირების მეთოდით, ხოლო „საიდენტიფიკაციო მონაცემებით და თითის ანაბეჭდით“ რეჟიმი გულისხმობს სუბიექტის იდენტიფიცირებას ვერიფიცირების მეთოდით. რეჟიმი „საიდენტიფიკაციო მონაცემებით“ გამოიყენება მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევაში, როდესაც ვერ ხერხდება ადამიანის იდენტობის დადგენა ბიომეტრიული მეთოდით. სისტემაში ამ უკანასკნელი რეჟიმის არსებობა აიხსნება სისტემის ავტორების სურვილით, რომ სუბიექს

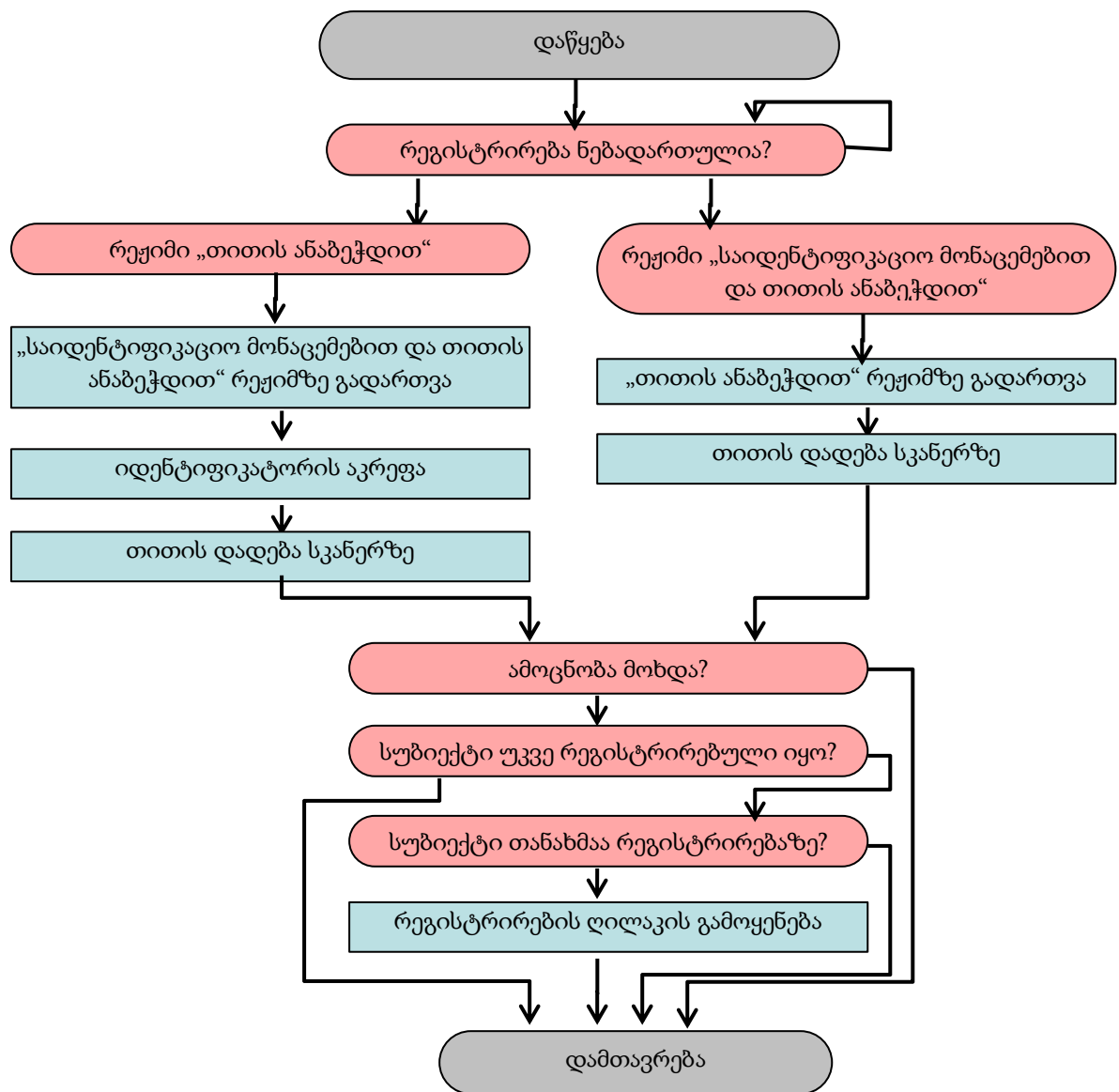
არ ქონოდა საფუძველი ეფიქრა, რომ მას ორივე თითის (სისტემა ფუნქციონირებს სუბიექტის ორი თითის ანაბეჭდის შაბლონებით) დაზიანების შემთხვევაში არ ექნებოდა არჩევნებში მონაწილეობის საშუალება. როგორც აჩვენა საარჩევნო პროცესმა, ეს უკანასკნელი რეჟიმი რეალურ ხმის მიცემის პროცესში გამოყენებული არ ყოფილა. ავლნიშნავთ, რომ ამ პრობლემის მოხსნა შესაძლებელია თითის ანაბეჭდის ნაცვლად სხვა ბიომეტრიკული იდენტიფიკატორის გამოყენებით, მაგალითად, თვალის გარსის ან ბადურის ანალიზით [39], მაგრამ ეს გაართულებს სისტემის არქიტექტურას.

ნახ.46-ზე წარმოდგენილია სუბიექტის რეგისტრირების ალგორითმი (გამარტივების მიზნით ალგორითმში რეჟიმი „საიდენტიფიკაციო მონაცემებით“ გათვალისწინებული არაა).

ბიულეტენის გაცემის და ხმის მიცემის ალგორითმი. როდესაც ხმის მიცემის კაბინა თავისუფალია, რეგისტრატორი გასცემს ბიულეტენს.

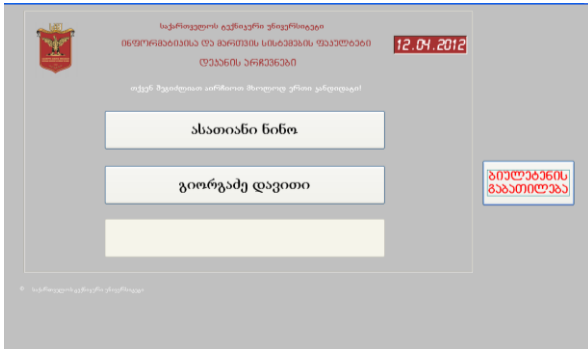
ბიულეტენის გაცემა შესაძლებელია, თუ „ბიულეტენის გაცემის“ ღილაკი აქტიურია. „ბიულეტენის გაცემის“ ღილაკი აქტიურია მაშინ, როცა ხმის მიცემის კაბინაში არ არის გახსნილი საარჩევნო ბიულეტენი და იმავდროულად არსებობს რეგისტრირებული ამომრჩეველი.

ბიულეტენის გაცემის შემდგომ „ბიულეტენის გაცემის“ ღილაკი გადადის პასიურ მდგომარეობაში, რომელშიც იგი რჩება, ვიდრე ამომრჩეველი არ დაასრულებს ხმის მიცემის პროცედურას.



ნახ. 46. სუბიექტის რეგისტრირების ალგორითმი

რეგისტრირებული ამომრჩეველი შედის ხმის მიცემის კაბინაში. მას ხვდება ტერმინალის მონიტორზე გახსნილი საარჩევნო ბიულეტენი. იგი ირჩევს სასურველი კანდიდატის გვარს (ამორჩევა ხდება სენსორულ ეკრანზე თითით ან სხვა რაიმე საგნით, მაგალითად, ფანქრით). მასზე ზემოქმედებით საარჩევნო ბიულეტენი იხურება, რაც ნიშნავს, რომ სუბიექტის მიერ ხმა მიცემულია.

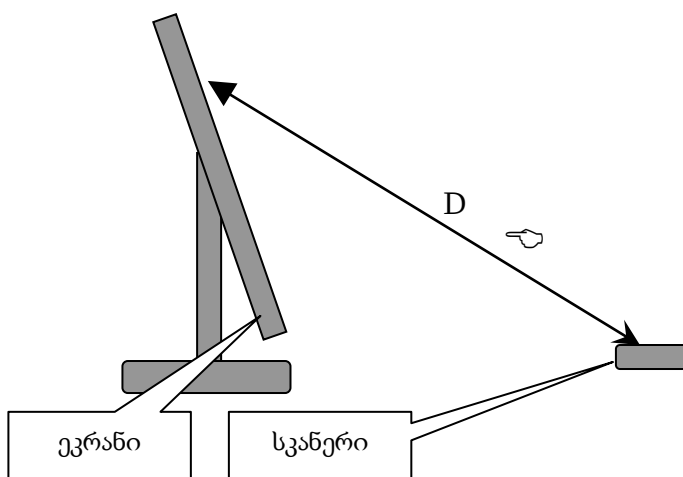


ნახ. 47. ელექტრონული ბიულეტენის ნიმუში. წარმოდგენილია მხოლოდ ორი კანდიდატი. მოქმედებს მხოლოდ ერთი კანდიდატის ამორჩევის ან ბიულეტენის გაბათილების პირობები.

ხმის მიცემის დროს ამორჩეველს შეუძლია გამოიყენოს ერთი ვირტუალური ღილაკი: „ბიულეტენის გაბათილება“. ამ ღილაკის გამოყენების დროს ხდება ბიულეტენის გაბათილება და იგი შეინახება როგორც გაბათილებული.

2.9. ბიომეტრიული სისტემების სწრაფქმედების შეფასება

სამომხმარებლო ინტერფეისის ინტერაქციის დროის შეფასების მოდელი. სამომხმარებლო ინტერფეისის ეფექტურობა დიდადაა დამოკიდებული მის ხარისხობრივ მაჩვენებლებში სწორად ორიენტირებაზე [56-58]. ფიტსის კანონის [59] თანახმად, დრო, რომელიც საჭიროა ინტერფეისზე რომელიმე ელემენტის ამორჩევისა და მაუსით ზემოქმედებისთვის იანგარიშება შემდეგნაირად:



ნახ. 48. ფიტსის კანონის მოქმედების სქემა

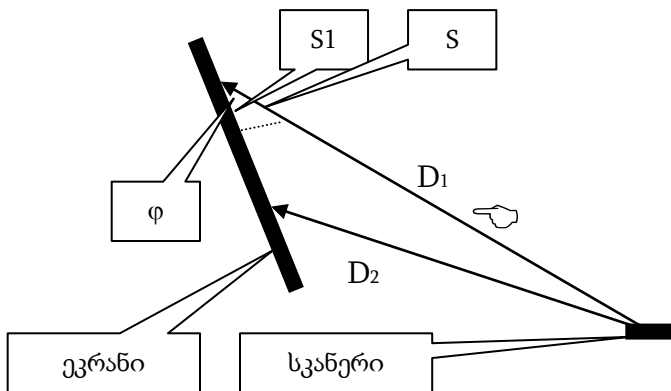
$$T_{\text{ფიტსი}} = a + b \cdot \log_2(D/S + 1),$$

სადაც D არის მანძილი სასტარტო წერტილიდან მიზნობრივ წერტილამდე (ნახ.48), ხოლო S არის სამიზნე ობიექტის ზომა მოძრაობის მიმართულებით (ნახ.49). ამასთანავე მხედველობაში უნდა მივიღოთ დრო, რომელიც

საჭიროა თითის სკანერზე თითის დადებისათვის და დრო, რომელიც

ესაჭიროება სისტემას პიროვნების იდენტიფიცირებისთვის. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია თითის ანაბეჭდით ვერიფიცირების და იდენტიფიცირების ალგორითმებზე და მათი პროგრამული რეალიზაციის მეთოდებზე. თუმცა, მოცემულ ნაშრომში ამ უკანასკნელი ამოცანის გადაწყვეტა ჩვენს მიზანს არ წარმოადგენს. ამიტომ ჩავთვალოთ, რომ პიროვნების იდენტიფიცირების დრო მუდმივია.

მოცემული ინტერფეისის შემთხვევაში სამიზნე ობიექტი არის კონკრეტული ლექციის მაჩვენებელი სტრიქონი, რომელიც ფიტსის კანონის მიხედვით სამიზნე ობიექტი ვერ იქნება, რადგან ის მოძრაობის მიმართულებასთან მიმართებით მდებარეობს φ კუთხით. თუ მონიტორის ეკრანზე ლექციის მაჩვენებელი სტრიქონის სიმაღლე არის S_1 (ნახ.49), მაშინ სამიზნე ობიექტის რეალური ზომა იქნება



ნახ. 49. ფიტსის კანონის მოქმედება პედაგოგის პირადი ცხრილისთვის

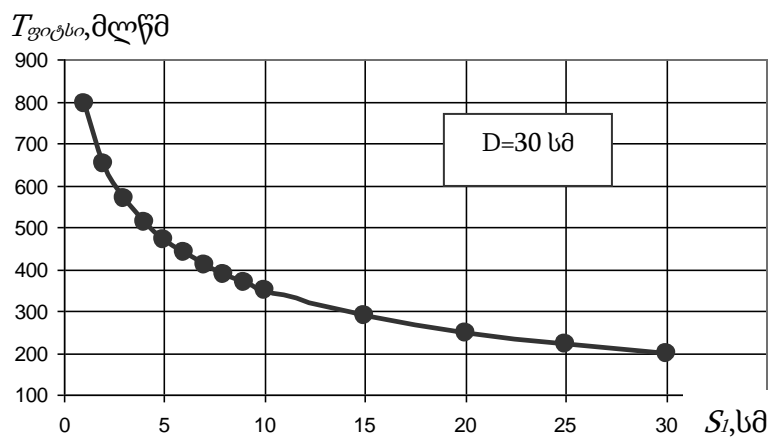
$$S = S_1 \cdot \sin \varphi,$$

ანუ მისი ზომა კიდევ უფრო „შემცირდება“ და მასზე თითის „მოხვედრის“ პროცედურა გართულებდა და პედაგოგის პირადი ცხრილიდან საჭირო სტრიქონის ამორჩევის დრო კიდევ უფრო გაიზრდება.

ფიტსის კანონის თანახმად კონსტანტა a არის გამშვები მოწყობილობის გაშვება/გაჩერების დრო, ხოლო კონსტანტა b დამოკიდებულია მოწყობილობის ტიპურ სიჩქარეზე. თითის სკანერის შემთხვევაში ეს კოეფიციენტები ახასიათებენ მოწყობილობის ელექტრონული სქემების სწრაფქმედებას და სკანერზე თითის მორგების პროცედურას. რასკინის მიერ a და b მიჩნეულია შესაბამისად $a=50$ და $b=150$ მლწმ [60], რაც მის მიერ გამოიყენება მაუსის შემთხვევისათვის.

თანამედროვე ელექტრონიკის მიღწევებიდან გამომდინარე, თამამად შეიძლება ჩაითვალოს, რომ მაუსის და თითის სკანერის ელექტრონული შიგთავსის სწრაფქმედება ერთნაირია. ხოლო რაც შეეხება თითის სკანერზე თითის მორგებას, გარკვეული ტრენინგის (რაც სხვათაშორის დამწყებთათვის მაუსზეც სჭირდება) შემდეგ დროითი დანაკარგებით დიდად არ განსხვავდება მაუსისაგან. ამდენად შემდგომი გათვლებისათვის გამოვიყენებთ რასკინის მიერ a და b კოეფიციენტებისათვის გათვლილ მნიშვნელობებს: $a=50$, $b=150$.

ნახ.50-ზე მოცემულია $T_{ფიტსი}$ დროის გათვლილი მნიშვნელობების დამოკიდებულება სამიზნე ობიექტის ზომაზე. ცხადია, რომ პედაგოგის პირად ცხრილში სტრიქონის სიმაღლის გაზრდა მნიშვნელოვან მოგებას იძლევა ინტერფეისის სწრაფქმედების თალსაზრისით. მაგრამ ცხრილის ზომების გაზრდა დამოკიდებულია პედაგოგის დღიური დატვირთვის



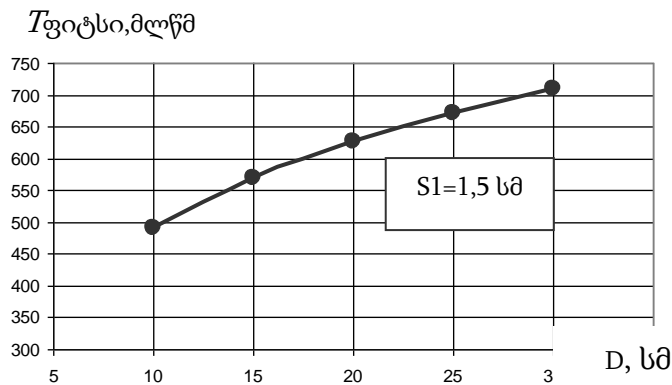
ნახ. 50. დროის დამოკიდებულება სამიზნე ობიექტის ზომაზე

მოცულობაზე, ანუ სტრიქონების რაოდენობაზე ცხრილში და მონიტორის ფიზიკურ ზომაზე. ამიტომ სისტემის ინტერფეისში ცხრილის სტრიქონის სიმაღლე დაფიქსირებულია 2 სმ-ის ფარგლებში, რაც მონიტორის ეკრანთან მიმართებაში თითის მოძრაობის მიმართულების φ კუთხის

გათვალისწინებით სამიზნე ობიექტის რეალურ სიმაღლეს აფიქსირებს 1,5 სმ-ის ფარგლებში.

მნიშვნელოვანია ის მომენტი, რომ პედაგოგს პირადი ცხრილიდან უწევს სხვადასხვა სტრიქონის ამორჩევა, რომლებიც ერთი და იგივე სასტარტო წერტილიდან სხვადასხვა მანძილზე არიან განლაგებული. ცხადია, რომ მონიტორის ეკრანზე რაც უფრო დაბლაა განთავსებული ცხრილის სტრიქონი, მით ნაკლებია მანძილი თითის სკანერამდე.

ნახ.50-ზე ნაჩვენებია $T_{ფიტსი}$ დროის დამოკიდებულება სამიზნე ობიექტამდე მანძილზე, როცა სამიზნე ობიექტის რეალური ზომა შეადგენს 1,5 სმ.



ნახ. 51. დროის დამოკიდებულება სამიზნე ობიექტამდე მანძილზე

პედაგოგის პირადი ცხრილთან ურთიერთობის დროს მოქმედებაშია ჰიკის კანონიც [61], რომლის თანახმად დრო, რომელიც საჭიროა მონიტორზე n-დან ერთი ელემენტის ამორჩევაში, შეადგენს

$$T_{ჰიკი} = a + b \cdot \log_2(n+1),$$

სადაც გამოყენებული a და b კოეფიციენტები ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული. მაგალითად, მომხმარებლის მიერ ინტერფეისის გამოყენების ჩვევების შექმნა ამცირებს b კოეფიციენტის მნიშვნელობას და ა.შ.

ამდენად, ჯამური დრო, რომელიც საჭიროა ლექციის დაწყების\დამთავრების რეგისტრაციისათვის გაითვლება ფორმულით:

$$T_{\Sigma} = T_{\text{ფიტსი}} + T_{\text{ჰიკი}} + T_{\text{იდენტიფიკაცია}}$$

როგორც ვხედავთ, T_{Σ} -ის შემცირებისათვის საჭიროა $T_{\text{ფიტსი}}$ და $T_{\text{ჰიკი}}$ დროების შემცირება. $T_{\text{ფიტსი}}$ -ის შემცირება შესაძლებელია სამი გზით: D მანძილის და φ კუთხის შემცირებით და სამიზნე ობიექტის S_1 ზომის გაზრდით.

როგორც ნახ.50-ზე და ნახ. 51-ზე ნაჩვენები გრაფიკებიდან ჩანს, განსაკუთრებით ეფექტურია სამიზნე ობიექტის S_1 ზომის გაზრდა.

მაგალითად, თუ $D=30$ სმ და $S_1=1$ სმ. შესაბამისად $T_{\text{ფიტსი}}=785$ მლწმ. სამიზნე ობიექტის ზომის გაზრდით, როცა $S_1=3$ სმ, შესაბამისად ფიტსის დრო მცირდება - $T_{\text{ფიტსი}}= 530$ მლწმ. დავუშვათ, რომ რეგისტრაცია შესაძლებელია ეკრანის მთელი ფართობის გამოყენებით, რომლის სიმაღლეა 15 სმ, მაშინ $T_{\text{ფიტსი}}=215$ მლწმ.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფიტსის დროის შემცირებისათვის საჭიროა პედაგოგის პირადი ცხრილის სტრიქონების სიმაღლის გაზრდა, მაგრამ ამან ხელი არ უნდა შეუშალოს მონიტორის ეკრანზე პედაგოგის პირადი ცხრილის ერთი „კადრის“ სახით ასახვას.

„გადაბმული“ ლექციების შემთხვევაში T_{Σ} -ის გათვლის ფორმულა კიდევ უფრო გართულდება, რადგან საჭირო ხდება ერთი ლექციის დამთავრების და შემდეგი ლექციის დაწყების რეგისტრაცია, მიუხედავად იმისა, რომ პედაგოგის იდენტიფიკაცია ხდება მხოლოდ ერთხელ და შესაბამისად მისი იდენტიფიკაციის დრო არ იცვლება.

ამრიგად, „გადაბმული“ ლექციის შემთხვევაში

$$T_{\Sigma} = T_{\text{ფიტსი1}} + T_{\text{ჰიკი1}} + T_{\text{ფიტსი2}} + T_{\text{ჰიკი2}} + T_{\text{იდენტიფიკაცია}}$$

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ $T_{ფიტსი2} < T_{ფიტსი1}$, რადგან მანძილი D' პედაგოგის პირადი ცხრილის ორ სტრიქონს შორის გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე მანძილი D თითის სკანერიდან ეკრანამდე. $T_{ჰიკი2} < T_{ჰიკი1}$, რადგან $T_{ჰიკი2}$ –თვის ამორჩევა ხდება პედაგოგის პირადი ცხრილის მიჯრით მდებარე ორ სტრიქონს (დასამთავრებელი ლექცია და დასაწყები ლექცია) შორის.

სამომხმარებლო ინტერფეისი შემცირებული ინტერაქციის დროით [62], წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია ლექციის რეგისტრაციის ახალი კონცეფცია, სადაც მნიშვნელოვნადაა გაუმჯობესებული ფიტსის კანონის მაჩვენებელი, ხოლო დროითი დანახარჯები ჰიკის მიხედვით საერთოდ არ გვაქვს.

პედაგოგის იდენტიფიცირების შედეგად ეკრანზე აისახება პედაგოგის პირადი ცხრილი და სამი ვირტუალური ლილაკი: რეგისტრაციის, მეცადინეობის შეწყვეტის და პირადი ცხრილიდან გამოსვლის.

თუ რეგისტრაციის პირობებიდან გამომდინარე ლექცია დაწყებას ექვემდებარება, მაშინ პირად ცხრილში დაწყების რეგისტრაციის ნებადართული, ლექცია მოინიშნება ყვითელი მარკერით. ასევე ყვითელი მარკერი გამოჩნდება რეგისტრაციის ლილაკის თავზე, რომელიც თავის მხრივ აქტიურია.

პედაგოგი ეხება რეგისტრაციის ლილაკს. შედეგად დასაწყები ლექციის სტრიქონი გაყვითლდება, მოიხსნება ლექციის დაწყების მარკერები და რეგისტრაციის ლილაკი გახდება პასიური.

თუ რეგისტრაციის პირობებიდან გამომდინარე ლექცია დამთავრებას ექვემდებარება, მაშინ პირად ცხრილში დამთავრების რეგისტრაციის ნებადართული ლექცია მოინიშნება მწვანე მარკერით. თუ იმავდროულად გვაქვს „გადაბმული“ ლექცია და ის ექვემდებარება დაწყებას, მაშინ ის მოინიშნება ყვითელი მარკერით. რეგისტრაციის ლილაკზე ზემოქმედებით

მიიღება მდგომარეობა, როცა ერთი ლექცია რეგისტრირდება დამთავრებულად, ხოლო შემდეგი - დაწყებულად. იმავდროულად რეგისტრაციის ღირებულება გადადის პასიურ მდგომარეობაში.

შევნიშნავთ, რომ ლექციის დამთავრების რეგისტრაცია შესაძლებელია მაშინ, როცა ლექციის დამთავრების რეგისტრაციის ნებართვის ველი მიიღებს მწვანე შეფერილობას.

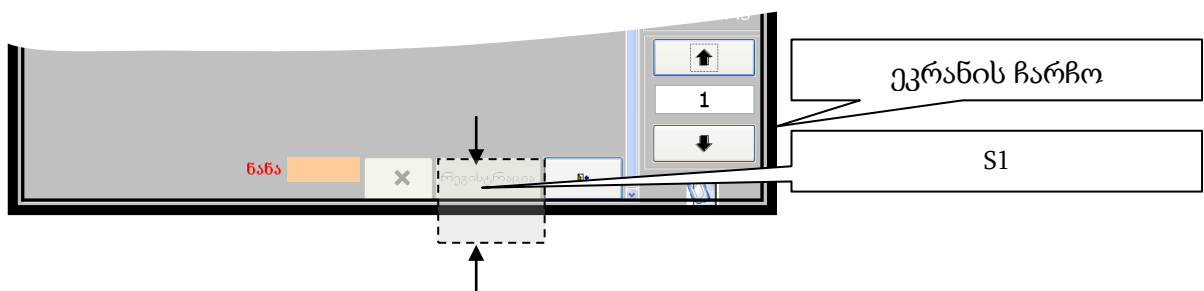
თუ პედაგოგი გაივლის იდენტიფიცირების პროცესს დაუმთავრებელი ლექციის პირობებში, ამას სისტემა აღიქვამს ლექციის შეწყვეტის სურვილად და გამოიტანს პედაგოგის პირად ფანჯარას ლექციის შეწყვეტის აქტიური ღირებულებით. ამ ღირებულებაზე შეხებით გაწითლდება ყვითლად მონიშნული (დაწყებული) ლექციის სტრუქტურა და ლექციის შეწყვეტის ღირებულება გადავა პასიურ მდგომარეობაში.

შემოთავაზებულ ინტერფეისით ლექციის დაწყება/დამთავრების რეგისტრაციის დრო გაითვლება ფორმულით:

$$T_{\Sigma} = T_{\text{ფიტსი}} + T_{\text{იდენტიფიკაცია}}$$

სადაც უკვე აღარ გვაქვს $T_{\text{პოკი}}$, რადგან მომხმარებელს სამიზნე ობიექტი რამოდენიმედან ამოსარჩევი არ აქვს. ამ შემთხვევაში პედაგოგი ოპერირებს მხოლოდ რეგისტრაციის ღირებულებაზე (ამ დროს ლექციის შეწყვეტის ღირებულება პასიურ მდგომარეობაშია).

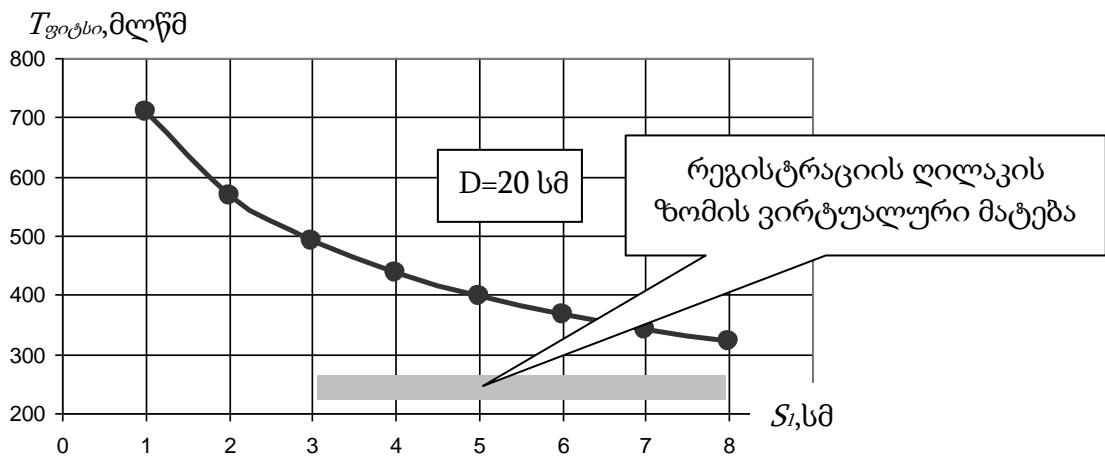
პედაგოგის პირადი ცხრილის შემოთავაზებულ ინტერფეისში



ნახ. 52. ვირტუალური ღირებულების განთავსება მონიტორის ჩარჩოსთან

მთავარი სამიზნე ობიექტი არის რეგისტრაციის ვირტუალური ღილაკი. როგორც ნახ. 4–დან ჩანს სენსორული მონიტორის ზომა (ამ შემთხვევაში აღებულია 15“ ზომის მონიტორი) სრულ საშუალებას იძლევა, რომ გაიზარდოს რეგისტრაციის ღილაკის ვერტიკალური ზომა, რაც თავის მხრივ გამოიწვევს $T_{ფიტსი}$ დროის შემცირებას. აღსანიშნავია, რომ მცირდება და მოცემული ზომის სენსორული ეკრანისათვის მინიმალური ხდება სასტარტო წერტილიდან სამიზნე წერტილამდე მანძილი D , რაც ასევე დადებითად აისახება $T_{ფიტსი}$ დროის შემცირებაზე. მაგალითად, თუ დავუშვებთ, რომ $D=20$ სმ და $S_1=3$ სმ, მაშინ $T_{ფიტსი}=470$ მლწმ.

თუ ირტერფეისის განხორციელების დროს ვირტუალურ ღილაკებს განვათავსებთ უშუალოდ ეკრანის ჩარჩოს კიდესთან ისე, როგორც ეს ნახ. 52–ზეა ნაჩვენები, მაშინ თანახმად [60]–სა, რეგისტრაციის ღილაკის სიმაღლე ვირტუალურად გაიზრდება სულ მცირე 50 მმ–ით მაინც. ეს ასევე შეამცირებს $T_{ფიტსი}$ დროს.



ნახ. 53. რეგისტრაციის ღილაკის ზომის ვირტუალური მატების გავლენა $T_{ფიტსი}$ დროზე

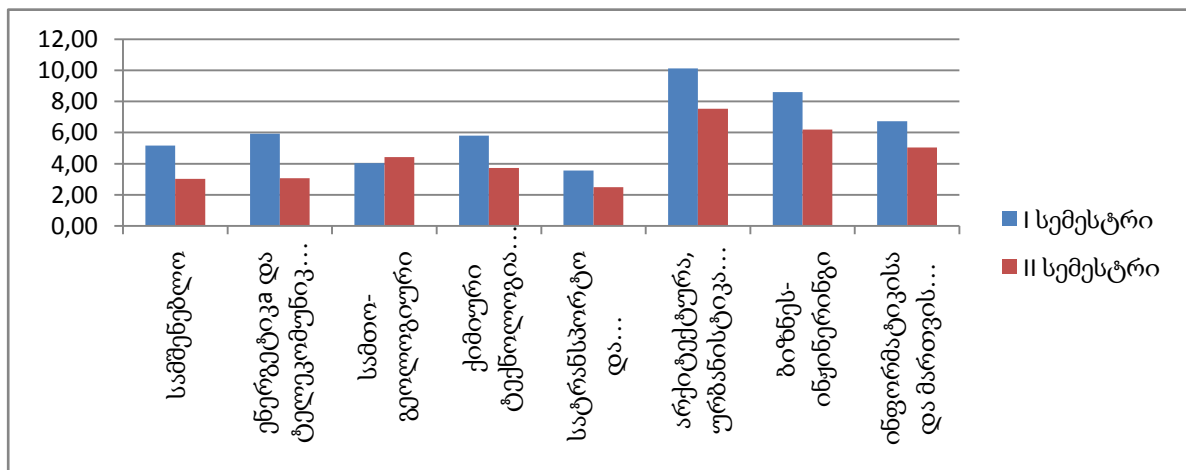
ნახ. 53-ზე ნაჩვენებია, თუ რა გავლენას ახდენს რეგისტრაციის ღილაკის ვირტუალური გაზრდა ინტერაქციის დროზე. თუ ჩავთვლით, რომ სამიზნე ობიექტის (რეგისტრაციის ღილაკის) რეალური ზომა შეადგენს $S_1=3$ სმ, მაშინ $T_{ფიტსი}$ იქნება 500 მლწმ–ის ფარგლებში. ღილაკის ვირტუალური

გაზრდით $S_1=8$ სმ და შესაბამისად $T_{ვიტსი}$ ფიქსირდება 300 მლწმ-ის ფარგლებში.

2.10. ბიომეტრიული სისტემების დანერგვის შედეგები

პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემების ეფექტურობის შეფასება. მნიშვნელოვანი დრო გავიდა აღნიშნული სისტემის ექსპლუატაციაში შეყვანიდან. აღსანიშნავია, რომ სისტემა წარმატებით ართმევს თავს მასზე დაკისრებულ მოვალეობებს. გარდა ძირითადი დანიშნულებისა, აღნიშნულ სისტემას ახასიათებს „გვერდითი მოვლენებიც“, ანუ იძლევა ისეთ მონაცემებს, რომელთა ანალიზის შედეგები წარმატებით შეიძლება იქნას გამოყენებული სასწავლო პროცესის გაუმჯობესების მიზნით. განვიხილოთ ზოგიერთი მათგანი [63].

დაურეგისტრირებელ მეცადინეობების მაჩვენებელი. ნახ.54-ზე ნაჩვენებია დაურეგისტრირებელ მეცადინეობათა რაოდენობა პროცენტებში ერთი სასწავლო წლის პირველ და მეორე სემესტრებისათვის, ფაკულტეტების მიხედვით.

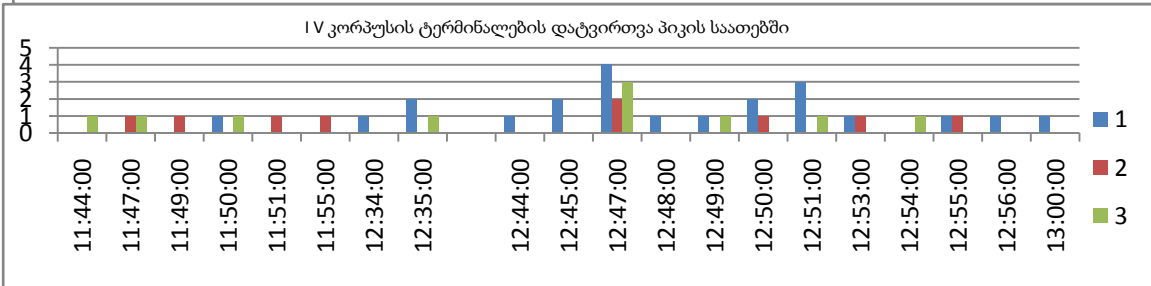
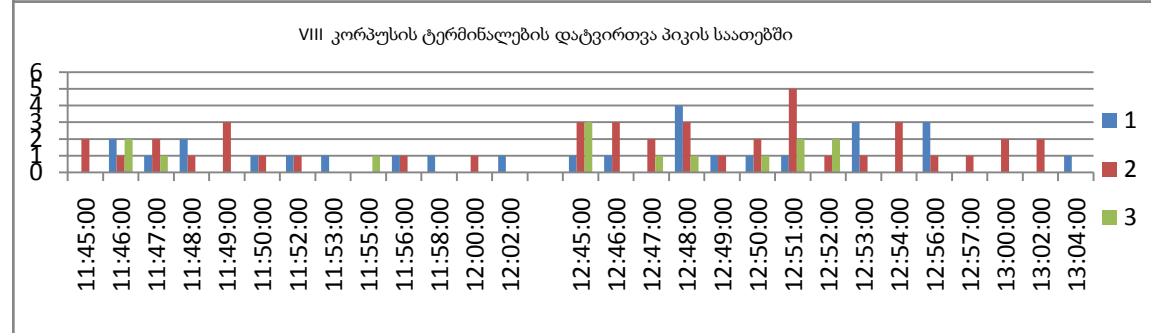
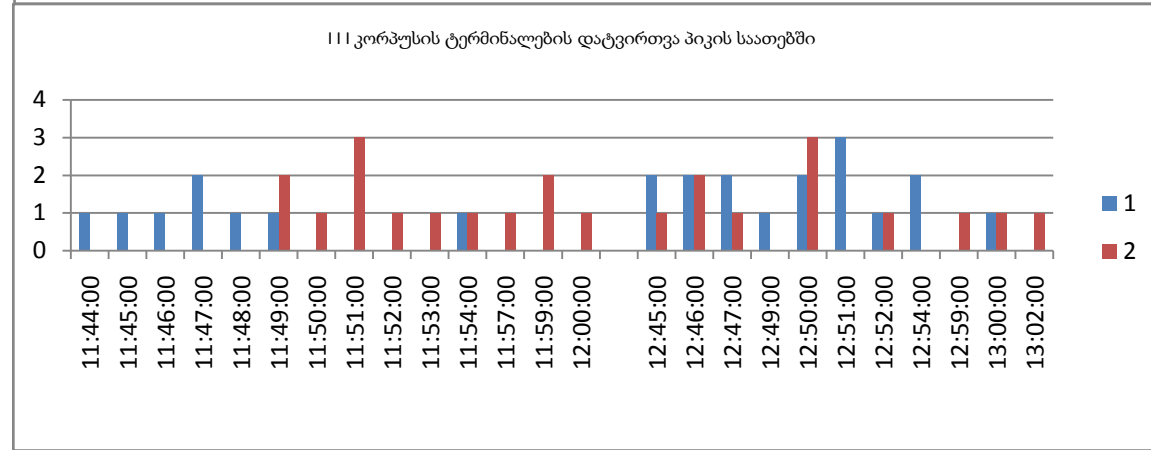
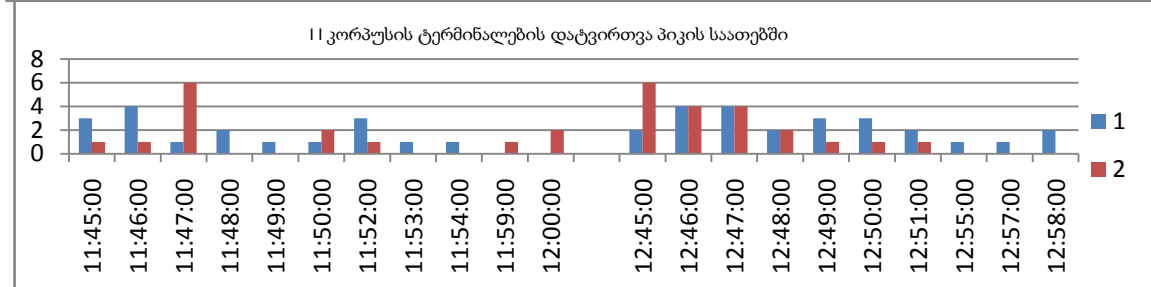
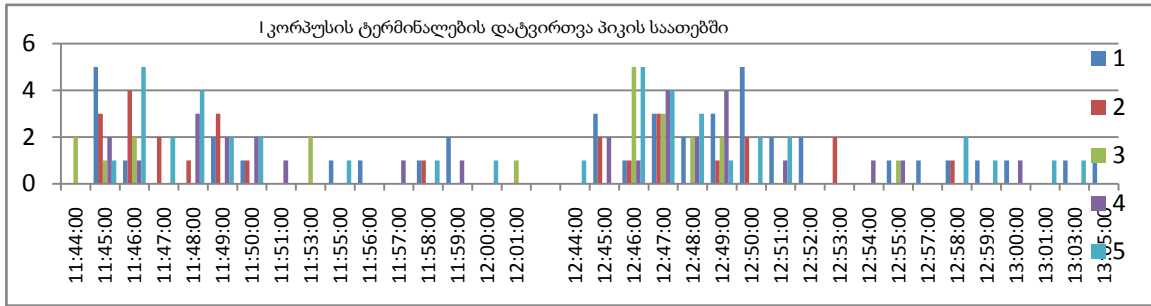


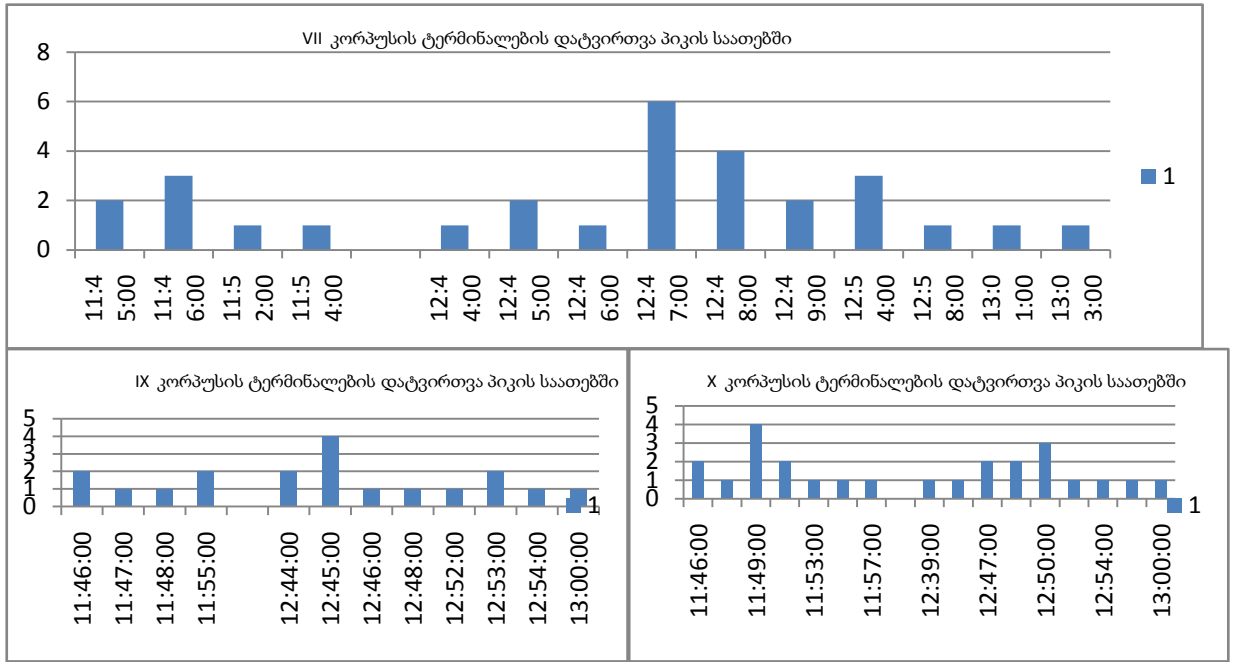
ნახ. 54. დაურეგისტრირებელ მეცადინეობათა რაოდენობა პროცენტებში

როგორც ვხედავთ, პირველ სემესტრში გატარებულმა მართვის ღონისძიებებმა გამოიღო დადებითი შედეგი, რაც მდგომარეობს დაურეგისტრირებელი მეცადინეობების რაოდენობის კლებაში. ერთადერთი გამონაკლისია სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტი, სადაც მოხდა დაურეგისტრირებელ მეცადინეობათა რაოდენობის უმნიშვნელო ზრდა. სისტემის მონაცემები საშუალებას იძლევა გავერკვეთ მეცადინეობათა დაურეგისტრირების მიზეზებში:

- პედაგოგის მხრიდან ზერელე დამოკიდებულება და რეგისტრირების დროს შეცდომები;
- პედაგოგის მხრიდან დაგვიანებები. შედეგად სისტემამ არ მისცა რეგისტრირების საშუალება;
- პედაგოგის მხრიდან გაცდენები;
- სასწავლო ცხრილის შეცდომები, როცა სასწავლო ცხრილში მითითებულია მეცადინეობა და სინამდვილეში არ არის;
- სასწავლო ცხრილის ხარვეზი, როცა ერთი სასწავლო კორპუსიდან მეორეში გადასვლისას პედაგოგს არ აქვს სათანო დრო და შესაბამისად ის აგვიანებს მეცადინეობაზე.

პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემის ტერმინალების დატვირთვების რეალური გამტარუნარიანობა. რეგისტრირების სისტემასთან პედაგოგები „ურთიერთობენ“ ტერმინალების საშუალებით, რომელთა რაოდენობაც სხვადასხვა სასწავლო კორპუსებში არის სხვადასხვა. როგორც ზემოთ ვნახეთ, სასწავლო კორპუსები არათანაბრადაა დატვირთული. შესაბამისად, საინტერესოა, თუ როგორია ტერმინალების გამტარუნარიანობა, ანუ რამდენი პედაგოგი აკეთებს რეგისტრირებას დროის ერთეულში.





ნახ. 55. სარეგისტრაციო ტერმინალების პიკური დატვირთვები

როგორც გრაფიკებიდან ჩანს, სისტემის ტერმინალების დატვირთვა უთანაბროა როგორც კორპუსების მიხედვით, ასევე ერთ კორპუსში თვითონ ტერმინალების მიხედვით. აქედან შეიძლება შემდეგი დასკვნების გამოტანა:

იმისათვის, რომ მსჯელობა ტერმინალების დატვირთვების შესახებ სრულყოფილი იყოს, საჭიროა მოხდეს სასწავლო კორპუსების დატვირთვების გათანაბრება

სისტემის ტერმინალის გამტარუნარიანობა საკმაოდ მაღალია. ამაზე მიუთითებს მე-6 სასწავლო კორპუსის მე-3 ტერმინალის გამტარუნარიანობა „პიკის საათში“, რომელიც წთ-ში შეადგენს რვა მომხმარებელს. შეიძლება თქმა, რომ ერთი მომხმარებლის რეგისტრაციისთვის 8 წმ საკმარისია.

პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემის დანერგვის შედეგები:

- მკვეთრად ამაღლდა პედაგოგების და ტექნიკური პერსონალის საშემსრულებლო დისციპლინა;

სათანადო კომენტარებით. ნახ. 56-ზე ნაჩვენებია ერთ-ერთი ანგარიშის ფრაგმენტი.

ცხრ. 2-ში მოცემულია სისტემაში თითოეულ პიროვნებაზე არსებული მონაცემები. მათ შორის არის FAR. ამ კონკრეტული პიროვნების შესახებ შეიძლება ითქვას, რომ პერიოდულად აქვს თითის ანაბეჭდის ხარისხის გაუარესების პრობლემა, რაც ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული და მათ შორის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზეც.

პირადი #	გვარი	სახელი	თარიღი, დრო	FAR	
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 14:52	15020	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 14:52	181	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 15:50	0	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 15:51	27	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 15:51	0	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 16:42	841	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 16:45	3244	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	11/05/11 16:45	339	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	13/05/11 14:42	139	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	13/05/11 14:53	9450	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	13/05/11 14:53	472	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	13/05/11 15:47	348	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	16/05/11 10:45	3138	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	16/05/11 10:45	52	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	16/05/11 11:45	27	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	16/05/11 11:45	50	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	18/05/11 13:39	627	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	18/05/11 14:46	125	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	18/05/11 15:49	3784	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	18/05/11 15:49	2866	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	18/05/11 15:51	0	REG_L_1
XXXXXXXXXXXX	XXXXXXXXXXXX	XXXX	18/05/11 16:51	0	REG_L_1

ცხრილი 2 პედაგოგთა რეგისტრირების სისტემაში პიროვნებაზე არსებული მონაცემები

მეცადინეობებზე სტუდენტთა დასწრების ბიომეტრიული რეგისტრირების სისტემის დანერგვის შედეგები:

- მკვეთრად ამაღლებს პედაგოგების და ტექნიკური პერსონალის საშემსრულებლო დისციპლინას;
- სასწავლებლის მასშტაბით ხელს უწყობს სასწავლო პროცესის კოორდინაციას;
- ავტომატურ რეჟიმში აღრიცხავს სტუდენტის/მოსწავლის მეცადინეობებზე დასწრებას და ამცირებს მატერიალურ დანახარჯებს;
- ხელს უწყობს მეცადინეობებზე დროის რაციონალურ გამოყენებას;
- მკვეთრად ამცირებს ლაბორატორიული ჟურნალის გაყალბების შესაძლებლობას;
- ავტომატურ რეჟიმში ახდენს სტუდენტთა/მოსწავლეთა დასწრების ანგარიშების ფორმირებას.

საგამოცდო პროცესზე სტუდენტთა ბიომეტრიული დაშვების სისტემის დანერგვის შედეგები:

- მკვეთრად ამაღლებს საგამოცდო პროცესის წარმართვის ხარისხს და მომსახურე პერსონალის საშემსრულებლო დისციპლინას;
- სასწავლებლის მასშტაბით ხელს უწყობს საგამოცდო პროცესის კოორდინაციას;
- ავტომატურ რეჟიმში აღრიცხავს სუბიექტის გამოცდაზე გამოცხადებას და ამცირებს მატერიალურ დანახარჯებს;
- მკვეთრად იზრდება საგამოცდო პროცესზე გამოცხადებული სუბიექტის იდენტიფიცირების საიმედოობა;
- მკვეთრად მცირდება სუბიექტის საგამოცდო პროცესზე დაშვების რეგისტრირების დრო;
- ავტომატურ რეჟიმში ახდენს მოსწავლეთა დასწრების ანგარიშების ფორმირებას.

- საგამოცდო პროცესზე სტუდენტთა ბიომეტრიული დაშვების და მეცადინეობებზე სტუდენტთა დასწრების ბიომეტრიული რეგისტრირების სისტემების სწრაფქმედების შეფასება.

ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემის დანერგვის შედეგები.

ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემის დანერგვას მოაქვს:

- საარჩევნო პროცესის გამარტივება და გაიაფება;
- საარჩევნო პროცესის გაყალბების გამორიცხვა;
- საარჩევნო პროცესის გამჭვირვალობის გაზრდა;
- ამომრჩევლების მხრიდან საარჩევნო პროცესებისადმი ნდობის გაზრდა.

დასკვნები

1. დამუშავებულია ბიომეტრიული სისტემის მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა ჩამოყალიბებული იქნას ბიომეტრიული სისტემის სინთეზის სქემა. ნაჩვენებია, რომ სისტემის სინთეზის სქემების ვარიანტების რაოდენობა დამოკიდებულია გამოყენებული პროტოკოლების რაოდენობაზე.
2. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების განვითარების დღევანდელი დონის და მათი გამოყენების მასშტაბური არეალის სისტემური ანალიზით ბიომეტრიული სისტემების ეფექტურობის ძირითად მაჩვენებლებად მიჩნეულია სისტემის საიმედოობა, სწრაფქმედება და ერგონომიულობა.
3. დადგენილია რეგისტრირებული მომხმარებლის სისტემაში დაშვების ალბათობის დამოკიდებულება სისტემის მომხმარებელთა რაოდენობასთან. ნაჩვენებია, რომ იდენტიფიცირების მეთოდის გამოყენებისას შესამჩნევად უარესდება სისტემის საიმედოობის მაჩვენებელი ვერიფიცირების მეთოდთან შედარებით, მაგრამ იმავდროულად მაღალია ერგონომიულობის მაჩვენებელი.
4. ბიომეტრიული სისტემის ეფექტურობის ამაღლების მიზნით შემოთავაზებულია სუბიექტის იდენტიფიცირების და ვერიფიცირების მეთოდების ერთდროული გამოყენების მეთოდი, რომელიც საშუალებას იძლევა მომხმარებლებთა დიდი რაოდენობის პირობებში შენარჩუნებული იქნას სისტემის საიმედოობის და ერგონომიულობის მისაღები დონე.
5. იდენტიფიცირების მეთოდზე დამყარებული ბიომეტრიული სისტემის სწრაფქმედების ამაღლების მიზნით შემუშავებულია თითის ანაბეჭდების ხარისხის მიხედვით რანჟირების მეთოდი და ადაპტიური ალგორითმები.

6. სისტემური ანალიზით შემუშავებულია პედაგოგთა რეგისტრირების ბიომეტრიული სისტემის ინოვაციური პატენტუნარიანი არქიტექტურა და ფუნქციონირების ალგორითმები. დამუშავებულია სისტემაში პედაგოგთა რეგისტრირების პირობები და პროტოკოლები, ნაჩვენებია სინთეზირებული სისტემის ეფექტურობა.
7. სისტემური მიდგომით შემუშავებულია სტუდენტთა ბიომეტრიული რეგისტრირების სისტემების არქიტექტურები და ალგორითმები, რომლებიც გამოირჩევიან იდენტიფიცირების მაღალი საიმედოობით და რეგისტრირების მაღალი სწრაფქმედებით.
8. ხმის მიცემის პროცესის წარმართვა ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენებით ტრადიციულთან შედარებით უფრო საიმედო, სწრაფი და მატერიალურად მომგებიანია. ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენება პრაქტიკულად გამორიცხავს ხმის მიცემის პროცესის შედეგების გაყალბებას.
9. ხმის მიცემის სისტემის არქიტექტურა სუბიექტის ბიომეტრიულ მონაცემებს შეიძლება იყენებდეს როგორც რეგისტრირების, ასევე ხმის მიცემის ფაზებში. ამასთან მეორე ვარიანტი უფრო საიმედოა.
10. პედაგოგთა რეგისტრირების ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემების რეალიზაცია ადასტურებს, რომ სუბიექტის იდენტიფიცირებისათვის შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ბიომეტრიული სისტემებისათვის დამახასიათებელი როგორც იდენტიფიცირების, ასევე ვერიფიცირების მეთოდები, რაც მეტ მოქნილობას მატებს სისტემების ფუნქციონირებას და ამალღებს სისტემების საიმედოობას.
11. ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემა სრულიად აკმაყოფილებს მათდამი წაყენებულ საზოგადოდ ცნობილ მოთხოვნებს ხმის მიმცემი სუბიექტის კონტროლის, ანონიმურობის, კონტროლის უნივერსალობის, არადადასტურებადობის და სხვა თვალსაზრისით.

12. შემოთავაზებულია ბიომეტრიულ სისტემაში მომხმარებლის ინტერაქციის შეფასების მოდელი, რომელიც ერთდროულად იყენებს ფიტსის და ჰიკის კანონებს. შეფასების შედეგებზე დაყრდნობით შემოთავაზებულია ინტერაქციის დროის გაუმჯობესების ხერხი.
13. დამუშავებული სისტემების რეალიზაციის შედეგები ადასტურებენ სამუშაოში მიღებული სამეცნიერო შედეგების სისწორეს და საინჟინრო გადაწყვეტების ეფექტურობას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. http://www.acuity-mi.com/FOB_Report.php, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
2. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/36290.wss>, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული 08.05.2013
3. ლ. იმნაიშვილი, ა.ფრანგიშვილი. ციფრული სისტემების სინთეზი, იერარქიულობა და მრავალფუნქციურობა. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009, ISBN 979-9941-14-439-4.
4. Norman T. J., Bailey M.A., Statistical Methods in Biology. 1995 y.
5. The Fingerprint Sourcebook. Chapter 1. HISTORY, Jeffery G. Barnes, National Institute of Justice, 2011.
6. Davide Maltoni, Dario Maio, Anil K. Jain, Salil Prabhakar. Handbook of Fingerprint Recognition. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 2003.
7. Anil K. Jain, A. R. and Prabhakar, S. (2004). An introduction to biometric recognition. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14(1):4–20.
8. Round M. Bolle, Jonathan H. Connell, Sharath Pankanti, Nalini K. Ratha, Andrew W.Senior. Guide to Biometrics, Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 2009.
9. Kresimir Delac, Mislav Grgic. A Survey of Biometric Recognition Methods. 46th International Symposium Electronics in Marine, ELMAR-2004, 16-18 June 2004, Zadar, Croatia.
10. S. Prabhakar, S. Pankanti, A. K. Jain, "Biometric Recognition: Security and Privacy Concerns", IEEE Security & Privacy, March/April 2003, pp. 33-42
11. D. Maio, D. Maltoni, R. Cappelli, J. L. Wayman, A. K. Jain, "FVC2002: Fingerprint verification competition" in Proc. Int. Conf. Pattern Recognition (ICPR), Quebec City, QC, Canada, August 2002, pp. 744-747.
12. A. Ross, A. K. Jain, "Information fusion in biometrics", Pattern Recognition Letters 24 (2003) 2115-2125, available at <http://www.computerscienceweb.com/>
13. P. J. Philips, P. Grother, R. J. Micheals, D. M. Blackburn, E. Tabassi, J. M. Bone, "FRVT2002: Overview and Summary," available at: <http://www.frvt.org/FRVT2002/documents.htm>
14. Anil K. Jain, Arun Ross, Salil Prabhakar. An Introduction to Biometric Recognition. IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, VOL. 14, NO. 1, JANUARY 2004.
15. ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., სულაბერიძე მ.. სასწავლო დაწესებულებაში პედაგოგთა რეგისტრაციის ელექტრონული სისტემა. აკადემიკოს ი.ფრანგიშვილის დაბადების 80 წლისთავისადმი მიძღვნილი სერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია "საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები,

- მოდელირება, მართვა". თბილისი, 1-4 ნოემბერი, 2010 წ. მოხსენებათა თეზისები, გვ. 115.
16. The use of biometrics in schools. Information Commissioner's Office http://www.ico.org.uk/upload/documents/library/data_protection/detailed_specialist_guides/fingerprinting_final_view.pdf
 17. Biometrics in Schools, Colleges and other Educational Institutions. Data Protection Commissioner.
 18. School Campus Facial Identification System. Texas Biometric Corp. <http://www.texasbiometric.com/platforms/school-campus-id-system/>, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 19. <http://www.identimetrics.net/case-studies.asp>, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 20. <http://www.dataprotection.ie/viewdoc.asp?DocID=409>. , უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 21. <http://www.sungard.com/campaigns/corporate/k12/home.aspx> Sungard LTD. უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 22. http://www.identimetrics.net/education_solutions.asp. , უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 23. იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., ტიტვინიძე ა. ბიომეტრია: მითები და რეალობა. ბიზნეს-ინჟინერინგი, #1, 2012, გვ. 43-50.
 24. <http://inventors.about.com/library/weekly/aa111300b.htm>
 25. History of e-Voting. Modern Democracy Magazine. 1/2011, pp. 8,9.
 26. http://americanhistory.si.edu/vote/resources_votomatic.html
 27. Берд Киви. За честные Э-выборы. Мир ПК №03, 2012
 28. Акимова Г. П., Попов А. К., Соловьев А. В. Аналитическое исследование систем для электронного голосования. Труды ИСА РАН, 2007. Т. 29.
 29. Anthony T. Green. "Decisions About Voting Technologies: The Issues." June, 2001. <http://news.findlaw.com/cnn/docs/voting/nsfe-voterprt.pdf>
 30. Internet Voting in Estonia. <http://www.vvk.ee/voting-methods-in-estonia/engindex/>.
 31. www.biometrics.org, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 32. www.engr.sjsu.edu/biometrics, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 33. www.IBIA.org, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 34. <http://www.bioapi.org>, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 35. www.din.de/ni/sc37, უკანასკნელად იქნა გადამოწმებული - 08.05.2013.
 36. L. O'Gorman, "Comparing passwords, tokens, and biometrics for user authentication", Proceedings of the IEEE, Vol. 91, No. 12, Dec. 2003, pp. 2019-40.
 37. Anil K. Jain, Salil Prabhakar, Lin Hong, Arun Ross, James L. Wayman. Biometrics: A Grand Challenge. International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Cambridge, UK, Aug. 2004.

38. Technical Document about FAR, FRR and EER. by SYRIS Technology Corp., 2004.
39. SALIL PRABHAKAR, SHARATH PANKANTI , ANIL K. JAIN. Biometric Recognition: Security and Privacy Concerns
40. James Wayman, Anil Jain, Davide Maltoni and Dario Maio. An Introduction to Biometric Authentication Systems.
41. A. Ross, K. Nandakumar and A. K. Jain, "Handbook of Multibiometrics", Springer Publishers, 1st edition, May 2006. ISBN: 0-3872-2296-0.
42. A.K. Jain, K. Nandakumar, U. Uludag and X. Lu, "Multimodal Biometrics: Augmenting Face With Other Cues", in Face Processing: Advanced Modeling and Methods, W. Zhao and R. Chellappa (eds.), pp. 679-705, Academic Press, 2005.
43. A. K. Jain and A. Ross, "Multibiometric Systems", Communications of the ACM, Special Issue on Multimodal Interfaces, Vol. 47, No. 1, pp. 34-40, January 2004.
44. Кишуков А.Ю. Модель устройства защиты от несанкционированного доступа с использованием биометрических технологий идентификации. Электронный документ. <http://www.security.ase.md/publ/ru/pubru89/>.
45. Соколов В.М., Попов М.Н. Оценка и обеспечение эффективности функционирования биометрического контроля в СКУД. Системы безопасности. 2006. №5.
46. Африн А.Г., Адигамов О.И. О реляционном подходе к биометрической идентификации пользователя //Перспектива/ Сборник статей молодых ученых. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006.
47. იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., ტიტვინიძე ა. იდენტიფიცირებისა და ვერიფიცირების მეთოდების ერთდროული გამოყენება ბიომეტრიულ სისტემებში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „21-ე საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები“, თბილისი 19-21 სექტემბერი, 2012 წ. შრომები, ტომი 2, 2012 წ. გვ. 130-134.
48. Петелин Д. Учет рабочего времени — почему, зачем и как. <http://software-testing.ru/library/around-testing/management/199>.
49. GILE JEFFREY R, SUBRAMANIAM S RAGUBATHI R. Biometric identification and reporting system. Patent USA # US2004066276 (A1), 2004.04.08.
50. ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., სულაბერიძე მ.. სასწავლო დაწესებულებაში პედაგოგთა რეგისტრაციის ელექტრონული სისტემა. აკადემიკოს ი.ფრანგიშვილის დაბადების 80 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია "საინფორმაციო და კომპიუტერული ტექნოლოგიები, მოდელირება, მართვა". თბილისი, 1-4 ნოემბერი, 2010 წ. მოხსენებათა თეზისები, გვ. 115.

51. ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ. პედაგოგოთა ბიომეტრიული იდენტიფიკაციის და რეგისტრაციის სისტემა. გამოგონების პატენტი # P 2012 5620 B. ბიულეტენი # 16, 2012 წ.
52. Prangishvili A., Imnaishvili L., Bedineishvili M., Sulaberidze M.. Electronic System of Teachers' Registration in The Highest Educational Institution. Informational and Communication Technologies – Theory and Practice: Proceedings of the International Scientific Conference ICTMC-2010 Devoted to the 80th Anniversary of I.V. Prangishvili. Nova Science Publishers.
https://www.novapublishers.com/catalog/product_info.php?products_id=25352
53. იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ. ციფრული ტექნოლოგიების ელექტროენერგეტიკაში გამოყენების გამოცდილება. საერთაშორისო სამეცნიერო-მეთოდური კონფერენცია „ენერგეტიკა: რეგიონული პრობლემები და განვითარების პერსპექტივები“, შრომები, ქუთაისი, 2010 წ.
54. Прангишвили А.И., Имнаишвили Л.Ш., Бединеишвили М.М. Система измерения и отображения электрических параметров. Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения (УКИ'08). Российская конференция с международным участием. Москва, 2008.
55. ფრანგიშვილი ა., იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., ძნელაძე გ. ხმის მიცემის ბიომეტრიული სისტემა. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „21-ე საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები“, თბილისი 19-21 სექტემბერი, 2012 წ. შრომები, ტომი 2, 2012 წ. გვ. 106-114.
56. იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., ტალიკაძე თ., ჯაბუა მ. SCADA სისტემებში ადამიანი-კომპიუტერის ინტერფეისის დამუშავების საკითხისათვის. შრომები „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ #2(13), სტუ. თბილისი, 2012 წ., გვ. 66–68.
57. იმნაიშვილი ლ., ჩაჩხიანი ე., ბედინეიშვილი მ. ენერგეტიკული ობიექტის მართვის მომხმარებლის ინტერფეისის დამუშავების საკითხისათვის. //ენერჯია, 2009, # 4, 28-35 გვ.
58. ლ. იმნაიშვილი, მ. ბედინეიშვილი. სამგანზომილებიანი საათი. საპატენტო სიგელი # AP 2009 10106 A, ბიულეტენი # 21, 2009.11.10.
59. Fitts, P. M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. Journal of Experimental Psychology, 47, (1954), 381-391.
60. Jef Raskin, “The Human Interface. New Directions for Designing Interactive Systems”.
61. Hick, William E.; On the rate of gain of information. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 4:11-26, 1952.

62. იმნაიშვილი ლ., ბედინეიშვილი მ., ტალიკაძე თ. პედაგოგთა რეგისტრაციის სისტემის სამომხმარებლო ინტერფეისის ინტერაქციის დროის შეფასება. შრომები „მართვის ავტომატიზირებული სისტემები“ N1(10), საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი, 2011წ., გვ. 334-340
63. იმნაიშვილი ლ., ტიტვინიძე ა., ბედინეიშვილი მ., დათუკიშვილი გ. ელექტრონული სისტემების ეფექტურობა სასწავლო პროცესის მართვაში. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 90 წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია „21-ე საუკუნის მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი პარადიგმები“, თბილისი 19-21 სექტემბერი, 2012 წ. შრომები, ტომი 2, 2012 წ. გვ. 120-130.