

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

---

ISSN 1512-3979 (print)

EISSN 1512-2174 (online)

DOI.org/10.36073/1512-3979

**შ რ ტ მ ე ბ ი**

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

**TRANSACTIONS**

**AUTOMATED CONTROL SYSTEMS**

**N 1(32), vol.1.2**



**თბილისი TBILISI**

**2021**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

ISSN 1512-3979 (print)  
EISSN 1512-2174 (online)  
DOI.org/10.36073/1512-3979

შ რ ო მ ე ბ ო

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

**TRANSACTIONS**  
AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

№ 1(32), Vol. 1.2

ემდგენება სტუ-ს  
„მართვის  
ავტომატიზებული  
სისტემების“  
კათედრის დაარსების  
50 წლის იუბილეს  
(1971-2021)



DEDICATED  
TO THE 50th FOUNDATION  
ANNIVERSARY OF THE  
CHAIR "AUTOMATED  
CONTROL SYSTEMS"  
OF GTU  
(1971-2021)

*გამოიცემა 2006 წლიდან*

*პერიოდულობა:  
2 ნომერი წელიწადში*

თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ  
2021

1971 – 2021

კრებულში შეტანილია სტუ-ს „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დაარსების 50-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის შრომები	The selected articles comprise a collection of Internat. scientific conf. works presented to 50 <sup>th</sup> anniversary of foundation of the Automated Control Systems Department at Georgian Technical University
В сборнике представлены научные труды Международной научно-технической конференции, посвященной 50 летию образования кафедры АСУ Грузинского Технического Университета	

**სარედაქციო კოლეგია:**

- აზმაიფარაშვილი ზ., ახობაძე მ., გასიტაშვილი ზ., გიგინეიშვილი ა., გიორგაშვილი ლ., გიორგაშვილი გ., გოგიჩაიშვილი ი., თევდორაძე მ., თურქია ე., იმნაიშვილი ლ., კაიშაური თ., კამკამიძე კ., კოტრიკაძე ქ., ლომინაძე ნ., ლომინაძე თ., მძინარიშვილი ლ., ნატროშვილი დ., ობგაძე თ., სამხარაძე რ., სესაძე ვ., სურგულაძე გ., ფრანგიშვილი ა. (თავმჯდომარე), შონია ო., ჩხაიძე მ., ცაბაძე თ., ცინცაძე ა., გ. ძიძიგური, წვერაიძე ზ.,
- ჩოგოვაძე გ., ანანიშვილი გ., ბოსიკაშვილი ზ., კაკუბავა რ., კვარატხელია ვ., მელაძე ჰ.
- გერმანია: ბოტჰე კ., ვედკინდი ჰ., მაიერ-ვეგენერი კ., რეისიგი ვ.
- აშშ: ტრივედი კ. (დუკეს უნივერსიტეტი), ჩიხრაძე ბ. (კორპორაცია Apple)
- კანადა: ქაჩიბაია ვ. (IT Industry)
- უნგრეთი: სცტრიკ ი. დებრეცენის უნივერსიტეტი
- რუსეთი: ბაბაიანი რ. (მპი), ვასინი ა.(მსუ), შჩუკინი ბ.(მიფი), ფომინი ბ. (პეტერბურგის ტუ)

პასუხისმგებელი რედაქტორი: გ. სურგულაძე. სტატიები: <http://www.gtu.ge/Journals/mas/>

**EDITORIAL BOARD:**

- Akhobadze M., Azmaiparashvili Z., Chkhaidze M., Dzidziguri G., Gasitashvili Z., Gigineishvili A., Giorgashvili L., Gogichashvili G., Goziridze I., Imnaishvili L., Kaishauri T., Kamkamidze K., Kotrikadze K., Lominadze N., Lominadze T., Mdzinarishvili L, Natroshvili D., Obgadze T., Prangishvili A. (Chairman), Samkharadze R., Sesadze V., Shonia O., Surguladze G., Tevdoradze M., Tsintsadze A., Tsveraidze Z., Turkia E.
- Chogovadze G., Ananiashvili G., Bosikashvili Z., Kakubava R., Kvaratskhelia V., Meladze G.
- *Germany*: Bothe K.(Humboldt univ. Berlin), Meyer-Wegener K. (Erlangen univ.), Reisig W. (Humboldt univ.Berlin), Wedekind H.(Erlangen univ.)
- *USA*: Trivedi K. (Duke University), Chikhradze B. (Apple Co.)
- *Canada*: Kachibaia V. (IT Industry)
- *Hungary*: Sztrik I. (University of Debrecen)
- *Russia*: Babaian R.(IPU), Tshukin B.(Mephi), Vasin A.(MSU), Fomin B.(St-Petersburg, Techn.Univ.)

Executive Editor: G. Surguladze.

References: <http://www.gtu.ge/Journals/mas/>

ISSN 1512-3979, DOI.org/10.36073/1512-3979



გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021  
Publishing House „Technical University“, 2021  
Издательство „Технический Университет“, 2021

**შინაარსი - CONTENTS- СОДЕРЖАНИЕ**

➤	<b>გოჩა ჩოგოვაძე, ვაჟა დიდმანძე, ეკატერინე რაზმაძე.</b> საინფორმაციო და კომუნიკაციური ტექნოლოგიები ინფორმაციულ საზოგადოებაში // Chogovadze Gocha, Didmanidze Vazha, Razmadze Ekaterine. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE INFORMATION SOCIETY	<b>207</b>
➤	<b>გურამ ბელთაძე.</b> თამაშთა თეორიის გამოყენება კოვიდ-19-ის დასამარცხებლად // Beltadze Guram. USING GAME THEORY FOR DEFEATING COVID-19	<b>213</b>
➤	<b>გულნარა ჯანელიძე, ალბერტ მირიანაშვილი.</b> დიდი მონაცემების ანალიტიკა Covid19 პანდემიასთან ბრძოლაში // Gulnara Janelidze, Albert Mirianashvili. BIG DATA ANALYTICS IN THE FIGHT AGAINST COVID-19 PANDEMIC	<b>222</b>
➤	<b>ნოდარ დარჩიაშვილი, ანა კობიაშვილი.</b> Covid-19 შემთხვევების მონიტორინგის სისტემა საზოგადოებრივი უსაფრთხოების მართვის ცენტრში // Nodar Darchiashvili, Ana Kobiashvili. COVID-19 CASE MONITORING SYSTEM AT THE PUBLIC SAFETY MANAGEMENT CENTER	<b>227</b>
➤	<b>დიანა ჭანკოტაძე.</b> მედია- და ციფრული-ტექნოლოგიები „კოვიდ19“ პანდემიის გლობალიზაციის პირობებში და საფრანგეთი პრევენციის გზაზე // Diana Chankotadze. MEDIA- AND DIGITAL TECHNOLOGIES "KOVID 19" PANDEMIC IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION AND FRANCE ON THE ROAD TO PREVENTION	<b>233</b>
➤	<b>ნატალი სიდამონიძე, ლევან ჯიქიძე, ალექსანდრე ბენაშვილი.</b> თანამედროვე სამენეჯმენტო ინფორმაციული სისტემების დანერგვა საქართველოს შემდგომი განვითარებისთვის // Sidamonidze N., Dzhikidze L., Benashvili A. IMPLEMENTATION OF MODERN INFORMATION MANAGEMENT SYSTEMS FOR FURTHER DEVELOPMENT OF GEORGIA	<b>238</b>
➤	<b>ალექსანდრე ბენაშვილი.</b> Skylake პროცესორი – საუკეთესო გადაწყვეტა მულტიმედია კომპიუტერისათვის // Benashvili Alexander. SKYLAKE PROCESSOR - THE BEST SOLUTION FOR MULTIMEDIA PC	<b>242</b>
➤	<b>მალხაზ სულაშვილი, გურამ ივანიშვილი.</b> ინფორმაციული შეტევების ტიპების ანალიზი // Malkhaz Sulashvili, Guram Ivanishvili. ANALYSIS OF TYPES OF CYBER ATTACKS	<b>247</b>
➤	<b>ლელა გაჩეჩილაძე, ანა მარგველაშვილი.</b> მემკვიდრეობითობა VS კომპოზიცია // Gachechiladze Lela, Margvelashvili Ana. INHERITANCE VS COMPOSITION	<b>250</b>
➤	<b>სოფიკო გოგოლაძე, თამარ ლომინაძე, მარიამ მარღიშვილი.</b> წყვილში პროგრამირების უპირატესობები და თავისებურებები // Sopiko Gogoladze, Tamar Lominadze, Mariam Margishvili. ADVANTAGES AND FEATURES OF PAIR PROGRAMMING	<b>256</b>
➤	<b>ლელა პაპავა, თამარ ლომინაძე.</b> აუდიოდაქტილოსკოპია, მისი როლი და მნიშვნელობა // Lela Papava, Tamar Lominadze. ADVANTAGES AND FEATURES OF PAIR PROGRAMMING	<b>260</b>
➤	<b>ია გაიშვილი.</b> ბიზნეს-პროცესების მოდელირება და ოპტიმიზაციის ამოცანა განუსაზღვრელობის პირობებში // Ia Giashvili. BUSINESS PROCESS MODELING AND OPTIMIZATION TASK, UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY	<b>265</b>
➤	<b>მედეა თევდორაძე, თამთა რუხაძე, მაია სალთხუციშვილი, ნინო წულუკიძე, თამაზ ალიბეგაშვილი.</b> საწარმო-ორგანიზაციის მართვის არქიტექტურული მოდელები // Medea Tevdoradze, Tamta Rukhadze, Maia Saltkhutsishvili, Nino Tsulukidze, Tamaz Alibegashvili. ARCHITECTURAL MODELS OF ENTERPRISE MANAGEMENT	<b>269</b>
➤	<b>მედეა თევდორაძე, ნინო ლოლაშვილი, ანასტასია ბაჯიაშვილი, ლილი ლობჯანიძე, თეონა ობოლაშვილი.</b> ბიზნეს-პროცესების იდეოლოგიის დანერგვა უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში // Medea Tevdoradze, Nino Lolashvili, Anastasia Bajiashvili, Lili Lobzhanidze,	<b>274</b>



Teona Obolashvili. INTRODUCTION OF BUSINESS-PROCESSES IDEOLOGY IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION

- მედეა თევდორაძე, მაია სალთხუცშვილი, თეონა ჭიგლაძე, მარიამ კაპანაძე, სამსონ დარჩია. ბიზნეს-პროცესების რეინჟინირინგი უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში // Medea Tevdoradze, Maia Saltkhutsishvili, Teona Chigladze, Mariam Kapanadze, Samson Darchia. BUSINESS-PROCESSES REENGINEERING IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION 278
- ნუგზარ ამილახვარი, გიორგი ამილახვარი, დიმიტრი კახნიაშვილი. მონაცემთა შიფრაციის თავისებურებანი // Amilakhvari Nugzar, Amilakhvari George, Kakhniashvili Dimitri. METHODOLOGY FOR CHOOSING DATA ENCRYPTION METHODS 283
- გულნარა ჯანელიძე, ზადრი მეფარიშვილი, ნინო ბერიძე. დიდი მონაცემების ფრეიმვორკები ონლაინ-სწავლების სისტემაში // Gulnara Janelidze, Badri Meparishvili, Nino Beridze. BIG DATA FRAMEWORKS IN THE ONLINE LEARNING SYSTEM 289
- თინა იველაშვილი. მესხური საოჯახო ნივთი ფეშხუმი // Tina Ivelashvili. MESKHETIAN HOUSEHELD ITEM PESHKHUMI 295
- ნონა ოთხოზორია, თამარ მიშელაშვილი. ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომა ხარისხის მენეჯმენტში // Otkhozoria Nona, Mishelashvili Tamar. OBJECT-ORIENTED APPROACH TO QUALITY MANAGEMENT 300
- ნოდარ აბელაშვილი, ნონა ოთხოზორია, გიორგი მერებაშვილი. ლაბორატორიათაშორისი გამოცდების ჩატარების მეთოდის ბეტონის კუმის კუმშვის სიმტკიცის დასადგენად // Nodar Abelashvili, Nona Otkhozoria, Giorgi Merebashvili. INTERLABORATORY TEST METHODS FOR DETERMINING THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE 303
- ირინა ჩხეიძე, ვანო ოთხოზორია, მედეა ნარჩემაშვილი, შორენა ხორავა. გაზომვის ხარისხის შეფასება // Chkheidze Irina, Otkhozoria Vano, Narchemashvili Medea, Khorava Shorena. MEASUREMENT QUALITY ASSESSMENT 306
- მედეა ბალიაშვილი. პროგრამული უზრუნველყოფის შეფასების საკითხები // Baliashvili Medea. ABOUT SOFTWARE CERTIFICATION 311
- გელა ღვინეაძე, თორნიკე შავიშვილი. ინტერდისციპლინური მიდგომების ეფექტიანობა მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესებში // Gela Gvinepadze, Tornike Shavishvili. EFFECTIVENESS OF INTERDISCIPLINARY BACKGROUNDS IN SCIENTIFIC RESEARCH AND TEACHING PROCESSES 316
- თორნიკე შავიშვილი. ელექტრონული სწავლება: აქტუალობა და გამოწვევები // Tornike Shavishvili. ELECTRONIC TRAINING: ACTUALITY AND PROBLEM 320
- Avtandili Bichnigauri. USE OF IOT DEVICES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS // ავთანდილ ბიჩნიგაური. IoT მოწყობილობების გამოყენება საგანმანათლებლო დაწესებულებებში 324
- ოთარ შონია, ავთანდილ ბიჩნიგაური. ლოკალურ ქსელში IoT მოწყობილობების აღმოჩენის საშუალებები მათი კიბერუსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად // Shonia Otar, Bichnigauri Avtandili. MEANS OF DETECTING IOT DEVICES IN THE LOCAL NETWORK TO ENSURE THEIR CYBERSECURITY 328
- ნატო ქავთარაძე. ქართული ინჟინერიის სათავეებთან // Qavtaradze Nato. ABOUT THE BEGINNINGS OF ENGINEERING IN GEORGIA 333
- ბორის მასპინძელაშვილი, ვალერი ტაკაშვილი. კომპლექსური ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადად დაშლის ერთი მეთოდის შესახებ // Boris Maspindzelashvili, Valeri Takashvili. ON ONE METHOD OF EXPANSION OF A RATIONAL FUNCTION OF A COMPLEX VARIABLE INTO ELEMENTARY FRACTIONS 339

- **ბორის მასპინძელაშვილი, ვალერი ტაკაშვილი.** პირამიდის ფუძის წიბოსთან ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებების შედგენა და იმის დადგენა, თუ რომელი ბისექტრისა გაკვეთს პირამიდის არეს // Boris Maspindzelashvili, Valeri Takashvili. GENERATION OF THE EQUATIONS FOR THE BISECTOR OF DIHEDRAL ANGLES AT THE BASE OF PYRAMID AND DEFINITION WHICH BISECTOR INTERSECTS THE AREA OF PYRAMID **343**
- **ნუგზარ ამილახვარი, გია სურგულაძე, დიმიტრი კახნიაშვილი** მონაცემთა ბაზების უსაფრთხოების ინოვაციური მიდგომები // Amilakhvari Nugzar, Surguladze Gia, Kakhniashvili Dimitri. MODERN TRENDS IN DATABASE SECURITY **347**
- **გივი ხიდეშელი.** ბენზოლის მოლეკულის თვისებების თვალსაჩინოდ გამომსახველი ელექტრონული აღნაგობის ახალი ფორმულა // Khidesheli Givi. NEW FORMULA OF BENZENE MOLECULE ELECTRONIC STRUCTURE, CLEARLY SHOWING ITS FEATURES **352**
- **გივი ხიდეშელი.** ცვლილებები ატომების ელექტრონულ გარსის აღნაგობაში და მათი ახალი ელექტრონული ფორმულები // Khidesheli Givi. CHANGES IN THE ELECTRON SHELL STRUCTURE OF ATOMS AND THEIR NEW ELECTRONIC FORMULAS **358**
- **ზაურ ჯოჯუა.** მიკროკონტროლერების განვითარების ტენდენციები // Zaur Jojua . TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MICROCONTROLLERS **363**

**80** *Happy birthday!*

*Prof. Dr. Getcha Tchogvadze*  
*and*  
*Prof. Dr. Georg Gogitchaishvili*

*ვულოცავთ 'მართვის ავტომატიზებული სისტემების' კათედრის დამაარსებლებს, სტუ-ს UNESCO-ს კათედრის გამგეს, აკადემიკოს გოჩა ჩოგვადეს და აკადემიის წევრ-კორესპონდენტს, გიორგი გოგიჩაიშვილს დაბადების 80 წლის იუბილეს, ვუსურვებთ შემოქმედებით სიმბნევეს და მომავალ წაყოფიერ მოღვაწეობას!*

### **აკადემიკოსი გოჩა ჩოგვადე**



კათედრის პირველი გამგე (1971-1980). იუნესკოს (პარიზი) განყოფილების გამგე – „ინფორმატიკა განათლებაში“ (1981-1986). საქ. უმაღლესი საბჭოს დეპუტატი, საქ. პარლამენტის „მეცნიერებისა და განათლების“ კომიტეტის თავჯდომარე (1986-1988). სტუ-ს რექტორი (1988-1994). საქართველოს საგანგებო და სრულუფლებიანი ელჩი საფრანგეთსა და ესპანეთში (1994-2004). იუნესკოს გენერალური დირექტორის მრჩეველი (2004-დღემდე). სტუ-ს იუნესკოს კათედრის გამგე (2003 წლიდან), მრავალი მონოგრაფიის, სახელმძღვანელოს, გამოგონების, სტატიებისა და საზღვარგარეთ გამოქვეყნებული სამეცნიერო-პოპულარული პუბლიკაციების ავტორი. მიღებული აქვს „ღირსების ორდენი“ და სტუ-ს უმაღლესი ჯილდო „გიორგი ნიკოლაძის“ მედალი.

### **პროფესორი გიორგი გოგიჩაიშვილი**



ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორის წოდებით, კათედრის თანადამაარსებელი და მეორე გამგე (1981-2016). სტუ-ს ორგანიზაციული მართვის, შემდეგ *მას* დეპარტამენტის უფროსი (2007-2016). საქ. მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი. კომპიუტერულ მეცნიერებათა და სისტემების საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსი. მრავალი სახელმძღვანელოს, მონოგრაფიის და სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი. 30-ზე მეტი დაცული დისერტაციის ხელმძღვანელი ინფორმატიკის სფეროში. მიღებული აქვს „ღირსების ორდენი“ და სტუ-ს უმაღლესი ჯილდო „გიორგი ნიკოლაძის“ მედალი.



## საინფორმაციო და კომუნიკაციური ტექნოლოგიები ინფორმაციულ საზოგადოებაში

გოჩა ჩოგოვაძე, ვაჟა დიდმანიძე, ეკატერინე რაზმაძე  
g.shogovadze@gtu.ge, didvaj2@gtu.ge, e.razmadze@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების საგანმანათლებლო მეცნიერული პროცესის თეორიულ-პრაქტიკული საკითხები მულტიდისციპლინარული კვლევის საფუძველზე. განსაკუთრებით აქტუალურია საინფორმაციო სისტემების ინჟინერიის, მედიაინფორმატიკის, ინფორმატიკის დიდაქტიკის, და ტექნოლოგიების მეცნიერულ მიმართულებებთან განვითარება და კვლევა, რასაც უდავოდ მიყვარს მაღალგანვითარებული მენტალიტეტის მქონე ინფორმაციული საზოგადოების ჩამოყალიბებასთან. უახლესი აკადემიური კურსი, რომელიც შემუშავდა სტუ-ს UNESCO-ს კათედრაზე და წარმატებით იკითხება „მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის)“ და სხვა სპეციალობებზე, გახლავთ „ინფორმაციული და კომუნიკაციური ტექნოლოგიები ინფორმაციულ საზოგადოებაში“.

**საკვანძო სიტყვები:** ინფორმაციული საზოგადოება. განათლება. საინფორმაციო სისტემები. ინფორმატიკის დიდაქტიკა. მედიაინფორმატიკა. ელექტრონული მთავრობა.

### 1. შესავალი

*ინფორმაციული საზოგადოება* – სოციალური პლატფორმა, რომელიც ინფორმაციის შექმნას, გავრცელებასა და მისით მანიპულირებას პოლიტიკური, ეკონომიკური თუ კულტურული ცხოვრების ყველაზე მნიშვნელოვან კომპონენტად აქცევს. ინფორმაციული საზოგადოების მიზანია, შემოქმედებითი და ინოვაციური გზით, აგრეთვე, ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით, ფარდობითი უპირატესობა მოიპოვოს გლობალურ პროცესებში, დროსა და სივრცეში.

ტერმინი „ინფორმაციული საზოგადოება“ გამოიყენება 1980-ანი წლებიდან, როდესაც ინტერნეტი გამოიგონეს. ამიტომ, იგი უკავშირდება *ინდუსტრიული საზოგადოებიდან პოსტინდუსტრიულ საზოგადოებაზე* გადასვლას, რომელიც დინამიკურად მზარდ ინფორმაციაზე დამოკიდებული. არსებული ინფორმაციის საფუძველზე ადამიანები ქმნიან ახალ ცოდნას, რომელიც ვრცელდება, კიდევ უფრო მეტი ცოდნის შესაქმნელად.

*განათლება* – 21-ე საუკუნეში, სუპერმოდერნიზებულ სამყაროში, ტექნოლოგიებმა ადამიანის ცხოვრების თითქმის ყველა სფეროში შეაღწია და მნიშვნელოვანი ადგილი დაიკავა, მათ შორის გამონაკლისი არც განათლების სისტემაა. შეიქმნა სტრატეგიები, რომლებიც ძირეულად ცვლის ტრადიციული განათლების მეთოდებს და ტექნოლოგიების საშუალებით ადამიანისთვის სწავლა უფრო მარტივად ათვისებადი და შედეგზე ორიენტირებული ხდება.

დღეს, განათლების გაციფრულება თანამედროვე სამყაროს ერთ-ერთი პრიორიტეტია. მსოფლიოს ბევრ განვითარებულ ქვეყანაში, ელექტრონულ სწავლებას უკვე ათეულობით წლის გამოცდილება აქვს, სისტემატ საკმაოდ დახვეწილი და შედეგიანია, ზოგიერთ ქვეყანაში დისტანციური უნივერსიტეტებიც კი ფუნქციონირებს, მაგალითად თურქეთში სტუდენტების მნიშვნელოვანი ნაწილი სწორედ ასეთ უნივერსიტეტებში სწავლობს, ხოლო აშშ-ში უმაღლესი სასწავლებლების 81% სულ მცირე ერთ დისტანციურ კურსს მაინც სთავაზობს სტუდენტებს და ასეთ უნივერსიტეტებში შედის მსოფლიოს წამყვანი უნივერსიტეტებიც, მაგალითად MIT, იელის უნივერსიტეტი და ა.შ. [1]. ახლახანს საქართველოც





შეუერთდა დისტანციურ ელექტრონულ სწავლებას და საკმაოდ წარმატებით. დისტანციურ სწავლებას აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები:

➤ *დადებითი მხარე*

1) *მოხერხებულობა და ხელმისაწვდომობა* – ელექტრონული კურსების აღება შეგიძლიათ მაშინ, როდესაც ეს მოგესურვებათ, არ არის აუცილებელი სასწავლებლის საგაზაფხულო, საშემოდგომო ან რომელიმე სხვა სემესტრის ლოდინი. ელექტრონული სწავლებისას მუშაობა ნებისმიერი ადგილიდან შეგიძლიათ, თუ თქვენ კომპიუტერი და ინტერნეტი გაქვთ;

2) *მოქნილობა* – არ არსებობს განსაზღვრული დრო ლექციებისთვის, თვითონ წყვეტთ, როდის გსურთ დავალებების შესრულება. თქვენ იცით, როდისთვის რა გაქვთ ჩასაბარებელი, ბევრი კურსი კი გრაფიკის შედგენას თვითონ გთავაზობთ;

3) *არჩევანი* – ბოლო რამდენიმე წლის მანძილზე დისტანციური სწავლების შესაძლებლობების ბუმი, რის შედეგადაც ძალიან ბევრმა აკრედიტირებულმა და კარგი რეპუტაციის მქონე უნივერსიტეტმა დაიწყო ასეთი პროგრამების შედგენა;

4) *ღირებულება* – ფასები, ძირითადად ბევრად ნაკლებია ელექტრონული კურსის არჩევის შემთხვევაში, ვიდრე ეს ტრადიციულ სასწავლებლებშია - თანაც რა თქმა უნდა, მცირდება კვების, საცხოვრებელი ადგილისა და მგზავრობის ხარჯები;

5) *მართვადი* – სასწავლო გარემოს თვითონ იქმნით, თქვენ არჩევთ ადგილსა და სქემას;

6) *ზოგიერთი მოსწავლისთვის უკეთესია* - მაგალითად ინტროვერტი ადამიანებისთვის, მათთვის ვისაც ენობრივი ბარიერი აქვს, ვისაც მასალის ასათვისებლად მეტი დრო და ძალისხმევა სჭირდება;

7) *სამსახური/კარიერა* – რადგანაც დისტანციური სწავლება კიბერსამყაროშია და თქვენივე რეგულირდება, არ არსებობს აუცილებლობა შეწყვიტოთ მუშაობა, ან აიღოთ აკადემიური და ამით გაიფუჭოთ საქმე ან სამსახურში ან სასწავლებელში.

➤ *უარყოფითი მხარე:*

1) *ლექტორთან პირისპირ შეხვედრა* – თუ თქვენ ყოველთვის მასწავლებელთან, ლექტორთან ურთიერთობა გირჩევნიათ და ყურადღება გჭირდებათ, სავარაუდოდ სწავლების ეს სისტემა თქვენთვის არ არის;

2) *აღქმა/რეპუტაცია* – მიუხედავად იმისა, რომ ნელ-ნელა მეტი და მეტი ცნობილი უნივერსიტეტი ქმნის ელექტრონულ პროგრამას, მაინც არსებობს გარკვეული სტერეოტიპი ამ ტიპის სწავლების მიმართ.

3) *მოითხოვს ახალ უნარებსა და ტექნოლოგიებს* – თუკი თქვენ არ გეხერხებათ კომპიუტერთან და ინტერნეტთან ურთიერთობა ან საერთოდ არ გიყვართ თანამედროვე ტექნოლოგიები, დისტანციური სწავლება თქვენთვის არ არის;

4) *არანაირი სოციალური ინტერაქცია* – მიუხედავად იმისა, რომ თანაკურსელებთან ელექტრონული მეილის, ჩათებისა და ფორუმების მეშვეობით შეგიძლიათ და მოგიწევთ კიდევ კონტაქტი, მაგრამ ეს პირად ურთიერთობას მაინც ვერ შეცვლის;

5) *დროის გაყვანა* – თუ თქვენ ადამიანების იმ ტიპს მიეკუთვნებით, რომელსაც ყოველთვის სჭირდება ბიძგი და გარემო, რომ სამუშაო დაამთავროს, ალბათ ძალიან გაგიჭირდებათ დისტანციური სწავლება;

6) *ნაკლები მხარდაჭერა* - სტუდენტებისგან მოითხოვება სხვადასხვა რესურსის მოძიება დავალებების შესასრულებლად, რაც ზოგისთვის სასიამოვნო შესაძლებლობაა, ზოგისთვის კი დამთრგუნველი და შემამფოთებელი.

7) *სტუდენტური ცხოვრება* – ბევრისთვის სტუდენტობა მნიშვნელოვან და სახალისო პერიოდთან ასოცირდება, მოიცავს ახალი მეგობრებისა და ნაცნობების შექმნას, მათთან ერთად გართობას და ა.შ დისტანციური სწავლება კი სტუდენტურ ცხოვრებას საერთოდ არ მოიცავს.

რა თქმა უნდა, ეს დისტანციური სწავლების დადებითი და უარყოფითი მხარეების არასრული ჩამონათვალია, მაგრამ გარკვეულ წარმოდგენას მაინც იძლევა ამ სისტემის შესახებ. მნიშვნელოვანი დადებითი მხარე გახლავთ ის, რომ სწავლების ეს მეთოდი პატიმრებისთვის იქნება ხელმისაწვდომი, მათ, როგორც იცით ერთიანი ეროვნული გამოცდების ჩაბარება უკვე შეუძლიათ, ახლა კი უმაღლესში სწავლის საშუალებაც მიეცემათ. ასევე, არანაკლებ მნიშვნელოვანი სიახლე იქნება ეს უნარშეზღუდული ადამიანებისთვის, რომლებისთვისაც ჯერ-ჯერობით გარემო არაკეთილმოწყობილია. მათ ქალაქში გადაადგილების ძალიან სერიოზული პრობლემები აქვთ. დიდ ქალაქებში მცხოვრები სტუდენტები,



რომლებსაც დედაქალაქში ურჩევნიათ განათლების მიღება, მაგრამ გარკვეული, ძირითადად ფინანსური პრობლემების გამო ვერ ახერხებენ და ასევე მათთვის ვინც მუშაობას სტუდენტობისას იწყებს, მათ აღარ დასჭირდებათ ლექციებისა და გამოცდების გაუთავებლად გაცდენა, ამის გამო საგნების ხელმეორედ აღება, სემესტრების დამატება, რაც თავის თავად დიდი ხარჯია და ხარისხზეც უარყოფითად აისახება [2].

## 2. ელექტრონული მთავრობა და საზოგადოება

ჩვენთვის, ისევე როგორც სხვა ქვეყნების მოსახლეობისთვის, WEB-ტექნოლოგიები არის კომუნიკაციის, ინფორმაციის, ელექტრონული კომერციის და გართობისა საშუალება, ამასთანავე, სამთავრობო პროცესების და სახელმწიფო ფუნქციების განხორციელების ინსტრუმენტი. ასე რომ, ქართული ვებ-სივრცე, ვებ-ტექნოლოგიებითა და ვებ-საიტებით ელექტრონული მთავრობის სისტემის ძირითადი ინსტრუმენტია, რომელიც აქტიურად გამოიყენება ქვეყნის მმართველობით საქმიანობაში, რომ ხელმისაწვდომი გახადონ და უკეთ გააცნონ თავიანთი საქმიანობა საქართველოს მოსახლეობას და საქართველოს მთავრობამ მთავრობის ვებ-საიტებით მოქალაქეების მომსახურება უფრო ეფექტური, ხელსაყრელი და სწრაფი გახადონ.

ამ გზას ის უპირატესობაც აქვს მთავრობის მომსახურების ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით, რომ ვებ-საიტებიდან ინფორმაცია შესაძლებელია მიღებული იქნეს ნებისმიერ დროსა და ადგილას, გადაადგილებისა და ლოდინის გარეშე, ნაკლები დანახარჯებით და მაღალი ხარისხით, რა თქმა უნდა ინტერნეტ-წვდომის საშუალებით. მთავრობის ვებ-საიტები ემსახურება იმას, რომ მათი საქმიანობა უფრო გამჭვირვალე გახდეს, რაც დემოკრატიის ეფექტური გამოხატულებაა.

ამასთან, სამთავრობო ვებ-საიტები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც პოლიტიკური, სოციალური და ეკონომიკური ეფექტიანობის გზა მოსახლეობისთვის მაქსიმალური ხელმისაწვდომობით. დღეს გაეროს ყველა ქვეყანა წარმოდგენილია ელექტრონული სამთავრობო ვებ-საიტით. გაეროს კვლევა აჩვენებს, რომ ელექტრონული 10 მთავრობის განვითარების ძალიან მაღალი ინდექსით წარმოდგენილია ქვეყნების 13%, მაღალი შეფასებისაა ქვეყნების 32% და მათ შორის საქართველოს ელექტრონული მთავრობაც. გაეროს 2014 წლის კვლევა გვიჩვენებს, რომ მსოფლიოს ელექტრონულ მთავრობის ლიდერია ქვეყნებია სმხრეთ კორეის რესპუბლიკა, ავსტრალია და სინგაპური. ხუთეულში შედის საფრანდეთი და ნიდერლანდები. მათ მოსდევს იაპონია და აშშ. ათეულს აბოლოებს ფინეთი. საქართველოს უკავია 56-ე ადგილი და უსწრებს 61-ე ადგილზე მყოფ სომხეთს და 65-ე ადგილზე მყოფ აზერბაიჯანს [3]. კვლევებმა აჩვენა, რომ სახელმწიფო უწყებები საქართველოს მოქალაქეების ოფიციალური ინფორმირებისთვის იყენებს კომუნიკაციის თანამედროვე ტექნოლოგიებს (ნახ.1): ელექტრონულ ფოსტას, Facebook-ს, web-საიტებს, მობილურ კავშირს და მობილური ტელეფონებით SMS-ების გაგზავნას.



ნახ.1

ქართველ ინტერნეტ-მომხმარებლების გამოკითხვისას გამოვლინდა, რომ მათი უმრავლესობა (მომხმარებელთა 38,2%) სამთავრობო ინფორმაციის მიღებას ამჯობინებს ტრადიციული და ელექტრონული ფოსტით, 22% კი - Facebook/Twitter-ით, 14,9% ამჯობინებს ვებ-საიტზე გამოქვეყნებით,

9,5% - SMS-ბით, ხოლო ტრადიციული მეთოდით - ადგილზე მისვლით ინფორმაციის მიღებას ამჯობინებს მომხმარებელთა 6,4%, ხოლო ტელეფონით/ფაქსით - 3,6% [4]. კვლევისას გამოიკვეთა რომ ქართველი ინტერნეტ-მომხმარებელი პროგრესული და თანამედროვე მოთხოვნებისაა. მთლიანობაში საქართველოს ელექტრონული მთავრობის ვალდებულებაა საზოგადოებისთვის ინტესიურად განახლებადი ინფორმაციის მიწოდება, კონსულტაცია, ინტერაქტიური ურთიერთქმედება, მომსახურება და ანგარიშვალდებულება [4]. სამთავრობო ვებ-საიტი უნდა იყოს ინფორმაციის ონლაინ საცავი.

ამგვარად, ციფრული დემოკრატიის შემადგენელი ნაწილი და მისი ფუნქციონირების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტი ელექტრონული მმართველობაა. იგი ეფუძნება ინფორმაციისა და კომუნიკაციათა ტექნოლოგიების გამოყენებას ქვეყნის მართვის პროცესში, მოიცავს როგორც ადგილობრივ თვითმმართველობას, ასევე სახელმწიფო მმართველობას ეროვნულ დონეზე და უშუალოდ უკავშირდება სახელმწიფოთაშორის ურთიერთობებს. მისი ძირითადი ინსტრუმენტებია ციფრული ტექნოლოგიები და გლობალური კომუნიკაციური სისტემები, რაც საშუალებას იძლევა შეიქმნას სახელმწიფო ორგანიზაციების ვებ-გვერდები, განთავსდეს ინფორმაცია მათი საქმიანობის, ბიუჯეტების მდგომარეობის, კონკურსების, ვაკანსიების შესახებ, ხელმისაწვდომი გახდეს მნიშვნელოვანი მოვლენები, ახალი ამბები.

ასეთი მიდგომა უპრეცედენტოდ ზრდის ხალხის მონაწილეობის შესაძლებლობას ქვეყნის მართვის საქმეში. სპეციალისტთა აზრით, ელექტრონულ მმართველობას სახელმწიფო სექტორის ტრანსფორმაციის უზარმაზარი პოტენციალი აქვს. ელექტრონულ მმართველობას შეუძლია სახელმწიფო სექტორის ყოველდღიური მუშაობა გახადოს გაცილებით უფრო: რაციონალური, ხალხთან დაახლოებული და ამასთან გაცილებით უფრო ეკონომიური; დაზოგოს ფინანსები, მატერიალური და ჰუმანური რესურსები; მისი მეშვეობით გაცილებით ეფექტიანი ხდება სახელმწიფოს ურთიერთობა საზოგადოებასთან, მოქალაქესთან, რეგიონებთან, ბიზნესთან, ასევე თვით სახელმწიფო სტრუქტურებს შორის ურთიერთობა; აადვილებს და აჩქარებს საქმისწარმოებას და მოქალაქეთა მომსახურებას.

### 3. მედიაინფორმატიკა და საზოგადოება

ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების პროცესში განსაკუთრებული როლი ენიჭება მედიაინფორმატიკის სფეროს (მედია - მასობრივი ინფორმაციის საშუალებები) (ნახ.2). ესაა „ადამიანი-კომპიუტერი“ სისტემა, რომელიც მულტიდისციპლინური მეცნიერებაა და შინაარსობრივად აერთიანებს ისეთ მიმართულებებს, როგორცაა გამოყენებითი ინფორმატიკა, მედიადიზაინი, ფსიქოლოგია, მედიათეორია, მედიადიდაქტიკა და კომუნიკაციის მეცნიერება [5].



ნახ.2

ბოლო წლებში განვითარებულმა ციფრულმა ტექნოლოგიამ მნიშვნელოვნად დააჩქარა და გააფართოვა მედია-ტექნოლოგიების გამოყენების არეალი. გაიზარდა მოთხოვნილება მედიაინფორმატიკის სპეციალისტებზე, რაც ცხადად აისახა ამერიკის, ევროპის, ჩინეთის და სხვა ქვეყნების უნივერსიტეტების ახლადშექმნილი კათედრებისა და შესაბამის საგანმანათლებლო პროგრამების რაოდენობაზე [5].

მედიაინფორმატიკის სპეციალობის აკადემიურ დისციპლინათა ნუსხა (ბაკალავრიატისა და მაგისტრატურისათვის) მოიცავს შემდეგი სახის არჩევით საგნებს: მედიატექნოლოგიები, მედიამენეჯმენტი, მედია პროდუქციის წარმოება, მედიასამართალი, მეტყველების ამოცნობა, ენობრივი პიროვნება, პროგრამული ინჟინერია, კომპიუტერული გრაფიკა, კომპიუტერული

ქსელები, მონაცემთა ბაზები, ანიმაცია, ინტერნეტ-ინფრასტრუქტურა, მონაცემთა კომუნიკაციები, ციფრული ინტერაქტიული მედია, ინფორმაციის მენეჯმენტი, ფოტო/ვიდეო დამუშავების ტექნოლოგიები, თამაშების დიზაინი, უსაფრთხოება და კრიპტოგრაფია, ინტერაქტიული სისტემების პროექტირება, ელექტრონული კომერცია, ცოდნის მართვა, ვირტუალური რეალობა და ა.შ. [5].

#### 4. ინფორმატიკის დიდაქტიკა და საზოგადოება

ინფორმატიკის დიდაქტიკის მეცნიერულ-მეთოდოლოგიური როლი და ფუნქციები უდავოა ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების თვალსაზრისით [6]. სტუ-ს იუნესკოს კათედრა „ინფორმაციული საზოგადოება“ და „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ დეპარტამენტი ერთობლივი 18-წლიანი თანამშრომლობით ავითარებენ ინფორმაციული საზოგადოების (Information Society) საგანმანათლებლო-სამეცნიერო მიმართულებას. აქ ერთ-ერთი ძირითადია ინფორმატიკის დიდაქტიკის სრულყოფის ამოცანების გადაწყვეტა.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბოლო წლების მიღწევები ორგანიზაციული მართვის საინფორმაციო სისტემების ობიექტორიენტირებული, პროცესორიენტირებული და სერვისორიენტირებული მოდელირების, დაპროექტებისა და პროგრამული რეალიზაციის მიმართულებით. ვრცლადაა წარმოდგენილი პროგრამული ინჟინერიის, მონაცემთა მენეჯმენტისა და საზოგადოების ინფორმატიზაციის თანამედროვე ფუნდამენტური საკითხების სწავლებისა და კვლევის პროგრამები და ამოცანები [7,8].

შეიძლება ითქვას, რომ კომპიუტერული (ინფორმატიკის) მეცნიერებათა კავშირი საზოგადოების განვითარების დონესთან პრიორიტეტულია. საზოგადოების ინფორმატიზაციის მაღალი დონე განსაზღვრავს მისი მენტალიტეტის სრულფასოვნებას, მისი მოქნილი ადაპტაციის შესაძლებლობას სწრაფად ცვლად გარემოში. კომპიუტერული ტექნიკა და ტექნოლოგიები ამ გარემოს აქტიური კომპონენტებია. მათი ცოდნა კი ხშირად განმსაზღვრელია ახალგაზრდობის შრომითი დასაქმების სფეროში. ამიტომაც, გასაკვირი არაა ის დიდი მოთხოვნილება, რომელიც დღეისათვის არსებობს როგორც განათლების მენეჯმენტის სრულყოფის პრობლემების გადაწყვეტაზე, ასევე პრაქტიკული და გამოყენებითი ინფორმატიკის, კერძოდ, საინფორმაციო სისტემებისა და ტექნოლოგიების მცოდნე საინჟინრო კადრებზე. დისტანციური (ვირტუალური), ინტერნეტ განათლების ახალი მეთოდებისა და საშუალებების შემუშავება, ინფორმაციული და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით, იძლევა სწრაფი და ხარისხიანი მიზნის მიღწევის შესაძლებლობას.

2003 წელს იუნესკოს გენერალური დირექტორის, ბატონ კოიჩირო მაცუურას მხარდაჭერით სტუ-ში ჩამოყალიბდა იუნესკოს კათედრა „ინფორმაციული საზოგადოება“ (კათედრის გამგე აკად. გ. ჩოგოვაძე, მოადგილე - პროფ. ვ. დიდმანიძე). მათი ინიციატივით და უშუალო მონაწილეობით „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ სპეციალობის სტუდენტებისთვის შემუშავდა და სასწავლო პროცესში დაინერგა ახალი დისციპლინა „ინფორმაციულ-კომუნიკაციური ტექნოლოგიები ინფორმაციულ საზოგადოებაში“, რომელიც მეოთხე კურსის ბაკალავრიატის სტუდენტებს ეკითხებათ 2013 წლიდან. ამ საგნის მიზანია სტუდენტებს მისცეს ცოდნა ინფორმაციული საზოგადოების სტრუქტურის და აგების პრინციპების შესახებ, რათა შემდგომში შეძლონ თანამედროვე ინფორმაციული და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების შემოქმედებითად გამოყენება.

ჩვენ სტუდენტების განათლების პროცესის ინტენსიფიკაციის თვალსაზრისით განსაკუთრებით საყურადღებოს აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვაძის შექმნილი ტრილოგია: „ინფორმაცია: ინფორმაცია, საზოგადოება, ადამიანი; „გლობალანსი – გლობალიზაციის პრობლემები“; „ბიოსფერია – ეკოლოგიური პრობლემები“ [9-11].

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Shvangiradze T. (2020). Challenges and Perspective of Distance Education. Internet resource: <https://forbes.ge/blogs/page/10/> (1.06.21)
2. Ghoghoberidze S. (2015). Modern teaching methods. Distance learning. Internet resource: <https://mtm1984.wixsite.com/sophie/-1> (1.06.21)
3. Rostiashvili K. (2010). E-Government in Georgia: World Trends. Internet resource: <https://idfi.ge/ge/e-governance-in-georgia-world-tendencies> (1.06.21)
4. Chlaidze D. (2015). Creation of information systems and its impact on modern medicine. Tbilisi. ISBN 978-9941-0-6982-6 (PDF)
5. Chogovadze G., Prangishvili A., Djagodnishvili T., Surguladze G. (2017). From Information Systems TO Information Society. Transact.of GTU. Automated Control Systems, No 1(23), pp. 7-16 (in Georgian)
6. Chogovadze G., Prangishvili A., Gogichaishvili G., Didmanidze V., Surguladze G. (2016). Automated Management Systems and Software Engineering - Innovations in University Education. Transact.of GTU. Automated Control Systems, No 1(21), pp. 9-24 (in Georgian)
7. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017). Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. Monograph, ISBN 978-9941-20-790-7. GTU, „Techn.Univ.“, Tb., -1001 p., (in Georgian)
- 8 Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G., Petriashvili L., Amilakhvari N. (2020). MODERN CHALLENGES OF INFORMATICS AS INTERDISCIPLINARY SCIENCE AND STRATEGIC OBJECTIVES OF THE DOCTORAL PROGRAM OF THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY. Transact.of GTU. Automated Control Systems, No 1(30), pp. 7-10 (in Georgian)
9. Chogovadze G. (2003). InforNation (Information, Society, People). Georgia Tbilisi. "Neostudio"
10. Chogovadze G. (2006). Global Balance. M., "Z.Tsereteli Creative Workshops"
11. Chogovadze G. (2009). Biosphere. M.: . "Z.Tsereteli Creative Workshops"

## INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE INFORMATION SOCIETY

Gocha Chogovadze, Vazha Didmanidze, Ekaterine Razmadze

g.shogovadze@gtu.ge, didvaj2@gtu.ge, e.razmadze@gtu.ge

Georgian Technical University

### Summary

Discussed theoretical and practical issues of the educational and scientific process of forming an information society on the basis of interdisciplinary research. The development and research of scientific directions in the field of information systems, media informatics, didactics of informatics and technologies are especially relevant, which undoubtedly leads to the formation of an information society with a highly developed mentality. The last academic course developed at the UNESCO Chair of GTU and successfully taught in the direction of "Automated control systems (software engineering)" and other specialties is "Information and communication technologies in the information society."



## თამაშთა თეორიის გამოყენება კოვიდ-19-ის დასამარცხებლად

გურამ ბელთაძე

gbeltadze@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

### რეზიუმე

განხილულია თამაშთა თეორიის როლი და მნიშვნელობა კოვიდ-19-თან ბრძოლაში გამარჯვებისათვის. ამ თეორიის დახმარებით შესაძლებელი გახდა სახელმწიფოს მმართველების, ამ სფეროში მომუშავე ლიდერების და მაცხოვრებლების მიერ ისეთი გადაწყვეტილებების მიღება, რომლებიც იმოქმედებენ კოვიდ-19-ის გავრცელების წინააღმდეგ და მისგან ადამიანთა დასაცავად. 2021 წლის მაისის ბოლოსათვის ასეთ გადაწყვეტილებებზე დაყრდნობით ძლიერ ქვეყნებში მიღებულია დადებითი შედეგები. ამისათვის შესწავლილია პატიმართა დილემის თამაშის მოდელის მნიშვნელობა და პრეზიდენტის (ქვეყნის პირველი პირის) დილემის მოდელები სხვადასხვა გარემოებებში ოპტიმალური უპირატესი წმინდა სტრატეგიების პოვნისათვის. გადაწყვეტილებების მიმღებ პირველ პირსა და მეორე ძირითად მხარეს შორის სრული ინფორმაციის პირობებში ურთიერთობისას (როცა ცნობილია თითოეულის სტრატეგიები და სარგებლიანობები) განსაზღვრულია ნეშის წონასწორობა (გახსნა, ჩაკეტვა). თუ პირველი პირის ინტერესების დაცვა სურს მეორე მხარის ნაწილს, მაშინ ამ ნაწილის რაოდენობაზე დამოკიდებულებით პირველ პირს შეუძლია მიიღოს „გახსნის“ ან „ჩაკეტვის“ გადაწყვეტილება.

**საკვანძო სიტყვები:** კოვიდ-19. თამაშთა თეორია. სტრატეგია. სიტუაცია. სარგებლიანობა. ნეშის წონასწორობა. ნიღაბი. ვაქცინა. კარანტინი. პატიმართა დილემა. პრეზიდენტის დილემა. ბაიესური თამაში.

### 1. შესავალი

**თამაშთა თეორიის საჭიროება.** კოვიდ-19-ის ეპიდემიამ აჩვენა, რომ ადამიანების და ჩვენი პლანეტის ჯანმრთელობა ერთი და იგივეა. ადამიანთა საქმიანობამ პრაქტიკულად შეცვალა დედამიწის ყოველი კუთხე და სფერო, რამაც უზრუნველყო ადამიანთა მუდმივი კონტაქტი ახალ გადამტანებთან: ადამიანთა ინფექციური დაავადებების 70%-ს აქვს ცხოველური წარმომავლობა. იმის იდეა, რომ აყვავებული გარემო მნიშვნელოვანია ადამიანის ჯანმრთელობისათვის, მთელი საზოგადოებისთვის და ეკოსისტემისთვის, ყოველთვის იყო გაეროს გარემოსდაცვითი პროგრამის (გგპ) მუშაობაში. ახლა მას გაუჩნდა დამატებითი პრობლემა კოვიდ-19-ის გამო. პლანეტის კოვიდ-19-ით ეპიდემიამ მოგვცა დღეისათვის ყველაზე ძლიერი გაფრთხილება იმაზე, რომ კაცობრიობა უნდა შეიცვალოს. სახელმწიფოებმა რეაგირება უნდა მოახდინონ კოვიდ-19-ის კრიზისზე, მიიღონ ისეთი პოლიტიკური და საინვესტიციო გადაწყვეტილებები, რომლებიც გაითვალისწინებენ ჰაერის დაბინძურებას და კლიმატურ სიტუაციებს.

სანამ მსოფლიოს საქმე აქვს კოვიდ-19-თან, არასასურველი ზემოქმედება ადამიანის და პლანეტის ჯანმრთელობაზე კიდევ უფრო ღრმავდება დამატებითი ფაქტორებით: ისეთი საშიში რაოდენობის ნარჩენებით, როგორებიცაა ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები, ელექტრონიკა და ფარმაცევტული პრეპარატები. ამისათვის გგპ მოითხოვს: იმ ადამიანთა განათლებას, რომლებმაც უნდა მიიღონ გადაწყვეტილებები ეპიდემიასთან საბრძოლველად წინა რიგებში, იმასთან დაკავშირებით, თუ როგორ უნდა მოიქცნენ ადამიანები თავიანთი და სხვების ეფექტური დაცვისათვის; როგორ გამოიყენონ ეფექტურად დამცავი რესურსები და როგორ მოეპყრონ გამოყენებულ სამედიცინო ნარჩენებს; უნდა შეიქმნას ახალი ინფრასტრუქტურები სამედიცინო ნარჩენების უტილიზაციისათვის, ბაზრების გამოცოცხლებისათვის და მათთვის ეკოლოგიურად სუფთა და მდგრადი პროდუქტების მიწოდებისათვის. სამედიცინო ნარჩენების უტილიზაციის მნიშვნელოვან პრობლემაზე მიუთითებს ფრანგი პოლიტიკოსის ერიკ პოჟეს წერილით მიმართვა პრეზიდენტ ე. მაკრონისადმი, რომ ყურადღება მიექცეს ნახმარი პირბადეების სათანადო მოვლა-პატრონობას: ქუჩაში გადაგდებული პირბადე ხვდება ნიაღვრებში და საბოლოოდ აღმოჩნდება ზღვაში, ოკეანეში. მსგავსი საგნები ნადგურდება ძალიან დიდი ხნის განმავლობაში და ამიტომ წარმოშობენ ეკოლოგიურ ბომბს, რომელთაც გააჩნიათ ნეგატიური შედეგები



ჩვენი პლანეტისათვის. ამის საფუძველზე საფრანგეთმა 2020 წლის ივნისში ქუჩაში მისი დაგდებისათვის დააწესა ჯარიმა 135 ევრო, მაქსიმალური ჯარიმა ასეთ პრობლემებთან დაკავშირებით კი გახდა 750 ევრო. სტატისტიკის თანახმად ყოველ თვეში გადაიყრება 129 მილიარდი პირბადე და 65 მილიარდი ხელთათმანი. პლასტიკური ნაგავის ოკეანეში მოხვედრით და მათი გადაყლაპვით ნადგურდება ვეშაპები და დელფინები.

რადგან ინფიცირების გავრცელება ძირითადად ადამიანების ურთიერთობებითაა გამოწვეული, ამასთან ჩვენ, როგორც საზოგადოება ვიმყოფებით სტრატეგიულ ურთიერთქმედებაში ვირუსთან, ანუ ვთამაშობთ მოწინააღმდეგესთან, რომელსაც შეუძლია ზარალის გაზრდა, მისი სტრატეგიაა მრავალი ადამიანის დაინფიცირება და ამას ახერხებს კიდევ. ამიტომ გვაქვს საფუძველი კოვიდის წინააღმდეგ ბრძოლაში და ადამიანებთან ურთიერთობებში მის გავრცელებასთან დაკავშირებით გამოყენებული იქნეს თამაშთა მათემატიკური თეორია [1]. თამაშთა თეორია სწავლობს ინდივიდების ქცევას და მათ ურთიერთქმედებებს კონფლიქტის, აზრთა განსხვავებულობის, კოოპერაციის და გაურკვევლობის პირობებში. თამაშთა თეორია წარმოადგენს სტრატეგიული აზროვნების თეორიას, ინტელექტუალური სისტემების მართვის საფუძველს, დაფუძნებულს მოთამაშეებს შორის სტრატეგიული ურთიერთქმედების მოდელებზე, რომლებიც ითვალისწინებენ მოთამაშეების რაციონალურ და ოპტიმალურ ქცევებს. სტრატეგიულ თამაშებში მოთამაშეები ერთდროულად დებულობენ გადაწყვეტილებებს ერთმანეთთან შეუთანხმებლად. თამაშთა თეორია პროგნოზირებას აკეთებს ჯგუფის თითოეული ადამიანის ქცევაზე, თუ რომელ სტრატეგიას აირჩევს იგი, რადგან მათზეა დამოკიდებული თითოეულის ინტერესის საბოლოო შედეგი. ასეთი არჩევანი შეიძლება იყოს ერთჯერადი ან განმეორებითი, რა დროსაც გვექნება გამეორებული თამაშები. ასეთ თამაშებს აქვთ ოპტიმალურობის განსხვავებული პრინციპები, რომელთა საფუძველია **ნეშის წონასწორობის პრინციპი**. ასეთი პრინციპით თამაშის პირობებში ინდივიდები ან ჯგუფები ერთმანეთთან შეუთანხმებლად ფიქრობენ როგორც თავიანთი, ისე პარტნიორების მიზნების მაქსიმალურად დაკმაყოფილებაზე და თავიანთ სტრატეგიებს ასე ირჩევენ. ამით ნეშის წონასწორობის პირობებში თითოეული მოთამაშე მიიღებს მაქსიმალურ კმაყოფილებას (მოგებას, სარგებლიანობას), ხოლო თუ რომელიმე მათგანი დაარღვევს ამ პრინციპს, ე.ი. წონასწორობიდან გადაიხრება, მისი მოგება არ გაიზრდება, იგი უნდა შემცირდეს. აქედან გამომდინარე, **გგპ**-ს მოთხოვნა ისეთი სპეციალისტების აღზრდაზე, რომლებიც კოვიდ-19-ის სფეროში მიიღებენ წამყვან გადაწყვეტილებებს, უთუოდ იგულისხმება თამაშთა თეორიის სპეციალისტების გამოყენება.

თამაშთა თეორია ცხოვრების და მეცნიერების ყველა სფეროში გამოიყენება, მათ შორის ბიოლოგიასა და მედიცინაში, ეპიდემიოლოგიაში. თამაშთა თეორიას შეუძლია დაგვეხმაროს სამედიცინო კვლევებში, მოგვეცეს საზოგადოების ჯანმრთელობისა და კლინიკური კვლევების ძალიან ეფექტური და ზუსტი მეთოდები, დაგვეხმაროს პაციენტებსა და ექიმებს შორის ურთიერთობებში გადაწყვეტილებების მიღებაში.

ასეთია მაგალითად 2013 წლის სტატია სოციალურ დისტანცირებასთან დაკავშირებით [2]. ამჟამად შესაძლებელი გახდა მისი გამოყენება კოვიდ-19-ის წინააღმდეგ ბრძოლაშიც. ვირუსის გავრცელებიდან მალე დაიწყო მსოფლიოს წამყვან ქურნალებში ამ მიმართულებით სტატიების გამოქვეყნება. დღეისათვის კოვიდის ეპიდემიის პრობლემებთან დაკავშირებით თამაშთა თეორიის გამოყენების ძალიან დიდი ინტერესია მსოფლიოში. უკვე მუშავდება და ქვეყნდება ამ მიმართულებით სტატიები. როგორც ჩანს, გაითვალისწინეს **გგპ**-ს მოთხოვნა და სპეციალური სამსახურებიც კი შექმნეს სახელმწიფო ორგანოებთან სათანადო გადაწყვეტილებების მისაღებად. ზოგიერთი ქვეყნის მთავრობა ან პირველი პირი ამ მიმართულებით ძალიან აქტიურობს ჯანდაცვის ორგანოებთან ერთად ან მათგან დამოუკიდებლად. შესაძლოა მათ შორისაც არ იყოს თანხმობა გარკვეულ გადაწყვეტილებებთან დაკავშირებით. ეს მრავალი მიზეზითაა გამოწვეული, ზოგან არჩევნებია, ზოგან ეკონომიკა ან პოლიტიკა მერყეობს, ზოგან მოქალაქეები არიან უკმაყოფილონი ხელისუფლების მიერ მიღებული შეზღუდვების გამო. აშშ-ის პრეზიდენტმა დონალდ ტრამპმა თავისი ქვეყნის ინფექციონისტებს „იდიოტები“ უწოდა; ენტონი ფაუჩის კი უწოდა „კატასტროფა“ და დაამატა: „მისთვის რომ მომესმინა, 500 000 გარდაცვლილი გვეყოლებოდა“. „ხალხი ამბობს: უბრალოდ თავი დაგვანებეთ. ისინი დაიღალნენ ამით. ხალხი დაიღალა ფაუჩის და ყველა ამ იდიოტის მოსმენით“ - აღნიშნავდა დონალდ ტრამპი პრეზიდენტობის დროს. შესაძლოა ზოგიერთ

გარემოებებში პრეზიდენტის შენიშვნები და გადაწყვეტილებები მომავალში სწორი აღმოჩნდეს.

ნიღბის ტარება ერთ-ერთი რეკომენდირებული მეთოდია, რომ არ გავრცელდეს კორონავირუსი, რომლის დამადასტურებელი სამეცნიერო მტკიცებულებები არსებობს მოდელირების დახმარებით. ყველა შეზღუდვას შორის ნიღბის ტარება უფრო მარტივია. თუ მის ტარებას გადაწყვეტენ ადამიანების უმრავლესობა, მათ შორის ყველა, ვისაც სამსახურში ან სხვა ცხოვრებისეულ ღონისძიებებზე აქვთ ადამიანებთან ურთიერთობა და თანაც საჭირო დისტანციას დაიცავენ, ისინი გადარჩებიან და სახელმწიფო დაავადებას უფრო გაუმკლავდება. კორონავირუსის ფართოდ გავრცელებასთან დაკავშირებით მრავალი კვლევა და დაკვირვება მიმდინარეობს ინდივიდებს შორის კონტაქტის მანძილსა და დროსთან დაკავშირებით. აშშ-ის დაავადებათა კონტროლისა და პრევენციის ცენტრის კვლევის თანახმად თუ თქვენ ინფიცირებულ ინდივიდთან (თუნდაც მას არ ჰქონდეს სიმპტომები გამოვლენილი, მაგრამ ბოლო 24 საათში ითვლება ინფიცირებულად) 24 საათის განმავლობაში გქონდათ "მჭიდრო კონტაქტი" არა უმეტეს 6 ფუტის მანძილზე (183 სმ) 15 წუთის განმავლობაში, ამასთან ეს 15 წუთიანი კონტაქტი არ არის სავალდებულო იყოს უწყვეტი (ვთქვათ 5 წუთი გაატარეთ მასთან დილას 8 საათზე საუზმეზე, 3 წუთი იმავე ინდივიდთან შუადღეზე ლიფტში და 7 წუთი ისევ მათთან საღამოს 21 საათზე), სრულიად შესაძლებელია თვითონაც დაინფიცირდეთ [3]. ვფიქრობთ, რომ საქართველოში გაზრდილი შემთხვევების რაოდენობის ერთ-ერთი მიზეზი ასეთი ურთიერთობებია.

თამაშთა თეორიის დახმარებით შესაძლებელია ავიცილოთ კოვიდის აფეთქებები. კოვიდის გავრცელების პირობებში ადამიანთა ჯანმრთელობისათვის გადამწყვეტი როლი სახელმწიფოს ხელისუფლებას ეკისრება, რომლის გადაწყვეტილებები ცალსახად ვერ განისაზღვრება, რადგან ყოველ გადაწყვეტილებას თავისი დილემა გააჩნია. ეს გადაწყვეტილებები მნიშვნელოვნად აისახება ეკონომიკის და პოლიტიკის მდგომარეობაზე. ამიტომ თამაშთა თეორიაში ჩამოყალიბდა მიმართულებები: სახელმწიფოს პოლიტიკასთან დაკავშირებით „კორონავირუსის პოლიტიკური თამაშების თეორია“; „კოვიდ-19 და თამაშთა თეორია“; „თაღლითი ვირუსები და თამაშთა თეორია“; „COVID-19-ის დიაგნოსტიკა და თამაშთა თეორია“; „კოვიდ-19-თან დაკავშირებული პატიმართა დილემა“; „კორონას თამაშები: ნიღბები, სოციალური დისტანცირება და გადაწყვეტილებათა მექანიზმები“; „თამაშთა თეორია და პანდემიები“ [4,5,6].

ამდენად, პრობლემის განხილვა ამ კუთხით ძალიან რთულია და ამჟამად მიმდინარეობს მისი საჯარო განხილვებიც. თამაშთა თეორიის გამოყენება აღნიშნული მიმართულებით განსაკუთრებით აქტუალური და საზოგადოების მიერ უფრო გამოყენებადი გახდა მას შემდეგ, რაც 2020 წლის 20 დეკემბერს გაზეთ *New York Times*-ში გამოქვეყნდა კანადელი მწერლის და სამეცნიერო ჟურნალისტის შივან რობერტის სტატია „პანდემია პატიმრის დილემის თამაში“ [7]. სტატიის შინაარსი შეეხება კანადელი მეცნიერების, ცოლ-ქმრის მადურ ანანდის და კრის ბაუჩის შრომებს, რომლებმაც თამაშთა თეორიის გამოყენებით ვაქცინაციის პრიორიტეტულობის ორი გზა შექმნეს, რომლითაც დაადგინეს, თუ რომელმა შეიძლება მეტი ადამიანის სიცოცხლე გადაარჩინოს. ცოლი ანანდი ეკოლოგიის პროფესორი და გუელფის უნივერსიტეტში ახალი გარემოსდაცვითი კვლევის ინსტიტუტის დირექტორია, ხოლო ქმარი ბაუჩი გამოყენებითი მათემატიკის - მათემატიკური ბიოლოგიის სპეციალისტი, პროფესორი, ვატერლოოს უნივერსიტეტის ლაბორატორიის ხელმძღვანელია. წყვილის ერთობლივი კვლევა ყურადღებას ამახვილებს ადამიანთა ქცევებზე გარემოს სისტემებში, მაგალითად ჰაერის დაბინძურებასთან, ტყეების გაჩეხვასთან და კლიმატის ცვლილებასთან, პანდემიების განვითარებასთან დაკავშირებით. უკანასკნელმა პანდემიამ სწრაფი ცვლილებების მწვავე მაგალითი მოგვცა, ვიდრე დანარჩენების დინამიკამ. ცოლ-ქმარი გასული წლის გაზაფხულის ჩაკეტვის დროს ოპტიმალურ მდგომარეობაში იმყოფებოდნენ და თავიანთი კვლევები კოვიდ-19-ზე გადაიტანეს. „სოციალური ცვლილებებზე არ შეგვიძლია ექსპერიმენტი მარტივად ჩავატაროთ, მაგრამ ჩვენ აქ ვიყავით უზარმაზარ სოციალურ ექსპერიმენტში“, აღნიშნავენ ისინი. მათი კვლევის მეთოდოლოგია ინფექციური დაავადებებში დანარჩენი კვლევებისაგან განსხვავებით იყენებს თამაშთა თეორიას, რადგან იგი შეისწავლის სხვადასხვა ჯგუფში გადაწყვეტილებების მიღებას მათემატიკური მოდელირების მეთოდით. მათ დაადგინეს, რომ კოვიდ-19-ის შემთხვევაში ყველა მიმართულებით საქმე გვაქვს „პატიმრის დილემის თამაშთან“.

ცოლ-ქმრის კვლევა დაეყრდნო იმ ვითარებას, რომ კოვიდ-19-ის წინააღმდეგ დაპირისპირების ყველა სტრატეგია თვით ამ პანდემიის ჩათვლით პატიმრის დილემის სტრატეგიებს ემთხვევა და ამიტომ ის პატიმრის დილემის თამაშია. თვით ვაქცინებიც პატიმრის გლობალურ დილემას წარმოადგენს.

ახლა თვით „პატიმრის დილემის“ შესახებ. სტრატეგიულ თამაშთა თეორიაში პატიმრის დილემა ერთ-ერთი მძლავრი კონცეფციაა, რომელიც გვიჩვენებს, თუ როგორი ცუდი შედეგებით დაამთავრებს ურთიერთქმედებას ორი მოთამაშე საკუთარი ინტერესების გათვალისწინებით იმასთან შედარებით, თუ ისინი კოორდინირებულად იმოქმედებდნენ. ამჟამად თამაშთა თეორიაში მასზე აგებულია ცალკე თეორია და იგი ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკური, პოლიტიკური და სოციალური მოვლენების ყველა სფეროში.

## 2. ძირითადი ნაწილი

**პატიმრის დილემის თამაში და კოვიდ-19-ის გავრცელების პრობლემა.** პატიმრის დილემის შინაარსი ასეთია: დააკავებს ორი ეჭვმიტანილი მძიმე დანაშაულის ჩადენის გამო და მოათავსებს ერთმანეთისაგან განცალკევებით ისე, რომ მათ არა აქვთ შესაძლებლობა, ერთმანეთს მიაწოდონ რაიმე სახის ინფორმაცია. დასაბუთებული ბრალდება მათ მიმართ სამართალდამცავებს არა აქვთ. ამიტომ მათი დადანაშაულება დამოკიდებულია იმაზე, აღიარებენ თუ არა ისინი დანაშაულს. პოლიცია სთავაზობს მათ შემდეგს: თუ ერთი მისცემს ჩვენებას დანაშაულში მეორის მონაწილეობის თაობაზე, ხოლო ის მეორე გაჩუმდება, მაშინ პირველს გაათავისუფლებენ და მეორეს მიუსჯიან მაქსიმუმ 10 წლიან პატიმრობას. თუ ორივე გაჩუმდება, მაშინ პოლიციას შეუძლია დაუმტკიცოს მათ გაცილებით ნაკლები სიმძიმის დანაშაული და მიესჯებათ ერთწლიანი პატიმრობა. თუ თითოეული მისცემს ჩვენებას დანაშაულში მეორის მონაწილეობაზე, მაშინ ორივეს მიუსჯიან 8 წლიან პატიმრობას. ეს თამაში წარმოადგენს ბიმატრიცულ თამაშს და იგი მოიცემა შემდეგი მოდელით [1, გვ. 200]:

$$(H_1, H_2) = \begin{array}{c|cc} & 1(NC) & 2(C) \\ \hline 1(NC) & (-1,-1) & (-10,0) \\ \hline 2(C) & (0,-10) & (-8,-8)^* \end{array} \quad (1)$$

აქ პირველი მოთამაშე არჩევანს აკეთებს სტრიქონის სტრატეგიებიდან, ხოლო მეორე მოთამაშე ირჩევს სვეტს. ამრიგად, თითოეულ მოთამაშეს აქვს ორი გადაწყვეტილებიდან ერთ-ერთის არჩევის შესაძლებლობა: გაჩუმდეს (პირველი სტრატეგია-NC) ან მისცეს ჩვენება მეორის მონაწილეობაზე (მეორე სტრატეგია-C). ამ სტრატეგიებიდან პირველს ვუწოდოთ „თანამშრომლობა“, ხოლო მეორეს - „ღალატი“ („გაყიდვა“). ამ თამაშში ღალატი მკაცრად დომინირებს (უპირატესია) თანამშრომლობაზე, ამიტომ ერთადერთი ნების წონასწორობაა ორივეს მიერ ღალატის სტრატეგიის არჩევა, ანუ სტრატეგიების წყვილი (2,2), რომელშიც თითოეულის მოგებაა (-8), ე.ი. 8 წლიანი პატიმრობა. რადგან ნებისმიერ სიტუაციაში ღალატი უფრო ხელსაყრელია, ვიდრე თანამშრომლობა, ამიტომ ყველა რაციონალური მოთამაშე აირჩევს ღალატს. ასეთი რაციონალური ქმედებებით კი ისინი მიდიან არარაციონალურ შედეგამდე: თუ ორივე ღალატობს, ისინი საერთო ჯამში მიიღებენ ნაკლებ მოგებას, ვიდრე თუ ისინი ითანამშრომლებდნენ, ანუ თუ აირჩევდნენ სიტუაციას (1,1), რომელშიც თითოეულს მიესჯება 1 წლიანი პატიმრობა. ასეთი თანამშრომლობით კი მივდივართ პარეტოს ოპტიმალურ გადაწყვეტილებამდე, რომელიც ორივესათვის საუკეთესო შედეგია და იგი არ ემთხვევა ნების წონასწორობას, რომელიც თანამშრომლობასთან შედარებით ორივესათვის ცუდია..

როგორც აღვნიშნეთ, კოვიდ-ინფექციის გავრცელების პრობლემა სწორედ ჯგუფების შიგნით და ჯგუფებს შორის ქმედებებზეა დამოკიდებული. ცხადია, თითოეულ ადამიანს აქვს არჩევანი, მაგრამ ყოველი არჩევანის სარგებლიანობა დამოკიდებულია სხვების მიერ გაკეთებულ არჩევანზე. ეს არის „პატიმრის დილემის თამაში“, რომელშიც თუ მოთამაშეები თანამშრომლობას ღალატის წინ დააყენებენ, საერთო სიკეთისათვის არანაკლებ ოპტიმალურ შედეგს მიაღწევენ. პანდემია წარმოადგენს ამგვარი არჩევანის ყოველდღიურ სირთულეს. კრის ბაუჩი ამბობს, რომ თუ ყველა გაითვალისწინებდა ჯანდაცვის რეკომენდაციებს: ატარებდნენ ნიღბებს, დაიცავდნენ დისტანციებს, ხშირად დაიბანდნენ ხელებს, დარჩებოდნენ სახლებში, ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვნად შემცირდებოდა ინფექციის გავრცელების რისკი. მაგრამ ყოველთვის არსებობს კომპრომისები და სირთულეებიდან თავდაცვის ცდუნებები: ნიღაბი



მადიზიანებს; ხელების ხშირი დაბანა მოსაწყენია; ნაცნობებთან და მეგობრებთან ახლოს ყოფნა გინდა. ამიტომ მუდმივად გვიწევს პატიმრის დილემის თამაში. ღალატის პრობლემა ნათლად ჩანს ნიღაბის ტარების თუ არ ტარების გადაწყვეტილებაში. პირბადის ტარებით ჩვენ თავს კი არ ვიცავთ ვინმესაგან, არამედ სხვებს ვიცავთ ჩვენგან ვირუსით დაინფიცირებისაგან. პირბადის ტარება ამცირებს ვირუსების გავრცელებას ჰაერწვეთოვანი გზის საშუალებით. ამრიგად, თუ ჩვენ არ ვატარებთ პირბადეს და სხვები ატარებენ, ამით ჩვენ იმ სხვების მოქმედებას პატივს არ ვცემთ, ანუ ვღალატობთ მათ, რაც შესაბამისად იწვევს უარყოფით შედეგს. ეს ნიშნავს, რომ ჩვენ არ ვთანამშრომლობთ მათთან, ვინც არასასურველი პროცესის მიუხედავად პირბადეს მაინც ატარებს და ჩვენ პირბადის არ ტარებით ხელს ვუწყობთ ვირუსის გავრცელებას.

ახლა ვაქცინა გვიმატებს დაცვის კიდევ ერთ ფენას. მაგრამ მისგან მისაღებ მოსალოდნელ უპირატესობას თან ახლავს შეშფოთება უსაფრთხოებისა და გვერდითი მოვლენების შესახებ. ზოგიერთი ადამიანი, რომელიც უარს ამბობს აცრაზე, თამაშობს „დაველოდოთ და ვნახოთ“ თამაშს. ადამიანები დგანან დილემის წინაშე, გაიკეთონ თუ არა ვაქცინა. არაა გასაკვირი, რომ ეს დილემა მოქმედებს იმ ქვეყნებშიც, სადაც ვაქცინაცია ტარდება ყველაზე ეფექტური საშუალებებით. ვინც გადაწყვეტს, რომ ვაქცინა არ გაიკეთოს, სარგებელს იღებს იმ ადამიანთა ჯგუფისაგან, რომელმაც გადაწყვიტა ვაქცინის გაკეთება. როდესაც ინფექციის დონე დაბალია, ადამიანები თავს იკავებენ ვაქცინის გაკეთებისაგან. აუცილებელია გავიაზროთ, რომ მოცემულ სიტუაციაში ინფექციის დაბალი დონე მიღწევადია იმ ადამიანთა ჯგუფის წყალობით, რომელმაც გადაწყვიტა ვაქცინის გაკეთება. მაშასადამე, რაც უფრო მეტი ადამიანი განაგრძობს „დაველოდოთ და ვნახოთ“ თამაშს, ინფექციის დონე მით უფრო გაიზრდება და მივიღებთ არასტაბილურ პანდემიურ ტალღებს. მაშასადამე, ამ შემთხვევაშიც მოცემული თამაში პატიმრის დილემის თამაშია.

კრის ბაუჩმა კოლეგებთან და მეუღლესთან ერთად პირველად მოახდინა თამაშთა თეორიისა და ეპიდემიოლოგიური მოდელირების გაერთიანება. მას ვაქცინაციის პრობლემებში გამოყენებული აქვს თამაშთა თეორია ჯერ კიდევ 2003-2004 წლებში. ცოლ-ქმარმა ახლა ითანამშრომლეს დოქტორანტთან თემაზე "ვაქცინაციის პრიორიტეტი კოვიდ-19-ის წინააღმდეგ სოციალური და ეპიდემიოლოგიური ლანდშაფტების შეცვლისას" და თამაშთა თეორიის გამოყენებით გამოიკვლიეს, თუ როგორ მოქმედებს ადამიანთა ვაქცინაცია გარდაცვლილთა რაოდენობაზე. თუ მოსახლეობის მცირე ქვეჯგუფი უარს იტყვის აცრაზე, მაშინ ესეც გავლენას მოახდენს ყველა ჩვენგანზე.

მიღებული შედეგებით გამოიკვეტა ვაქცინაციისაგან დაცვის ორი მიდგომა: „პირდაპირი დაცვა“, რომელიც იცავს ვაქცინირებულ ადამიანებს, მაგალითად მაღალი რისკის შემცველებს, როგორებიცაა ჯანდაცვის და ძირითადი თანამშრომლები, ადამიანები თანმხლები დაავადებებით და ხანდაზმულები. პირდაპირი დაცვის თვალსაზრისით ყურადღება გამახვილებულია 60 წელზე უფროსი ასაკის ადამიანებზე. „არაპირდაპირი დაცვა“ იცავს ვაქცინირებული ადამიანების კონტაქტებს; მაღალი რისკის მოსახლეობა დაიცვება იმ ადამიანთა ვაქცინაციის გზით, რომლებიც უდიდესი ალბათობით გადაცემენ ვირუსს, მაგალითად ახალგაზრდების, მიუხედავად იმისა, შესაძლოა მათ დაინფიცირების ნაკლები შანსი ჰქონდეთ.

მათემატიკური მოდელით მათ დაადგინეს, რომ თუ ვაქცინები ხელმისაწვდომი იქნება პანდემიის საკმაოდ ახლო ეტაპზე, ვთქვათ 2021 წლის იანვრიდან მარტის ჩათვლით (მოსახლეობის 2,5 პროცენტი აიცრება კვირაში), მაშინ პირდაპირი დაცვა აგვაშორებს დიდი რაოდენობით ადამიანთა სიკვდილს. მაგრამ თუ ვაქცინები ხელმისაწვდომი იქნება უფრო გვიან, ვთქვათ ივლისიდან სექტემბრის ჩათვლით, მაშინ ბუნებრივი იმუნიტეტი იქნება უფრო მაღალი და არაპირდაპირი დაცვა იქნება უფრო ეფექტური სიკვდილიანობის შესამცირებლად.

ვაქცინაციის კამპანია თავიდან კანადასა და ამერიკაში მიმდინარეობდა პირდაპირი დაცვის მიდგომით. კრის ბაუჩი ადასტურებს, რომ ვინაიდან კორონავირუსი უფრო მეტად გავრცელებულია ამ ქვეყნების საერთო საზღვრის სამხრეთით, ამიტომ საუკეთესო დროა აშშ-მა რაც შეიძლება მალე მოახდინოს გადასვლა არაპირდაპირ დაცვაზე. ის ასევე მიიჩნევს, რომ „არაპირდაპირი დაცვა“ შესაძლოა სასარგებლო გზა იყოს საშუალო და დაბალი შემოსავლების მქონე ქვეყნებისათვის, რომლებიც ვერ მიიღებენ ვაქცინას ისე მალე, როგორც მდიდარი ქვეყნები. მიღებული შედეგები მათემატიკური მოდელებითაა

დამტკიცებული და არა ავტორთა სუბიექტური მოსაზრებებით, ისინი ვაქცინაციის საჭიროებაზე ეყრდნობიან ეპიდემიოლოგთა დასკვნებს და სტატისტიკას. მკითხველს მივუთითებ აგრეთვე აღნიშნული ავტორების ზოგიერთ სტატიას [8,9,10].

აშშ-ში დეკემბერ-იანვარში ყოველდღიური ინფიცირებულების და გარდაცვლილების პიკი დაფიქსირდა. მაგალითად, ნიუ-იორკის შტატის 19 მილიონიან მცხოვრებთაგან 2021 წლის 20 იანვარს გამოვლინდა 13,725 ახალი შემთხვევა და გარდაიცვალა 238. ხელისუფლებამ გაითვალისწინა მეცნიერთა მოწოდებები და ახლა წარმატებით ხორციელდება ვაქცინაციისაგან დაცვის ორივე მიდგომა. აშშ-ში 25 მაისისათვის 163,309,414 ადამიანი ვაქცინირებულია მინიმუმ ერთი დოზით, ხოლო 130,014,175 სრულადაა აცრილი, რაც ნიშნავს, რომ აშშ-ის მოსახლეობის 49,2 პროცენტმა მიიღო ვაქცინის მინიმუმ ერთი დოზა, ხოლო 39,2 პროცენტი სრულადაა აცრილი. ამავე რიცხვით ნიუ-იორკის შტატში სრულადაა აცრილი 44.96 %, ხოლო კონექტიკუტის შტატში 50.94%. მაისის შუა რიცხვებში, ნიუ-იორკის შტატის 19 მილიონიან მცხოვრებთაგან კოვიდის გავრცელება და გარდაცვლილთა რაოდენობა ემთხვევა ამავე პერიოდში საქართველოში შესაბამის რიცხვებს. მაგალითად, 2021 წლის 15 მაისს ამ შტატში გამოვლინდა 1694 ახალი შემთხვევა და გარდაიცვალა 4; 16 მაისს ეს რიცხვებია შესაბამისად 1323 და 35; 19 მაისს 1624 და 20; 23 მაისს 1283 და 18; 24 მაისს 800 და 25; 28 მაისს 809 და 21. კონექტიკუტის შტატში 3,464,000 მოსახლეობით 28 მაისს იყო 204 ახალი შემთხვევა და გარდაიცვალა 8. ეს მონაცემები მიუთითებს, რომ მოცემულ შტატებში 1 მლ მცხოვრებელზე მოდის 1 – 2 გარდაცვლილი. საქართველოში 28 მაისს გამოვლინდა 1056 ახალი შემთხვევა და გარდაიცვალა 28.

მაისის ბოლოს ორივე შტატში შედეგი სახეზეა. აქ ადვილი შესამჩნევია ადამიანთა თავისუფლება ყველა სფეროში, თუმცა გარემოების მიხედვით ყველა თავის ვალდებულებას სამართლიანად გამოსახავს (პირბადის ტარება. დისტანციის დაცვა და სხვა). კოვიდის პრობლემებში თამაშთა თეორიის ჩართვა „რეალობის“ საინტერესო სურათს გვიხატავს, რადგან მისი საშუალებით აღიწერება, თუ როგორ ურთიერთობენ ადამიანები ყოველდღიურ საქმიანობაში და რა მნიშვნელობა ენიჭება ამ ურთიერთობებში შესაბამის ქმედებებს.

### **პრეზიდენტის დილემის თამაში**

პატიმართა დილემის თამაში შეიმჩნევა სახელმწიფოებს შორის ურთიერთობისას, დიდი სახელმწიფოს შიგნით, მაგ. აშშ-ის შტატებსა და პრეზიდენტს შორის ურთიერთობისას; პატარა სახელმწიფოების შიგნით სხვადასხვა სტრუქტურებს შორის ურთიერთობისას; სახელმწიფოს მეთაურსა და ზოგიერთ სამინისტროს ან სხვადასხვა უწყებებს შორის. ამიტომ „პატიმართა დილემამ“ ასეთ შემთხვევებში მიიღო „პრეზიდენტის დილემის“ სახელწოდება [11,12]. ამ შემთხვევაში პრობლემა მრავალფეროვანია, რადგან პანდემიამ არა მხოლოდ მრავალი ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა და ეს გრძელდება კიდევ, ასევე მნიშვნელოვნად იმოქმედა ეკონომიკაზე. მიუხედავად იმისა, რომ ვირუსის კონტროლისათვის ბრძოლა მნიშვნელოვანია, ეკონომიკის ნორმალურ დონეზე დაბრუნება ასევე საციცოცხლოდ მნიშვნელოვანია ქვეყნისათვის. ამიტომ ყველაფერი დამოკიდებულია სახელმწიფოს მიერ მიღებულ გადაწყვეტილებებზე, რომელთა მიმართ სახელმწიფოს შიგნით სტრუქტურებს განსხვავებული ინტერესები და შინაარსი გააჩნიათ. მაგალითად, კოვიდ-19-ის კონტროლის მიზნით მსოფლიოს ქვეყნებმა გამოიყენეს სხვადასხვა ტაქტიკა - სწრაფი ტესტირებისა და დაავადებულთა მოძიების გარდა ამ ტაქტიკაში შედის სოციალური დისტანცირების, სახლში დარჩენის, საკარანტინო და სრული ჩაკეტვის სტრატეგიები. ამ მეთოდებმა აჩვენა დიდი ეფექტურობა, რის შედეგად ზოგიერთმა სახელმწიფომ შეწყვიტა დაწესებული შეზღუდვები სრულად ან ნაწილობრივ. 2020 წლის გარკვეულ პერიოდში აშშ-ის პრეზიდენტმა დააწესა გადაადგილებაზე შეზღუდვები და 50-ივე შტატი კატასტროფის ქვეშ დადგა სოციალური დისტანცირებისა და სხვა შეზღუდვების გამო. ამით ქვეყანა აღმოჩნდა ჩაკეტილ მდგომარეობაში. ეს გადაწყვეტილებები ეფექტური აღმოჩნდა ვირუსის გავრცელების შესამცირებლად, თუმცა მნიშვნელოვნად შეანელა ეკონომიკის განვითარება. ამიტომ, აშშ-ში ვირუსის მართვასა და ეკონომიკის გაძლიერებას შორის გადაწყვეტილებების მიღების ამოცანა გახდა „პრეზიდენტის დილემის თამაში“, რომელშიც პრეზიდენტის მთავარი პრიორიტეტია ვირუსის გავრცელების შენარჩუნების პირობებში ეკონომიკის გახსნის ოპტიმალური დროის განსაზღვრა.



მას შემდეგ, რაც 2020 წლის 1 მაისს პრეზიდენტმა დ. ტრამპმა მხარი დაუჭირა ეკონომიკის გახსნის იდეას, მაშინ როცა შტატების გუბერნატორების უმრავლესობა და საზოგადოებრივი ჯანდაცვის ექსპერტები ისევ თვლიდნენ, რომ უმჯობესი იყო კიდევ დიდხანს ყოფილიყო შტატები „ჩაკეტილი“ (კოვიდ-19-ის პირობებში „ჩაკეტვა“-ძალიან ზოგადი ცნებაა და მოიცავს სხვადასხვა სახის შეზღუდვას), რათა ვირუსის გავრცელება შემცირებულიყო. აქ პრეზიდენტი აშკარად ითვალისწინებდა მისთვის მთავარ პრიორიტეტს - მას არჩევნები ელოდა წინ, რაც ეწინააღმდეგებოდა კოვიდ-19-ის კონტროლის პროცედურებს. გუბერნატორები კი უპირატესობას ანიჭებდნენ ვირუსის გავრცელების კონტროლს დაავადებათა და სიკვდილიანობის შემცირების მიზნით. აღნიშნული ორი მხარის პრიორიტეტები როგორც ჩანს ერთმანეთთან კონფლიქტში იყო და ერთი მხარის, პრეზიდენტის ან გუბერნატორების გადაწყვეტილებებს მეორე მხარესთან თანამშრომლობის გარეშე მხოლოდ ნაწილობრივი ეფექტურობა შეიძლება აღმოჩენოდა. ამის მიზეზი იქიდანაც ჩანდა, რომ იმ მომენტისათვის ვაქცინები არ ჩანდა და ეფექტური ბიოსამკურნალო საშუალებების გამოჩენის შანსიც ნაკლები იყო. ამიტომ ეს დილემა სწრაფად ვერ გადაწყდებოდა. თამაშთა თეორიის გამოყენებით პრეზიდენტის დილემის შესწავლა ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღებისათვის იყო ძალიან მნიშვნელოვანი, რათა მისი დახმარებით ესარგებლათ იმ ქვეყნების პოლიტიკოსებს, მკვლევარებს და წამყვან ინჟექციურ დაწესებულებებს, რომლებსაც შეეძლოთ მომზადებულიყვნენ და გავლენა მოეხდინათ კოვიდ-19-ის წინააღმდეგ ბრძოლაზე.

შევადგინოთ პრეზიდენტის დილემის თამაშის მოდელი (1)-ის ფორმაში. პირველი მოთამაშეა პრეზიდენტი (პ), ხოლო მეორე მოთამაშე - გუბერნატორები (გ). თითოეულ მოთამაშეს აქვს ორი სტრატეგია (ორი წმინდა სტრატეგია): გახსნა ( $Open-up \equiv O$ ) ან ჩაკეტვა (კარანტინი) ( $Lock-down=L$ ). ამ მოთამაშეთაგან პრეზიდენტის უპირატესობები კლებულობს არჩევნებში გამარჯვებიდან დამარცხებამდე, ხოლო გუბერნატორების უპირატესობები განპირობებულია ვირუსზე კონტროლით და გარდაცვალებულთა მინიმუმით. ეს სტრატეგიები დროზე დამოკიდებული (გახსნა შეიძლება მომხდარიყო 2020 წლის 1 მაისს, ხოლო ჩაკეტვა ნიშნავდა მისი გახსნის დაბლოკვას). გვაქვს 4 სიტუაცია:  $(O,O)$ ;  $(O,L)$ ;  $(L,O)$ ;  $(L,L)$ . ეს სიტუაციები შევაფასოთ შესაბამისად პრეზიდენტის და გუბერნატორების სარგებლიანობების სიდიდებით შემდეგნაირად:  $(5,1)$ ;  $(3,3)$ ;  $(3,3)$ ;  $(1, 5)$ . ამით (1) ბიმატრიცული თამაში, ამ შემთხვევაში „პრეზიდენტის დილემის თამაში“ იქნება:

$$(H_1, H_2) = \begin{array}{c|cc} & 1(O) & 2(L) \\ \hline 1(O) & (5,1) & (3,3)^* \\ \hline 2(L) & (3,3) & (1,5) \end{array} \quad (2)$$

მოცემულ თამაშში პირველი პ მოთამაშისათვის გახსნა არის უპირატესი სტრატეგია, ხოლო გ მოთამაშისათვის კარანტინი არის უპირატესი. ამიტომ სიტუაცია  $(1,2)$  სარგებლიანობებით  $(3,3)$  არის ნების ფონასწორობა მოცემულ თამაშში.

ახლა პრეზიდენტისათვის უპირატესი წმინდა სტრატეგიის პოვნის მიზნით შევისწავლოთ „პრეზიდენტის დილემა“ ეკონომიკური ეფექტურობის ანალიზის პირობებში. ამისათვის განვიხილოთ სარგებლიანობების განმსაზღვრელი ორი ძირითადი ელემენტი, რომლებზეც გავლენას ახდენს მოცემული მოთამაშეების სტრატეგიები. პირველია **მშპ** - მთლიანი შიდა პროდუქტი, რომელიც გამოიყენება, როგორც ქვეყნის ცხოვრების სტანდარტის ერთ-ერთი ინდიკატორი, მთლიანი ეკონომიკის მახასიათებელი. კოვიდით გამოწვეულ სიკვდილიანობას შეუძლია პროპორციულად წარმოადგინოს კოვიდით დადასტურებული შემთხვევები და მასთანადავე ცხოვრების ხარისხის ცვლილება წლის განმავლობაში **QALY** (quality adjusted life year -სიცოცხლის წლებს დამატებული გაუმჯობესებული მისი ხარისხი). **QALY**-ის კლებასთან დაკავშირებულია სიკვდილიანობის წლიური **f** ფაქტორი (მამრავლი, რაოდენობა). ჩვენი თამაშის მოდელში **QALY**-ის მნიშვნელობის მისაღებად გარდაცვლილთა რაოდენობას ვამრავლებთ **f**-ზე, რომელიც დაკავშირებულია წლის განმავლობაში **QALY**-ის შემცირებასთან ინფიცირებულთა გარდაცვალებით და მკურნალობით, ამასთან **f** ბევრად მეტია 1-ზე -  $f > 1$ . **QALY** არის ზემოთ ნათქვამი მეორე ელემენტი და საზოგადოდ წარმოადგენს სიცოცხლის ეფექტურობის ჯამურ მაჩვენებელს, რომელიც ითვალისწინებს სიცოცხლის როგორც ხარისხობრივ, ისე რაოდენობრივ შეფასებას: სიცოცხლის

სრულყოფილი ჯანმრთელი ცხოვრების 1 წელი ღირს 1 QALY=სიცოცხლის 1 წელი X 1 სარგებლიანობაზე; სიცოცხლე არასრულყოფილი ჯანმრთელობით 1 წელიწადში 1-ზე ნაკლები ღირს. QALY-ის განსაზღვრაში სრულ ჯანმრთელად ითვლება რიცხვი 1 და მეტი, გარდაცვალება იზომება 0-ით.

გარკვეული პროგნოზების საფუძველზე განვიხილოთ ჩვენი (2) ბიმატრიცული თამაში მშპ-ით (ტრილიონი დოლარით) და სიკვდილიანობით (მილიონი გარდაცვლილი):

$$(H_1, H_2) = \begin{array}{c|cc} & 1(O) & 2(L) \\ \hline 1(O) & (20,2) & (19,1)^* \\ \hline 2(L) & (19,1) & (18,0.1) \end{array} \quad (3)$$

აქ პირველი მოთამაშის - პრეზიდენტის პირველი სტრატეგია „გახსნა“ დომინირებს მის მეორე სტრატეგიაზე „ჩაკეტვაზე“, ხოლო მეორე მოთამაშის მეორე სტრატეგია „ჩაკეტვა“ დომინირებს მის პირველ სტრატეგიაზე „გახსნაზე“ (ნაკლებ გარდაცვლილთა რაოდენობა უპირატესია). ამიტომ აშშ-ში (1,2) სიტუაცია ნემის წონასწორობაა 2020 წელს. მაშასადამე, (O,L) სიტუაცია გვაძლევს 19 ტრილიონ დოლარს 1 მილიონი კოვიდ-19-ით გარდაცვლილით.

(3) თამაშში უპირატესი წმინდა სტრატეგიის პოვნა ორი ძირითადი ფაქტორითაა განპირობებული. ერთია ეკონომიკური ეფექტურობის და მეორე სიკვდილიანობის ფაქტორი. ორივე ამ ფაქტორით შეგვიძლია განვსაზღვროთ ხარჯების ეფექტურობის ზრდადობის კოეფიციენტი ICER, რომელიც გამოიყენება გადაწყვეტილების მისაღებად რესურსების განაწილების ამოცანებში. იგი წარმოადგენს დანახარჯების ნაზრდისა და ეფექტურობის ნაზრდის ფარდობას [13]. დანახარჯების ნაზრდი არის ჩვეულებრივი რეჟიმით მუშაობის და აქტიური ჩარევით მუშაობის ღირებულებების სხვაობა, ხოლო ეფექტურობის ნაზრდია ჩვეულებრივი რეჟიმით მუშაობის და აქტიური ჩარევით მუშაობის ეფექტებს შორის სხვაობა -  $ICER = (C_1 - C_2) / E(f_1) - E(f_2)$ . განაყოფი გვიჩვენებს აქტიური ჩარევით მიღებულ დამატებითი ღირებულების ზომას. რესურსების განაწილებისას, თუ გადაწყვეტების მიმღები პირი დაადგენს მისთვის საინტერესო შედეგისათვის საჭირო გადასახადს, ეს მნიშვნელობა შეიძლება მიიღოს ბარიერის მნიშვნელობად. თუ ჩარევის შედეგად ICER მაღალია ამ ბარიერზე, მაშინ ეს ჩაითვლება ძალიან ძვირად და ამიტომ აღნიშნული შედეგი არ უნდა დაფინანსდეს, ხოლო თუ ეს კოეფიციენტი ბარიერზე დაბალია, მაშინ ჩარევა ითვლება ეფექტურად.

ჩვენ შეგვიძლია (3) თამაშში თითოეული მოთამაშისათვის გამოვთვალოთ ორივე სტრატეგიის ეკონომიკური ეფექტურობის ზრდის კოეფიციენტი ICER. მაგალითად, პრეზიდენტისათვის ცნობილი ამ შესაძლო შედეგების გათვალისწინებით გვაქვს:

$$ICER(გახსნა) = (20 - 19) / (2f - 1f) = 1/f \text{ და } ICER(ჩაკეტვა) = (19 - 18) / (1f - 0.1f) = 1/0.9f$$

აქედან  $ICER(გახსნა) < ICER(ჩაკეტვა)$ , რაც ნიშნავს, რომ პრეზიდენტისათვის „გახსნის“ სტრატეგია უფრო ეფექტური ვარიანტია, რაც ამავე დროს მისთვის უპირატესია. ცხადია, თუ პროგნოზების შედეგები და სარგებლიანობები განსხვავებული იქნება, მაშინ შესაბამისი გადაწყვეტილებებიც შეიცვლება.

**ბაიესური თამაშების გამოყენება.** თამაშში სრული ინფორმაციით ვთვლით, რომ ყველა მოთამაშემ იცის დანარჩენ მოთამაშეთა სტრატეგიები და მოგების ფუნქციები. რეალურ სიტუაციებში, კერძოდ მრავალ ეკონომიკურ, პოლიტიკურ, გარემოსდაცვით ან სხვა ამოცანაში ყველაფერი ასე არაა - სუბიექტებს ყოველთვის გააჩნიათ ინფორმირების სხვადასხვა ხარისხი. ამის გამო ასეთ სიტუაციებში წარმოიშობა იმის საჭიროება, რომ მათში მონაწილეებს უნდა გააჩნდეთ წარმოდგენა თუ რა უპირატესობები აქვს ნებისმიერ სხვას დანარჩენების უპირატესობებზე. ამით მივდივართ არასრული ინფორმაციით თამაშის ცნებამდე ანუ ბაიესური თამაშის ცნებამდე [1, პარ. 5.5, გვ. 261].

„პრეზიდენტის დილემაში“ მხარეებს ნამდვილად არ აქვთ სრული ინფორმაცია ერთმანეთის უპირატესობების ან შესაძლო ქმედებების შესახებ. აქ შეიძლება გავაკეთოთ რამდენიმე ვარიანტის ანალიზი, კერძოდ კი განვიხილოთ ის შემთხვევა, როცა გუბერნატორების ნაწილს აქვთ პრეზიდენტთან თანადგომის პოლიტიკური მიზნები. ამ შემთხვევაში პრეზიდენტის საბოლოო ოპტიმალური გადაწყვეტილება შეიძლება აღმოჩნდეს შერეული სტრატეგია. ამ შემთხვევის განხილვისას საქმე გვაქვს ბაიესური თამაშების კლასთან. ვთქვათ გუბერნატორების გარკვეული  $p$  ნაწილი ემხრობა პრეზიდენტის სტრატეგიას (გახსნას), ხოლო  $1-p$  ნაწილი კი ისევ წინა თამაშის მსგავსად ყურადღებას ამახვილებს ვირუსის

კონტროლზე (ჩაკეტვაზე). განვიხილოთ ბაიესური სტატისტიკური თამაში სარგებლიანობებით იმ გუბერნატორებისათვის, რომელთა ნაწილი თანადგომას უცხადებს პრეზიდენტის გადაწყვეტილებას (გახსნას) და თან ვირუსის კონტროლზეც (ანუ ჩაკეტვაზეც) აქვთ უპირატესობა:

$$(H_1, H_2) = \begin{array}{c|cc} & 1(O) & 2(L) \\ \hline 1(O) & (3,3) & (1,2) \\ 2(L) & (1,2) & (2,3) \end{array} \quad (4)$$

ამ თამაშში გუბერნატორების  $Y=(p, 1-p)$  შერეული სტრატეგიისათვის პრეზიდენტის მოსალოდნელი სარგებლიანობა ( $O$ ) სტრატეგიის გამოყენებისას ტოლია  $3p+1(1-p)=2p+1$ , ხოლო ( $L$ ) სტრატეგიის გამოყენებისას მოსალოდნელი სარგებლიანობა იქნება  $p+2(1-p)=2-p$ . ცხადია, პრეზიდენტი აირჩევს ( $O$ ) სტრატეგიას, თუ  $2p+1 \geq 2-p$ , ანუ როცა  $p \geq 1/3$ . ხოლო პრეზიდენტი აირჩევს ( $L$ ) სტრატეგიას, როცა  $p < 1/3$ .

ამრიგად, „პრეზიდენტის დილემაში“ სრული ინფორმაციის პირობებში პრეზიდენტისათვის ოპტიმალურია უპირატესი წმინდა სტრატეგიის არჩევა [14]. არასრული ინფორმაციის შემთხვევაში მას შეუძლია მეორე მხარიდან მოიპოვოს ინფორმაცია მხარდამჭერთა რაოდენობის შესახებ და ბოლოს განხილული კრიტერიუმით აირჩევს უპირატეს წმინდა სტრატეგიას.

### 3. დასკვნა

ქვეყანაში კოვიდ-19-ის წინააღმდეგ ეფექტიანი ბრძოლის უმთავრეს საშუალებას წარმოადგენს ქვეყნის მაცხოვრებლების და მმართველი ხელისუფლების მიერ განსახორციელებელი ოპტიმალური გადაწყვეტილებები. ვირუსის გავრცელებიდანვე დაიწყო ამ მიმართულებით თამაშთა თეორიის გამოყენება ძლიერი სახელმწიფოების მიერ და დღეისათვის ამ ქვეყნებში შედეგები სახეზეა. წინამდებარე ნაშრომის მიზანია ქართველ მკითხველს გააცნოს თამაშთა თეორიის გამოყენების შესაძლებლობები კოვიდ-19-ის გავრცელების და სიკვდილიანობის შემცირებისათვის სხვადასხვა გარემოებებში.

### ლიტერატურა - References:

1. Beltadze G. (2016). Game Theory: A Mathematical Theory of Relationships and Equilibrium. GTU, publishing House "Technical University". Tbilisi, 505 p. (in Georgian)
2. Timothy C. Reluga. (2013). Equilibria of an Epidemic Game with Piecewise Linear Social Distancing Cost. Bull Math Biol. October. 75(10): 1961–1984. DOI: 10.1007/s11538-013-9879-5. Bull Math Biol. Author manuscript, available in PMC 2019 August 12. pp. 35.
3. Coronavirus. What is close contact? Here's what the CDC says in new COVID-19 study. 10-22-20.
4. Bairagi A.K., Masud M. (2020). A No cooperative Game Analysis for Controlling COVID-19 Outbreak
5. Chang Sh.L., Piraveenan M., Pattison Ph., Prokopenko M. (2020). Game theoretic modelling of infectious disease dynamics and intervention methods: a review. Journal of Biological Dynamics, 14:1, 57-89
6. Game Theory and the politics of Coronavirus. 19/05/2020.
7. Siobhan Roberts. (2020). The Pandemic Is a Prisoner's Dilemma Game. New York Times
8. Bauch Ch.T., Eam D.J.D. (2004). Vaccination and the theory of games. PNAS September 7, 101 (36)
9. Bauch Ch.T., Galvani A.P., Eam D.J.D. (2003). Group interest versus self-interest in smallpox vaccination policy. PNAS September 2, 100 (18), 1564-10567.
10. Thampi V.A., Bauch Ch., Anand M. (2019). Socio-ecological mechanisms for persistence of native Australian grasses under pressure from nitrogen runoff and invasive species. Ecological Modelling, 413: 10880. DOI: 10.1016/j.ecomodel.2019.108830.
11. Jason J. Wang. (2020). The President's Dilemma: Open-up versus Lock-down Amid COVID-19. Journal of Game Theory, 9(1): 8-12.
12. Kluth A. (2020). Vaccines Present a Global Prisoner's Dilemma. EST.
13. Коэффициент дополнительной экономической эффективности. Incremental cost-effectiveness ratio. [https://ru.wikinew.wiki/wiki/Incremental\\_cost-effectiveness\\_ratio](https://ru.wikinew.wiki/wiki/Incremental_cost-effectiveness_ratio).
14. Beltadze G.N. (2020). The Solution of Scalar Bimatrix Games in Preferred Pure Strategies. International Journal of Modern Education and Computer Science (IJMECS). Hong Kong, Vol.12, N. 3, June, pp. 1-7.

## USING GAME THEORY FOR DEFEATING COVID-19

Beltadze Guram  
gbeltadze@yahoo.com  
Georgian Technical University

### Summary

The role and importance of game theory for winning against COVID-19 is discussed. With the help of this theory, it became possible for the rulers of the state, the leaders working in this field and the residents to make decisions that would act against the spread of COVID-19 and protect people from it. By the end of May 2021, positive results have been obtained in strong countries based on such decisions. In light of this, the importance of the prisoner dilemma game model and the Prisoner (first person) dilemma models for finding optimal preferred clear strategies in different circumstances are explored. In a relationship of complete information between the first person making the decision and the other key party (when the strategies and benefits of each are known), the balance of the Nash (opening, closing) is determined. If the part of the other party wants to protect the interests of the first person, then depending on the number of this part, the first person can make the decision of "opening" or „closing".

## დიდი მონაცემების ანალიტიკა Covid19 პანდემიასთან ბრძოლაში

გულნარა ჯანელიძე, ალბერტ მირიანაშვილი  
gulnarajanelidze08@gtu.ge, unami1996@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

COVID-19 პანდემიამ მნიშვნელოვნად შეცვალა მსოფლიო ადამიანის ცხოვრება მრავალ ასპექტში და შექმნა სერიოზული სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემები. პანდემიის პირობებით გამოწვეული კრიზისების მენეჯმენტში მნიშვნელოვანი ფუნქცია შეიძინა ტელეკომუნიკაციურმა და ანალიტიკურმა სისტემებმა. ეპიდემიის აფეთქებიდან რამდენიმე თვის განმავლობაში ჩატარებულმა კვლევითმა სამუშაოებმა ცხადყო, რომ დიდი მონაცემების ანალიტიკის მეთოდებს, როგორცაა ღრმა ანალიზი (ე.წ. ღრმა ბოლცმანის მანქანა, ფარული მარკოვის მოდელი, ღრმა ნეირონული ქსელი), ასევე პარალელურ გამოთვლებს შეუძლია მნიშვნელოვანი როლის შესრულება COVID-19-ის წინააღმდეგ ბრძოლაში. ნაშრომში განხილულია COVID-19 ძირითადი სიმპტომების სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის, კლასიფიკაციისა და კლასტერიზაციის ალგორითმების, მანქანური სწავლებისა და ღრმა სწავლების თანამედროვე მიდგომების გამოყენების შესაძლებლობების განსაზღვრა დაავადების ადრეული დიაგნოსტიკისა და პროგნოზირების თვალსაზრისით.

**საკვანძო სიტყვები:** COVID-19 პანდემია, დიდი მონაცემთა ანალიტიკა, მანქანური სწავლება

### 1. შესავალი

COVID-19 ინფექციური დაავადებაა, რომელიც გამოწვეულია ახალი SARS Cov2 ვირუსით, პირველად აღმოაჩინეს ჩინეთში, 2019 წლის დეკემბრის ბოლოს. COVID-19 რესპირატორული დაავადებების (ხველა, ცხელება, ქოშინი და სხვა მრავალი სიმპტომატური რისკ-ფაქტორების) პაციენტებზე ჩატარებული კვლევის საფუძველზე ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ (W.H.O) 2020 წლის 11 მარტს პანდემია გამოაცხადა. ეჭვგარეშეა, რომ აღნიშნულმა პანდემიამ მნიშვნელოვნად შეცვალა მსოფლიო, არა მხოლოდ ჯანდაცვის სივრცეში, არამედ ადამიანის ცხოვრების მრავალ ასპექტში, როგორცაა განათლება, ტრანსპორტი, პოლიტიკა, ტურიზმი, შოუბიზნესი, სპორტი, ლოგისტიკა და ა.შ. პანდემიამ უკვე შექმნა სერიოზული



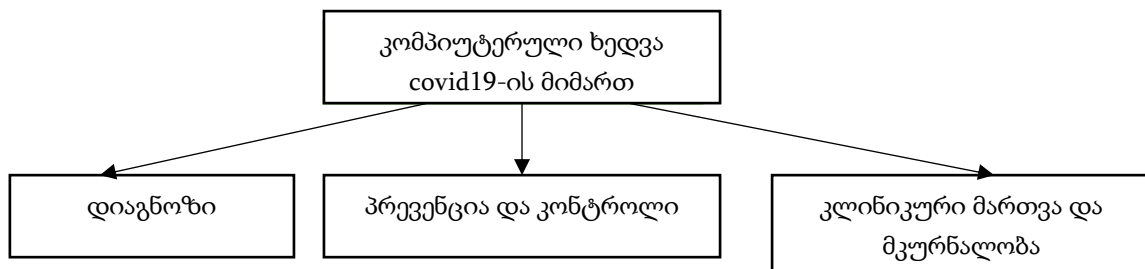
სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემები [1].

COVID-19 პანდემიის პირობებში, ორგანიზაციებმა მოახერხეს თავიანთი პერსონალის მობილურობისა და ვირტუალური კომუნიკაციის უზრუნველყოფა ტელეკომუნიკაციური პროგრამული საშუალებებით, როგორცაა Skype, Cisco, Microsoft, Teams, Zoom და ა.შ. Google საძიებო სისტემამ გამოუშვა COVID-19 პორტალი ([www.google.com/covid19](http://www.google.com/covid19)), სადაც ასახულია უამრავი სასარგებლო ინფორმაცია, როგორცაა COVID-19 პანდემიის გავრცელების რუკა, უახლესი სტატისტიკა და ყველაზე გავრცელებული კითხვები. უდიდესმა ტექნოლოგიურმა კომპანიებმა, როგორცაა, IBM, Amazon, Google და Microsoft, შექმნეს სუპერკომპიუტერული სისტემა კორონავირუსთან დაკავშირებული კვლევებისთვის.

## 2. ძირითადი ნაწილი

### 1. დიდი მონაცემების ანალიტიკა COVID-19-ის წინააღმდეგ ბრძოლაში

BDA და დიდი მონაცემთა ტექნოლოგიები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ COVID-19 პანდემიის წინააღმდეგ ბრძოლაში. მაგალითად, მანქანურ სწავლებასა და ღრმა სწავლებაზე დაფუძნებული BDA ეფექტური აღმოჩნდა ეპიდემიის პროგნოზირების, კორონავირუსის გამოვლენის, ასევე ინფოდემიოლოგიისა და ინფოეპიდემიოლოგიის მხარდასაჭერად. უფრო მეტიც, BDA ინტელექტუალური და ანალიტიკური მიდგომები შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ვაქცინის შექმნის ხელშემწყობი ინსტრუმენტი. მაგალითად, დიდ მონაცემებს შეუძლია შექმნას რთული სიმულაციური მოდელები კორონავირუსის მონაცემთა ნაკადების გამოყენებით, ეპიდემიის გავრცელების შეფასებისა და მონიტორინგისთვის.



ნახ.1. კომპიუტერული ხედვა covid19-თან მიმართებით

მოცემული ნაშრომის მიზანია COVID-19 პანდემიით გამოწვეული კრიზისების მენეჯმენტში დიდი მონაცემების ანალიტიკის (*Big Data Analytics - BDA*) გამოყენების შესაძლებლობების განხილვა. BDA, როგორც ანალიზის კომპლექსური, მულტიდისციპლინარული სერვისი და ტექნოლოგია, პირობითად შემდეგი ფორმულირების სახით შეიძლება გამოისახოს:

*დიდი მონაცემები + ხელოვნური ინტელექტი + დრუბლოვანი გამოთვლები.*

### 2. BDA COVID-19 გამოვლენისა და დიაგნოზისთვის

COVID-19 პანდემიასთან ბრძოლის ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტურ მიდგომას წარმოადგენს დაავადების ადრეული დიაგნოსტიკა (გამოვლინება) და პროგნოზირება [2].

COVID-19 ეპიდემიის აფეთქებიდან რამდენიმე თვის განმავლობაში ჩატარდა მრავალი კვლევითი სამუშაო ML და DL მოდელების გამოყენებით. აღმოჩნდა, რომ დიდი მონაცემების ანალიტიკის მეთოდებს, როგორცაა ღრმა ანალიზი (ე.წ. ღრმა ბოლცმანის მანქანა, ფარული მარკოვის მოდელი, ღრმა ნეირონული ქსელი), ასევე პარალელურ გამოთვლებს შეუძლია მნიშვნელოვანი როლის შესრულება COVID-19-ის წინააღმდეგ ბრძოლაში.

მოცემულ ნაშრომში წარმოდგენილია დიდი მონაცემების ანალიტიკის გამოყენების ორი ასპექტი COVID-19 გამოვლენისა და დიაგნოსტიკის თვალსაზრისით:

#### 2.1. სიმპტომატიკის მიხედვით COVID-19 დიაგნოზის პროგნოზირება მანქანური სწავლების გამოყენებით.

დიდი მონაცემთა პლატფორმას COVID-19 ეპიდემიის კრიზისების მენეჯმენტის პროცესში შესაძლოა



სერიოზული შეფერხება შეუქმნას მონაცემთა დეფიციტმა. ამ გამოწვევის დასაძლევად მთავრობები, გიგანტური ფირმები და ჯანდაცვის ორგანიზაციები (მაგალითად, WHO და CDC) მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მონაცემთა მრავალფეროვანი წყაროების მოწოდებაში, მაგ., რენტგენისა თუ კომპიუტერული ტომოგრაფიის სკანირება კლინიკებიდან, სატელიტის მონაცემები, პირადი ინფორმაცია და ანგარიშები თვით დიაგნოსტიკების აპებიდან.

COVID-19 დიაგნოზის პროგნოზირების მიზნით, ზემოაღნიშნული მიდგომის შემთხვევაში, მანქანური სწავლების მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია მოდელის სწავლება შემდეგი ძირითადი სიმპტომების სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით:

G - სქესი (მამაკაცი/ქალი).

A - ასაკი  $\geq 60$  (დიახ/არა).

C - ხველა (დიახ/არა).

F - ცხელება (დიახ/არა).

S - ყელის ტკივილი (დიახ/არა).

B - ქოშინი (დიახ/არა).

H - თავის ტკივილი (დიახ/არა).

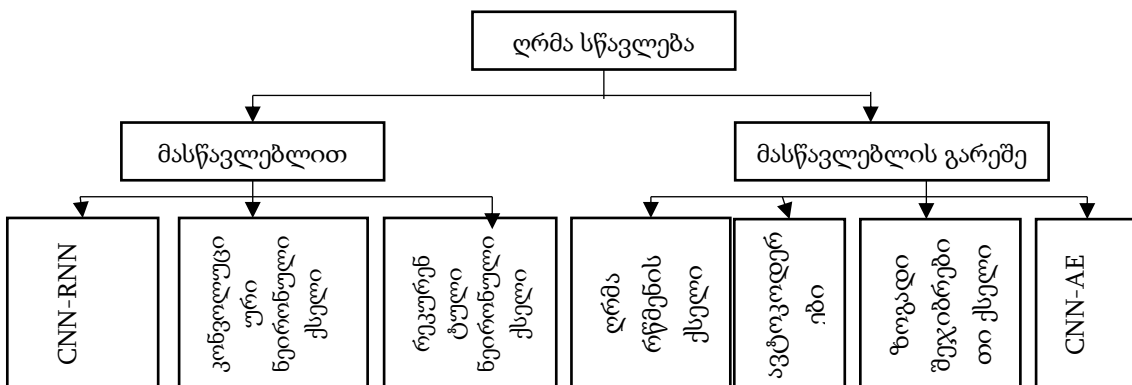
K - დადასტურებული ინფორმაცია COVID-19 ინფიცირებულ ინდივიდთან კონტაქტზე (დიახ/არა).

მანქანური სწავლების ალგორითმები გამოიყენება კლასიფიკაციის მიზნით შემდეგი კრიტერიუმებით: მწვავე რესპირატორული დისტრესული სინდრომი (Acute respiratory distress syndrome - ARDS), მძიმე მწვავე რესპირატორული სინდრომი (Severe acute respiratory syndrome -SARS) და COVID [3].

მოცემული შემავალი სიმპტომატური ფაქტორების მიხედვით კლასიფიკაციის ამოცანის გადასაწყვეტად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია *სწავლება მასწავლებლით* (Supervised Learning), ხოლო კლასტერიზაციის ამოცანების შემთხვევაში *სწავლება მასწავლებლის გარეშე* (Unsupervised Learning), კერძოდ Mahout ფრეიმვორკის გამოყენებით. Mahout შეიცავს პროგრამ-დრაივერებს კლასტერიზაციის ყველა ალგორითმისთვის, მათ შორის k-Means ალგორითმისთვისაც ე.წ. k-MeansDriver-ს. ეს დრაივერი შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ცალკე პროგრამა, Hadoop-ის გარეშეც. Mahout ახორციელებს ინფორმაციის კლასიფიკაციის ორი მიდგომის მხარდაჭერას ბაიესის სტატისტიკის საფუძველზე. პირველი მიდგომა წარმოადგენს MapReduce-ის მიერ მხარდაჭერილ ე.წ. მიამიტი (naive) ბაიესის კლასიფიკატორს, ხოლო მეორე მიდგომა - კომპლემენტარული მიამიტი ბაიესის კლასიფიკატორია.

**2.2. COVID-19 დიაგნოსტიკა გამოსახულების დამუშავებით ღრმა სწავლების მეშვეობით.**

ღრმა სწავლების მეთოდების (ნახ. 2) შემუშავებამ შესაძლებელი გახადა ტიპური და ატიპური CT / X - სხივების გამოსახულების შეცნობა, ჰემატოლოგიური გამოკვლევა და სასუნთქი გზების პათოგენები.



ნახ. 2. ღრმა სწავლების მეთოდები დიაგნოსტიკაში

COVID-19 ეპიდემიის პირობებში განსაკუთრებით აქტუალური გახდა, დიდი მონაცემების საფუძველზე, დაავადების ხარისხის დადგენა, რაც ეფექტურად არის შესაძლებელი დიდი მონაცემების ანალიტიკისა და ღრმა სწავლების საფუძველზე, მაგნიტურ-რეზონანსული გამოსახულების, რენტგენული

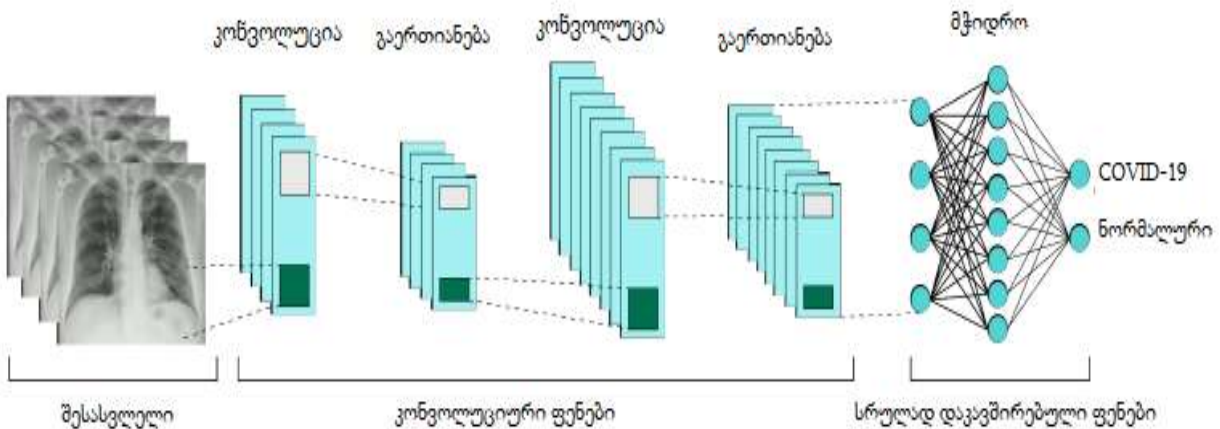
გამოსახულების და კომპიუტერული ტომოგრამის გამოსახულების დამუშავება და შეცნობა [4].

**ანალიტიკის შერჩეული მეთოდის აღწერა.** CNN შედგება მრავალი Convolutional და Pooling შრისგან. Convolutional შრე შედგება იგივე ტიპის ნეირონებისგან, რაც ხელოვნურ ნეირონულ ქსელს გააჩნია, ოღონდ ამ შემთხვევაში საწყისი გრაფიკული გამოსახულების ყველა წერტილი არ არის დაკავშირებული Convolutional შრის თითოეულ ნეირონთან. ნეირონები მხოლოდ გრაფიკული გამოსახულების მცირე უბანთან ე.წ. მატრიცასთან არის შეერთებული. Convolutional შრის ნეირონების გამოსასვლელ სიგნალებს მატრიცის ფორმით ალაგებენ, გრაფიკულ გამოსახულებასთან ნეირონის არეების შეერთების განლაგების მსგავსად. შესაბამისად, ნეირონების გამოსასვლელიდან მიღებული სიგნალები გეომეტრიულ გამოსახულებებს იძლევა [5].

CNN-ში ხდება რეკლიკაცია ანუ მეორდება ყოველი ფილტრი მთელ ვიზუალურ ველში. გარდა ამისა, ეს რეკლიცირებული ბლოკები გამოიყენება, რათა მოხდეს ერთი და იგივე მახასიათებლების გამოყენება და ობიექტების რუკების ფორმირება.

Pooling შრის ფუნქცია იმაში მდგომარეობს, რომ შეამციროს დასამუშავებელი ინფორმაციის რაოდენობა, ისე რომ არ დაიკარგოს მნიშვნელოვანი მონაცემები. Pooling შრის ნეირონებს შეიძლება მეტი შესასვლელი ჰქონდეს, რაც საწყის მატრიცას კიდევ უფრო მეტჯერ შეამცირებს. გრაფიკული გამოსახულების პირველ ეტაპზე დამუშავება ხდება Convolutional შრეების ნაკრებით. თითოეული Convolutional შრის გამოსასვლელი მიერთებულია ნეირონების Pooling შრეზე. თავის მხრივ, თითოეული Pooling შრე, ახდენს რამდენიმე Convolutional შრის დამუშავებას. Convolutional და Pooling შრეების ამ თანმიმდევრობის მრავალჯერადი განმეორების შემდეგ, ქსელის ბოლოს, სრულად ბმული ნეირონული ქსელი (Fully Connected Neural Networks) აყალიბებს ქსელის საბოლოო გადაწყვეტილებას [6].

ნახ.3-ზე წარმოდგენილია ფილტვების რენტგენოგრამის ანალიზის სქემა კონვოლუციური ნეირონული ქსელის გამოყენებით.



ნახ. 3. რენტგენოგრამის ანალიზის სქემა

### 3. დასკვნა

ნაშრომში წარმოდგენილია კვლევა დიდი მონაცემების ანალიტიკის მეთოდების შესაძლებლობებზე COVID-19 პანდემიის წინააღმდეგ ბრძოლაში. პირველ რიგში, განხილულია ის გამოწვევები, რომელთა გადალახვაც აუცილებელია ხელოვნური ინტელექტისა და დიდი მონაცემების დამუშავების მიმართულებით COVID-19-ის პანდემიასთან ბრძოლის ამოცანებში. მიმოხილულია მანქანური სწავლებისა და ღრმა სწავლების ისეთი მიდგომები, როგორცაა *სწავლება მასწავლებლით* და *სწავლება მასწავლებლის გარეშე* COVID-19 ეპიდემიის პროცესის პროგნოზირების, ასევე, COVID-19 დიაგნოზის თვალსაზრისით, კონვოლუციური ნეირონული ქსელების ფრეიმვორკების გამოყენება მაგნიტურ-რეზონანსული გამოსახულების, რენტგენული გამოსახულების და კომპიუტერული ტომოგრამის გამოსახულების დამუშავება-შეცნობის მიზნით.

სამომავლოდ, მოცემულ კონტექსტში, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია შემუშავდეს გეო-ფიზიკური, ბიოლოგიური, ეკოლოგიური თუ სხვა სახის კატასტროფების პრევენციის, მონიტორინგისა და შედეგებთან ბრძოლის ერთიანი, სახელმწიფოთაშორისი მუდმივმოქმედი სისტემა ზემოაღნიშნულ ტექნოლოგიებისა და ორგანიზაციული ინტეგრაციის საფუძველზე, რომელიც ხელს შეუწყობს მოსახლეობის, მეცნიერების და მკვლევარების, ინდუსტრიის, გიგანტური ტექნოლოგიებისა და მსხვილი ფირმების ჩართვას, აგრეთვე სხვადასხვა ორგანიზაციების მიდგომების ჰარმონიზებას.

#### ლიტერატურა – References :

1. Juan Sebastián Espinosa-Serna, SARS-CoV-2, COVID 19 Useful information. Biomed J Sci & Tech Res 27(2)-2020. BJSTR. MS.ID.004484, ISSN: 2574 -1241
2. Adams, J. G., & Walls, R. M. (2020). Supporting the health care workforce during the COVID-19 global epidemic. *Jama*, 323(15), 1439-1440.
3. Zheng Rong Yang, Machine Learning Approaches to Bioinformatics, Science, Engineering, and Biology Informatics -Vol. 4. Copyright © 2010 by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. ISBN-13 978-981-4287-30-2, ISBN-10 981-4287-30-X
4. Xu, X., Jiang, X., Ma, C., Du, P., Li, X., Lv, S., Yu, L., Chen, Y., Su, J., Lang, G., Li, Y., Zhao, H., Xu, K., Ruan, L., and Wu, W. Deep Learning System to Screen Coronavirus Disease 2019 Pneumonia. ArXiv: 2002.09334, 2020.
5. A.Z. Khuzani, M. Heidari, and S. A. Shariati, "Covid-classifier: An automated machine learning model to assist in the diagnosis of covid-19 infection in chest x-ray images," medRxiv, 2020.
6. Wang, S., Kang, B., Ma, J., Zeng, X., Xiao, M., Guo, J., Cai, M., Yang, J., Li, Y., Meng, X., and Xu, B. A deep learning algorithm using CT images to screen for Corona Virus Disease (COVID-19). MedRxiv 2020.02.14.20023028, 2020.

## BIG DATA ANALYTICS IN THE FIGHT AGAINST COVID-19 PANDEMIC

Gulnara Janelidze, Albert Mirianashvili  
gulnarajanelidze08@gtu.ge, unami1996@gmail.com  
Georgian Technical University

#### Summary

The COVID-19 pandemic has significantly altered many aspects of world human life and created serious socio-economic problems. Of particular importance in crisis management caused by pandemic conditions is the implementation of telecommunications and analytics systems software, including implementation. Research conducted several months after the outbreak of the epidemic has shown that big data analytics methods such as deep analysis (so-called deep Boltzmann machine, hidden Markov model, deep neural network) as well as parallel computations can play an important role to fight against COVID-19. The paper discusses the possibilities of using COVID-19 key symptom statistical data analysis, classification and clustering algorithms, machine learning and modern approaches to deep learning in terms of early diagnosis and prognosis of the disease.

## Covid-19 შემთხვევების მონიტორინგის სისტემა საზოგადოებრივი უსაფრთხოების მართვის ცენტრში

ნოდარ დარჩიაშვილი, ანა კობიაშვილი  
nodo619@gmail.com, anakobia@hotmail.com  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია საზოგადოებრივი უსაფრთხოების მართვის ცენტრში დამუშავებული Covid-19 შემთხვევების მონიტორინგის სისტემა, რომელიც ფუნქციონირებს რეალურ დროში. გაანალიზებულია ის გამოწვევები, რომლებიც მონიტორინგის სისტემას შეექმნა კორონავირუსის პანდემიის გამო. აღწერილია ამ გამოწვევების დასაძლევად შექმნილი აპლიკაცია, მისი ძირითადი კომპონენტები, კერძოდ, მისი Back-end მხარე. მოცემულია და აღწერილია Front-end აპლიკაციის არქიტექტურის დიაგრამა. ასევე განხილულია ახალი ფუნქციონალი, რომელიც მონაცემთა მონიტორინგის სისტემას დაემატა კოვიდ-გამომავლების სტატისტიკური ანალიზისთვის და რომელიც გვიჩვენებს კორონავირუსთან დაკავშირებული ზარების სტატისტიკას რეგიონული და რაიონული კატეგორიზაციით. ნაჩვენებია ის პროგრამული ინსტრუმენტები, რომლებიც გამოყენებულია ახალი ფუნქციონალის ასაგებად.

**საკვანძო სიტყვები:** Covid-19. გადაუდებელი დახმარება. საზოგადოებრივი უსაფრთხოების მართვის ცენტრი. სატელეფონო ცენტრის აპლიკაციები. Back-end აპლიკაცია.

### 1. შესავალი

საქართველოში, Covid-19-ის პანდემიამ თითქმის ყველა ორგანიზაციის ფუნქციონირებაზე მოახდინა გავლენა. გადაუდებელი დახმარების ცენტრისათვის ეს გავლენა განსაკუთრებით დრამატული აღმოჩნდა, რადგან ვირუსის ნიშნების დაფიქსირებისას ადამიანები პირველად სწორედ ამ ცენტრს უკავშირდებიან. კორონავირუსის პანდემიამდე 112-ში დღე-ღამის განმავლობაში საშუალოდ 13 000-მდე შეტყობინება შედიოდა. პანდემიის მეორე ტალღის მონაცემებით კი ოპერატორებს 18 000-მდე ზარის მიღება უწევთ. ამის საპასუხოდ, ორგანიზაციას დასჭირდა დამატებითი ცვლების მობილიზება, რათა მომატებული დატვირთვის პირობებში თავიდან აეცილებინა მომსახურების ხარისხის დაცემა.

112-ს კორონავირუსის მართვის პროცესში მნიშვნელოვანი ფუნქცია დაემატა. ვირუსის დამახასიათებელი ნიშნების აღმოჩენის შემთხვევაში მოქალაქეებს შეუძლიათ დარეკონ 112-ზე. ამ სახის შეტყობინებები ოპერატორების მიერ კლასიფიცირდება მწვავე და მსუბუქ შემთხვევებად. მწვავე შემთხვევების დაფიქსირებისას საქმე გადაეცემა სასწრაფო სამედიცინო დახმარების ცენტრს, ხოლო მსუბუქი გამოძახებებისას – ოჯახის ექიმებს.

### 2. ძირითადი ნაწილი

გადაუდებელი დახმარების ოპერატიული მართვის ცენტრში შექმნილია სისტემა, რომელიც ახდენს ცენტრის მონიტორინგს [1]. სისტემა უზრუნველყოფს მართვის სამსახურში შემოსული ზარების შესახებ ინფორმაციის ჩვენებას რეალურ დროში, ზარების შესახებ მონაცემების ისტორიის შენახვას და საჭიროების შემთხვევაში მათ გამოყენებას, რაც სამსახურის მენეჯერებს საშუალებას აძლევს არა მარტო მართონ საგანგებო შემთხვევები, არამედ გააკეთონ გრძელვადიანი პროგნოზებიც.

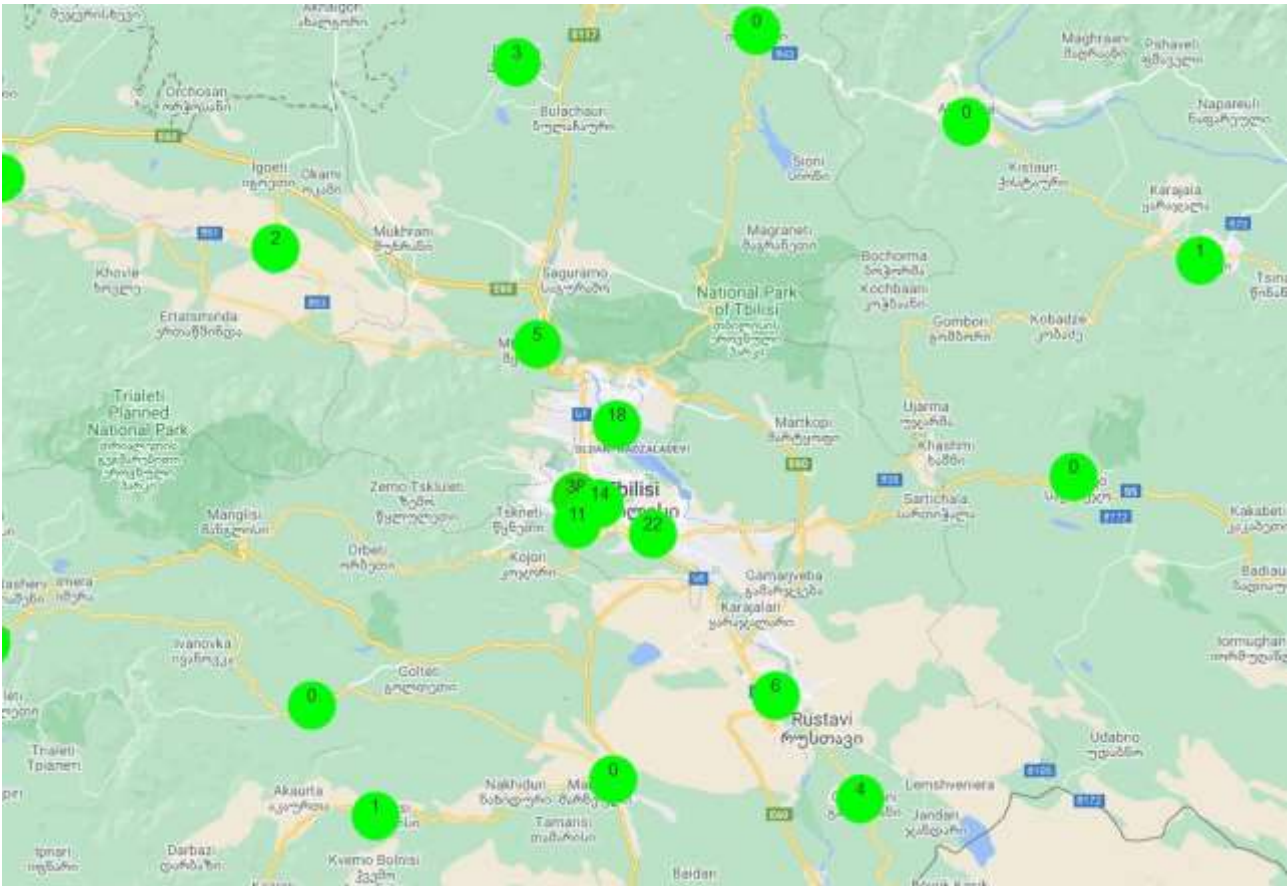
კორონავირუსის პანდემიის პირობებში 112-ს პრობლემა ორ დონეზე შეექმნა: ზარების მომატებული რაოდენობით მიღება და უშუალოდ სასწრაფო დახმარების ბრიგადების საკმარისი რაოდენობით მობილიზება. ვირუსისგან გამოწვეულმა დატვირთვამ არა მხოლოდ Covid-19-თან დაკავშირებული გამოძახებების შეფერხება გამოიწვია, არამედ სხვა სახის გადაუდებელი დახმარების გაწევაზე რეაგირებასაც შეუქმნა პრობლემები. მოქალაქე შესაძლოა გულის შეტევის ნიშნებით რეკავდეს სატელეფონო ცენტრში, თუმცა იმის გამო, რომ ხაზი დატვირთულია, მასაც უგვიანდება დახმარების მიღება.



ზარების მიღების პრობლემის მოსაგვარებლად ცენტრმა გაზარდა ოპერატორების რაოდენობა. პანდემიის პიკის დროს, ზარის მიმღები ოპერატორების რაოდენობა იყო დაახლოებით 3-ჯერ მეტი, ვიდრე ჩვეულებრივ რეჟიმში. იმის გამო, რომ ვირუსული აფეთქებები რეგიონებში და თბილისის სხვადასხვა რაიონებში სხვადასხვა რაოდენობით ფიქსირდებოდა, ძალიან რთული იყო სასწრაფო დახმარების ბრიგადების სწორი და ეფექტური ტერიტორიული გადანაწილება.

სასწრაფო დახმარების ბრიგადების რესურსის ეფექტურად გადანაწილებისთვის აუცილებელი გახდა ოპერატიული ინფორმაციის მიღება იმის შესახებ, თუ რომელ რაიონში რა რაოდენობის კოვიდ-შემთხვევები ფიქსირდება. ამ მონაცემების მიღება შესაძლებელია ყოველდღიური ანგარიშების შეკრებით, თუმცა ეს მეთოდი გვიჩვენებს უკვე წარსულ სურათს და არა მიმდინარე მდგომარეობას.

კოვიდ-გამომავლების სტატისტიკური ანალიზისათვის 112-ის მონაცემთა მონიტორინგის სისტემას დაემატა ფუნქციონალი, რომელიც გვიჩვენებს კორონავირუსთან დაკავშირებული ზარების სტატისტიკას რეგიონული და რაიონული კატეგორიზაციით. ამ მონაცემების წარმოდგენა ხდება როგორც ცხრილური ფორმით, ასევე რუკაზე ვიზუალიზაციით (ნახ. 1).



ნახ.1. ზარების სტატისტიკა რუკაზე ვიზუალიზაციის გზით

სატელეფონო ცენტრში შესული ზარების საფუძველზე ოპერატორები ქმნიან საქმეებს, რომლებიც სხვადასხვა მნიშვნელობებით კლასიფიცირდება. მათ შორის არის ინციდენტის რეგიონი, რაიონი და შემთხვევის ტიპი. სწორედ შემთხვევის ტიპის მიხედვით შეგვიძლია მივაკუთვნოთ ესა თუ ის საქმე Covid-19-თან დაკავშირებულ შემთხვევებს.

აპლიკაცია შედგება Back-end და Front-end ნაწილებისგან. Back-end მხარეც, თავის მხრივ, გაყოფილია ორ ნაწილად: ინტეგრაციის მხარე და API მხარე [2].

სატელეფონო ცენტრში შემოსული მონაცემები სტრუქტურირდება და მონაცემთა საცავში (ამ შემთხვევაში რელაციურ მონაცემთა ბაზაში) თავსდება ე. წ. „ნედლი“ ფორმით. სატელეფონო ცენტრის

აპლიკაციები, რომლებსაც ამ მონაცემებზე წვდომა სჭირდებათ, წაკითხვის შემდეგ მონაცემებს სასურველ ფორმაში გარდაქმნიან და ასე ახდენენ მათ გამოყენებას.

ამ აპლიკაციას, ისევე როგორც სხვა დიდ მონაცემებზე მომუშავე აპლიკაციებს, სჭირდება ერთი და იმავე მონაცემების ხშირი განმეორებითი წაკითხვა და გარდაქმნა. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია ამ მონაცემების წინასწარი დამუშავება. ეს შეიძლება მოხდეს როგორც მონაცემთა მოთხოვნის დროს, ასევე გარკვეული პერიოდულობით. მაგალითად, თუ გვინტერესებს, 15 დეკემბერს რომელ რაიონში რამდენი კოვიდ-შემთხვევა დაფიქსირდა, ეს მონაცემები შეგვიძლია 15 დეკემბერს დღის ბოლოს დავთვალოთ და შევინახოთ უკვე რაოდენობრივი ფორმით. მომავალში, როდესაც დაგვჭირდება ამ დღის სტატისტიკა, მნიშვნელობებს ამ ველებიდან წავიკითხავთ და არ დაგვჭირდება მონაცემთა მრავალჯერადი გარდაქმნა.

### 3. მონაცემების გარდაქმნის SQL მოთხოვნა

ორგანიზაციის მონაცემების კონფიდენციალურობის გამო, კოდი წარმოდგენილია გამარტივებული ფორმით. ველების სახელები და კლასიფიკატორების მნიშვნელობები ჩანაცვლებულია ფსევდომონაცემებით.

```
SELECT dist.DISTRICT_ID, dist.NAME, COUNT(covidCases.CASE_ID) as CASE_COUNT
FROM DISTRICT dist
LEFT JOIN (
  select * from DELTA.CASES co
  WHERE co.CREATION_DATE
    BETWEEN '' + dateFrom + '@'
    AND '' + dateTill + '@'
  AND co.CASE_TYPE=1234
  //აღნიშნავს, რომ საქმე არის კოვიდ-შემთხვევასთან დაკავშირებული
  AND co.DISCIPLINES like '%Medical%'
  //აღნიშნავს, რომ საქმე არის სამედიცინო ტიპის
) covidCases
ON dist.District_ID = covidCases.DISTRICT_ID
GROUP BY dist.DISTRICT_ID, dist.NAME
```

მოცემული SQL-მოთხოვნის შესრულების შემდეგ მიიღება 1-ელ ცხრილის მონაცემები.

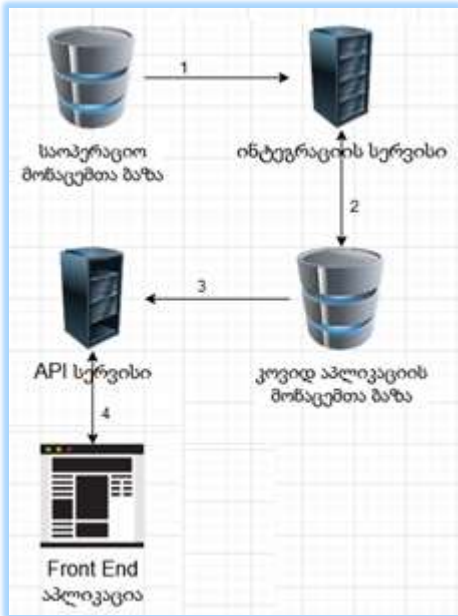
კოვიდ-შემთხვევების სტატისტიკა ცხრ.1

DISTRICT_ID	NAME	CASE_COUNT
1	მთაწმინდა-კრწანისი	23
2	დიდუბე-ჩუღურეთი	34
3	ვაკე-საბურთალო	49
4	გლდან-ნამალადევი	44
5	ისანი-სამგორი	63
6	საგარეჯო	1
7	გურჯაანი	2
8	სიღნაღი	3
9	დედოფლისწყარო	0
10	ლაგოდეხი	2
...		

მონაცემების ამ ფორმით მიღების შემდეგ ხდება მათი მოთავსება ცალკეულ კონტეინერში, რომელსაც კოვიდის სტატისტიკის აპლიკაცია უკავშირდება.

აპლიკაციის ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ნაწილს მიმდინარე მონაცემების ავტომატურად განახლებადი ფორმით ჩვენება წარმოადგენს. პროცესი მუდმივად, რამდენიმე წამის ინტერვალით ახდენს მიმდინარე დღის მონაცემების წაკითხვას და მნიშვნელობების განახლებას მონაცემთა ბაზაში.

ოპერაციის ყოველი იტერაციის დროს პროგრამა ამოწმებს, თუ განახლდა რომელიმე რაიონის მნიშვნელობა და მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება მონაცემების Front-end აპლიკაციასთან გაგზავნა.



**ნახ.2. Front-end აპლიკაციის არქიტექტურის დიაგრამა**

აპლიკაციის არქიტექტურის დიაგრამას აქვს მე-2 ნახაზზე ნაჩვენები სახე. დიაგრამაზე გამოსახული კავშირები დანომრილია 1-დან 4-მდე ციფრებით. თითოეულ მათგანს აქვს გარკვეული დანიშნულება:

1. ინტეგრაციის სერვისი კითხულობს მონაცემებს ორგანიზაციის საოპერაციო მონაცემთა ბაზიდან;
2. ინტეგრაციის სერვისი გარდაქმნის მონაცემებს და ათავსებს მათ კოვიდ-აპლიკაციის მონაცემთა ბაზაში. მიმდინარე მონაცემების წაკითხვისას ის ამოწმებს, განახლდა თუ არა მნიშვნელობები და ამის შემდეგ ახდენს მათი გარდაქმნილი მნიშვნელობების განახლებას;
3. გასული დროის მონაცემების მოთხოვნისას API სერვისი კითხულობს კონკრეტული დღის მნიშვნელობებს. მიმდინარე მონაცემების განახლების შემთხვევაში ის კითხულობს მიმდინარე დღის მნიშვნელობებს;
4. გასული დღის მონაცემების მოთხოვნის შემთხვევაში API სერვისი Front-end აპლიკაციას პასუხად უბრუნებს მოთხოვნილ მნიშვნელობებს. მიმდინარე დღის მონაცემების განახლებისას API

სერვისი ავტომატურად უგზავნის მნიშვნელობებს Front-end აპლიკაციას, მოთხოვნის გარეშე [3, 4].

Front-end აპლიკაციასა და მონაცემთა ბაზას შორის შუამავალი რგოლი არის API სერვისი. სერვისს აქვს ორი ძირითადი ფუნქცია: მოთხოვნის შესაბამისად მონაცემების მიწოდება და ცვლილებების დაფიქსირებისას მათი Front-end აპლიკაციისთვის Push შეტყობინებით გაგზავნა.

შუალედური მონაცემების განსათავსებლად გამოყენებულია არარელაციური მონაცემთა ბაზა MongoDB [5].

მიმდინარე მონაცემების JSON დოკუმენტის [6] სტრუქტურა შემდეგნაირად გამოიყურება:

```
{
  "id" : NumberLong(1954),
  "coordinates" : {
    "latitude" : "44.79027271270752",
    "longitude" : "41.71223218042945"
  },
  "district" : "დიდუბე-ჩუღურეთი",
  "currentStatistics" : {
    "cases" : NumberLong(25),
    "time" : ISODate("2021-03-14T11:14:34, 771Z")
  },
  "pastStatistics" : {
    "cases" : NumberLong(24),
    "time" : ISODate("2021-03-14T11:14:34, 771Z")
  }
}
```

ჩანაწერის ველებს შემდეგი დანიშნულებები აქვს:

- "id": დოკუმენტის იდენტიფიკატორი;
- "coordinates": რაიონის გრძედი და განედი, რუკაზე გამოსატანად;
- "district": რაიონის დასახელება;
- "currentStatistics": მიმდინარე დღის შემთხვევების რაოდენობა (დღის დასაწყისიდან მოთხოვნის დრომდე);
  - "cases": შემთხვევების რაოდენობის რიცხვითი მნიშვნელობა;
  - "time": მოთხოვნის დრო;
- "pastStatistics": წინა დღის შემთხვევების სრული რაოდენობა (მონაცემთა შედარებისთვის).

გასული დღეების მონაცემების დოკუმენტის მოდელი ასეთია:

```
{
  "id" : NumberLong(1102),
  "coordinates" : {
    "latitude" : "44.79027271270752",
    "longitude" : "41.71223218042945"
  },
  "district" : "დიღუბე-ჩუღურეთი",
  "currentStatistics" : {
    "cases" : NumberLong(25),
    "time" : ISODate("2021-03-10T00:00:00, 00Z")
  }
}
```

ამ შემთხვევაში გვაქვს შემთხვევების რაოდენობის აღმნიშვნელი მხოლოდ ერთი ველი. countDate აღნიშნავს, თუ რომელი დღის მონაცემები ინახება მოცემულ დოკუმენტში.

ჩანაწერის განახლებას დღის განმავლობაში ინტეგრაციის აპლიკაცია უზრუნველყოფს.

პროგრამა შესრულებულია .NET Core API ტექნოლოგიაზე, C# დაპროგრამების ენის გამოყენებით [7]. გამოყენებულია ორი API მეთოდი: დღიური მიმდინარე მონაცემების ინიციალიზაციისათვის და გასული დღეების მოთხოვნისათვის.

მიმდინარე მონაცემების მოთხოვნის მეთოდს აქვს შემდეგი სახე:

```
[HttpGet]
public async Task<ActionResult<IEnumerable<CoronaStatisticsValue>>>Get
(Cancellation token cancellationToken)
{ var values = await currentCollection.Find(e => true, new FindOptions()). ToList
tAsync(cancellationToken);
  return Ok(values);
}
```

მიმდინარე მონაცემების დოკუმენტში ხდება მნიშვნელობების მუდმივად განახლება და გამოიყენება ერთი და იგივე ჩანაწერი, ამიტომ არ არის საჭირო დამატებითი ფილტრების მითითება. სრული კოლექციის წაკითხვით ვიღებთ ყველა რაიონის მიმდინარე შემთხვევების რაოდენობებს.

გასული დღეების მონაცემების მოთხოვნის მეთოდი შემდეგი სახისაა:

```
[HttpGet("[action] ")]
public async Task<ActionResult<IEnumerable<CoronaStatisticsValue>>>
GetFiltered (string dateStart,
             string dateEnd,
             Cancellation token cancellationToken
)
{
  var filterBuilder = Builders<CoronaStatisticsValue>.Filter;
  var filter =filterBuilder.Gte(x => x.CountDate, new BsonDateTime
```



```
(dateStart)) & filterBuilder.Lte(x => x.CountDate, new BsonDateTime
(dateEnd));
var result = await collection.Find(filter).ToListAsync(cancellationToken);
return Ok(states);
}
```

მეთოდს პარამეტრებად გადაეცემა თარიღის ტიპის ორი პარამეტრი:

- dateFrom: საწყისი დღე;
- dateEnd: საბოლოო დღე.

იმ შემთხვევაში, თუ dateFrom და dateEnd თარიღებს შორის განსხვავება 1 ან 0 დღეა, შედეგად მივიღებთ dateFrom დროის ერთი დღის მონაცემებს. თუ მათ შორის სხვაობა 1 დღეზე მეტია, თითოეული რაიონისათვის მოხდება ამ პერიოდში მოხვედრილი ყველა დღის მონაცემების შეკრება და რუკაზე მივიღებთ ჯამურ მნიშვნელობებს.

### 3. დასკვნა

ზარების მიღების პრობლემის მოსაგვარებლად 112-ის მონაცემთა მონიტორინგის სისტემას დაემატა ფუნქციონალი კოვიდ-გამომახებების სტატისტიკური ანალიზისთვის. ეს ფუნქციონალი გვიჩვენებს კორონავირუსთან დაკავშირებული ზარების სტატისტიკას როგორც რეგიონების, ისე რაიონებისათვის. ამ მონაცემების წარმოდგენა ხდება ცხრილური ფორმითა და რუკაზე ვიზუალიზაციის გზით. სატელეფონო ცენტრში შესული ზარების საფუძველზე იქმნება საქმეები, რომლებიც კლასიფიცირდება ინციდენტის რეგიონის, რაიონისა და შემთხვევის ტიპის მიხედვით. სწორედ ამ ტიპის მიხედვით ხდება Covid-19-თან დაკავშირებული შემთხვევების იდენტიფიკაცია. იმის გამო, რომ მიმდინარე მონაცემების დოკუმენტში მუდმივად ხდება მნიშვნელობების განახლება და გამოიყენება ერთი და იგივე ჩანაწერი, საჭირო აღარ არის დამატებითი ფილტრების მითითება, რაც საშუალებას იძლევა სრული კოლექციის წაკითხვით მივიღოთ ყველა რაიონის მიმდინარე შემთხვევების რაოდენობები რეალურ დროში.

### ლიტერატურა – References :

1. Darchiashvili N., Kobiashvili A. Call Centre Data Analysis and Monitoring Electronic System. Transact. of GTU. "ACSS", No 2(31), გვ. 101-108 (in Georgian).
2. <https://developers.google.com/maps/documentation>.
3. <https://leafletjs.com/reference-1.7.1.html>.
4. <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/?view=aspnetcore-5.0>.
5. <https://docs.mongodb.com/>.
6. <https://www.json.org/json-en.html>.
7. <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/signalr/overview/getting-started/introduction-to-signalr>.

## COVID-19 CASE MONITORING SYSTEM AT THE PUBLIC SAFETY MANAGEMENT CENTER

Darchiashvili Nodar, Kobiashvili Ana  
Georgian Technical University

The Covid-19 case monitoring system developed at the Public Safety Management Center, which operates in real time, is discussed. The challenges faced by the monitoring system due to the coronavirus pandemic are analyzed. An application designed to overcome these challenges, and its key components, namely its Back-end side, are described. A diagram of the Front-end application architecture is given and considered. Also, it is discussed a new functionality that has been added to the data monitoring system for statistical analysis of covid-calls and which shows the statistics of coronavirus-related calls by regional and district categorization. The software tools used to build the new functionality are shown.

# მედია- და ციფრული-ტექნოლოგიები „კოვიდ19“ პანდემიის გლობალიზაციის პირობებში და საფრანგეთი პრევენციების გზაზე

დიანა ჭანკოტაძე

dchankotadze@yahoo.fr

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

საფრანგეთის მოსახლეობა ისევე როგორც დანარჩენი მსოფლიოს ერები, თავისთავად განიცდის თანამედროვე ტექნოლოგიებზე დამოკიდებულებას. განსაკუთრებით ეს საკითხი პოპულარული გახდა ბოლო დროის სანიტარული კრიზისის შექმნიდან გამომდინარე. მიუხედავად ამისა, საფრანგეთის საგანმანათლებლო სივრცე, ისევე როგორც ჯანრთელობის დაცვის სამინისტრო მუდმივ მონიტორინგს აწარმოებენ ადამიანის ტექნიკაზე მიჯაჭვულობის საკითხთან დაკავშირებით. ეს საკითხი განსაკუთრებით დიდი მნიშვნელობით არის შესწავლილი პედაგოგებისა და ოფთალმოლოგიის მხრიდან. „ადამიანის და მანქანის პრობლემატიკა“, ასე უწოდებენ თანამედროვე ტექნოლოგიურ დამოკიდებულებებს და დიდი დრო ეთმობა იმის შესწავლას არის თუ არა ამ ურთიერთდამოკიდებულებით გამოწვეული საფრთხეები რეალური. სტატია სწორედ უახლეს ფრანგულ მონაცემებზე დაყრდნობით მომზადა. ჩატარდა სამიუნივერსიტეტო კვლევითი სამუშაოები ლიტერატურულ და სამეცნიერო ჟურნალთა დონეზე. იგი შეეხო ისტორიულ ნაწილს, ხოლო მისი პრაქტიკული მომზადების ფარგლებში ჩატარდა სამ ფრანგ პედაგოგთან მუშაობა, კერძოდ მათ სამუშაო რეჟიმზე დაკვირვება, იმისათვის, რომ ნაშრომში მტკიცებულებით ფორმირებული წარმოდგენილი ყოფილიყო პრობლემის პრევენციების მეთოდები. სწორედ პედაგოგების (კრისტინ ვალსი, ემანუელ ბენდერი, სილვია ბურდონეკი) მუშაობის ფორმებისა და თეორიების მიხედვით, წარმოდგენილი პრობლემის გადაჭრის გზები, საინტერესო სიახლეა საქართველოსთვის, ახალი ტექნოლოგიური მიღწევების ფონზე მედიცინის ჩართულობით დაცვის მექანიზმებზე სამუშაოდ.

**საკვანძო სიტყვები:** ადამიანი. კომპიუტერი. ვირტუალური რეალობა, მედიცინა და პანდემია, Zoom-ტექნოლოგიები.

## 1. შესავალი

„ადამიანი და მანქანის“ ურთიერთქმედების ისტორია მრავალ წელს ითვლის. მედია-ტექნოლოგიების ისტორიისა და განვითარების კვალდაკვალ კაცობრიობის ყოველდღიურობის ცვლილებებიც შესამჩნევია და ევროპის ისეთ ქვეყანაში როგორც საფრანგეთია, ამის თაობაზე მედიცინისა და მედიის სფერო უახლეს ტანდემს ქმნის პრობლემის აღმოსაფხვრელად [1-6].

მსოფლიო გლობალიზაციის პირობებში მედია ტექნოლოგიების, ადამიანისა და მანქანის ურთიერთდამოკიდებულებამ თუ ვირტუალურმა სამყარომ, რომელიც კომპიუტერული გრაფიკის განვითარებით თანდათან უფრო რეალობასთან მიახლოებული ხდება, კაცობრიობა მნიშვნელოვანი საფრთხის წინაშე დააყენა. ადამიანების მსოფლიო მასშტაბების ვირტუალურ სამყაროში დაახლოებამ, ერთის მხრივ მარტივი გახდა ცხოვრება, მეორეს მხრივ კი ვითომდა ამ სიახლოვის ფონზე, მათი სრულიად გათიშვა, ფიზიკური ადამიანური ურთიერთობების რღვევა და ჩამოშლა გამოიწვია.

ახალგაზრდა თაობებისათვის საფრთხეების თავიდან ასაცილებლად მთელი რიგი სამუშაოები მიმდინარეობს, მათ შორის სამედიცინო ცნობიერების ამაღლების თვალსაზრისით, თუმცა დღევანდელმა მსოფლიომი გავრცელებულმა პანდემიამ, კიდევ მეტად მიაჯაჭვა კაცობრიობა ვირტუალურ სამყაროსა და მედიატექნოლოგიებს.

ადამიანისა და მანქანის ერთობლიობას, ასევე უწოდებენ პიროვნების და მანქანების ურთიერთქმედებას ანუ მსოფლიო ტერმინით HMI (Human-Machine Interfaces) უფრო კონკრეტულად კი მისი განმარტება ასე ჟღერს, ტექნიკური საშუალებები და ინსტრუმენტები, რომლებიც ადამიანს შეუძლია გააკონტროლოს, შექმნას და მართოს. სპეციალიზირებული ინჟინრები მრავალი წელია რაც შეისწავლიან, კერძოდ იმას, თუ როგორ ურთიერთქმედებს ადამიანი კომპიუტერთან და კომპიუტერთ, ასევე შეიმუშავებენ სისტემებს, პროგრამებს რომლებიც არის ეფექტური, მარტივი გამოსაყენებელი ან ზოგადად ადაპტირებული ყოველდღიური გამოყენების კონტექსტში.

იმ მოცემულობას, რასაც „კაცი და მანქანას» უწოდებენ, ბოლო წლებში კიდევ ერთი ფუნქცია დაემატა. ეს გახლავთ სამუშაო წარმოების ფართო ტექნიკური განლაგების ოპტიმიზაცია, გაუმჯობესება და მედიატექნოლოგიებად გარდაქმნა. საქმე კი იმდენად «კარგად» წავიდა, რომ მედიატექნოლოგიების სწრაფმა და მრავალმხრივმა გაუმჯობესებამ, დღეს სპეციალისტთა მსოფლიო გუნდის ახალი და მთავარი საზრუნავის წინაშე დააყენა, ეს გახლავთ, ევრანებზე მუშაობის რისკის შეზღუდვა (კუნთოვანი სისტემის დარღვევების, თვალის დაღლილობა, წვის სინდრომი, სტრესის, ციფრული სტრესის და ა.შ თავიდან აცილება). მსოფლიო ტექნოლოგიური გამოგონების მოწყობილობები, როგორცაა კლავიატურა, ე.წ. «მაუსი», მიკროფონი ან სკანერი, საშუალებას აძლევს ადამიანებს მიაწოდონ ინფორმაცია ანუ ე.წ. ბრძანებები აპარატს, რომელიც სწრაფად და ეფექტურად შეასრულებს სამუშაოს. სწორედ ამ გაცემული ინფორმაციის წყალობით, ხდება მანქანის რეაგირება ბრძანებებზე და სამუშაოს განახორციელება. თანამედროვე მსოფლიოს ცხოვრებაში დღეს უკვე ევრანი მნიშვნელოვანი ნაწილია და მასში შესაძლებელია როგორც მარტივი ტექსტის, ასევე გრაფიკული ელემენტების ჩვენება.

მედიატექნოლოგიური დისციპლინის ერთ-ერთი მიზანი არის მედია გარემოს საუკეთესოდ ჩამოსაყალიბებლად ინსტრუმენტების მოდერნიზება და ამით ადამიანების მანქანებთან უფრო მარტივი და ეფექტური ურთიერთქმედება. ინტერნეტი ჯერ კიდევ განვითარების ფონზე, თავისუფლად წარმოადგენდა ადამიანის ტექნოლოგიებზე მიჯაჭვულობის მაგალითს, რომელიც შედგება ისეთი ელემენტებისაგან, როგორცაა ვებგვერდები, აპლიკაციების თუ სხვა ტექნიკური მიღწევები. დღეს ინტერნეტის და მედია ტექნოლოგიების შეთანხმებული და ორმხრივი სარგებლიანობის თანაარსებობით, ნებისმიერ ადგილას, უწყვეტ რეჟიმში, სხვადასხვა ენებზე ნათარგმნი მედია პროდუქციის მოხმარება ხდება. მახასიათებელი საძიებო სისტემა ხშირად იმ საშუალებას იძლევა, რომ ინფორმაციის გაცვლაც კი მოხდეს მონაცემთა ბაზასთან.

«ადამიანი და მანქანის» ურთიერთქმედების ისტორია მრავალ წელს ითვლის. 1945 წელს ამერიკელმა მეცნიერმა და მკვლევარმა, ვანევარ ბუშმა აღწერა წარმოსახვით ელექტრონული სისტემა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა ინფორმაციის მოძიება, მანვე მოიგონა ნავიგაციის, ინდექსირებისა და ანოტაციის ცნებები. 1963 წელს კი კვლავ ამერიკელმა ინფორმატიკის ინჟინერმა, ივან სატერლენდმა შექმნა «Sketchpad», პროგრამა რომელიც თანამედროვე გრაფიკული პროგრამების წინაპრად ითვლება. მან ეს პროგრამა სადისერტაციო ნაშრომის ფარგლებში შეიმუშავა და «Sketchpad» დღემდე ითვლება კომპიუტერის დახმარებით შექმნილი დიზაინის პროგრამული უზრუნველყოფის, ადამიანისა და მანქანების ურთიერთთანამშრომლობის (HMI) წინამორბედად. 1964 წელს კი მეცნიერმა დუგლას ენგელბარტმა გამოიგონა «მაუსი», იმისათვის რომ ევრანზე ადვილად მონიშნოს ობიექტები.

მედიისა და ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ცნება, რომელიც შვეიცარიაში, კერძოდ კი ჟენევაში შეიქმნა საზოგადოებრივი განათლების დეპარტამენტის შესაბამის სფეროში პასუხისმგებელი სამსახურის მიერ, მიზნად ისახავს, ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების კონცეფციის გაფართოებას. მსოფლიომ კი მიიღო ერთის მხრივ, მედიის სფეროებს შორის (პრესა, რადიო, ტელევიზია, მულტიმედიური გამომცემლობა, ვებგვერდი) ციფრული ტექნოლოგიის მიერ შემოტანილი სიახლე და მრავალფეროვნება, როგორც ყოველდღიური სამუშაო გარემოს გაუმჯობესება და, მეორე მხრივ, განათლების სფეროში ახალი მიმართულებების დამკვიდრება ინფორმაციული, თეორიული და ტექნიკური სფეროების გაერთიანება (მედია განათლება, ტექნიკური მოხმარების მრავალპროფილოვანი

ე.წ მულტიმედიაური წარმოება), რომელთა განვითარებამაც მთლიანად მოახდინა თანამედროვე მედიის ტრანსფორმაცია. თანამედროვე სასწავლო დისციპლინა ასევე მიზნად ისახავს მედიაწიგნიერების უნარების განვითარებას, რომელიც ახლა ციფრული წიგნიერების უნარებთან არის შერწყმული.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ევროპის ქვეყნებში, კერძოდ კი საფრანგეთის ჯანდაცვისა და ადრეული ასაკის ბავშვთა ჯანმრთელობის სპეციალისტებმა, ასევე მედიის წარმომადგენლებმა მოახდინეს საზოგადოების მობილიზება ეკრანების ზემოქმედების უარყოფითი შედეგების თავიდან ასაცილებლად. მშობლების მუდმივი ინფორმირებით, ბავშვების სიცოცხლის პირველივე თვიდან, საფრანგეთის ჯანდაცვის მიერ სპეციალურად შექმნილი პროგრამების მეშვეობით, ტარდება სპეციალური მუშაობა მშობლებთან. მუშაობის პროფილი, პედაგოგთა და სამედიცინო პერსონალთა მიერ დაგეგმილი შეხვედრები თუ ოჯახური დათვალერებები. მედია და მედიცინა მობილიზებულია იმისათვის, რომ გააღრმავონ ცნობიერება იმის თაობაზე, ეკრანის მუდმივმა გამოყენებამ თუ რა შედეგები შეიძლება მოიტანოს მცირეწლოვან მომხმარებელში. ეკრანის რეგულარულ მოხმარების საზიანო თვისებებს, ასევე დიდი დრო ეთმობა მედიაში, სადაც მკაცრად არის დაცული გადაცემათა ასაკობრივი ზღვარი, ფილმთა თუ სხვა გადაცემათა ასაკობრივი ყურებადობის ნიშნები და ზღვარი თუ მასი გაგრძელების დრო. მედიის მფლობელთა ვალდებულებებში შედის ინფორმაციული ხასიათის ვიდეო რგოლების ხშირი გაშვება მომხმარებელთა პრევენციის თვალსაზრისით. ვინაიდან ფრანგი სპეციალისტები მნიშვნელოვნად მიიჩნევენ საკითხს, თანამედროვე ტექნოლოგიების ფონზე, მოხდეს პრევენცირება იმისა რომ ეკრანმა შეიძლება სერიოზულად იმოქმედოს ამავე დროს მშობლისა და ბავშვის ურთიერთობაზე, ასევე მცირეწლოვან ბავშვებში ყურადღების, ენის, მოტორიკის და ქცევის სერიოზული დარღვევა გამოიწვიოს. საფრანგეთის ჯანდაცვის მიერ ორგანიზებული ეს საკითხი წარმოადგენს მცირეწლოვანთა დაცვისა და მედიაგანათლების ურთიერთ თანამშრომლობის ახალ სფეროს.

ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენების განვითარება ადამიანის ყველა საქმიანობაში არის ბიოსფეროს სერიოზული საფრთხეების ახალი წყარო. ტექნიკურმა ბუმმა, ვირტუალური კომუნიკაციის სამყარო კიდევ მეტად მიაახლოვა რეალურ ცხოვრებასთან უახლესი კომპიუტერული გრაფიკის გამოყენებით. მუდმივად მოწყობილობებზე დაკავშირებული ადამიანების რაოდენობის რეკორდული მოცემულობა, ქსელების, აპლიკაციების, ე.წ «ჰქვიანი ტელეფონების» ეკრანების, ეკრანული დაფების თუ კომპიუტერების ინტენსიური გამოყენება, ტექნიკური აღჭურვილობის სწრაფი გამძლავრება ციფრულ სამყაროში, გვიჩვენებს რომსწორედ რომ ტექნოლოგიური სიახლეები გარდაქმნის და მართავს ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებას.

თუ დავესესხებით უინსტონ ჩერჩილის გამონათქვამს: "რაც უფრო გადახედავთ წარსულს, მით უფრო დაინახავთ მომავალს", მაშინ იმისათვის რომ მომავალი გამოცინოთ, თვალის გადავლება მოგვიწევს მე-20 საუკუნის 80-იანი წლებიდან მოყოლებული კომპიუტერის ევოლუციის ანალიზზე. მოდით მოკლედ გავანალიზოთ, თუ როგორ გარდაქმნა კომპიუტერებმა და შემდეგ ინტერნეტმა ჩვენი ყოველდღიურობა და მოამზადა საფუძველი სამყაროსი, რომელიც მომავალ წლებში გველოდება. 1980-იანი წლები მსოფლიოს გლობალურ ნაწილში კომპიუტერიზაციის ათწლეულია. 1970-იან წლებამდე კომპიუტერები ძირითადად მხოლოდ კერძო თუ სახელმწიფო კომპანიებისთვის იყო განკუთვნილი. ძალიან ძვირადღირებულ კომპიუტერს ჯერ კიდევ არ ჰქონდა თავისი ადგილი ფართო საზოგადოებაში. 1980-იანი წლების დასაწყისში, Apple-ის Macintosh-ის საშუალებით, მიწოდება, მოხმარება გამარტივდა და უფრო მოსახერხებელი გახდა. მაგალითად საფრანგეთში ამ წლებში "პერსონალური კომპიუტერების" ბაზარი ჩნდება და რაც შეიძლება მეტი ადამიანისთვისაა იგი ხელმისაწვდომი. პერსონალური კომპიუტერების ეს დემოკრატიზაცია ქმნის «პანდორას» ნამდვილ ყუთს ისეთი სექტორისთვის, როგორცია ვიდეო თამაშების შემქმნელები და მომხმარებლები. ვიდეო თამაშებით კომპიუტერი უფრო სწრაფად ძლიერდება, თანაც იმდენად, რომ ის ახერხებს ყოველი მეორის სახლში შეჭრას.

1990-იანი წლები ქსელის ათწლეულიად შეგვიძლია მოვიხსენიოთ. გაუმჯობესებული ტექნოლოგია საშუალებას აძლევს მოთამაშეებს შესთავაზონ ბევრად უფრო ძლიერი სათამაშო კონსოლები. ეფექტური და ინოვაციური, «Nintendo NES» ან «Sega Megadrive», რასაც მედია რეკლამირება ელვის სისწრაფიდ



ავრცელებს მოსახლეობაში. 1995 წლის აგვისტოში ამოქმედებული Windows 95 ოპერაციული სისტემა მნიშვნელოვან გარდამტეხ წერტილს წარმოადგენს კომპიუტერულ ისტორიაში, ხოლო "მსოფლიო ქსელმა" (WWW) მართლაც მოახდინა ტექნოლოგიური რევოლუცია. პირველი სერვისები (Netscape, Mozaic, Altavista) მომხმარებლებს საშუალებას აძლევს დაუკავშირდნენ ელექტრონული ფოსტით, უპირველეს ყოვლისა კი ისარგებლონ კიბერ სივრცეში. Club INTERNET პაკეტის ინსტალაცია Windows 95-ზე. წყარო: <https://www...> 1990-იანი წლების ათწლეული მოდემითა და AOL პაკეტებით გამოირჩევა. Yahoo! და ამაზონი ხდება გლობალური ბრენდები, ჩნდება მრავალი დამწყები (მეტსახელად ".com"), მათ შორის Google, მაგრამ ახალი რევოლუცია ჯერ კიდევ წინაა, კაცობრიობის ახალ განზომილებაში გადასაყვანად.

2000-იანი წლები: სმარტფონების ათწლეულია და მედია ტექნოლოგიების ისტორიაში კიდევ ერთი მარტივი საკომუნიკაციო საშუალება ჩნდება, რომელიც ამავედროულად აფართოებს მედიის ფუნქციონირების მასშტაბებს. სწორედ 2007 წელს მოხდა მნიშვნელოვანი მოვლენა, რომელმაც მართლაც რომ გადატრიალება მოახდინა ახალი ტექნოლოგიების სამყაროში და მილიარდობით ადამიანის ყოველდღიურ ცხოვრებაში. 9 იანვარს, სან-ფრანცისკოში, MacWorld- ში, ამერიკელმა მილიონერმა სტივ ჯობსმა წარადგინა პირველი iPhone. ამ დღეს ნამდვილად ვითარდება ვირტუალური ინდუსტრია და ინტერნეტი. აღარ არსებობენ კლავიშები და მაუსები. ამერიიდან ყველას აქვს ინტერნეტთან წვდომა ნებისმიერ დროს პატარა აპარატის წყალობით, რომელიც ჯიბეშიც თავისუფლად იდება.

ე.წ. „სმარტფონების“ ეპოქაში იწყება ელექტრონული კომერციალიზაცია, ელექტრონული ყიდვა-გაყიდვა, ელექტრონული წიგნი, ელექტრონული ჟურნალ-გაზეთები, ტელევიზიები. რადიოები... მრავალი პროდუქტი და მომსახურება ხდება ელექტრონული და მატერიალიზებული. შეგვიძლია თვალი გავუსწოროთ მოცემულობას და ვთქვათ, რომ ამ ტექნოლოგიამ მრავალი კომპანია გადაარჩინა გაკოტრებისგან, რომელიც გამოწვეული იყო ფინანსური კრიზისით, მაგრამ ამავედროულად უახლესმა ტექნოლოგიებმა კომპიუტერულმა თუ ვირტუალურმა სისტემებმა ასევე გახსნეს კარი ახალი ინოვაციური „მავნებლობებისთვის“ მსოფლიოში. 2010-იანი წლებში, ჩვენ ცხოვრებაში სოციალური ათწლეული დაიწყო, რომელმაც მალე სოციალური მედიაც წარმოქმნა. ვინაიდან მედია მუდმივ დამოკიდებულებაში იმყოფება სწორედაც ტექნოლოგიურ განვითარებებზე, მან მარტივად შეითვისა ყველა ინოვაცია და გადაეწყო ახალი მედიის შექმნაზე, გავრცელებასა თუ სწავლებაზე. ინტერნეტი უკვე ყველა სოციალურ კატეგორიას და ყველა თაობას მოიცავს. მომხმარებლები სულ უფრო და უფრო მრავლდებიან და უფრო და უფრო დიდ დროს ატარებენ ეკრანებთან. ციფრულმა ტექნოლოგიებმა ხალხი თან მეტად დაახლოვა, ამავედროულად კი სრულიად მოწყვიტა ერთმანეთს, ადამიანური ფიზიკური ურთერთობის ჩანაცვლებამ, თამანდროვე ტექნოლოგიების სახით სერიოზული კონკურენტის გაჩენამ, კაცობრიობას ახალი თვისებები, ხასიათი თუ ინტერესები გაუჩინა. ვირტუალურმა სამყარომ შექმნა სრულიად ახალი, სიმულაციის სოციალური ენა და სოციალური „ბულინგის“ ცნებები, რაც თავისთავად უარყოფით ზავავლენას ახდენს კაცობრიობაზე.

### 3. დასკვნა

მედია პლატფორმები, რომლებმაც სრულად ექვეფტურად ისარგებლეს ტექნოლოგიური სიახლით, არის სოციალური ქსელები, რომლებმაც გამოჩენისთავანე უდიდესი პოპულარობა მოიპოვა. My Space-დან ერთი წლის შემდეგ, 2004 წელს, Facebook- მა 2012 წელს, პირველი მილიარდი მომხმარებლების ეტაპი გაიარა. მიუხედავად იმისა, რომ ზოგიერთი კომპანია გაქრა, შეიქმნა ახალი YouTube, Instagram, Twitter ან LinkedIn მნიშვნელოვანი სერვისები ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებაში. ინტერნეტის სიმძლავრისა და ამ ახალი მოხმარების კეთილგანწყობის შერწყმით, ეს ინტერნეტ საიტები საშუალებას აძლევს უცნობებს რამდენიმე წამის განმავლობაში დააკავშირონ ერთმანეთს რამდენიმე ათასი ან მილიონობით ინტერნეტის მომხმარებელი საზოგადოება. „ინფლუენცერული მარკეტინგი“, ეს ტერმინი თუ უკვე პროფესიაც, ცოტა ხნის წინ დაიბადა და უკვე მილიონობით მომხმარებელსაც ითვლის. ეს ახალი სოციალური განზომილება ქმნის ახალ ეპოქას ვირტუალური სამყაროს ეპოქას, სადაც ადამიანები პარალელურ ცხოვრებად გადიან. გაზიარება, თანა-ადგილმდებარეობა, ვირტუალური თანამშრომლობა, ინფორმაციის გაზიარებაზე

ორიენტირებული საზოგადოება, გვიჩვენებს, რომ ინტერნეტმა ხალხი საბოლოოდ დამოკიდებული გახადა საკუთარ სერვისებზე.

მწელია იმის პროგნოზირება, თუ რომელი სექტორებით ან ტექნოლოგიებით აღინიშნება ისტორიაში 2020 წლის ათწლეული, მაგრამ წარსულის მოკლე ანალიზმა შეიძლება ამაზე წარმოდგენა მოგვცეს. ბოლო დროს ყველაზე დიდი სამომხმარებლო სისტემის, Zoom-ის შემოსვლა კაცობრიობის რეალობაში, ამ საუკუნის ეპიდემიის კატასტროფული აფეთქების ფონზე, ყველა ზემოთ ჩამოთვლილთაგან ნამდვილად ლიდერობს და ვინაიდან მომაკვდუნებელი ვირუსი სახელწოდებით Covid 19 ჯერ კიდევ რჩება მსოფლიოს მთავარ თავსატეხად, იგი გზას მეტად უხსნის მსოფლიოში აქტუალური ხელოვნური ინტელექტის განვითარებას. ვინაიდან კაცობრიობა ინტენსიურად მუშაობს ამ მხრივ და შესაძლებელია მსოფლიო პანდემიამ სამუშაო პროცესები მეტად დააჩქაროს. როგორც ფრანგი მეცნიერი ფაბრის ლამირო აღნიშნავს მის ბოლო პუბლიკაციებში, „ყველაფერი დამოკიდებულია ადამიანის ინტელექტუალურ შესაძლებლობაზე, იმისათვის რომ მოვერიოთ მსოფლიო ვირუსს გონივრულად და ტექნოლოგიურად, მაგრამ ეს უნდა მოხდეს ყველას საკეთილდღეოდ“. პანდემიის დღევანდელი მოცულობა, კიდევ უფრო დიდ მნიშვნელობას მატებს მედიატექნოლოგიებსა და მათ დანიშნულებას. ინფორმაციის კომერციალიზაცია მეტად გაფართოვდა, ვინაიდან ინფორმაცია, მით უფრო გამოსახულებითი ოდითგანვე იზიდავს კაცობრიობას და მით უფრო ახლა, როდესაც ჩაკეტილ სივრცეში ადამიანები დროის უდიდეს ნაწილს ატარებენ.

#### ლიტერატურა – References :

1. Cedric Biagin. (2014). The Digital Impact: How the Internet and New Technologies Colonized Our Lives. /Humanities/ Paris. Ed., (In french)
2. Vitalis A. (1994). Media and New Technologies. /Collection/. Paris Ed., (In french)
3. Delacruz J., Case A. (2018). Architecture of Machines and Computer Systems. April 6th, ed., (In french)
4. Jacques Quibel. (1988). Be a decision maker with new technologies. Paris, ed., (In french)
5. Richard P. (2020). Cybercrime is a Real Industry. Article in the journal Engineering Science was published on July 9. (In french)
6. Nikola Paia . (2019). New Media. Magazine "Instatni". Published in March 2019 (In french).

## MEDIA- AND DIGITAL TECHNOLOGIES "KOVID 19" PANDEMIC IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION AND FRANCE ON THE ROAD TO PREVENTION

Diana Chankotadze  
dchankotadze@yahoo.fr  
Georgian Technical University

### Summary

The history of the "human-machine" interaction spans many years. Following in the footsteps of the history and development of media technologies, changes in the daily life of mankind are also noticeable, and in a European country like France, the field of medicine and media is creating the latest tandem to eliminate the problem. In the world of globalization, the interdependence of media technologies, man and machine, or the virtual world, which is gradually becoming closer to reality with the development of computer graphics, has posed a significant threat to humanity. The rapprochement of people on a global scale in the virtual world, on the one hand, made life easier, and on the other hand, ostensibly against the background of this closeness, led to their complete disconnection, disruption and collapse of physical human relationships. A number of efforts are being made to prevent threats to the younger generations, including in terms of raising medical awareness, although the pandemic that has spread around the world today has further plagued humanity in the virtual world and media technologies.

# თანამედროვე სამენეჯმენტო ინფორმაციული სისტემების დანერგვა საქართველოს შემდგომი განვითარებისთვის

ნატალი სიდამონიძე, ლევან ჯიქიძე, ალექსანდრე ბენაშვილი  
natasidamonidze@gmail.com, levan@gtu.ge, sbenashvili20@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

დასაბუთებულია ქვეყანაში თანამედროვე ინფორმაციული სისტემების დანერგვის აუცილებლობა, რაც განპირობებულია ამჟამად შემორჩენილი და გამოყენებული ინფორმაციის სტატისტიკური დამუშავების და ანალიზის მოძველებული პოსტაბჭოური სისტემებით. მაგალითისათვის სტატიაში განხილულია ისეთი სისტემური პრობლემა, როგორცაა ქვეყნის ხორბლით უზრუნველყოფა და მისი რეალიზაციის თანამედროვე ინფორმაციული ალგორითმი. ამავდროულად სქემის სახით წარმოდგენილია სხვა დარგების სტრატეგიული უზრუნველყოფის ინფორმაციული პლატფორმა, რომელზედაც, მონაცემთა ბაზის შექმნის და რეალიზაციის საფუძველზე, უნდა აიგოს შესაბამისი მიზნობრივი ალგორითმი.

**საკვანძო სიტყვები:** ინფორმაციული სისტემა. ინფორმაციული პლატფორმა. ალგორითმი. სტრატეგიული ამოცანა.

## 1. შესავალი

თანამედროვე ეტაპზე ცივილიზაციის განვითარება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ახლად შექმნილი „ციფრული სამყაროს“ და არავირტუალური რეალობის ურთიერთკავშირებზე. ბოლო წლებში ამ მიმართულებით მიმდინარეობს ინტენსიური სამეცნიერო და საზოგადოებრივი დისკუსია, რომელიც ორიენტირებულია ადეკვატური ფუტუროლოგიური მოდელების შემუშავებაზე. მაგალითად, ცნობილი მეცნიერი და Google-ის ტექნიკური დირექტორი რეიმონდ კურცვეილი, პროგრამისტი, ფუტუროლოგი თავის კვლევებში [1, 2] და სავარაუდო პერსპექტივის მოდელირებაში განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს სინგულარობის როგორც დადებით, ასევე უარყოფით მოსალოდნელ შედეგებს. ამ რიგის პრობლემად განიხილება ხელოვნური ინტელექტის სავარაუდო პოტენციალი და იმპლემენტაციის სივრცე სხვა ტექნოლოგიურ შესაძლებლობებთან სინერჯის ფონზე (მაგალითად, გენური ინჟინერია, ნანო-ტექნოლოგიები და ა.შ.).

დღეს საქართველო ამ ერთიანი ციფრული სამყაროს განუყოფელი ნაწილია და პერსპექტივაში ჩვენი ქვეყნის ინტეგრაციის ხარისხი ამ გლობალურ სივრცეში მხოლოდ გაიზრდება. დღევანდელი ტრანსნაციონალური საბაზრო ეკონომიური აქტიურობა უზრუნველყოფს პრაქტიკულად ყველა განვითარებად ქვეყანას ყველაზე მოწინავე სამომხმარებლო ციფრული პროდუქციით, მაგალითად ახალი თაობის iPhone-ებით და ვირტუალური თამაშებით. ამ კუთხით არც საქართველოა გამონაკლისი და ჩვენი გეოპოლიტიკური მოცემულობიდან გამომდინარე ბევრ სხვა განვითარებად ქვეყნებთან შედარებით უფრო სწრაფად და მიზანმიმართულად ხორციელდება ამ შესაძლებლობების რეალიზაცია. ამავდროულად, ციფრული ტექნოლოგიების პოტენციალი მნიშვნელოვნად აღემატება აღნიშნულ სამომხმარებლო სეგმენტის შესაძლებლობებს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

პირველ რიგში ეს ეხება თანამედროვე ინფორმაციული სისტემების გამოყენების პრაქტიკას სრულიად ახალ სამენეჯმენტო დარგებში და სახელმწიფოს მართვის ყველა მნიშვნელოვან ქვესისტემაში.

ამ თვალსაზრისით ზედაპირული ანალიზიც კი გვიჩვენებს იმ მნიშვნელოვან დისპროპორციას, რომელიც დღეს აღინიშნება სამომხმარებლო აქტიურობასა და თანამედროვე ინფორმაციული სისტემების სახელმწიფო სამენეჯმენტო სივრცეებში დანერგვას შორის. ჯერ კიდევ საბჭოთა წარსულში საქართველო, როგორც ამ საერთო მოცემულობის ნაწილი, მნიშვნელოვნად ჩამორჩებოდა მოწინავე ქვეყნების პრაქტიკას ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების კუთხით [3]. აღნიშნული მემკვიდრეობის ინერციას

წარმოადგენს ის ფაქტი, რომ დღემდე საქართველოში ინფორმაციული სისტემების შესაძლებლობების რეალიზაცია ხშირად სტატისტიკური დამუშავებით და ამ შედეგების შესაბამისი ანალიზით შემოიფარგლება. დღეისათვის შემორჩენილი ეს პრაქტიკა, როგორც გეგმური საბჭოთა ეკონომიკის აუცილებელი ინსტრუმენტი, ძალზე არაეფექტურია საბაზრო ეკონომიკის პირობებში და სრულიად არაადეკვატური დემოკრატიული მართვის უზრუნველყოფის კუთხით.

მეორეს მხრივ მსოფლიოში განვითარებულმა Covid-პანდემიამ ნათლად გვიჩვენა მრავალ-ვექტორული მოდელირების აუცილებლობა, რაც შეუძლებელია თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების სწრაფი დანერგვის და რეალიზაციის გარეშე.

ჩვენს მიერ 2017-2020 წლებში განხორციელებულმა კვლევამ, რომელიც ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოების პროგნოზირების და ადეკვატური მოდელირების უზრუნველყოფას ეხებოდა, გვიჩვენა დღეისათვის არსებული ინფორმაციული სისტემების არასაკმარისი ეფექტურობა.

მაგალითად, ქვეყნის ხორბლით უზრუნველყოფის სტრატეგიული სახელმწიფო ვალდებულება წლების განმავლობაში ეყრდნობოდა არარელევანტურ ანალიზს.

როგორც ნებისმიერი სისტემური პრობლემა, ქვეყნის ხორბლით უზრუნველყოფა წარმოადგენს გარკვეულ ლოგიკურ ალგორითმს, რომელიც ქვეყნის სოციალურ-პოლიტიკური და ეკონომიკური კურსით განისაზღვრება.

შესაბამისად, ამ კუთხით ინფორმაციული სისტემის სტრუქტურა, კომპონენტების რანჟირება და შინაარსი (მონაცემთა ბაზის ალგორითმული დავალება) უნდა შეიქმნას ქვეყნის სამოქმედო კონცეფციებში ასახულ ლოგიკური ალგორითმის ჩარჩოში. მსოფლიოში და განსაკუთრებით ჩვენს რეგიონში მიმდინარე მოვლენებმა გვიჩვენა, რომ ხორბლის იმპორტზე სრული დამოკიდებულება მკვეთრად ამცირებს ქართული სახელმწიფოს მდგრადობას მრავალი მიმართულებით. კვლევის ფარგლებში შეიქმნა ქვეყნით ხორბლით უზრუნველყოფის რამდენიმე სქემა. [4] გამომდინარე იქიდან, რომ საქართველოს გეოპოლიტიკური მდგომარეობა, მისი რეგიონალური ფუნქცია და სწრაფვა ევროკავშირში ინტეგრაციისაკენ მოითხოვს უფრო მოქნილ და პერსპექტივაზე ორიენტირებულ ლოგიკურ ალგორითმს, ჩვენს მიერ შემუშავდა იმპორტზე და ადგილობრივ წარმოებაზე ორიენტირებული ხორბლით უზრუნველყოფის მოქნილი ალგორითმის ნიმუში, რომელიც გამოსახულია 1-ელ ნახაზზე.

ბლოკ-სქემა გვიჩვენებს, რომ კომპონენტების პოტენციალი (იმპორტი-ადგილობრივი) ორიენტირებულია ურთიერთ გამღიერებაზე, რაც მკვეთრად ზრდის ამოცანის უზრუნველყოფის ხარისხს. აღნიშნული მიდგომის პირობებში, როგორც მონაცემთა ბაზის მაღალი ხარისხის, ასევე სისტემის ოპერატიულობის და პრაქტიკული შესაძლებლობებიდან გამომდინარე, ინფორმაციული სისტემის შესაძლებლობებიც მნიშვნელოვნად უმჯობესდება.

წარმოდგენილი ინფორმაციული სისტემა ერთნაირად ეფექტური იქნება როგორც სახელმწიფო სტრუქტურებისთვის, ასევე ცალკეული ფერმერებისთვის.

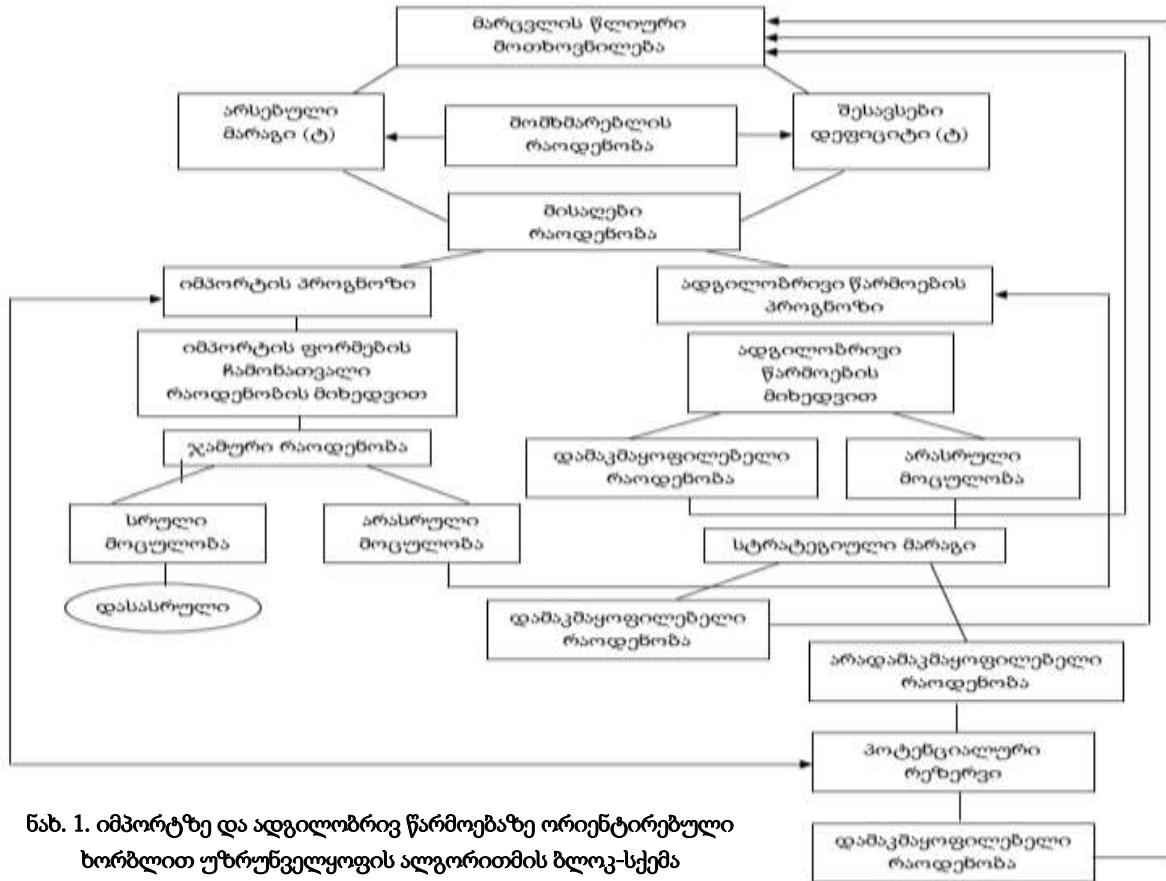
აღსანიშნავია, რომ ქვეყანას აუცილებლად უნდა ჰქონდეს შემუშავებული მხოლოდ ადგილობრივ წარმოებაზე დაფუძნებული სასურსათო უსაფრთხოების სარეზერვო ალგორითმი.

ამასთან ერთად გასათვალისწინებელია, რომ ხორბლით უზრუნველყოფის ვალდებულება, მისი ეგზისტენციალური მნიშვნელობის მიუხედავად, წარმოადგენს მხოლოდ ერთ-ერთ სტრატეგიულ ამოცანას სახელმწიფოს მართვის სისტემაში.

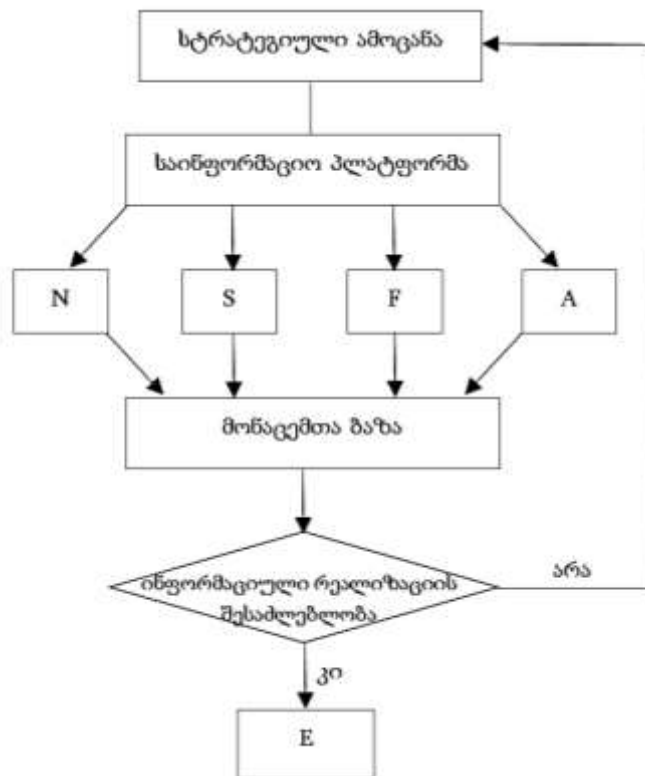
აქედან გამომდინარე სასიცოცხლოდ აუცილებელია ისეთი ინფორმაციული ტექნოლოგიების დამუშავება და რეალიზაცია, რომლებიც საშუალებას იძლევიან სწორედ განისაზღვროს ეგზისტენციალურად მნიშვნელოვანი მიმართულების, დარგების და ბიზნეს-სეგმენტების ჩამონათვალი, მათი ურთიერთკავშირი (სინერჯია, ანტაგონიზმი, სუმაცია და ა.შ.) და ამის საფუძველზე განისაზღვროს სამოდელო ჩარჩო-სქემები.

აღნიშნული სქემა თავისი შინაარსით წარმოადგენს საინფორმაციო პლატფორმას, რომელზედაც, შესაბამისი მონაცემთა ბაზის შექმნის და რეალიზაციის საფუძველზე, უნდა აიგოს მიზნობრივი ალგორითმი (ნახ. 2).





ნახ. 1. იმპორტზე და ადგილობრივ წარმოებაზე ორიენტირებული ხორბლით უზრუნველყოფის ალგორითმის ბლოკ-სქემა



ნახ. 2 სტრატეგიული უზრუნველყოფის საინფორმაციო პლატფორმის სქემა

სადაც:

N - ურთიერთდაკავშირებული სეგმენტები (დარგები, მიმართულებები, ბიზნეს-ჯგუფები და ა.შ.);

S - მოდელირების სავარაუდო პერიოდი (10 წელი, 6 თვე და ა.შ.);

F - სალიმიტო პარამეტრები (მაგალითად საჭიროა 3 მლ/ტონა ხორბალი, 1 მილიარდი ლარი ფინანსური რესურსი და ა.შ.).

A - სამოქმედო ალგორითმების ტოპოლოგია.

E - ინფორმაციული რეალიზაციის შესაძლებლობა.

გასაგებია, რომ წარმოდგენილი სქემა მხოლოდ ზოგადად ასახავს სამოქმედო სივრცეებს. კონკრეტული სტრატეგიული ამოცანების სპეციფიური თვისებები შესაბამისად აისახება აღნიშნულ სქემაზე.

### 3. დასკვნა

დასკვნის სახით უნდა აღვნიშნოთ, რომ საქართველოს სწრაფი განვითარებისთვის აუცილებელია კონკრეტული სამეცნიერო ამოცანების დასახვის და მათი რეალიზაციის ვადების მაქსიმალური შემცირება, ხოლო სამეცნიერო აქტიურობის შედეგი თვალნათლივ უნდა აისახებოდეს ქვეყნის განვითარებაზე. ამ პროცესის მაღალი ეფექტურობის უზრუნველყოფა შესაძლებელია იმ ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით, რომლებიც განვითარებულ ქვეყნებში მაღალ საზოგადოებრივ და ეკონომიურ შედეგებს იძლევიან. მაღალეფექტური ინფორმაციული ტექნოლოგიების სწრაფი ადაპტირება ჩვენი ქვეყნისთვის დამახასიათებელ რეალობასთან ასევე მნიშვნელოვან სამეცნიერო-პრაქტიკულ ამოცანას წარმოადგენს.

### ლიტერატურა – References :

1. Ray Kurzweil. (2005). The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology
2. Ray Kurzweil. (2012). How to Create a Mind: The Secret of Human Thought Revealed
3. <https://ai4d.ai/index2019/>
4. Sidamonidze N. (2020). Development of an information system for land fund management. PhD these. Georgian Technical University. Tbilisi.

## IMPLEMENTATION OF MODERN INFORMATION MANAGEMENT SYSTEMS FOR FURTHER DEVELOPMENT OF GEORGIA

Sidamonidze N., Dzhikidze L., Benashvili A.  
natasidamonidze@gmail.com, levan@gtu.ge, sbenashvili20@gmail.com  
Georgian Technical University

### Summary

The necessity of introducing modern information systems in the country is substantiated. This is related to existence of outdated post-soviet systems of statistical processing and analysis of information as such systems are still preserved and used. The article discusses systemic problem such as providing the country with wheat and a modern information algorithm for its implementation. At the same time, an information platform for strategic support of other areas is presented in the form of a diagram. An appropriate target algorithm should be built based on this platform by means of development and implementation of a database.

# Skylake პროცესორი - საუკეთესო გადაწყვეტა მულტიმედია კომპიუტერისთვის

ალექსანდრე ბენაშვილი  
sbenashvili20@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

განხილულია Skylake მიკროარქიტექტურის ძირითადი უპირატესობები წინამორბედ მიკროარქიტექტურებთან შედარებით. გაკეთებულია Skylake, Haswell, Broadwell და Sandy Bridge პროცესორების მახასიათებლების შედარებითი ანალიზი. წარმოდგენილია შესაბამისი ბენჩმარკები. დადასტურებულია Skylake პროცესორების გამოყენების უპირატესობა მულტიმედია კომპიუტერებში, რასაც ვერ ვიტყვით სტანდარტულ კომპიუტერებზე.

**საკვანძო სიტყვები:** პროცესორი. წარმადობა. ბენჩმარკი, Skylake მიკროარქიტექტურა.

## 1. შესავალი

მრავალბირთვიანი პროცესორების მეექვსე თაობა Intel Skylake ერთ-ერთი ყველაზე მასშტაბირებადი და მრავალი სიახლის მომცველი მიკროარქიტექტურაა Core პროცესორების ისტორიაში. იგი მიეკუთვნება 14-ნანომეტრიანი Core პროცესორების განვითარების Tock ციკლს, რაც ახალი, გაუმჯობესებული მიკროარქიტექტურის მაჩვენებელია [1].

Skylake არქიტექტურის ბაზაზე გამოშვებულია ათეულობით Xeon, Core i3/5/7/9, Core M3/5/7, Pentium და Celeron მოდელის პროცესორი. ამავე არქიტექტურის საფუძველზე გამოშვებულია ოპტიმიზირებული Kaby Lake და Coffee Lake, გაუმჯობესებული ტექნოლოგიის (10 ნანომეტრიანი) Cannon Lake და ოპტიმიზირებული 10 ნანომეტრიანი Ice lake და 14 ნანომეტრიანი Comet Lake პროცესორები [2]. ყურადღებას იპყრობს კრისტალების მასშტაბირებადობა. იწარმოება როგორც მცირე ზომის (20×16,5 მმ) ზომის ჩიპები მობილური სეგმენტისთვის, რომელთა მოხმარებული სიმძლავრე (TDP) 4,5 ვატია, ასევე სამაგიდო 20×16,5 მმ ზომის i7 პროცესორები 91 ვტ და i9 პროცესორები 165 ვტ სიმძლავრით.

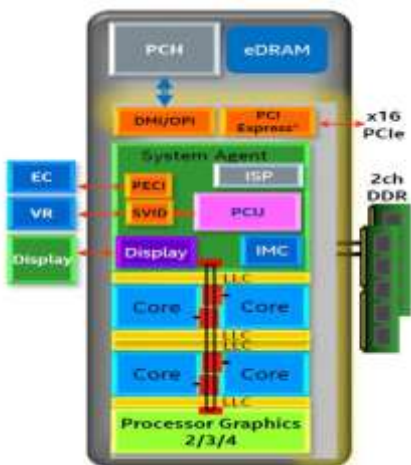
მთლიანობაში რეალიზებულია 20-მაგი მასშტაბირებადობა ენერგოხმარების კუთხით და 4-მაგი მასშტაბირებადობა კრისტალის ზომის მიხედვით.

## 2. ძირითადი ნაწილი

1-ელ სურათზე წარმოდგენილია პროცესორის სტრუქტურული სქემა [3]. პროცესორის არქიტექტურამ განვითარების ისეთ დონეს მიაღწია, როდესაც რთულია მას ვუწოდოთ უბრალოდ პროცესორი. ფაქტობრივად, იგი მიკროსქემაში რეალიზებული სისტემაა (SoC, System on Chip). Skylake პროცესორის სტანდარტული კომპონენტებია:

- ოთხი გამომთვლელი ბირთვი (Core);
- გრაფიკული ქვესისტემა (Processor Graphics);
- რგოლური საკომუნიკაციო სალტე (LLC);
- პლატფორმული კონტროლერების ბლოკი PCH (Platform Controller Hub), ჩართული მრავალარხიან DMI/OPI სალტეზე;
- ინტეგრირებული L4 Cache მეხსიერება - eDRAM;
- PCI Express x16 სალტე;
- სისტემური ბლოკების ჩაშენებული მოდული.

System Agent-ის შემადგენლობაში შედის მმართველი ბლოკი PCU (Package Control Unit), ტემპერატურის კონტროლის ბლოკი PECI (Platform Environment Control Interface), ძაბვის კონტროლის ბლოკი SVID (Serial Voltage Identification), მეხსიერების კონტროლერი (IMC) და გამოსახულების დამუშავების პროცესორი ISP (Image Signal Processing).



სურ. 1. Skylake

ყურადღებას იპყრობს შემდეგი მნიშვნელოვანი არქიტექტურული ცვლილებები:

ოპერატიული მეხსიერების განახლებული კონტროლერი. იგი ორარხიანია და მხარს უჭერს როგორც DDR3L (მობილური სეგმენტისთვის), ასევე DDR4 სტანდარტის ოპერატიულ მეხსიერებას.

განახლებული სისტემური ინტერფეისი. წინამორბედ პროცესორებში გამოყენებული DMI 2.0 ინტერფეისის ნაცვლად, რომლის გამტარუნარიანობაც 4 გბაიტი/წმ-ს შეადგენს, გამოიყენება DMI 3.0 ინტერფეისი, რომელიც PCI Express 3.0 ინტერფეისს ეფუძნება და მისი გამტარუნარიანობა შესაბამისად 8 გბაიტი/წმ-მდეა გაზრდილი.

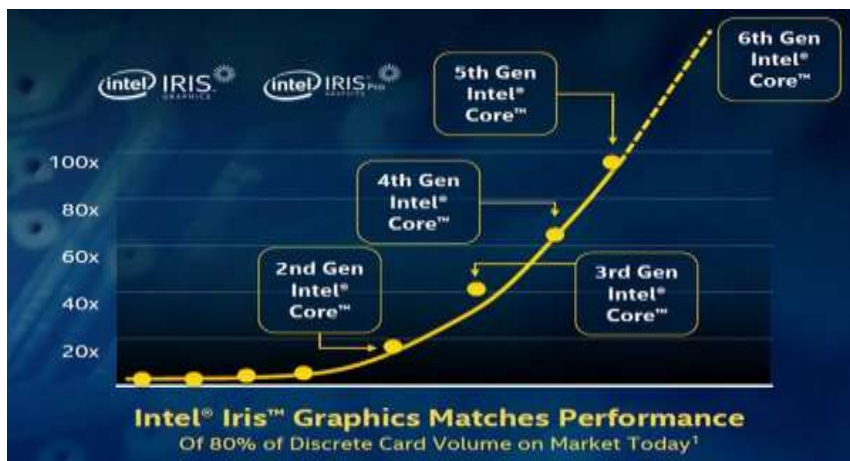
განახლებული გრაფიკული ქვესისტემა. მნიშვნელოვნადაა გაუმჯობესებული მულტიმედიური კონტენტის და ვიდეონაკადის ფინალური რენდერინგის აპარატურული დამუშავების მოდული. ქვესისტემა ერთდროულად გამოირჩევა გაზრდილი წარმადობით და შემცირებული ენერგომოხმარებით. გარდა ამისა, რეალიზებულია ცალკე აპარატურული კოდეკი AVC ძალიან მცირე ენერგომოხმარებით. უზრუნველყოფილია გამოსახულების გამოტანა სამ დამოუკიდებელ დისპლეიზე 4K გარჩევადობით და 4K ვიდეოს ჩვენების ყველაზე დამაბულ რეჟიმებში 40-60%-ით შემცირებული ენერგომოხმარებით.

გამოსახულების დამუშავების ჩამოშენებული პროცესორი - ISP (Image Signal Processing). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სამრტფონებისთვის, პლანშეტებისთვის და ნოუთბუქებისათვის. ISP-ს გააჩნია ჩამოშენებული ინტერფეისი CSI (Camera Sensor Interface), რომელიც მხარს უჭერს ერთდროულად ოთხ გარე ციფრულ კამერას/სენსორს 13 მეგაპიქსელი გარჩევადობით. მე-2 სურათზე წარმოდგენილია ISP პროცესორის სტრუქტურული სქემა [4].



სურ. 2. ISP სტრუქტურული სქემა

გრაფიკული სისტემის ინტეგრაცია ოპერაციულ სისტემა Windows 10-თან. უზრუნველყოფილია DirectX 12 ტექნოლოგიის სრული მხარდაჭერა თამაშებისთვის, Open CL 2.0 და Open GL 4.4-ს ტექნოლოგიების მხარდაჭერა მკვეთრი და მაღალხარისხიანი გამოსახულების ფორმირებისთვის. პროცესორი აღჭურვილია მძლავრი ვიდეოკონტროლერით. Intel-ის მონაცემების მიხედვით, მეექვსე თაობის Skylake პროცესორის გრაფიკული ბირთვი Iris Pro უზრუნველყოფს წინამორბედ პროცესორებთან შედარებით 3D თამაშებში წარმადობის 40%-იან ზრდას. აღსანიშნავია, რომ მისი წარმადობა ბაზარზე წარმოდგენილი გრაფიკული ბარათების წარმადობის 80%-ს შეადგენს. მე-3 სურათზე წარმოდგენილია Iris Pro გრაფიკული ბირთვის წარმადობის ზრდის ტენდენცია მე-2-6 თაობის პროცესორებში [5].



სურ. 3. Iris Pro გრაფიკული ბირთვის წარმადობის მახასიათებლები



**განახლებული Turbo რეჟიმი.** წინამორბედი თაობების Core პროცესორებისთვის P-მდგომარეობების მართვას ახორციელებდა Windows, ან რომელიმე სხვა ოპერაციული სისტემა. Skylake მიკროარქიტექტურის მიხედვით P-მდგომარეობების მართვა ხდება პროცესორული ლოგიკის დონეზე, ანუ აპარატურული საშუალებების გამოყენებით, რაც ბევრად უფრო ეფექტურია.

**უსაფრთხოების ჩაშენებული საშუალებები.** Skylake არქიტექტურა მხარს უჭერს ახალ, Intel Software Guard Extensions (Intel SGX) ინსტრუქციებს. იქმნება გამოთვლითი ანკლავები, რომლებიც იზოლირებულია მავნე პროგრამების ზემოქმედებისაგან. აღსანიშნავია აგრეთვე უსაფრთხოების გაუმჯობესებული ოფციები, როგორცაა, მაგალითად, ორმაგი ბიომეტრიული აუტენტიფიკაცია.

**ძაბვის რეგულაცია.** ეკონომიურობის, ეფექტურობის, დიზაინის გამარტივებისა და ტემპერატურული რეჟიმის გაუმჯობესების მიზნით, წინამორბედი პროცესორებისაგან განსხვავებით, პროცესორის ძაბვის რეგულატორი (Fully Integrated Voltage Regulator, FIVR) პროცესორის მიკროსქემიდან გადატანილია სისტემურ პლატაზე.

**512-ბიტანი ვექტორული ინსტრუქციები AVX-512.** „მულტიმედიური წარმადობის“ ბენჩმარკში, რომელიც AVX და FMA-ინსტრუქციებს ეფუძნება, Skylake პროცესორის მაჩვენებლები წინამორბედ Haswell და Broadwell პროცესორებს 20-30%-ით აღემატება.

ტესტირებისთვის შერჩეულია ერთი და იგივე კლასის შემდეგი პროცესორები:

- Intel Core i7-6700k - მიკროარქიტექტურა Skylake, სიხშირე - 4.0 გჰც;
- Intel Core i7-5775c - მიკროარქიტექტურა Broadwell, სიხშირე - 4.0 გჰც;
- Intel Core i7-4790k - მიკროარქიტექტურა Haswell, სიხშირე - 4.0 გჰც;
- Intel Core i7-2700k - მიკროარქიტექტურა Sandy Bridge, სიხშირე - 4.0 გჰც.

ჩამოთვლილი პროცესორები 4-ბირთვიანია, Hyperthreading ტექნოლოგიის მხარდაჭერით, რაც ერთდროულად 8 პროცესის შესრულების საშუალებას იძლევა [6, 7].

ტესტირებისთვის შერჩეულია Userbenchmark პლატფორმა [8]. ტესტირების შედეგები წარმოდგენილია მე-4 სურათზე.

Core i7-6700k	8-Core Pts	4-Core Pts	2-Core Pts	1-Core Pts	User rating %	Avg. bench %	Memory Pts
6700K Intel Core i7-6700K \$255 Samples 13k	613	414	235	122	77	83.1 71-88	89.8
Core i7-5775c	8-Core Pts	4-Core Pts	2-Core Pts	1-Core Pts	User rating %	Avg. bench %	Memory Pts
Intel Intel Core i7-5775C Samples 1.3k	580	396	225	116	52	83.1 72-88	92.8
Core i7-4790k	8-Core Pts	4-Core Pts	2-Core Pts	1-Core Pts	User rating %	Avg. bench %	Memory Pts
4790K Intel Core i7-4790K Samples 33k	623	416	234	121	83	83 68-92	89.1
Core i7-2700k	8-Core Pts	4-Core Pts	2-Core Pts	1-Core Pts	User rating %	Avg. bench %	Memory Pts
2700K Intel Core i7-2700K Samples 20k	475	330	189	98.5	54	75 58-86	89.6

სურ. 4. ტესტირების შედეგები Userbenchmark პლატფორმის მონაცემების მიხედვით

8-Core pts, 4-Core pts, 2-Core pts, 1-Core pts - პროცესორების წარმადობა იზომება შესაბამისად 8, 4, 2 და 1 პროცესის შესრულების დროს.

User Rating - მომხმარებლის რეიტინგი, რომელსაც პირდაპირი კავშირი არა აქვს პროცესორის წარმადობასთან, თუმცა თავისთავად საინტერესოა პროცესორის პოპულარობის შეფასების კუთხით.

AVG Bench - ეფექტური სიჩქარე, რომელიც მნიშვნელოვანია ტიპური პროგრამების მომხმარებლისთვის. ტესტი არ ითვალისწინებს მრავალნაკადიან სამუშაო დატვირთვებს, რამდენადაც ასეთი ამოცანები არ არის ორიენტირებული ტიპური პროგრამების მომხმარებელზე.

Memory Pts - პროცესორის ოპერატიულ მეხსიერესთან ურთიერთქმედების სიჩქარის მახასიათებელი, რომელიც უზრუნველყოფს გამტარუნარიანობის ზრდას დაყოვნებასთან შედარებით. ტესტი ორიენტირებულია სამაგიდო კომპიუტერებზე. რეალური წარმადობა საკმაოდ კარგად მასშტაბირდება ოპერატიული მეხსიერების სიხშირესთან (მონაცემთა გამტარუნარიანობა). თუ პროცესორი-მეხსიერება ორ კრებულს ერთი და იგივე გამტარუნარიანობა გააჩნია (გბაიტი/წმ), იმ კრებულს, რომელსაც მეტი Memory Pts წარმადობა გააჩნია, ნაკლები დაყოვნება და აქედან გამომდინარე, მონაცემთა გადაცემის მეტი სიჩქარე ექნება.

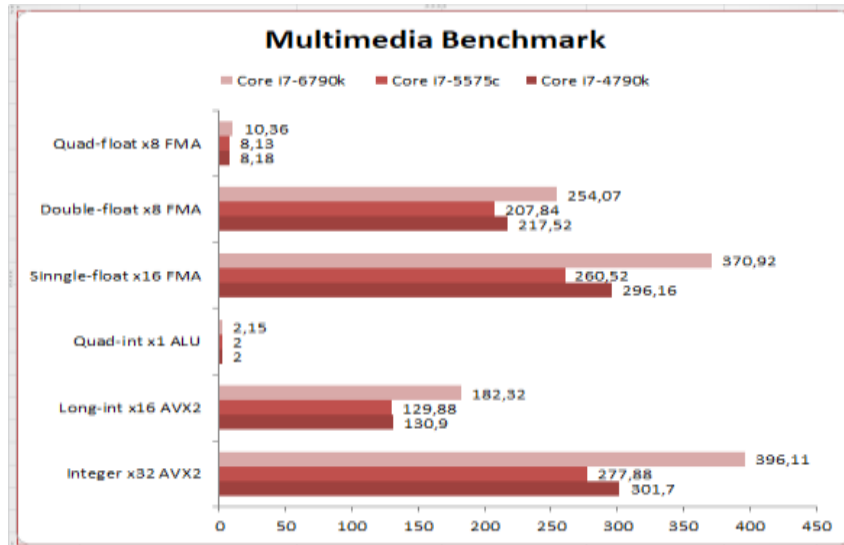
საინტერესოა, რომ მე-4 თაობის Tick ციკლის Haswell და მე-6 თაობის Skylake პროცესორებს თითქმის იდენტური მახასიათებლები გააჩნიათ. იგივე შეგვიძლია ვთქვათ მე-5 თაობის Broadwell პროცესორზე, თუმცა ეს მოსალოდნელიც იყო, რადგან იგი Tock ციკლს მიეკუთვნება - მცირედ შეცვლილი Haswell მიკროარქიტექტურით და გაუმჯობესებული ტექნოლოგიური პროცესით. რაც შეეხება Sandy Bridge პროცესორს, მისი მახასიათებლები 15-20%-ით ჩამოუვარდება უფრო თანამედროვე Haswell, Broadwell და Skylake პროცესორებს.

ტესტირების დაახლოებით იგივე შედეგებია მიღებული Passmark პლატფორმის გამოყენებით. ტესტირების შედეგები წარმოდგენილია მე-5 სურათზე. ყურადღებას იპყრობს წარმადობა/ფასი მაჩვენებლის ძალიან დაბალი მნიშვნელობა Broadwell პროცესორისთვის. ეს აჩვენებს Tock ციკლის პროცესორების გამოყენების დაბალ-ეფექტურობას სამაგიდო კომპიუტერებში.



სურ. 5. PassMark პლატფორმაზე მიღებული ტესტირების შედეგები

თუმცა სურათი იცვლება პროცესორების გრაფიკული სისტემების შეფასებისას. ამ დროს Skylake მიკროარქიტექტურის უპირატესობა თვალსაჩინოა Haswell და Broadwell მიკროარქიტექტურებთან შედარებით. მე-6 სურათზე წარმოდგენილია პროცესორების მულტიმედია ბენჩმარკები. ტესტირება შესრულებულია უტილიტა SiSoftware Sandra-ს გამოყენებით.



სურ. 6. უტილიტა SiSoftware Sandra-ს საშუალებით მიღებული ტესტირების შედეგები

### 3. დასკვნა

ტესტირების შედეგები აჩვენებს, რომ პროცესორების გამოთვლითი ნაწილის წარმადობის ზრდის ტემპები ბოლო პერიოდში შენელებულია, რაც მათი დამზადების სულ უფრო მზარდი ტექნოლოგიური სირთულეებითაა განპირობებული. სამაგიდო კომპიუტერების ჩვეულებრივი მომხმარებლისთვის Skylake პროცესორში რეალიზებული არქიტექტურული ცვლილებები ფაქტიურად შეუმჩნეველია. თუმცა სურათი იცვლება გრაფიკული სისტემის შეფასების დროს. შესაბამისი ბენჩმარკები აჩვენებს მულტიმედია კომპიუტერებში Skylake პროცესორების გამოყენების უპირატესობას წინამორბედ პროცესორებთან შედარებით.

### ლიტერატურა – References :

1. <http://www.3dnews.ru/918182>
2. <https://ark.intel.com/content/www/us/en/ark.html>
3. <https://www.hardwarezone.com.sg/feature-skylake-unravelling-cpu-architecture-behind-intels-6th-gen-core-processors>
4. [http://www.thg.ru/cpu/obzor\\_intel\\_skylake/obzor\\_intel\\_skylake-01.html](http://www.thg.ru/cpu/obzor_intel_skylake/obzor_intel_skylake-01.html)
5. <https://3ddroid.ru/en/gadgets/integrated-graphics-intel-characteristics-of-intel-latest-generation-of-video-cards/>
6. Benashvili A., Benashvili G. (2017). Personal computer architecture. 3rd ed., I part Tb., "University of Georgia"
7. Mueller S. (2015). Upgrading and Repairing PCs. 22th Edition.
8. <https://www.userbenchmark.com/>

## SKYLAKE PROCESSOR - THE BEST SOLUTION FOR MULTIMEDIA PC

Alexander Benashvili  
sbenashvili20@gmail.com  
Georgian Technical University

### Summary

The article considers the main advantages of the Skylake microarchitecture compared to previous ones. A comparative analysis of the characteristics of the Skylake, Haswell, Broadwell and Sandy Bridge processors is carried out. Relevant benchmarks are presented. The advantages of using Skylake processors in multimedia computers are proven. The same cannot be said about standard computers.

## ინფორმაციული შეტევის ტიპების ანალიზი

მალხაზ სულაშვილი, გურამ ივანიშვილი  
msulashvili@yahoo.com, ivanishvili.guram@gmail.com  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

### რეზიუმე

აღნიშნული ნაშრომი ეხმიანება ქვეყნის კერძო თუ სამთავრობო სექტორს ინფორმაციული უსაფრთხოების ხარისხის გაუმჯობესებაში. იმ გამოწვევებს რომელიც არსებობს დღესდღეობით როგორცაა: ქვეყნის სამხედრო უსაფრთხოება და ეკონომიკური პროცესების დაცვა ინფორმაციულ დონეზე, თუ რა ხელისშემშლელი ფაქტორები შეიძლება არსებობდეს და როგორ შეიძლება მათი გადაწყვეტა. ჩვენ შევეცდებით ამ საკითხებზე პასუხების გაცემას. ასევე ყურადღება გამახვილებული იქნება ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემაზე, როგორცაა სოციალური ინჟინერია, სადაც კვლევის საფუძველზე ვასკვნიტ, რომ სოციალური კულტურა უდიდეს გავლენას ახდენს, როგორც ორგანიზაციაში მიმდინარე მოვლენებზე ასევე მის უსაფრთხოებაზე. განხილულია უსაფრთხოებაზე არასაკმარისი ინფორმაციის ქონის პრობლემა, რაც თავის მხრივ იწვევს კიბერ შეტევების მაღალ რისკს და საფრთხეს უქმნის ბიზნეს პროცესების სწორი მიმართულებით სვლას.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიზნესპროცესი. ინფორმაციული უსაფრთხოება. კიბერშეტევა. სოციალური ინჟინერია.

### 1. შესავალი

ელექტრონული ინფორმაციის ზრდის უმაღლესი ტემპების გამო, მსოფლიოში დადგა დღის წესრიგში თუ როგორ განვითარდეს ქვეყნის ინფორმაციული თავდაცვის სისტემა სწორად, სწორედ აქედან გამომდინარე მიმაჩნია რომ ქვეყნისთვის სწორად მორგებულ თავდაცვის სისტემას ალტერნატივა არ გააჩნია. სახელმწიფოს მიერ გატარებული სწორი თავდაცვითი პოლიტიკა განსაზღვრავს, ქვეყანაში როგორც სამეწარმეო საქმიანობის სტიმულირებას, ასევე სამხედრო უსაფრთხოებას. ეს ორი მნიშვნელოვანი კომპონენტი იმგვარად უნდა იყოს დაბალანსებული, რომ ქვეყნის განვითარებას შეეწყოს ხელი მაქსიმალურად. შესაბამისად ოპტიმალურად დაცული ინფორმაციული ინფრასტრუქტურა ქვეყნის ეკონომიკის განვითარების ქვაკუთხედი.

### 2. ძირითადი ნაწილი

არსებობს კიბერ შეტევების რამდენიმე ძირითადი ტიპი, რომლებიც თავის მხრივიდევ მოიცავენ ქვეტიპებს, ესენია: ქსელის ნაკადის მონიტორინგი, მისამართების რეზოლუციის პროტოკოლი, მავნე პროგრამა, TCP/IP პროტოკოლისთვის დამახასიათებელ შეტევა, Denial-of-service კიბერ-თავდასხმის სახე, სკანირება, პაროლის გატეხვა, სოციალური ინჟინერია. განვიხილავთ თითოეულ მათგანს, რა ზიანის მოტანა შეუძლია და რა საწინააღმდეგო ღონისძიების ჩატარება შესაძლებელი მათ შესაჩერებლად.

Sniffer არის პროგრამა ან მოწყობილობა, რომელსაც შეუძლია ქსელის ნაკადის მონიტორინგი. ის შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც ლეგიტიმური ისე არალეგიტიმური ღონისძიებებისთვის. ზოგ შემთხვევაში ასეთი პროგრამები ტექსტური კოდის შეყვანით მუშაობენ, ზოგი უფრო დახვეწილი ინტერფეისებით და მრავალმხრივი შესაძლებლობებით. მისი მეშვეობით შეგროვილი ინფორმაციის საფუძველზე კეთდება ქსელური ნაკადის ანალიზი. ქსელურ ნაკადში შეიძლება აღმოჩენილ იქნას მომხმარებლის სახელები, პაროლები და სხვა მნიშვნელოვანი ინფორმაცია რომელიც ხშირად დაუშიფრავად გადაეცემა ქსელში. მაგალითისთვის, TELNET, FTP, SMTP ეს ის სერვისებია რომლებიც დაშიფრის გარეშე მუშაობენ.

მისამართების რეზოლუციის პროტოკოლი ARP (Address Resolution Protocol) გამოიყენება ქსელური IP მისამართის MAC (Media Access Control) მისამართებზე მისამარებლად. იმისთვის, რომ კომპიუტერმა იცოდეს სხვა კომპიუტერების არსებობის შესახებ ქსელში აგზავნის ეგრეთ წოდებულ “ARP broadcast”



მესიჯებს MAC მისამართების მოთხოვნის მიზნით. ამას პასუხობენ მასთან ერთად ქსელში ჩართული კომპიუტერებიდა აწვდიან თავის MAC მისამართს. ARP ინახავს MAC მისამართს თავის ქემ მესხიერებაში შემდგომში ინფორმაციის გადასაგზავნად. ARP Spoofing შეტევის შემთხვევაში ბოროტმოქმედი “ARP broadcast” მესიჯს პასუხობს ყალბი MAC მისამართის გადაწოდებით. ქსელური კომპიუტერი, რომელსაც ARP ქემ მესხიერებაში ასეთი MAC მისამართი ექნება დაიწყებს ინფორმაციის გადაგზავნას ქსელში ბოროტმოქმედის მისამართით.

Malware Attacks მავნე პროგრამა, საზიანო პროგრამა (ინგ. Malware) - ყველა იმ პროგრამის სახელწოდებაა, რომელიც ცდილობს მოიპოვოს უკანონო და არა სანქცირებული გზების საშუალებით წვდომა მსხვერპლის კომპიუტერზე ან პროგრამა, რომელიც მიზანმიმართულად არის შექმნილი იმისათვის, რომ ავნოს მომხმარებლის კომპიუტერს ან მასში არსებულ ინფორმაციას, მომხმარებლისგან მალულად. ის მოიაზრება როგორც ქსელზე გარედან შეტევის ფორმა.

TCP Session Hijacking წარმოადგენს TCP/IP პროტოკოლისთვის დამახასიათებელ შეტევას. თავდამსხმელს შეუძლია დაათვალიეროს ქსელის მონაწილეთა პაკეტები და გაგზავნოს საკუთარი პაკეტები ქსელში. შეტევა იყენებს TCP კავშირის დამყარების მახასიათებლებს და მისი განხორციელება შესაძლებელია როგორც "three way handshake", ასევე კავშირის დამყარების დროს.

Denial-of-service კიბერ-თავდასხმის ერთ-ერთი სახე, სადაც თავდამსხმელი ცდილობს გახადოს ინტერნეტ-რესურსი მიუწვდომელი, ანუ, ხელი შეუშალოს მომხმარებელს ჰქონდეს ინფორმაციაზე წვდომა. DoS შეტევის ყველაზე გავრცელებული ფორმაა, როცა თავდამსხმელი ცდილობს გადატვირთოს ქსელი ინფორმაციით. გვსურს რაიმე ვებ-საიტზე შესვლა, საიტის მისამართს ჩაწერთ ინტერნეტ ბრაუზერში და დავაწვებით Enter ღილაკს, იმ საიტის სერვერზე იგზავნება მოთხოვნა (Request), რათა გაიხსნას გვერდი. სერვერს შეუძლია ერთდროულად მხოლოდ განსაზღვრული რაოდენობის მოთხოვნის დამუშავება ასე, რომ თუ თავდამსხმელი გადატვირთავს სერვერს ამ მოთხოვნებით, სერვერი ვერ შეძლებს თქვენი მოთხოვნის დამუშავებას შესაბამისად ვერ იხილავთ ვებ-საიტს.

სკანირება, არის შეტევის ნაირსახეობა რომელიც გამოიყენება ქსელში შეერთებული კომპიუტერის ღია პორტების და ოპერაციული სისტემის დასადგენად. მისი დახმარებით ბოროტმოქმედს შეუძლია დაადგინოს ხელმისაწვდომი სერვისების არსებობა, გამოიყენოს კომპიუტერული სისტემების სისუსტეები და მათი დახმარებით ზიანი მიაყენოს კომპიუტერულ სისტემებს. მაგალითად, Port Scanning - პორტების სკანირების მეშვეობით შეიძლება დადგინდეს თუ რა სერვისებს იყენებს მსხვერპლის სისტემა; Network Scanning – ქსელის სკანირება არის პროცედურა, რომლის დროსაც ხორციელდება ქსელში ჩართული კომპიუტერების აღმოჩენა; Vulnerability Scanning – არის კომპიუტერული სისტემის სკანირების ავტომატური მექანიზმი რომელსაც შეუძლია გამოავლინოს სისტემის სისუსტეები. ამ ხერხს ხშირად მიმართავენ თვითონ ადმინისტრატორები რადგან შეისწავლონ და უკეთ დაიცვან თავიანთი სისტემები.

Password Cracking არის ტექნიკა რომლის მეშვეობითაც ხდება კომპიუტერული სისტემიდან პაროლის წაშლა რათა დაეხმარონ მომხმარებლებს დავიწყებული პაროლის აღდგენაში. ამ ტექნიკას იყენებენ ბოროტმოქმედები სისტემაში არასანქცირებული შეღწევის მიზნით. ბოროტმოქმედს შეუძლია გატეხოს პაროლითავისი ძალებით ან გამოიყენოს ავტომატური გატეხვის მექანიზმი, რომელსაც „brute-force” ეწოდება. უმრავლეს შემთხვევაში პაროლის გატეხვა სუსტი ან ადვილად მისახვედრი პაროლის გამო ხდება. აუცილებელია ყურადღება გავამახვილოთ პაროლის სირთულეზე, რაც უფრო რთულია, გრძელია და ძნელად დასამახსოვრებელი მით უკეთესია. სასურველია პაროლი შედგებოდეს დიდი და პატარა ასოებისგან, ციფრებისგან, სასვენი ნიშნებისგან, მათემატიკური და სხვა სიმბოლოებისგან, მაგალითად: meet135!&#%\*SEC

სოციალური ინჟინერია (Social Engineering) არის ხალხის მანიპულირების ხელოვნება.თაღლითობის, ნდობის ფაქტორის, ემპათიის, ტყუილის გამოყენება კომპიუტერული ინფორმაციის ხელში ჩასაგდებად. სოციალ ინჟინერები არასდროს აჩენენ თავიანთ ნამდვილ სახეს მსხვერპლთან. სოციალური ინჟინერიის ტექნიკა დამყარებულია ადამიანურ თვისებაზე, კერძოდ გადაწყვეტილების მიღებაზე. ცნობილია,

როგორც cognitive biases. ეგრეთ წოდებული biases გახლავთ შეცდომა, ხვრელი, ბაგი ადამიანის ტვინში. ზუსტად ამ შეცდომებს იყენებენ სოციალ ინჟინერები, რომლებიც მეტ ნაკლებად ზედმიწევნით ერკვევიან ფსიქოლოგიაში.

ქვევები რომლებიც შეიძლება ჩაითვალოს შეტევის ინიცირების ხელშეწყობად არის:

- ადამიანური ბუნება ენდოს სხვებს არის სოციალური ინჟინერიის ბაზისი;
- სოციალური ინჟინერიისა და მისგან შესაძლო ზარალის მიყენების იგნორირება;
- სოციალური ინჟინერები შეიძლება დაემუქრონ მწვავე დანაკარგებით თუ არ იქნება მათი მოთხოვნა შესრულებული;

მოთხოვნა შესრულებული;

- სოციალური ინჟინერები იტყუებენ მსხვერპლს ტყუილი დაპირებებით

ინფორმაციის გამჟღავნების სანაცვლოდ;

- იყენებენ მორალურ ზეწოლას და თხოვენ მსხვერპლს დახმარებას.

რატომ არის სოციალური ინჟინერია ეფექტური?

- არ არსებობს არცერთი პროგრამა ან მოწყობილობა, რომელიც დაიცავს ადამიანებს

სოციალური ინჟინერიისგან;

- რთულია აღმოვაჩინოთ სოციალური ინჟინერიის შეტევები;
- არ არსებობს მეთოდები, რომლებსაც შეუძლიათ დაიცვან ადამიანების სოციალური ინჟინერიისგან;
- სხვა შეტევებისგან განსხვავებით ადვილია მისი იმპლემენტაცია, ამასთან იგი შეიძლება

საერთოდ უფასოდაც განხორციელდეს.

სოციალური ინჟინერიის სამიზნეები ხშირად ხდებიან:

- სამიზნე ორგანიზაციების გაყიდვების სამსახური;
- მომხმარებლები და კლიენტები;
- რეგისტრატურის და Help Desk პერსონალი;
- ტექნიკური მხარდაჭერის ოპერატორები;
- სისტემური ადმინისტრატორები.

სოციალური ინჟინერიის სამი ძირითადი ტიპი შემდეგი სახით შეიძლება წარმოვადგინოთ: ადამიანზე დაფუძნებული სოციალური ინჟინერია (Human-based Social Engineering) მოიპოვებს ინფორმაციას ადამიანებთან უშუალო ურთიერთქმედებით. ისინი იყენებენ ადამიანების ნდობას, შიშს და თანაგრძნობას; კომპიუტერზე დაფუძნებული სოციალური ინჟინერიის (Computer-based Social Engineering) ტიპი იყენებს კომპიუტერულ ტექნოლოგიებს (Phishing, Spam mail, Instant chat messenger, Pop-up window attacks); მობილურზე დაფუძნებული სოციალური ინჟინერიის (Mobile-based Social Engineering) ტიპი იყენებს მობილურ აპლიკაციებს.

### 3. დასკვნა

საბოლოო ჯამში, კიბერუსაფრთხოების სისტემა საკმაოდ ორგანიზებულად და გამართულად ფუნქციონირებს – მნიშვნელოვანი ნაბიჯები იდგმება წინ, როგორც პარტნიორ ქვეყნებსა და ორგანიზაციებთან, ასევე კერძო სექტორთან თანამშრომლობის საკითხებშიც, თუმცა მუდმივი ტექნოლოგიური პროგრესის კვალდაკვალ, იზრდება პოტენციურ მოწინააღმდეგეთა კიბერშესაძლებლობებიც. აქედან გამომდინარე, კიბერსივრცე უაღრესად სწრაფად და მკვეთრად ცვალებადი სფეროა. აუცილებელია კიბერუსაფრთხოების როლის თანმიმდევრულად გაზრდა კოლექტიური თავდაცვის სისტემაში და პარტნიორებთან უკვე არსებული თანამშრომლობის გაღრმავება. სპეციალისტთა დიდი ნაწილი კვლავაც სკეპტიკურად უყურებს ახლო მომავალში ფართომასშტაბიანი „კიბერომის“ წარმოების შესაძლებლობას, თუმცა მზარდი საფრთხეების გაუთვალისწინებლობა დაუშვებელია. დღესდღეობით კიბერუსაფრთხოების სისტემაში მიმდინარე ცვლილებები ცხადყოფს თავდაცვითი პრინციპების სწორი მიმართულებით განვითარებას და თამამად შეიძლება ითქვას, რომ ამ სფეროში მიღწეული წარმატება სამომავლო უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ერთ-ერთი მთავარი საწინდარია.

ლიტერატურა – References :

1. Law of Georgia on Information Security - Website, 19/06/2012 Registration Code 140000000. 05.001.016807. In Geo;
2. Fund for the Development of Freedom of Information the Kremlin's information war with Georgia: the need for state policy in the fight against propaganda - policy document, August 22, 2016. In Geo;
3. Cyber War-The Next Threat to National Security and What to Do About It Richard A. Clarke and Robert K. Knake.
4. CYBERSECURITY -National Strategy, Roles, and Responsibilities Need to Be Better Defined and More Effectively Implemented- Report to Congressional Addressees- United States Government Accountability Office.(GAO-13-187);
5. Future Crimes: Everything Is Connected, Everyone Is Vulnerable, and What We Can Do about It Marc Goodman (Doubleday, 2015), 392 pp., index Reviewed by Jay R. Watkins. <http://www.hackmageddon.com/2017/01/19/2016-cyber-attacks-statistics>.

## ANALYSIS OF TYPES OF CYBER ATTACKS

Malkhaz Sulashvili, Guram Ivanishvili

msulashvili@yahoo.com, ivanishvili.guram@gmail.com

Georgian Technical University

### Summary

This paper responds to the improvement of the quality of information security in the private or governmental sector of the country. To the challenges that exist today such as the military security of the country and the protection of economic processes at the information level, what obstacles may exist and how they can be solved, we will try to provide full answers to these questions. The focus will also be on one of the most important issues such as social engineering where based on research we conclude that social culture has the greatest impact on both current events in the organization as well as its security. The problem of lack of security information is discussed, which in turn leads to a high risk of cyber-attacks and threatens to move business processes in the right direction.

## მემკვიდრეობითობა VS კომპოზიცია

ლელა გაჩეჩილაძე, ანა მარგველაშვილი

gachechiladze\_lela@yahoo.com, ana.margvelashvili@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

წარმოდგენილია ბინარული ძეგლის ალგორითმის პროგრამული რეალიზაციები ობიექტზე ორიენტირებულ Java დაპროგრამების ენაზე დამოუკიდებელი კლასების, მემკვიდრეობითობის ფუნდამენტური პრინციპისა და კომპოზიციის ელემენტების გამოყენებით. ნაჩვენებია კლასების იერარქიული სტრუქტურებისა და კომპოზიციის ელემენტების შერწყმის ნიმუშები და მათი როგორც ცალ-ცალკე, ისე ერთობლივად გამოყენების შესაძლებლობები.

**საკვანძო სიტყვები:** ინკაფსულაცია. პოლიმორფიზმი. აბსტრაქცია. კომპოზიცია. ბინარული ძეგნა.

### 1. შესავალი

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამების ძირითად პრინციპებს მემკვიდრეობითობა, პოლიმორფიზმი, ინკაფსულაცია და აბსტრაქცია წარმოადგენს.

**ინკაფსულაცია** მექანიზმია, რომელიც კოდს იმ მონაცემებთან აკავშირებს, რომელზეც ის მანიპულირებს და ორივე კომპონენტს გარე ზემოქმედებისა და უნებართვო მიმართვებისგან იცავს [1]. ინკაფ-

სულაცია შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც დამცავი გარსი, რომელიც კოდს და მონაცემებს იცავს ამ გარსის გარეთ არსებული სხვა კოდების მიერ თავისუფალი (არასანქცირებული) წვდომისგან. გარსის შიდა კოდსა და მონაცემებზე წვდომა კი მკაცრად კონტროლდება წინასწარ განსაზღვრული ინტერფეისით. ის საშუალებას გვაძლევს კლასის ლოგიკა ინტერფეისის შეუცვლელად არა მხოლოდ შევცვალოთ, არამედ, ამავედროულად, დავიცვათ ობიექტები არასწორი გამოყენებისგან.

**პოლიმორფიზმი** (ბერძნულად ნიშნავს „მრავალ ფორმას“) ესაა თვისება, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, ერთი და იგივე ინტერფეისი გამოვიყენოთ მოქმედებათა საერთო კლასზე

პოლიმორფიზმის კონცეფციას ასეთი ფრაზით აღწერენ: „ერთი ინტერფეისი, რამდენიმე მეთოდი“ [2]. ეს ნიშნავს, რომ შესაძლებელია დავაპროექტოთ საერთო ინტერფეისი ურთიერთდაკავშირებული მოქმედებების ჯგუფისათვის. ასეთი მიდგომით შესაძლებელია პროგრამის სირთულის შემცირება, ვინაიდან ერთი და იგივე ინტერფეისი გამოიყენება საერთო მოქმედებების კლასის აღნიშვნისათვის.

ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამების ერთ-ერთ ფუნდამენტურ ცნებას **მემკვიდრეობითობა** წარმოადგენს. ის საშუალებას გვაძლევს შევქმნათ იერარქიული კლასიფიკაციები. მემკვიდრეობითობის გამოყენებით შეიძლება შევიმუშავოთ საერთო კლასი, რომელიც განსაზღვრავს ერთმანეთთან დაკავშირებული ელემენტების ნაკრების საერთო მახასიათებლებს. შემდგომ ეს კლასი მემკვიდრეობით შეიძლება მიიღოს გაცილებით უფრო სპეციალიზირებულმა კლასებმა, რომელთაგან თვითოეულ მათგანს თავისი უნიკალური მახასიათებლების დამატება შეეძლება.

ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამების მნიშვნელოვან ელემენტს **აბსტრაქცია** წარმოადგენს. ზოგადად, ადამიანისთვის დამახასიათებელია რთული მოვლენებისა და ობიექტების წარმოდგენა აბსტრაქციის გამოყენების გზით. უდიდესი მნიშვნელობა აბსტრაქციის სწორი დონის შერჩევას ენიჭება, რადგან აბსტრაქციის ძალიან მაღალი დონე ობიექტის ზერელე აღწერას გვაძლევს, რაც საშუალებას არ მოგვცემს სწორად მოვახდინოთ ობიექტის ქცევის მოდელირება. აბსტრაქციის ძალიან დაბალი დონის შემთხვევაში, მოდელი საკმაოდ რთული გამოდის, ხდება მისი დეტალებით გადატვირთვა, რამაც საბოლოო ჯამში, შესაძლოა მისი გამოუსადეგარობა განაპირობოს. აბსტრაქციის გამოყენების მძლავრ საშუალებას იერარქიული კლასიფიკაციები წარმოადგენს. ის უფლებას გვაძლევს გავამარტივოთ რთული სისტემების სემანტიკა (შინაარსი) მათი ფრაგმენტებად წარმოდგენის (დაყოფის) გზით, რომლებიც სამართავად უფრო ადვილი იქნება.

მიუხედავად იმისა, რომ **კომპოზიცია** არ განიხილება როგორც ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამების პრინციპი, ის მაინც საკმაოდ მძლავრი საშუალებაა დამოუკიდებელი კლასების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად.

ამგვარად, კონკრეტული ამოცანის გადაწყვეტის დროს მომხმარებელი მემკვიდრეობითობას აირჩევს თუ კომპოზიციას, ეს მისი გადასაწყვეტია, ხოლო ჩვენი მიზანი - ამ ორი საინტერესო ინსტრუმენტის შედარება გახლავთ ობიექტზე ორიენტირებული Java დაპროგრამების ენის გამოყენების მაგალითზე.

## 2. ძირითადი ნაწილი

პროცესს, რომლის შედეგად ერთი ობიექტი იღებს მეორის თვისებებს, **მემკვიდრეობითობა** ეწოდება. ეს მნიშვნელოვანია, რადგან მემკვიდრეობითობა უზრუნველყოფს იერარქიული კლასიფიკაციის კონცეფციას. იერარქიის გამოყენების გარეშე თითოეული ობიექტისათვის ცხადად უნდა აღიწეროს ყველა მისი თვისება. მემკვიდრეობითობის გამოყენებით კი ობიექტისათვის უნდა აღიწეროს მხოლოდ ის თვისებები, რომლებიც განსხვავებულია, ანუ რაც მის უნიკალურობას განაპირობებს კლასის შიგნით. ობიექტს შეიძლება მემკვიდრეობით გადაეცეს საერთო ატრიბუტები. კლასების იერარქიის ქვედა დონის ქვეკლასი მემკვიდრეობით იღებს ყოველი თავისი მშობელი კლასის ატრიბუტებს.

Java-ს ტერმინოლოგიაში მშობელ კლასს **სუპერკლასი** ეწოდება, ხოლო მემკვიდრე კლასს კი - **ქვეკლასი** [3]. ის სუპერკლასის სპეციალიზირებული ვერსიაა და მემკვიდრეობით იღებს სუპერკლასის მიერ განსაზღვრულ ყველა წევრს და უმატებს საკუთარ, უნიკალურ ელემენტებს.



პროგრამული უზრუნველყოფის რამდენჯერმე გამოყენების ერთ-ერთ საშუალებას კომპოზიცია წარმოადგენს, ანუ შემთხვევა, როდესაც ესა თუ ის კლასი ელემენტების სახით სხვა კლასის ობიექტებს მოიცავს. როდესაც ობიექტი შედის მოქმედების არეში, მისი კონსტრუქტორის ავტომატური გამოძახება ხდება. ობიექტი-ელემენტები წინასწარ აღწერილი თანმიმდევრობით იქმნება, (და არა იმ თანმიმდევრობით, როგორც წარმოდგენილია კონსტრუქტორის ელემენტების ინიციალიზატორთა სიაში). იმ შემთხვევაში, როდესაც ობიექტი განიხილება, როგორც სხვა კლასის მონაცემი-ელემენტი, მას შენარჩუნებული აქვს უფლება მიმართოს იმ კლასის წევრებს, რომლის ობიექტსაც იგი წარმოადგენს და ამავდროულად მასზე, როგორც მონაცემ-ელემენტზე, მიმართვის უფლება ეძლევა იმ კლასის ობიექტებს, რომლის მონაცემ-ელემენტსაც თავად წარმოადგენს.

კომპოზიციისა და მემკვიდრეობითობის შედარების მიზნით კონკრეტული ამოცანა განვიხილოთ, რომელიც ითვალისწინებს ერთგანზომილებიან მასივში ბინარული (ორობითი) ძებნის ალგორითმით საჭირო ელემენტის მოძებნას როგორც დამოუკიდებელი კლასის, ასევე, კლასების მემკვიდრეობითობის პრინციპის და შემდგომ კომპოზიციის ელემენტების გამოყენების გზით.

ვინაიდან ცნობილია, რომ ბინარული ძებნის ალგორითმი ზრდადობის ან კლებადობის მიხედვით მასივის წინასწარ დახარისხებას მოითხოვს [4], ამიტომ ყველა პროგრამულ კოდში წარმოდგენილი გვაქვს მასივის ელემენტების დახარისხების ერთი და იგივე მეთოდი.

*///-- ლისტინგი\_1 ---დამოუკიდებელი კლასები*

```
package ourproject;
import java.util.Random;
import java.util.Scanner;
class BinarySearch{
    int size=15;
    int a[]=new int [size];
    BinarySearch(){
        Random ob=new Random();
        for(int i=0; i<a.length; i++)
            a[i]=ob.nextInt(80)+10;}
    void print(){
        for(int i=0; i<a.length; i++)
            System.out.print(a[i] + "\t");}
    void sort(){
        for(int m=1; m<size; m++)
            for(int i=0; i<a.length-1; i++)
                if(a[i]>a[i+1]){
                    int t=a[i];
                    a[i]=a[i+1];
                    a[i+1]=t;}}
    void search(){
        int s=0, low=0, high=a.length-1, middle, key;
        Scanner ob=new Scanner(System.in);
        System.out.print("\nKey=");
        key=ob.nextInt();
        while(low<=high){
            middle=(low+high)/2;
            if(a[middle]==key){
                System.out.println("\nIndex=" + middle);
                s++;
                break;}
            else if(a[middle]<key)
                low=middle+1;
            else
                high=middle-1;
        }
        if(s==0)
            System.out.println("\nNo Solution");}}
```

```

public class OurClass {
    public static void main(String[] args) {
        BinarySearch ob=new BinarySearch();
        System.out.println("Current array:");
        ob.print();
        ob.sort();
        System.out.println("\nSorted array:");
        ob.print();
        ob.search();}}

    //--- ლისტინგი_2 ---მემკვიდრეობითობა
package ourproject;
import java.util.Random;
import java.util.Scanner;
class BinarySearch{
    int size=15;
    int a[]=new int [size];
    BinarySearch(){
        Random ob=new Random();
        for(int i=0; i<a.length; i++)
            a[i]=ob.nextInt(80)+10;}
    void print(){
        for(int i=0; i<a.length; i++)
            System.out.print(a[i] + "\t");}}
    class BinarySearchChaild extends BinarySearch{//მემკვიდრე კლასი
        BinarySearchChaild(){
            super(); //სუპერკლასის კონსტრუქტორის გამოძახება
        }
    void sort(){
        for(int m=1; m<size; m++)
            for(int i=0; i<a.length-1; i++)
                if(a[i]>a[i+1]){
                    int t=a[i];
                    a[i]=a[i+1];
                    a[i+1]=t;}}
    void search(){
        int s=0, low=0, high=a.length-1, middle, key;
        Scanner ob=new Scanner(System.in);
        System.out.print("\nKey=");
        key=ob.nextInt();
        while(low<=high){
            middle=(low+high)/2;
            if(a[middle]==key){
                System.out.println("\nIndex=" + middle);
                s++;
                break;}
            else if(a[middle]<key)
                low=middle+1;
            else
                high=middle-1;}
        if(s==0)
            System.out.println("\nNo Solution");}}

public class OurClass {
    public static void main(String[] args) {
        BinarySearchChaild ob=new BinarySearchChaild();
        System.out.println("Current array:");
        ob.print();
        ob.sort();

```

```

System.out.println("\nSorted array:");
ob.print();
ob.search();}}

```

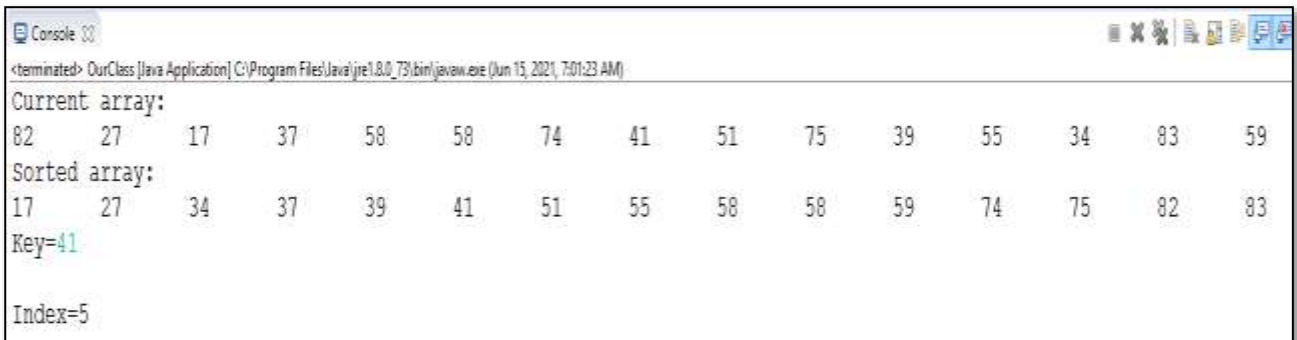
*//--- ლისტინგი\_3 ---კომპოზიცია*

```

package ourproject;
import java.util.Random;
import java.util.Scanner;
class BinarySearch{
    int size=15;
    int a[]=new int [size];
    BinarySearch(){
        Random ob=new Random();
        for(int i=0; i<a.length; i++)
            a[i]=ob.nextInt(80)+10;}
    void print(){
        for(int i=0; i<a.length; i++)
            System.out.print(a[i] + "\t");}}
    class BinarySearchChaild extends BinarySearch{
        BinarySearchChaild(){
            super();}
    void sort(){
        for(int m=1; m<size; m++)
            for(int i=0; i<a.length-1; i++)
                if(a[i]>a[i+1]){
                    int t=a[i];
                    a[i]=a[i+1];
                    a[i+1]=t;}}
    void search(){
        int s=0, low=0, high=a.length-1, middle, key;
        Scanner ob=new Scanner(System.in);
        System.out.print("\nKey=");
        key=ob.nextInt();
        while(low<=high){
            middle=(low+high)/2;
            if(a[middle]==key){
                System.out.println("\nIndex=" + middle);
                s++;
                break;}
            else if(a[middle]<key)
                low=middle+1;
            else
                high=middle-1;}
        if(s==0)
            System.out.println("\nNo Solution");}}
    class Compo{
        BinarySearchChaild obj=new BinarySearchChaild();//კომპოზიცია
        void general(){
            System.out.println("Current array:");
            obj.print();
            obj.sort();
            System.out.println("\nSorted array:");
            obj.print();
            obj.search();}}
public class OurClass {
    public static void main(String[] args) {
        Compo ob=new Compo();
        ob.general();}}

```

სამივე პროგრამის შესრულების შედეგები ერთი და იმავე საწყისი მნიშვნელობების დროს, ცხადია ერთსა და იმავე საბოლოო შედეგებს გვაძლევს, რომელსაც ქვემოთ წარმოდგენილი სახე აქვს.



```
Console
<terminated> OurClass [Java Application] C:\Program Files\Java\jre1.8.0_75\bin\javaw.exe (Jun 15, 2021, 7:01:23 AM)
Current array:
82 27 17 37 58 58 74 41 51 75 39 55 34 83 59
Sorted array:
17 27 34 37 39 41 51 55 58 58 59 74 75 82 83
Key=41
Index=5
```

### 3. დასკვნა

ამრიგად, მიღებული შედეგების მიხედვით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ჩვენ მიერ დაპროგრამების ენა Java-ზე შემუშავებული პროგრამები დამოუკიდებელი კლასების, მემკვიდრეობითობის პრინციპისა და კომპოზიციის ელემენტების გამოყენებით წარმატებით წყვეტს დასმულ ამოცანას სამივე შემთხვევაში. ხოლო, თუ რომელი რეალიზაცია გამოიყენოს, ეს მომხმარებლის არჩევანზეა დამოკიდებული. კერძოდ, კლასების იერარქიული სტრუქტურების შემთხვევაში, ცხადია, ის მემკვიდრეობითობის პრინციპს მიმართავს, ხოლო დამოუკიდებელი კლასების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად - კომპოზიციას.

### ლიტერატურა – References:

1. Schildt H. (2019). Java. A Beginners guide. 9th Ed., McGraw-Hill Education (Publisher)
2. Rapsosa, Richard F. (2009). SCJP: Sun certified programmer for Java platform, SE6, Wiley Publishing, Inc.
3. Deitel P., Deitel H. (2012). Java. How to Program. Ninth Edition. Prentice Hall Education (Pearson Publisher).
4. Watt D.A., Brown D.F. (2001). Java Collections: An Introduction to Abstract Data Types, Data Structures and Algorithms. Wiley Publishing, Inc.

## INHERITANCE VS COMPOSITION

Gachechiladze Lela, Margvelashvili Ana  
gachechiladze\_lela@yahoo.com, ana.margvelashvili@gmail.com  
Georgian Technical University

### Summary

The paper represented software implementations of the binary search algorithm on Java object-oriented programming language using independent classes, the fundamental principle of inheritance, and elements of composition. Examples of combining hierarchical structures of classes and elements of composition and the possibility of their use both individually and jointly are shown.



## წყვილში პროგრამირების უპირატესობები და თავისებურებები

სოფიკო გოგოლაძე, თამარ ლომინაძე, მარიამ მარღიშვილი  
s\_gogoladze@gtu.ge, t.lominadze@gtu.ge, m.marghishvili@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

წყვილში პროგრამირება ეს არის პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების ტექნიკა, სადაც ორი პროგრამისტი გვრდი-გვერდ მუშაობს ერთ კომპიუტერთან. უკანასკნელი პერიოდის განმავლობაში ის გამოჩნდა, როგორც ეფექტური მეთოდი, რომელიც ქმნის მაღალი ხარისხის პროგრამულ უზრუნველყოფას, ახდენს ცოდნის გაზიარებას გუნდში და პროდუქტის კოლექტიურ ფლობას უწყობს ხელს. ჩვენი კვლევა საკუთარ გამოცდილებაზე დაყრდნობით აჩვენებს, თუ რამდენად ეფექტურია წყვილში პროგრამირების მეთოდი, როგორც საოფისო, ასევე დისტანციური სწავლისა და მუშაობის პროცესში.

**საკვანძო სიტყვები:** წყვილში პროგრამირება. დისტანციური სწავლება. Driver. Navigator.

### 1. რა არის წყვილში პროგრამირება

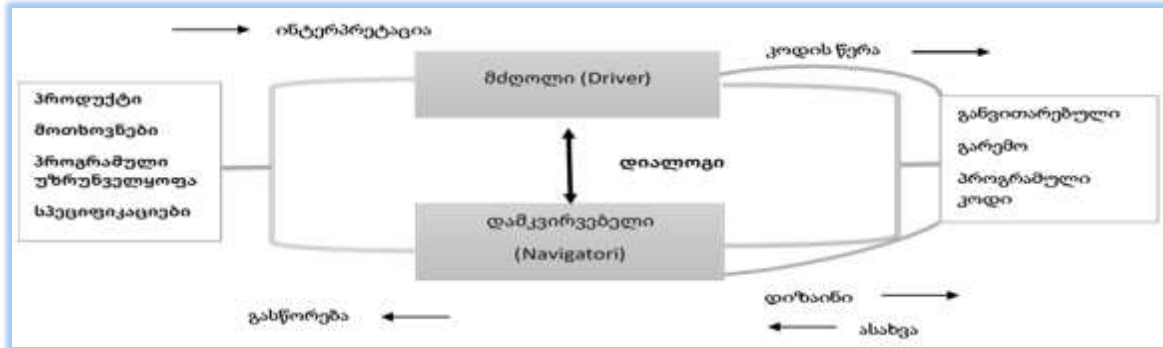
წყვილში პროგრამირება ეს არის მიდგომა, როდესაც ორი პროგრამისტი მუშაობს ერთ კომპიუტერთან ერთიდაიმავე ალგორითმზე, დიზაინზე ან პროგრამულ დავალებზე. ეს პრაქტიკა ბოლო წლების განმავლობაში დასახელებულია, როგორც გაუმჯობესებული პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების გზა და დროის ეფექტურად გამოყენება. ორიგინალური და პროდუქტიულია ბრუკსის „წყვილში პროგრამირების“ იდეაც (თუმცა, პირველი აღქმით-არარაციონალურია): მეტად მიზანშეწონილია პროგრამული კოდის მოცემული ფრაგმენტის დამუშავება ხდებოდეს პროგრამისტთა წყვილის მიერ ერთდროულად, ერთ კომპიუტერთან, ერთი კლავიატურის გამოყენებით.

ტრადიციულად პროგრამირება ინდივიდუალური სტილის სამუშაოდ ითლება, შესაბამისად პროგრამისტებს უჭირთ ახალ მოდელზე მორგება და მის ეფექტურობაში დარწმუნება. პროგრამისტთა ნაწილისთვის მიუღებელია მეწყვილესთან ერთად მუშაობა, რადგან მათი აზრით კოდი არის პერსონალური და სხვა პიროვნება მათ მუშაობას შეაფერხებს და შექმნის პრობლემებს საქმის კოორდინაციასთან დაკავშირებით. ასევე არაეფექტურად გამოიყურება აღნიშნული მიდგომა მენეჯერებისთვისაც, რადგანაც თვლიან, რომ ეს არის დროისა და რესურსების "ფლანგვა". ასევე არსებობენ წამყვანი პროგრამისტები, რომლებსაც მოსწონთ წყვილში მუშაობა, როგორც მუდმივ რეჟიმში, ასევე პერიოდულად დიდი მოცულობის პროექტებთან მუშაობისას.

როგორც უკანასკნელი ათწლეულის კვლევები აჩვენებს, წყვილში პროგრამირების მიდგომა არის ერთ-ერთი საუკეთესო და ეფექტური გზა პროგრამული უზრუნველყოფისათვის. ადამიანები ერთად მუშაობენ კოდის შესაქმენლად „ორი ასრულებს ერთს“ მეთოდით. მაღალია ხარისხობრივი მაჩვენებელი: კოდის სიმარტივე; უკეთესი დიზაინი; ნაკლები შეცდომები; ნაკლები დანახარჯები; კომფორტული სამუშაო გარემო. წყვილში მუშაობისას პროგრამისტები ერთმანეთს გამოცდილებას უზიარებენ. მათი ერთობლივი ძალისხმევით კოდი ხდება უფრო დახვეწილი, მარტივად აღქმადი და უკეთესი დიზაინის. გასათვალისწინებელია წყვილების აზრთა სხვადასხვაობა, კამათის მომენტი, ჩვენი აზრით, აღნიშნული არაეფექტური გეგმის არჩევის შანსს ამცირებს.

ერთ კომპიუტერთან მუშაობის პრინციპიდან გამომდინარე ერთ-ერთი პროგრამისტი აუცილებლად კრეფს პროგრამულ კოდს ანუ არის "მძღოლი" (Driver) მეორე კი მას თვალყურს ადევნებს ანუ წარმოგვიდგება „დამკვირვებლის" (Navigator) როლში.

შესაბამისად შეცდომის დაშვების ალბათობა, თუნდაც მექანიკურისაც საგრძნობლად მცირდება. მათი ეს პოზიციები არ არის მუდმივი, ისინი ადგილებს ხშირად დაახლოებით საათში ერთხელ უნდა ცვლიდნენ (ცვლილების სისწრაფე რა თქმა უნდა დამოკიდებულია სამუშაოს ხანგრძლივობაზე) [1].



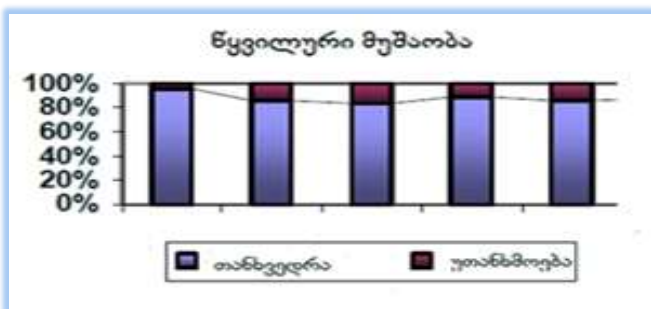
ნახ.1

ასეთი ქმედება ხელს უწყობს გუნდის შიგნით ურთიერთგაგებას, კოლექტივის წევრების კვალიფიკაციის ამაღლებას. ამან შესაძლოა, არანაკლებად მნიშვნელოვანი ეფექტი მოიტანოს, ვიდრე ერთი კონკრეტული პროექტის დროულად და სრულყოფილი სახით განხორციელებამ. წყვილების მიერ დაპროგრამება ხელს უწყობს პროგრამული პროდუქტის კოლექტიურ ფლობასაც, რაც საერთო წარმატების ერთ-ერთ საწინდარია. პროგრამისტს სხვადასხვა წყვილთან მუშაობის მეშვეობით პროგრამის სხვადასხვა ნაწილების შექმნაში უწევს მონაწილეობის მიღება და შესაბამისად, მას საჭიროების შემთხვევაში ძალუძს თავის თავზე აიღოს კორექტივების შეტანა მთელი პროგრამის მასშტაბითაც კი.

არ გვსურს გვერდი ავუაროთ ახალბედების თემას გუნდში. სასურველია პირველ ეტაპზე ახალბედებს კარგად გააცნონ სამუშაოს სპეციფიკა და მიზნები. თუ ვერ ხერხდება კონკრეტული საკითხების ახსნა ტრადიციული გზით, შესაძლებელია თითოეული მათგანი მიემგროს გამოცდილ სპეციალისტს, თვალყური ადევნოს მის მუშაობას ამით ის იძენს მეტ ცოდნას, ეზიარება პროფესიონალის გამოცდილებას, უკეთ ერკვევა სამუშაოს სპეციფიკაში.

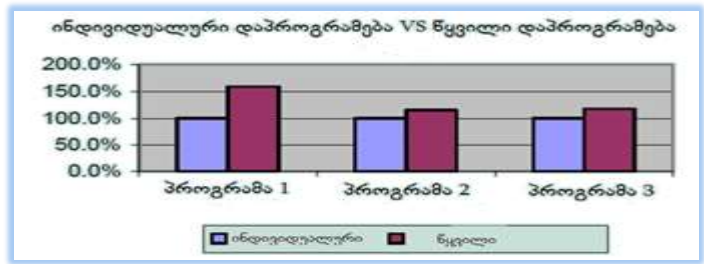
პირველ ეტაპზე ის შეიძლება დამხმარის როლს ასრულებდეს, ხოლო დროთა განმავლობაში შემდგომ ღირებულებას წვლილის შეტანას ხელმძღვანელის საქმიანობაში. მას შემდეგ რაც მოხდება მისი, როგორც სპეციალისტის მეტ-ნაკლებად ჩამოყალიბება, დამოუკიდებელი მუშაობის საწყის ეტაპზე სასურველია დაევალოს ნაკლებად საპასუხისმგებლო საქმე და იმყოფებოდეს მუდმივი მონიტორინგის ქვეშ. ხოლო მისი მუშაობის შედეგებიდან გამომდინარე მოხდეს მისი რანჟირება. ამასთან მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია არაკაბინეტური, ერთრანგეიანი პრინციპის დანერგვა, რაც პირველ რიგში ხელს უწყობს გუნდის შიგნით ურთიერთობის გაღრმავებას, კომუნიკაციისა და პროფესიონალისადმი მიმართვის გამარტივებას. ამ მიდგომით, შედარებით დაბალი რანგის სპეციალისტი, თუნდაც ახალბედა, ნათლად ხედავს გამოცდილი პროგრამისტის მუშაობის სპეციფიკას, რაც მისი პროფესიული წინსვლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ასპექტად მიგვაჩნია.

გამოკითხვებით დადასტურებულია, რომ საშუალოდ პროგრამისტთა 93% კმაყოფილია წყვილში მუშაობით [2].



ნახ.2

წყვილი პროგრამირება სულაც არ ნიშნავს ორჯერ მეტი დროის ხარჯვას. მეწყვილეები თავიანთ პირველ დავალებაზე 60%-ით მეტ დროს ხარჯავენ ვიდრე ინდივიდუალურად, მეორეზე 20%-ით მეტს და მესამეზე 10%-ით მეტს. საშუალოდ კი მიჩნეულია 15%-ით მეტი დროის ხარჯვა [2].



ნახ.3

დროითი დანაკარგის საგრძნობლად შემცირება გამოწვეულია დამპროექტებელთა გამოცდილების გაღრმავებითა და შეცდომის დაშვების ალბათობის შემცირებით. ნათელია რომ შეცდომის დაშვების ალბათობა საკმაოდ მცირდება შეფერხების შემთხვევაში კი უფრო მარტივია შეცდომის პოვნა და მისი გამოსწორება [2].

დღევანდელ პირობებში, როდესაც სამსახურების უმრავლესობა სახლებიდან იმართება დისტანციურ რეჟიმში, ასეთ სიტუაციაში მეტად მნიშვნელოვანი ხდება, რომ კომპანიებმა, თანამშრომელთა ჯგუფებმა არ დაკარგონ ორგანიზაციული კულტურა, ჯგუფული მუშაობის უნარი და რაც მთავარია არ მოხდეს ცოდნისა და გამოცდილების ერთ ან რამდენიმე კადრში ცენტრალიზება. შესაბამისად Pair Programming ერთ-ერთი საკუთესო გამოსავალია პროგრამისტთა ჯგუფებისათვის, დისტანციურ რეჟიმში კი დამატებით საჭიროა ეკრანის გაზიარება და სრული კონტროლის მიცემა დამკვირვებლისთვის(Navigator), ხოლო დანარჩენი მიდგომები უცვლელი რჩება.

ეს მეთოდი ჯგუფებს საშუალებას აძლევს, მარტივად შეძლონ, როგორც ახალი თანამშრომლების "On boarding" პროცესი ასევე ახალ პროექტებში დაგროვილი ცოდნისა და გამოცდილების გადაანაწილება ორ თანამშრომელზე, რაც სამომავლოდ დიდი ინვესტიცია იქნება, როგორც კომპანიის, რომელიც თავს იცავს ცოდნის ცენტრალიზებისგან, ან მისი გადინებისგან, რადგან ყველაზე ხშირი და მძიმე ფაქტია თანამშრომელთა როტაციების ან მათი გადინების შედეგად დარჩენილი პორგრამული კოდი, უზრუნველყოფები, რომელთა ალგორითმისა და შინაარსის გარჩევა თავიდან უწევთ ახალ, ან სხვა თანამშრომლებს. ასეთი მიდგომა კი შესაძლებლობას მოგვცემს კონკრეტული ცოდნა გადაანაწილდეს ორ ადამიანზე და ნებისმიერ შემთხვევაში ორჯერ შეამციროს ცოდნის დანაკარგვის ალბათობა, თავად ცოდნა კი გუნდში ორჯერ გაზარდოს. საკმაოდ დიდი ბენეფიტის მოტანა შეუძლია წყვილში პროგრამირებას დისტანციური სწავლების დროს. პირველ რიგში, საშუალებას იძლევა სტუდენტებმა არ დაკარგონ ერთმანეთთან კონტაქტი, გააღრმავონ ურთიერთობები და ერთმანეთს გაუზიარონ ახალად მოძიებული სასწავლო მასალა და მიდგომები.

## 2. წყვილში პროგრამირება დისტანციური სწავლების ნაწილში

განვიხილოთ, დავეგმოთ დისტანციური სწავლების მაგალითი, რომელსაც სტანდარტულად უდიტორიებში არულებენ სტუდენტები. წარმოვიდგინოთ, რომ სტუდენტებს მივცეთ ისეთი დავალება, რომელსაც აუდიტორიაში ასრულებენ. დავალების მიცემის შემდეგ სასურველია სტუდენტებმა ერთობლივად გაარჩიონ შესაბამისი თეორიული მასალა და დაწყონ კოდის წერა. სტანდარტული წყვილში პროგრამირებისგან განსხვავებით „დამკვირვებელს“ აქვს საკუთარი კლავიატურა და მაუსი, ამიტომ „Driver“-ის პარალელურად მას შესაძლებლობა აქვს ინტერნეტში მოიძიოს კოდის წერის უკეთესი ვარიანტი, ან შეფერხების შემთხვევაში პარალელურად ეძებოს გამოსავალი.

პროგრამა Zoom - ის 40 წუთიანი სესიები საშუალებას იძლევა ავტომატურად განისაზღვროს თითოეული სტუდენტის სესიის დრო და ყოველი ახალი ზარის შემდეგ სტუდენტებმა ცვალონ როლები. როლების ცვლილების შედეგად ორივე სტუდენტს საშუალება ეძლევა კოდი თვითონ დაწეროს და შესაბამისად არ მოიგოს მხოლოდ დამკვირვებლის როლი, რომელსაც საუნივერსიტეტო ცხოვრებაში

ხშირად ვხვდებით. მნიშვნელოვანია, რომ დავალებების რაოდენობა ერთზე მეტი იყოს, რათა თითო დავალების დასრულების შემდეგ მოხდეს როლების როტაცია. ასეთი გზით უფრო მარტივად და სწავად მოხდება გამოცდილების გაზიარება, სტუდენტები ერთმანეთს წინა წყვილებში მიღებულ გამოცდილებას, ან კლასგარეშედ გარჩეულ მასალებს გაუზიარებენ ერთმანეთს. ამ წყვილების დაკომპლექტებაში მნიშვნელოვანია ლექტორის როლი, რომ მან უზრუნველყოს პარტნიორების ხშირი ცვლა.

კოდის ერთობლივად წერისას „Driver“ ვალდებულია შეძლებისდაგვარად მარტივად აღქმადი კოდი დაწეროს და დაიცვას წერის სტილი, რასაც Navigator-ი წერის პორცესში გააკონტროლებს და გზადაგზა მისცემს მითითებებს. აღნიშნული მიდგომა, მნიშვნელოვანია კოდირების სწავლების საწყის ეტაპებზე, სანამ სტუდენტი მიეჩვევა გარემოს, მიმართულებასა და სვასთან ერთად უფრო მარტივად შეძლებს საერთო სურათის აღქმას.

### 3. დასკვნა

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ წყვილში პროგრამირება ეს არის პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების ტექნიკა, სადაც ორი პროგრამისტი გვრდი-გვერდ მუშაობს ერთ კომპიუტერთან. ეს არის ეფექტური მეთოდი, რომელიც ქმნის მაღალი ხარისხის პროგრამულ პროდუქტს, ახდენს ცოდნის გაზიარებას გუნდში და პროდუქტის კოლექტიურ ფლობას უწყობს ხელს. ბოლო პერიოდის გამოცდილებამ აჩვენა, რომ აღნიშნული მიდგომა, განსაკუთრებით ღირებულია დისტანციური სწავლებისა და მუშაობის რეჟიმში.

#### ლიტერატურა - References :

1. Chong J., Plummer R., Leifer L., Klemmer S.R., Eris O., Teye G. (2005). Pair Programming: When and Why it Works. Conference Paper · June (PDF) Pair programming: When and why it works (researchgate.net) [1]
2. Cockburn A., Williams L. (2001). The Costs and Benefits of Pair Programming. in First Internat Engineering (XP2000)
3. Nicolescu R., Plummer R. (2003). A Pair Programming Experiment in a Large Computer Course. Romanian Journal of Information Science and Technology. 6 (1-2): p. 199-216
4. Salomon G., (1993). Distributed Cognitions: Psychological and educational considerations. Learning in doing: Social, cognitive, and computational perspectives, ed. R. Pea and J.S. Brown. Cambridge University Press.
5. Constantine, L.L. (1995). Constantine on Peopleware. Yourdon Press Computing Series, ed. E. Yourdon. Englewood Cliffs, NJ: Yourdon Press.

## ADVANTAGES AND FEATURES OF PAIR PROGRAMMING

Sopiko Gogoladze, Tamar Lominadze, Mariam Margishvili

s\_gogoladze@gtu.ge, t.lominadze@gtu.ge, m.margishvili@gtu.ge

Georgian Technical University

#### Summary

Pair programming is a software development technique where two programmers work side-by-side with a single computer. In recent times it has acclaimed as an effective method of creating high quality software, sharing knowledge within a team, and promoting collective ownership of a product. Our research, based on our own experience, shows how effective the couple programming method is, both in the office and in the distance learning and work process.



## აუდიოდაქტილოსკოპია, მისი როლი და მნიშვნელობა

ლელა პაპავა, თამარ ლომინაძე  
l.papava@gtu.ge, t.lominadze@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

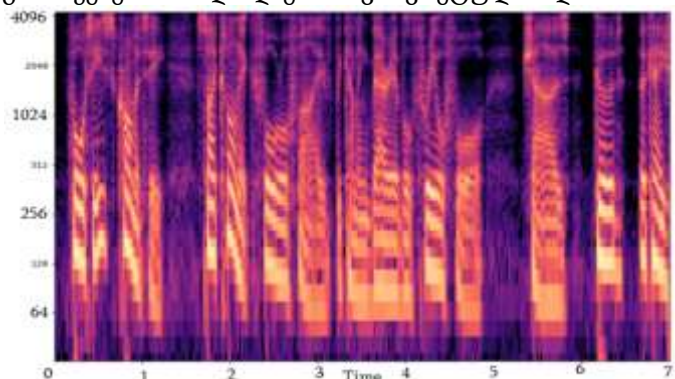
განხილულია აუდიო დაქტილოსკოპია – აუდიო ანაბეჭდების იდენტიფიკაციის პროცესი. აუდიო დაქტილოსკოპიის გამოყენება გახდა ერთ-ერთი უმთავრესი ინსტრუმენტოგანი ხმების შედარების პროცესში, როდესაც ვმუშაობდით დისერტაციაზე: „ინტერაქტიული ონ-ლაინ პლატფორმა, ქართული მრავალხმიანი მუსიკის შესასწავლად“ და პარალელურად შეიქმნა ინტერნეტ პროდუქტი, სახელწოდებით: „GeoFolk.ge“ - ინტერაქტიული ონ-ლაინ პლატფორმა, ქართული მრავალხმიანი მუსიკის შესასწავლად. თავის მხრივ, აუდიო ანაბეჭდები - იგივე ხმოვანი/აკუსტიკური ანაბეჭდები, მოიცავენ ხმების კომპაქტურ წარმოდგენას, იქნება ეს მუსიკა თუ გარემო რომელიც გარს გვაკრავს.

**საკვანძო სიტყვები:** აუდიო ანაბეჭდები. აუდიო დაქტილოსკოპია. აუდიო ფაილი. სპექტროგრამა. სპექტროგრამის პიკები.

### 1. შესავალი

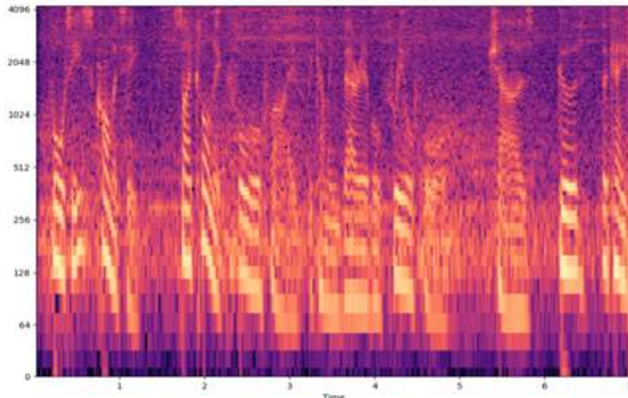
გარემომცველი ხმები ახდენენ კონკრეტულ ხმებთან დაკავშირებული ინფორმაციის ინკაფსულირებას. აუდიო დაქტილოსკოპიის დანიშნულებაა, დაიჭიროს ხმის ფრაგმენტი, მაგალითად როგორცაა სიმღერა, რათა მოხდეს მისი დიფერენცირება სხვა ხმებისგან. აუდიო დაქტილოსკოპიისთვის გამოიყენება სხვადასხვა აპლიკაცია, მათ შორის ე.წ. “Watermarking”, აუდიო კონტენტის ტრანსლაცია/გავრცელების მონიტორინგი და ხმის ძიების კონტენტი. აუდიო დაქტილოსკოპიის საიმედო ალგორითმი, უნდა ითვალისწინებდეს ხმის სხვადასხვა მახასიათებლებს. თუკი ორი ფაილი ერთნაირად ჟღერს ადამიანის ყურისთვის, მაშინ მათი აუდიო ანაბეჭდებიც უნდა ემთხვეოდეს ერთმანეთს. აუდიო ანაბეჭდები, ადამიანის თითების ანაბეჭდებს წააგავს თავისი არსით, სადაც ასევე დასაშვებია მცირედი ცვლილებები. შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემთხვევა, როდესაც კონკრეტული ადამიანის თითის ანაბეჭდი დარდება მონაცემთა ბაზაში არსებულ ასეულობით თითის ანაბეჭდს. აუდიო ანაბეჭდებიც ზუსტად მსგავსი მეთოდით მუშაობს.[3] (Audio fingerprinting – what is it about and when it can be useful?)

როგორც ადამიანის თითის ანაბეჭდი გამოიყენება მხოლოდ ერთი კონკრეტული ადამიანის იდენტიფიკაციისათვის, ასევე ხმოვანი ანაბეჭდებიც განკუთვნილია კონკრეტული ხმის (აუდიო ფაილების) იდენტიფიცირებისათვის და არა რომელიმე კონცეფციისთვის, ან ხმოვანი კლასებისთვის. ვნახოთ თუ როგორ მუშაობს ეს ყველაფერი პრაქტიკაში. 1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია აუდიოფაილის სპექტროგრამა. იგი კარგია იმით, რომ იძლევა საშუალებას, პერიოდულად განისაზღვროს სიხშირე და მისი სიძლიერე. მაგრამ დაუმუშავებელი სპექტროგრამები თავისი პირვანდელი სახით, არც ისე საინტერესო და სასარგებლოა გამოსაყენებლად.



ნახ.1. აუდიოფაილის სპექტროგრამა ხმაურის გარეშე

პირველ რიგში, იგი შეიცავს ბევრ ინფორმაციას, ამ ინფორმაციის დიდი ნაწილი კი შესაძლოა იყოს სრულიად ზედმეტი აუდიო ანაბეჭდების ასაღებად; მეორეც იგი არ არის საკმარისად მდგრადი თუკი ხმის ხარისხი გაუარესდება. ყველაფერი ეს ნაჩვენებია მე-2 ნახაზზე: მასზე ასახულია იმავე აუდიოფაილის სპექტროგრამა, რაც 1-ელზე, მაგრამ მკვეთრი ხმაურის ფონზე. ამასთანავე, მართალია



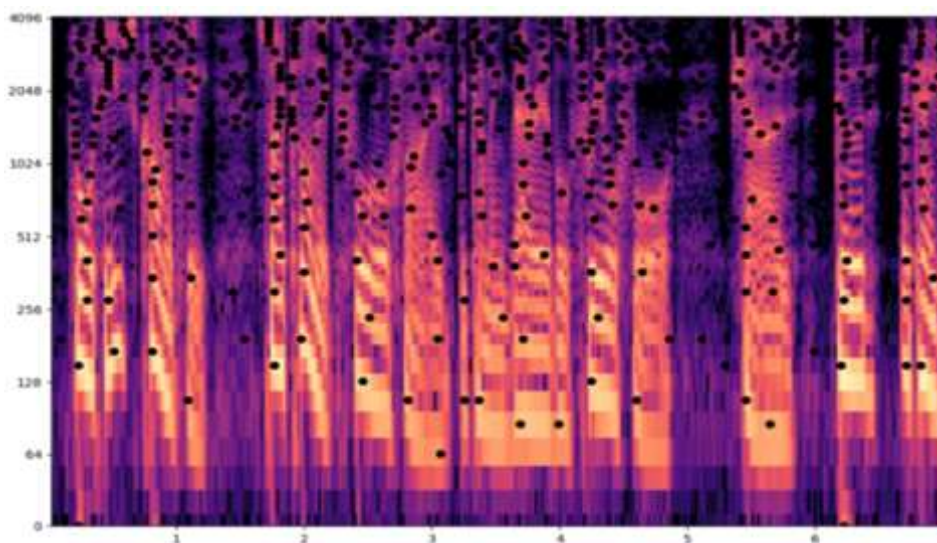
ხმაურიანმა ფონმა გამოიწვია სპექტროგრამის ცვლილება, მაგრამ პიკები თითქმის არ დაზიანებულა. აქედან გამომდინარე კი შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სპექტროგრამის პიკები და არა სპექტროგრამა, წარმოადგენს კარგ საწყის წერტილს, საიმიედო აუდიო ანაბეჭდების შესაქმნელად.

ნახ.2. აუდიო-ფაილის სპექტროგრამა ხმაურის ფონზე

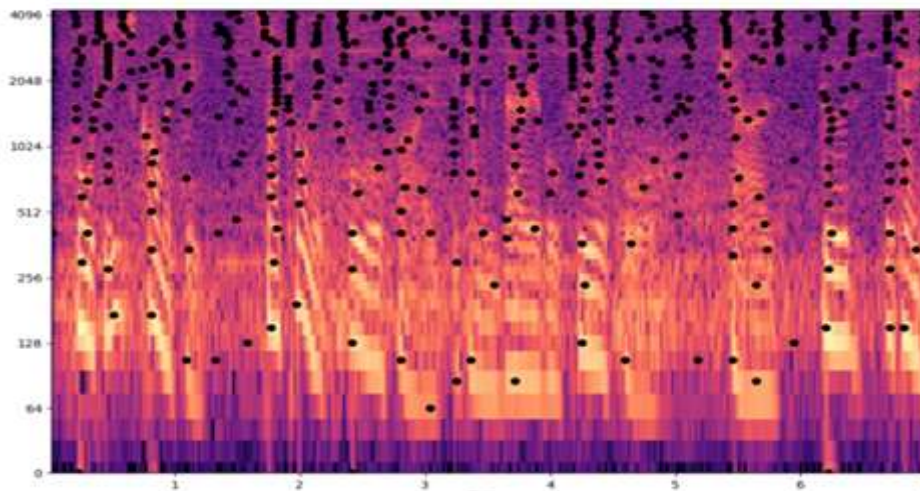
სანამ განვიხილავდეთ თუ როგორ უნდა განვსაზღვროთ ისინი, მოკლედ პიკების შესახებ: აუდიოფაილის სპექტროგრამის შექმნის შემდეგ, უნდა განხორციელდეს „პიკების“ (მწვერვალების) პოვნა ამპლიტუდაზე. განვსაზღვრავთ პიკს როგორც დროისა და, სიხშირის წყვილს, რომელიც შეესაბამება ამპლიტუდას. თუ სხვა პიკებს მის ირგვლივ, გააჩნია ნაკლები ამპლიტუდა, შესაბამისად ნაკლებად მგრძნობიარეებია ხმაურით გამოწვეული ზემოქმედების მიმართ.

მართალია არსებობს საკმაოდ ბევრი მიდგომა პიკების განსასაზღვრავად, მაგრამ ჩვენი მიზანია განისაზღვროს ძირითადი წერტილები სპექტროგრამის თითოეული უბნისთვის, რომელიც თავის მხრივ არ უნდა წარმოადგენდეს რაიმე ხმაურიანი ფონის საფუძველზე წარმოქმნილ პიკს. კონკრეტული სპექტროგრამის თითოეული უბანი შეიძლება განვიხილოთ როგორც ორგანოზომი-ლებიანი ფანჯრა, რომლის ზომაც განისაზღვრება ჩვენ მიერ მიღებული პიკების რაოდენობით.

მე-3 და მე-4 ნახაზებზე ნაჩვენებია პიკები, რომლებიც დაფიქსირებულია ჩვენ აუდიო ფაილში (აუდიო, რომელიც პირველ ორ სურათზეა ნაჩვენები სპექტროგრამის სახით) ყურადღება მივაქციოთ იმ ფაქტს, რომ პიკები თითქოს და უფრო დაჯგუფებულია მაღალ სიხშირეზე.



ნახ.3. აუდიოფაილის სეგმენტი ანოტირებული პიკებით ხმაურის გარეშე



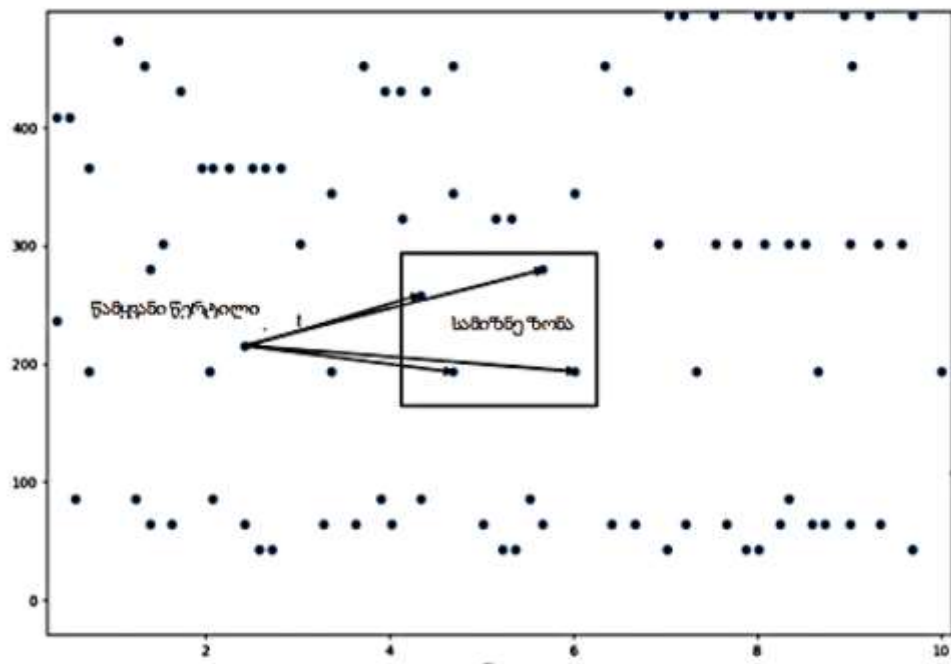
ნახ.4. აუდიო ფაილის სეგმენტი, ხმაურის ფონზე, ანოტირებული პიკებით

მაგრამ ეს გამოწვეულია მხოლოდ გრაფიკის ასაგებად საჭირო სიხშირის ლოგარითმული შკალით. პიკების გამოყენების ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად შეიძლება ჩაითვალოს (სხვა აუდიო ფუნქციებისაგან განსხვავებით, როგორებიცაა მაგალითად სპექტრული სტატისტიკა ან ნულის გადალახვის სიჩქარე), მათი მედეგობა ხმაურისადმი. ისევე ფიქსირდება პიკები ხმაურის ფონის მქონე აუდიო ფაილში, როგორც სუფთა ფონის შემთხვევაში გვექნებოდა. შესაძლოა დაემატოს მხოლოდ რამდენიმე, ხმაურის შედეგად წარმოქმნილი პიკი. როგორც კი განვსაზღვრავთ ყველა პიკს აუდიოფაილში, თამამად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ უკვე ხელთა გვაქვს აუდიო ანაბეჭდისათვის საჭირო საწყისი წერტილი. მართალია ჩვენ შეგვეძლო თითოეული პიკის კოორდინატები მიგვეჩნია აუდიო ანაბეჭდვად, მაგრამ ვინაიდან აუდიო ფაილები, ასევე სიმღერები შედგება მრავალი ფრაგმენტისგან, რომლებიც პიკების მდგომარეობაა, ამიტომ ადვილი წარმოსადგენია, რომ ერთი პიკი, აბსოლუტურად არასაკმარისია რათა გაისაზღვროს უნიკალური აუდიო ანაბეჭდი [3]. (Audio fingerprinting – what is it and why is it useful?) ეს პროცესი, ძალიან კარგად აქვს განხილული ეივერი ვანგს, თავის შესანიშნავ სტატიაში An Industrial-Strength Audio Search Algorithm - აუდიოს ძებნის ინდუსტრიული ალგორითმი (აღამიანი, რომელიც დგას Shazam-ის ტექნოლოგიის უკან) (An Industrial – Audio Search Algorithm) [4].

ზემოთ განხილული აუდიო ფაილისთვის, რომელიც ანალიზირებულია 1024 სიხშირეზე, გვექნება 1024 პოტენციური პიკური მდგომარეობა, რაც შეესაბამება ინფორმაციას 10 ბიტის ოდენობით. ეს კი საკმაოდ ცოტაა, თუ გავითვალისწინებთ ძებნის პოტენციურ მასშტაბებს (მაგალითად, მილიონობით სიმღერა, მრავალსაათიანი აუდიო), ამიტომ ჩვენ გვჭირდება აუდიოფაილების ანაბეჭდების ენთროპიის გაზრდის მეთოდი. არსებობს რამდენიმე ჭკვიანური გზა ამ პრობლემის გადასაჭრელად: ვანგის მიდგომა მდგომარეობს აუდიო ანაბეჭდების პიკების აგებაში, დაწყვილების საფუძველზე. მე-5 ნახაზზე პიკები დაყოფილია მიზნობრივ ზონებად და თითოეული ზონისათვის გამოყოფილია წამყვანი წერტილი. თითოეული პიკი მიზნობრივი ზონიდან, დაკავშირებულია წამყვან პიკთან. შემდეგ უკვე შესაძლებელია თითოეული პიკისთვის აიგოს ჰეში, რომელიც შედგება პიკების თითოეული წყვილის სიხშირისა და მათ შორის მანძილისაგან.

მაგრამ ამავდროულად არსებობს მრავალი ალტერნატიული საშუალება ენთროპიის გასაზრდელად (An Industrial – Strength Audio Search Algorithm) [4]. მაგალითად ჩვენ შეგვეძლო აგველო ყველა პიკი წარმოდგენილი აუდიოფაილიდან როგორც აუდიო ანაბეჭდი.





ნახ.5. პიკების წყვილები, რომლებიც გამოიყენება აუდიო ანაბეჭდებისათვის

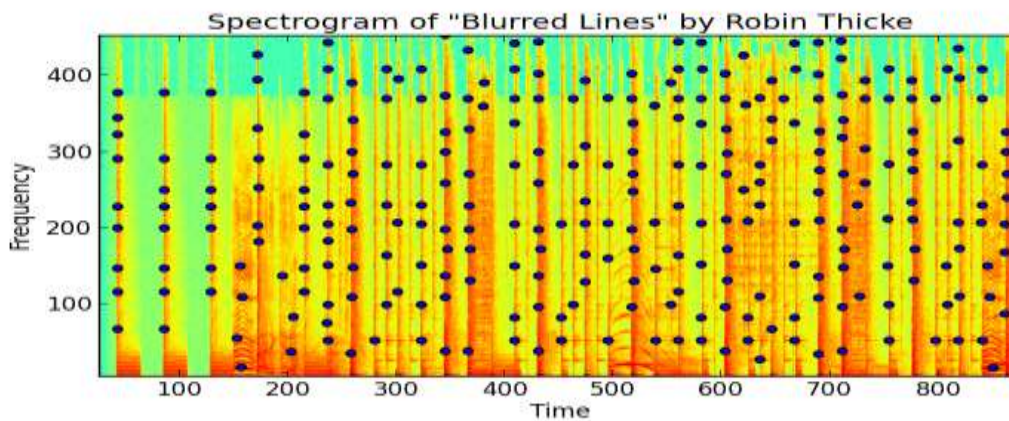
სექციის ზომა (აუდიო ანაბეჭდის სიგანე) წარმოადგენს მნიშვნელოვან ფაქტორს და დამოკიდებული იქნება გამოყენების ვარიანტზე: თუ იგი მეტისმეტად მოკლეა, მაშინ არსებობს დიდი რისკი იმისა, რომ გვექნდეს ენთროპიის დაბალი დონე, ეს ნიშნავს, რომ ანაბეჭდში არ იქნება საკმარისი ინფორმაცია, რათა მოხდეს მისი განსხვავება სხვა აუდიო ანაბეჭდებისაგან. მაგრამ, მეორეს მხრივ, თუ იგი მეტისმეტად გრძელია, ჩვენ ვზრდით ინფორმაციის მოცულობას, რომელიც აუცილებელია აუდიო ანაბეჭდების მონაცემთა ბაზის შესანახად და ამ ბაზაში მითითებული მოთხოვნის მოსაძებნად. ამრიგად არსებობს კომპრომისი ინფორმაციის რაოდენობასა, რომელიც აუცილებელია უნიკალური ანაბეჭდებისათვის და მილიონობით ანაბეჭდის ძებნის პროცესის პრაქტიკულობას შორის (Audio fingerprinting – what is it about and when it can be useful?) [3].

ანაბეჭდი გახლავთ ჰემების ერთობლიობა, რომელიც კომპიუტერულად მუშავდება როგორც უკვე ზემოთ ავღნიშნეთ, აუდიო ფაილის სპექტოგრამებზე დაყრდნობით. აუდიო FFT ტიპის სიგნალის წყაროდან ხდება ხმამაღლობისა და ამპლიტუდების იდენტიფიცირება. ალგორითმის საშუალებით ღრმა ანალიზი უტარდება ფაილს, რადგან მის გარეშე ხმაურის დონე ძალიან შეაფერხებს აუდიო ფაილის დამუშავებისას სწორი ანათვლების მიღებას.

აუდიო ფაილის დამუშავებისას გენერირდება დიაგრამა, საიდანაც აიღება ფაილის ხანგრძლივობის პირველი წამებიდან მიღებული სპექტოგრამული ხაზები, სწორედ სპექტოგრამაშია ლოგარითმულად გამოსახული დროითი ფუნქციები, ამპლიტუდები და სიხშირეები. ლოკალური მაქსიმუმის პოვნა შესაძლებელია მაღალი გამტარობის ფილტრის და საერთო სურათის დამუშავების ტექნიკის საფუძველზე.

თუ უფრო ღრმად დავაკვირდებით სურათს დავინახავთ, თუ როგორ არის შესაძლებელი პიკების დაყოფა. პიკების პოვნა მოითხოვს დიდ კომპიუტერულ ძალისხმევას, მაგრამ ეს ყველაფერი კიდევ არ არის. პიკები კომბინირდებიან საკუთარი დისკრეტული დროის და სიხშირეების გამოყენებით, რათა შეიქმნას უნიკალური დამიფრული კოდი დროის კონკრეტულ მომენტში, რასაც ანაბეჭდი ეწოდება (Audio Fingerprinting with Python and Numpy) [5].





ნახ.6. კონკრეტული სიმღერის სპექტროგრამა (Robin Thicke "Blurred Lines")

აუდიო დაქტილოსკოპიისა და ხმის იდენტიფიკაციის ზემოთ განხილული მეთოდი, ფართოდ გამოიყენება არა მხოლოდ კონკრეტული მუსიკალური ნაწარმოების საპოვნელად, არამედ შემსრულებლებისა და კომპოზიტორების საავტორო უფლებების დაცვისას, ლიცენზირებისას და მონეტიზაციის სხვა სქემებში. საამისოდ იყენებენ სხვადასხვა პროგრამებსა და პლატფორმებს; ჩვენს კონკრეტულ შემთხვევაში კი აუდიო დაქტილოსკოპიისათვის გამოვიყენეთ პროგრამა Python - ი, ხოლო უშუალოდ ხმების შედარების პროცესისთვის: პროექტს - Dejavu Project.

#### ლიტერატურა – References :

1. სადისერტაციო ნაშრომი : „ინტერაქტიული ონ-ლაინ პლატფორმა, ქართული მრავალხმიანი მუსიკის შესასწავლად“ სტუ. ლ.პაპავა; ხელმძღვ. თ.ლომინაძე; 2019 წელი <http://www.dspace.nplg.gov.ge/handle/1234/312474>;
2. <http://opac.gtu.ge/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=40970>
3. <https://medium.com>
4. <https://www.ee.columbia.edu/~dpwe/papers/Wang03-shazam.pdf>
5. <https://willdrevo.com>

## ADVANTAGES AND FEATURES OF PAIR PROGRAMMING

Lela Papava, Tamar Lominadze  
 l.papava@gtu.ge, t.lominadze@gtu.ge  
 Georgian Technical University

#### Summary

The represented article deals with the problem of audio dactyloscopy – the process of sound print recognition. Audio dactyloscopy was one of the key tools in the process of working on the PhD thesis “Interactive Online Platform to Study Georgian Polyphonic Music”. As a result of research web-platform “GeoFlok.ge” was developed (Interactive Online Platform to Study Georgian Polyphonic Music). In its turn, audio dactyloscopy – sound/acoustic prints – involve compact representation of sounds, be it music or any other noise of surrounding environment.

# ბიზნეს-პროცესების მოდელირება და ოპტიმიზაციის ამოცანა, განუსაზღვრელობის პირობებში

ია გაიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

i.giashvili@gtu.ge

## რეზიუმე

ბიზნეს-პროცესების დაპროექტება შეუძლებელია მათი მათემატიკური მოდელირებისა და რაოდენობრივი ოპტიმიზაციის გარეშე, ამიტომ ეს საკითხი აქტუალურია. მოცემულ სტატიაში განხილულია ბიზნეს-პროცესების რაოდენობრივი ოპტიმიზაციის მიდგომა კომპლექსური კრიტერიუმის შანსები-რისკები საფუძველზე, რომელიც ერთდროულად ახდენს შანსების მაქსიმიზაციასა და რისკების მინიმიზაციას და რომელიც ყველაზე ადეკვატური გზით ასახავს მომავლის განუსაზღვრელობას გადაწყვეტილების მიღების დროს, ეკონომიკისა და ფინანსების მდგომარეობის ცვალებადობის პირობებში, რაც არსებითია ბიზნეს-პროცესების დაპროექტებისთვის. შემუშავებული მოდელი საშუალებას იძლევა შეიქმნას პროგრამული საშუალებები, საქმიანობის სხვადასხვა სფეროს ბიზნეს-პროცესების დაპროექტებისთვის, მათი სირთულის მიუხედავად.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიზნეს-პროცესი, დაპროექტება, მათემატიკური მოდელი, მოდელირება, ოპტიმიზაცია, განუსაზღვრელობა, კომპლექსური კრიტერიუმი.

## 1. შესავალი

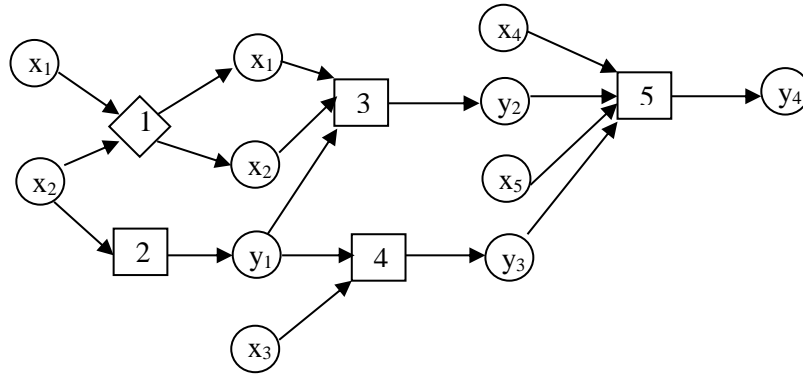
ბიზნეს-პროცესში გამოყენებული რესურსებისა და წარმოებული პროდუქციის მოცულობის ოპტიმიზაცია არის ერთ-ერთი უპირველესი ამოცანა ნებისმიერი ბიზნეს-პროცესის დაპროექტების დროს, განსაკუთრებით ახალი პროდუქტის წარმოების შემთხვევაში. ახალ პროდუქტზე მომავალი მოთხოვნის, სარეალიზაციო ფასებისა და რესურსებზე ფასების, კომპანიის მომავალი ფინანსური მდგომარეობისა და მდგრადობის განუსაზღვრელობა ნიშნავს, რომ ბიზნეს-პროცესის ოპტიმიზაცია ხდება მომავლის განუსაზღვრელობის პირობებში. იმისთვის, რომ იყოს შესაძლებელი ბიზნეს-პროცესის ოპტიმიზაციის განხორციელება, საჭიროა მისი მათემატიკური მოდელის ფორმულირება, რომელიც რაოდენობრივად აღწერს როგორც თავად პროცესს, ასევე ოპტიმიზაციის შესაბამის კრიტერიუმებს. ეს კრიტერიუმი უნდა ასახავდეს მომავლის განუსაზღვრელობას, ბიზნეს-პროცესის შესაძლო შედეგებს, როგორც კომპანიის ფინანსური შედეგიანობის თვალსაზრისით, ასევე პროცესის გამოსასვლელზე მიღებული საბოლოო პროდუქტის თვალსაზრისით. ასეთია მაქსიმიზაციის კომპლექსური კრიტერიუმი შანსი-რისკი [2].

## 2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ სტრუქტურული მოდელი (ნახ.1), რომელიც ასახავს ბიზნეს-პროცესში ოპერაციების ნაკადების ურთიერთდაკავშირებულ თანმიმდევრობას, რომლებიც მიმართულია მთელი ბიზნეს-პროცესის საერთო მიზნის მიღწევაზე - საბოლოო პროდუქტის წარმოებაზე. თითოეული ცალკეული ოპერაციის მოდელირება ხდება შესაბამისი საპროცესო რგოლით, რომლის შესასვლელზე მიეწოდება რესურსების/წარმოების ფაქტორების ნაკადები, რომლებიც გარდაიქმნება პროდუქტში რგოლის გამოსასვლელზე. შემავალი ნაკადები თითოეულ რგოლში შეიცავს გარედან შეძენილი რესურსების ნაკადებს  $X$  და მოცემული რგოლის წინამდებარე რგოლში წარმოებული პროდუქტების ნაკადებს  $Y$ , რომლებიც ამავდროულად წარმოადგენენ შემავალ რესურსებს მოცემულ რგოლში წარმოების განსახორციელებლად.

ბიზნეს-პროცესის კლასიფიკაციის შესაბამისად [3], გამოყოფენ ძირითად პროცესებს, რომლებიც ამატებენ ფასეულობას/ღირებულებას საბოლოო ან შუალედურ პროდუქტს, რაც ტოლია პროდუქტის წარმოებაზე გაწეული დანახარჯების, და უზრუნველმყოფ პროცესებს, რომლებიც ამატებენ დანახარჯებით განპირობებულ ღირებულებას, მაგრამ არა ფასეულობას. საწარმოო (ძირითად) რგოლში ხდება რგოლის

შესასვლელზე მიწოდებული მატერიალური რესურსების/წარმოების ფაქტორების გარდაქმნა პროდუქტში მის გამოსასვლელზე და ამასთან ერთად - პროდუქტის ახალ ფასეულობაში. უზრუნველყოფ რგოლში პროდუქტი არ იწარმოება, ფასეულობა არ ემატება და მატერიალური წარმოების ფაქტორები არ იხარჯება, მაგრამ უზრუნველყოფი/დამხმარე სამუშაოების შესრულებისას ხდება ღირებულების დამატება მათ შესრულებაზე გაწეული დანახარჯების სახით, რომელიც გადადის საბოლოო პროდუქტში. გამოიყოფა ასევე მესამე სახის - სერვისის რგოლი, რომელშიც ძირითადი რგოლის მსგავსად, ხდება ფასეულობისა და ღირებულების დამატება, გამოწვეული დანახარჯებით სერვისის სამუშაოების შესრულებისას.



ნახ.1. ბიზნეს-პროცესის სტრუქტურული მოდელი.

ბიზნეს-პროცესის თითოეული რგოლი (ნახ.1) ასრულებს გარკვეულ ოპერაციას (სამუშაოს), რომელიც არის საბოლოო პროდუქტის წარმოების, უზრუნველყოფის/სერვისის მთლიანი ციკლის ნაწილი. საწარმოო, უზრუნველყოფისა და სერვისულ საპროცესო რგოლებს შორის არსებობს პრინციპული განსხვავება - საწარმოო პროცესები ორიენტირებულია წარმოებული საბოლოო პროდუქტის მოთხოვნისა და მიწოდების სამომავლო მოცულობაზე, მაშინ როცა უზრუნველყოფი და სერვისის - უკვე წარმოებულ პროდუქტზე (დამთავრებული ან დაუმთავრებელი) შესაბამისი სამუშაოების შესრულებაზე. უზრუნველყოფი რგოლები წარმოადგენენ დამატებით დანახარჯებს მთლიან საწარმოო პროცესში, ამიტომ საწარმოო პროცესის მფლობელი დაინტერესებულია მათ შემცირებაში, ვინაიდან ეს უკანასკნელი ჩაირთვება ბიზნეს-პროცესში წარმოებული საბოლოო პროდუქტის ღირებულებაში, თუმცა ფასეულობას მას არ მატებს. სერვისული სამუშაოები, რომლებიც სრულდება სერვისის რგოლებში, ასევე საჭიროებენ დამატებით დანახარჯებს, მაგრამ ამავდროულად მატებენ ფასეულობას, რომელშიც მომხმარებელი მზადაა გადაიხადოს. ამიტომ მიდგომები საწარმოო (უზრუნველყოფი სამუშაოების ჩათვლით) და სერვისული ბიზნეს-პროცესების დაპროექტებისადმი მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მაშინ როცა საწარმოო პროცესების დაპროექტების დროს მთავარი პრინციპი არის მომავალ პროდუქტზე პროგნოზირებული მოთხოვნის დაკმაყოფილება, სერვისული პროცესების დაპროექტებისას საჭიროა ვიხელმძღვანელოთ მომსახურების ხარისხით.

ბიზნეს-პროცესების დაპროექტება, მოდელირება და ოპტიმიზაცია ხორციელდება მომავლის განუსაზღვრელობის პირობებში და ოპტიმიზაციური ხასიათისაა. ეს განპირობებულია იმით, რომ ბიზნეს-პროცესის ისეთ პრინციპულ კითხვებზე პასუხის გასაცემად - როგორი ოპტიმალური მოცულობითაა საჭირო წარმოების ფაქტორების (რესურსების) შექმნა და შუალედური და საბოლოო პროდუქტების წარმოება საპროცესო რგოლებში - საჭიროა გაგვაჩნდეს გამოსაშვები პროდუქტის მომავალი მოთხოვნის მოცულობისა და ფასის პროგნოზი, რასაც აქვს განუსაზღვრელი ხასიათი და უცნობია.

საუკეთესო გადაწყვეტილების მიღებისას, სუბიექტი გამოდის შანსების (მომავალი წარმატებები, მოგება) მაქსიმიზაციიდან, ერთდროულად რისკების (მომავალში შესაძლო წარუმატებლობა, ჩავარდნა) მინიმიზაციის გათვალისწინებით. სუბიექტი, იღებს რა გადაწყვეტილებას ახალი პროექტის დაწყების შესახებ, ხელმძღვანელობს პირველ რიგში იმ ახალი შესაძლებლობებითა და პერსპექტივებით, რომელსაც მას უქადის პროექტის შედეგები მომავალში, ანუ შანსებით, და მხოლოდ ამის შემდეგ ითვალისწინებს

შესაძლო სიძნელეებსა და წინააღმდეგობებს, ანუ რისკებს. ე.ი. შანსი - ეს არის მოტივაცია მოქმედებისთვის, ხოლო რისკი - წინდახედულობის გამოვლენა პროექტის განხორციელების კონკრეტული გზის არჩევისას. ამიტომ მომავლის ყოველმხრივი ანალიზი და პროგნოზირება შესაძლებელია როგორც შანსების, ასევე რისკების მხოლოდ ერთდროულად განხილვით.

ამგვარად, ყველა არსებითი საპროგნოზო მახასიათებლები დაკავშირებულია მომავალში სხვადასხვა სახის მოვლენების განვითარებასთან, რომელთაც აქვთ როგორც ხელსაყრელი ხასიათი (შანსები) ბიზნეს-პროცესისთვის, ასევე არახელსაყრელი (რისკი). რელევანტური კრიტერიუმი ოპტიმიზაციური საპროცესო დაპროექტების უნდა ასახავდეს შესაძლო შანსებსაც და რისკებისაც, ასევე მათ შორის თანაფარდობას. ასეთია რელევანტური მაქსიმიზირების კრიტერიუმი შანსებისა და რისკების კომპლექსური კრიტერიუმი R&Ch [2]:

$$R\&Ch = \beta_{Ch} - \beta_R, \quad (1)$$

სადაც Ch და R - მთლიანი პროგნოზული შანსები და რისკებია (ყველა შესაძლო მოვლენებს გათვალისწინებით), რომლებიც რელევანტურია განხილული ბიზნეს-პროცესისთვის;  $\beta_{Ch} \geq 0$  და  $\beta_R \geq 0$  - შანსებისა და რისკების ფარდობითი მნიშვნელოვნების კოეფიციენტებია, ბიზნეს-პროცესის მფლობელის თვალსაზრისით.

მთლიანი შანსებისა Ch და რისკების R სიდიდე განისაზღვრება როგორც (2): ჯამი შანსებისა (მოგების, ამონაგების)  $M_{Ch,k}$  ( $k=1, 2, \dots, L$ ) და რისკების (დანაკარგები, ზარალი)  $M_{R,k}$  ( $k=1, 2, \dots, K$ ) მატერიალური საზომების ნამრავლების მათ შესაძლო მოხდენის ალბათობაზე  $P_{Ch,k}$  და  $P_{R,k}$ . მომავალში შესაძლო შანსებისა L და რისკების K სიმრავლიდან შეიძლება მხოლოდ ერთი მოვლენა განვითარდეს, ამიტომ ისინი ქმნიან მოვლენების სრულ ჯგუფს.

$$Ch = \sum_{k=1}^L M_{Ch,k} \cdot P_{Ch,k}; R = \sum_{k=1}^K M_{R,k} \cdot P_{R,k} \quad (2)$$

აღსანიშნავია, რომ ბიზნეს-პროცესის მათემატიკური მოდელის აგებისას მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული სისტემების თეორიის პრინციპები [4]:

- სისტემებისთვის, რომლებიც შედგება სიმრავლისგან ერთზე მეტი ელემენტით, თითოეული ელემენტის ოპტიმიზაცია განცალკევებულად არ იძლევა საშუალებას მივიღოთ ოპტიმალური გადაწყვეტილება მთელი სისტემისთვის მთლიანობაში;

- მთელი სისტემის მთლიანობაში ოპტიმიზაციას მიყვავართ არაოპტიმალურ (სუბოპტიმალურ) გადაწყვეტილებებამდე თითოეული მისი ელემენტისთვის.

ბიზნეს-პროცესი (საწარმოო) იქმნება გლობალური მიზნის მისაღწევად, რომელიც მდგომარეობს საბოლოო პროდუქტის წარმოებაში, ამიტომ ბიზნეს-პროცესის ოპტიმიზაცია უნდა მოხდეს პროცესის მთელი სტრუქტურული მოდელისთვის (ნახ.1), როგორც სისტემის მთლიანობაში. გარდა ამისა, წარმოებისთვის გამიზნული პროდუქტის გამოშვების მოცულობა და სარეალიზაციო ფასი, ისევე როგორც შესაძენი წარმოების ფაქტორების მოცულობებიც, წარმოადგენს მართვად ფაქტორებს ბიზნეს-პროცესის მფლობელის მხრიდან და, შესაბამისად, საოპტიმიზაციო მათემატიკური მოდელის ცვლადებს.

საწარმოო ბიზნეს-პროცესების საოპტიმიზაციო მათემატიკური მოდელი მიმართულია წარმოების ფაქტორების  $x_1, x_2, \dots, x_m$  არაუარყოფითი მოცულობების პოვნაზე, რომელთა შექმნა ხდება გარედან  $c_1, c_2, \dots, c_m$  ფასებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ წარმოებას მთელ ბიზნეს-პროცესში და რომლებიც:

- მაქსიმიზირებენ „შანსები-რისკები“ კომპლექსური კრიტერიუმის მნიშვნელობას (1)-(2)

$$R\&Ch = \beta_{Ch} \sum_{k=1}^L M_{Ch,k} P_{Ch,k} - \beta_R \sum_{k=1}^K M_{R,k} P_{R,k} \rightarrow \max \quad (3)$$

- აკმაყოფილებენ ალბათურ ბიუჯეტურ შეზღუდვებს, კერძოდ: ალბათობა იმისა, რომ წარმოების ფაქტორების შექმნის მომავალი მთლიანი დანახარჯები არ გადააჭარბებს ფინანსურ სახსრებს I, რომელიც გამოყოფილია მთელი ბიზნეს-პროცესისთვის, იქნება არა ნაკლებ p სიდიდის:

$$P\{c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_mx_m \leq I\} \geq p \quad (4)$$

- შეესაბამება ცვლადების არაუარყოფითობის პირობას  $x_i \geq 0, i=1, \dots, m$ .

ბიუჯეტური შეზღუდვა (4) განპირობებულია იმით, რომ წარმოების ფაქტორების მომავალი ფასები



$c_1, c_2, \dots, c_m$  და ფინანსური რესურსების I მომავალი მდგომარეობა არის განუსაზღვრელი და შეიძლება განიცადონ არსებითი ცვლილებები პროექტის განხორციელების განმავლობაში. ამიტომ, ბიუჯეტური შეზღუდვა  $c_1X_1 + c_2X_2 + \dots + c_mX_m \leq I$  შეიძლება გაიგებოდეს მხოლოდ ალბათური თვალსაზრისით. თუმცა, პირობის შესრულების ალბათობა  $P\{ \cdot \} \geq p$  წარმოადგენს სუბიექტურ ალბათობას, რომელიც ასახავს ბიზნეს-პროცესის მფლობელის (ექსპერტის) დარწმუნებულობის დონეს საკუთარ პროგნოზში. მოდელის (3)-(4) პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობები დგინდება თითოეული კონკრეტული საწარმოო ბიზნეს-პროცესისთვის იმ პირობების მთლიანი კონტექსტის გათვალისწინებით, რომელშიც განხორციელდება ბიზნეს-პროცესი.

ბიზნეს-პროცესის ოპტიმიზაციის მეთოდიკა განუსაზღვრელობის პირობებში ეფუძნება წინასწარ პროგნოზზე იმ განუსაზღვრელი ფაქტორების, რომელთა აქტუალიზაცია შეიძლება მოხდეს მომავალში: ეკონომიკის მდგომარეობა, საბოლოო პროდუქტის მოთხოვნა, შესაძლო მიწოდების მოცულობა, წარმოებული პროდუქტის სარეალიზაციო ფასი, გამოყენებული წარმოების ფაქტორების ფასები, ორგანიზაციული ერთეულების მდგომარეობა, რომლებიც მონაწილეობას იღებენ ბიზნეს-პროცესში (ფინანსური, მმართველობითი და სხვ.).

### 3. დასკვნა

მოცემულ სტატიაში შემოთავაზებულია ბიზნეს-პროცესების მათემატიკური მოდელირებისა და ოპტიმიზაციის მიდგომა, მომავლის განუსაზღვრელობისა და ცვალებადობის პირობებში, რაც არსებითია ბიზნეს-პროცესების დაპროექტებისთვის. შემუშავებული ბიზნეს-პროცესის ოპტიმიზაციის მათემატიკური მოდელი იყენებს ოპტიმიზაციის კრიტერიუმად კომპლექსურ კრიტერიუმს „შანსების რისკები“, რომელიც ერთდროულად ახდენს შანსების მაქსიმიზაციასა და რისკების მინიმიზაციას და რომელიც ყველაზე ადეკვატური გზით ასახავს მომავლის განუსაზღვრელობას გადაწყვეტილების მიღების დროს. შემოთავაზებული მოდელი საშუალებას იძლევა განხორციელდეს ბიზნეს-პროცესის მათემატიკური მოდელირება და ოპტიმიზაცია, მისი სირთულის მიუხედავად, და მათ საფუძველზე შეიქმნას პროგრამული საშუალებები ბიზნეს-პროცესების რაოდენობრივი დაპროექტებისთვის.

#### ლიტერატურა – References :

1. Surguladze G., Turkia E. (2003). Business Process Management System Design. Monograph. GTU. Tbilisi, (In\_Georgian)
2. Madera A.G. (2014). Risks and Chances: Uncertainty, Forecasting and Evaluation. M.: Krasand / URSS. (In\_Ru)
3. Porter M. (2001). The Competition. Transl. from English. M.: Publishing House “Williams”. (In\_Ru).
4. Gigch J. (1981). Applied General Systems Theory. V. 2. Transl. from English. M.: Mir. (In\_Ru).
5. Keynes G.M. (2012). The General Theory of Employment, Interest and Money. Transl. from English. M.: Gelios ARV. (In\_Ru).

## BUSINESS PROCESS MODELING AND OPTIMIZATION TASK, UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Ia Giashvili

Georgian Technical University

#### Summary

Designing business processes is impossible without their mathematical modeling and quantitative optimization, so this issue is relevant. This article discusses a quantitative approach to optimizing business processes, based on a complex odds-risk criterion, which simultaneously maximizes opportunities, minimizes risks, and most adequately reflects future uncertainty when making decisions in the context of the volatility of the economic and financial conditions, which is important when designing business processes. The developed model allows creating software tools for designing business processes in different areas of activity, regardless of their complexity.

## საწარმო-ორგანიზაციის მართვის არქიტექტურული მოდელები

მედეა თევდორაძე<sup>1</sup>, თამთა რუხაძე<sup>1</sup>, მაია სალთხუციშვილი<sup>1</sup>,

ნინო წულუკიძე<sup>1</sup>, თამაზ ალიბეგაშვილი<sup>2</sup>

medeat@gtu.ge, tamtarukhadze@gtu.ge, saltkhutsishvilimaia08@gtu.ge,

ninotsulukidze91@gmail.com, tazoalibegashvili@gmail.com

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

2-ყაზბეგის მუნიციპალიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მსხვილ საწარმოში მართვისადმი თანამედროვე მიდგომა, რომელიც დაფუძნებულია არქიტექტურული მოდელების გამოყენებაზე. განხილულია ის მიზეზი, რომლის გამო აუცილებელი გახდა აღნიშნული არქიტექტურული მოდელების. ასევე დახასიათებულია ის მიზეზები, რომლებსაც ემსახურება არქიტექტურული მოდელების შემოღება. სტატიაში დახასიათებულია საწარმოს არქიტექტურის ცნება. მოყვანილია მისი ძირითადი შემადგენელი კომპონენტები, როგორც არის: სტრატეგიის არქიტექტურა, ბიზნეს-არქიტექტურა, სისტემური არქიტექტურა. დახასიათებულია თითოეული კომპონენტის ძირითადი არსი და დანიშნულება. გაშლილია სისტემური არქიტექტურის ცნება, რომელიც თავის მხრივ მოიცავს მონაცემთა, დანართების და ტექნოლოგიურ არქიტექტურებს. განხილულია არქიტექტურული მოდელის სასიცოცხლო ციკლი. ნაშრომში დახასიათებულია საწარმოს არქიტექტურის შემუშავების მეთოდები, ეტაპები. ყოველივე აღნიშნული განიხილება არქიტექტურის სასიცოცხლო ციკლის ფონზე.

**საკვანძო სიტყვები:** ორგანიზაციის არქიტექტურა. სტრატეგიის არქიტექტურა. ბიზნეს-არქიტექტურა. იტ-ის არქიტექტურა.

### 1. შესავალი

თანამედროვე წარმოება ხასიათდება მომატებული სირთულით, როგორც წარმოების მხრივ, ასევე მართვის თვალსაზრისით, აქედან გამომდინარე აუცილებელია იტ-ის ფართო გამოყენება. ბოლო წლებში მისი როლი მნიშვნელოვნად შეიცვალა - იტ-ი პასუხისმგებელია კომპანიის ბიზნეს-პროცესების წარმატებულ მუშაობაზე. ის გახდა კომპანიის მომგებიანობის კონკურენტუნარიანობის და უწყვეტი მუშაობის აუცილებელი პირობა. ყოველივე აღნიშნულმა გაართულა კორპორაციის მართვის ამოცანები და პროცესები. გართულდა ცვლილებების განხორციელება, რამაც გამოიწვია კომპანიებში არქიტექტურის ცნების შემოღება [1]. უნდა აღინიშნოს, რომ არ არსებობს არქიტექტურის ერთიანი, უნივერსალური და სტანდარტული განმარტება, თუმცა ზოგადად კომპანიის არქიტექტურის ქვეშ იგულისხმება მისი ძირითადი კომპონენტები და მათი ურთიერთქმედება ერთმანეთთან. თავის მხრივ, არქიტექტურა მოიცავს სამ ძირითად არქიტექტურას, როგორც არის: სტრატეგიის, ბიზნესის და სისტემურ - ანუ იტ-ის არქიტექტურას [2].

### 2. ძირითადი ნაწილი

საწარმოს არქიტექტურა ტრადიციულად წარმოდგენილია შემდეგი ელემენტების სახით [3]: სტრატეგიული არქიტექტურა; ბიზნესის არქიტექტურა; სისტემური არქიტექტურა (IT - არქიტექტურა).

სტრატეგიული არქიტექტურა მოიცავს კორპორატიულ მისიასა და სტრატეგიას, რომელიც განსაზღვრავს კომპანიის განვითარების ძირითად მიმართულებებს და გრძელვადიან მიზნებსა და ამოცანებს.

ბიზნესის არქიტექტურა, მისიაზე, განვითარების სტრატეგიასა და გრძელვადიან ბიზნეს-მიზნებზე დაყრდნობით, განსაზღვრავს საჭირო ბიზნეს-პროცესებს, ინფორმაციულ და მატერიალურ ნაკადებს, აგრეთვე ორგანიზაციულ და სამტატო სტრუქტურას, რომელიც მათ უჭერს მხარს.

სისტემური არქიტექტურა (იტ-არქიტექტურა) განსაზღვრავს მეთოდოლოგიური, ტექნოლოგიური და ტექნიკური გადაწყვეტილებების ერთობლიობას საწარმოს საქმიანობისათვის ინფორმაციული მხარდაჭერის უზრუნველსაყოფად, რაც განისაზღვრება მისი ბიზნესის არქიტექტურით და მოიცავს: პროგრამების (დანართების) არქიტექტურას, მონაცემთა არქიტექტურასა და ტექნიკურ არქიტექტურას.

პროგრამების (დანართების) არქიტექტურა, თავის მხრივ, მოიცავს: თავად გამოყენებით პროგრამებს, რომლებიც ხელს უწყობენ ბიზნეს-პროცესების განხორციელებას; გამოყენებითი სისტემების ურთიერთქმედების ინტერფეისებს ერთმანეთთან და გარე სისტემებთან, მონაცემთა წყაროებთან ან მომხმარებლებთან; პროგრამების შემუშავებისა და მხარდაჭერის ინსტრუმენტებს და მეთოდებს.

მონაცემთა არქიტექტურა მოიცავს: მონაცემთა ბაზებსა და მონაცემთა საცავებს; მონაცემთა ბაზების ან მონაცემთა საცავების მართვის სისტემებს; მონაცემებზე წვდომის უფლებამოსილების წესებსა და საშუალებებს.

ტექნიკური არქიტექტურა შედგება ქსელის და პლატფორმების არქიტექტურისგან. ქსელის არქიტექტურა მოიცავს: ლოკალურ და რეგიონულ კომპიუტერული ქსელებს; საკომუნიკაციო ოქმებს, სერვისებსა და დამისამართების სისტემებს, რომლებიც გამოიყენება ქსელებში; საგანგებო სიტუაციებისთვის გეგმებს საგანგებო პირობებში ქსელების უწყვეტი მუშაობის უზრუნველსაყოფად. პლატფორმის არქიტექტურა მოიცავს:

აპარატურულ საშუალებებს (კომპიუტერული ტექნიკა) - სერვერებს, სამუშაო სადგურებს, დამაგროვებლებს და სხვა კომპიუტერულ ტექნიკას; ოპერაციულ და მართვის სისტემებს, უტილიტებს და საოფისე პროგრამულ უზრუნველყოფის სისტემებს; საგანგებო სიტუაციებისთვის გეგმებს აპარატურის (ძირითადად, სერვერების) და მონაცემთა ბაზების უწყვეტი მუშაობის უზრუნველსაყოფად.

საწარმოს არქიტექტურის შექმნის პროცესი საკმაოდ რთულია. საწარმოს არქიტექტურის აგების ძირითადი ნაბიჯებია: არქიტექტურის აგების აუცილებლობის გააზრება; სამუშაო ჯგუფის შექმნა; სამოდელი გარემოს, მოდელირების საშუალებებისა და რეპოზიტორის არჩევა; გარემოს შევსება ფაქტობრივი მასალით (არქიტექტურის ფორმირება); გამოყენება; გაფართოება და მხარდაჭერა (თანხლება) [4]. გასათვალისწინებელია, რომ სამუშაო ჯგუფში უნდა შედიოდეს შედარებით ახალი როლის მონაწილე - არქიტექტორი, რომელიც სინამდვილეში არის არქიტექტურული ცვლილებებისთვის ამოცანების მომწოდებელი როგორც შეცვლილი გარე პირობებიდან, ასევე არსებული ნაკლოვანებების გააზრებიდან გამომდინარე.

ბიზნეს-არქიტექტურის შექმნა შეიძლება შედგებოდეს შემდეგი ნაბიჯებისაგან [5]:

**ბიჯი 1.** საწარმოსთვის კრიტიკულად მნიშვნელოვანი პროცესების გამოყოფა (როგორც წესი არაუმეტეს 8 პროცესისა). სასურველია საწარმოს არქიტექტურაში იმ კვანძოვანი პროცესების ჩართვა, რომლებიც მაქსიმალურ გავლენას ახდენენ ორგანიზაციის უნარზე რეალიზაცია გაუკეთოს თავის მისიას, მიაღწიოს მიზნებს, შეასრულოს ძირითადი ფუნქციები და ასევე პროცესების, რომლებიც ავლენენ ახალ შესაძლებლობებს, მაგალითად, აჩენენ მომსახურების მიღწევის ახალ შესაძლებლობებს; არსებული პროცესები, რომლებიც ამ მომენტისათვის ცუდად სრულდება და წარმოადგენენ კლიენტების უარყოფითი დამოკიდებულების მიზეზს; პროცესები, რომლებშიც არსებობს ეკონომიის შესაძლებლობები;

**ბიჯი 2.** კავშირის დამყარება პროცესებსა და ბიზნეს-სტრატეგიას, მამოძრავებელ ძალებსა და კრიტიკულად მნიშვნელოვანი წარმატების ფაქტორებს შორის. ამის განხორციელება შესაძლებელია ურთიერთკავშირების მატრიცის საშუალებით;

**ბიჯი 3.** კვანძოვანი ბიზნეს-პროცესებისათვის მაღალი დონის მოდელების აგება. აქ შესაძლებელია გარკვეული ნაბიჯების გამოყოფა, მაგრამ მათი რაოდენობა არ უნდა აღემატებდეს რვას;

**ბიჯი 4.** წინა ეტაპზე იდენტიფიცირებული ნაბიჯებისათვის განისაზღვროს თითოეულ ნაბიჯზე პასუხისმგებელი პირი. ეს შეიძლება იყოს ფუნქციონალური ქვეგანყოფილება ორგანიზაციის შიგნით, პარტნიორი, კლინენტი და ა.შ.;

**ბიჯი 5.** იდენტიფიცირება და დოკუმენტირება ჩაუტარდეს ინფორმაციული ობიექტების ძირითად კატეგორიებს.

როგორც ჩანს არქიტექტურის შექმნის პროცესში გამოიყენება შეზღუდული რაოდენობის მაღალი დონის მოდელები. მოდელების ეს მცირე რაოდენობა, მათი კავშირების გაგება კვანძოვან ფაქტორებსა და წარმატების ფაქტორებთან, საშუალებას იძლევა მთლიანობაში გაგებულ იქნას ორგანიზაციის საქმიანობა და იტ-რესურსების გამოყენება.

შემდეგ მაგალითისთვის მოყვანილია ბიზნეს-მოდელი - ანუ ბიზნეს-სისტემის წარმოდგენა ცხრა სტრუქტურული ბლოკის სახით, რომლებსაც გააჩნიათ ბიზნესისათვის საკვანძო მნიშვნელობა:

1. სამომხმარებლო სეგმენტები (მოხმარებლები, რომლებზედაც ორიენტირებულია ბიზნესი);
2. ფასეული წინადადება (კლიენტებისათვის შეთავაზების უნიკალურობა, გამანსხვავებელი ნიშანთვისებები);
3. მიწოდების არხები (გზები, რომლითაც კლიენტებს მიეწოდებათ წინადადება);
4. ურთიერთდამოკიდებულება კლიენტებთან (კომუნიკაცია კლიენტებთან და მათი მხარდაჭერა);
5. შემოსავლების ნაკადები (შემოსავლების მიღების ძირითადი არხები);
6. კვანძოვანი რესურსები (კვანძოვანი რესურსების არსებობა, რომელიც აუცილებელია კვანძოვანი მომხმარებლისათვის ფასეული წინადადების მისაწოდებლად);
7. საქმიანობის კვანძოვანი სახეობები (რომელი საქმიანობა უნდა იყოს კვანძოვანი, რათა ორგანიზაცია წარმატებულად მუშაობდეს);
8. კვანძოვანი პარტნიორები (პარტნიორების დადგენა);
9. დანახარჯების სტრუქტურა (ძირითადი დანახარჯების მიმართულებები).

უნდა არინიშნოს, რომ საწარმოს არქიტექტურის შექმნის პროცესს თან ახლავს საკმაოდ სერიოზული სირთულეები: სამუშაო ჯგუფის მიერ უფლებამოსილების მიღება, განმანახორციელებელი პერსონალი, აუცილებელი ბიუჯეტი, რესურსების არსებობა, გავლენა მიმდინარე ან შესრულებად პროექტებზე.

საწარმოს არქიტექტურის მომხმარებლები წარმოადგენენ სპეციალისტებისა და მენეჯერების საკმაოდ ფართო აუდიტორიას: ინფორმაციული სისტემების სფეროს პროფესიონალები, რომლებიც მონაწილეობენ შესაბამის კორპორაციულ პროექტებში, საწარმოსთვის მნიშვნელოვანი პროგრამების შესაქმნელად; სისტემური არქიტექტორები, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან ცალკეული ინფორმაციული სისტემების არქიტექტურის შექმნაზე; ბიზნეს-ანალიტიკოსები, რომლებიც წარმართავენ ორგანიზაციული სტრუქტურების და ბიზნეს-პროცესების შემუშავების პროცესს; ხელმძღვანელები, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან ბიზნესისთვის პრობლემებისა და შესაძლებლობების სისტემატური, სტრუქტურიზებული ანალიზით, რომელიც ჩნდება ბიზნესის წინაშე.

საწარმოს არქიტექტურა უნდა განიხილებოდეს დინამიკაში [6]. ამ შემთხვევაში საწარმოს არქიტექტურა წარმოადგენს - ლოგიკურად დაკავშირებული მოქმედებების ერთიანი გეგმასა და



კოორდინირებული პროექტების ერთობლიობას, რომელიც საჭიროა არსებული არქიტექტურის გადასაყვანად იმ მდგომარეობაში, რომელიც განისაზღვრება როგორც მრავალწლიანი მიზანი და დაფუძნებულია მიმდინარე და დაგეგმილ ბიზნეს-მიზნებზე და ორგანიზაციის ბიზნეს-პროცესებზე. ამიტომ, ორგანიზაციის არქიტექტურა ზოგადად აღიწერება შემდეგი პუნქტებით: კომპანიის ფორმულირებული მისია და სტრატეგია, სტრატეგიული მიზნები და ამოცანები; ბიზნეს-არქიტექტურა მიმდინარე (as is) და დაგეგმილ (to be) მდგომარეობაში; სისტემური არქიტექტურა მიმდინარე (as is) და დაგეგმილ (to be) მდგომარეობაში; მიმდინარე მდგომარეობიდან დაგეგმილში გადასვლის ღონისძიებების და პროექტების გეგმები.

არსებული მდგომარეობიდან არქიტექტურის გადაყვანას სასურველ მდგომარეობაში უწოდებენ მიგრაციას. ვინაიდან, არსებობს არქიტექტურის დროში განსხვავებული მდგომარეობები, შემოდის ცნება - არქიტექტურის სასიცოცხლო ციკლი, რომელიც შედგება შემდეგი ფაზებისაგან: საწყისი დოკუმენტირება, გამოყენება, დაპროექტება, მიგრაცია [7].

აქ აუცილებლად უნდა გაკეთდეს გარკვეული შენიშვნები: მიგრაციის ფაზის დასრულებისას მთელი პროცესი მეორდება, თუმცა შემდეგი იტერაცია იწყება გამოყენების ფაზიდან. საწყისი დოკუმენტირების ფაზა შეიძლება არ არსებობდეს - დამუშავება არქიტექტურის შეიძლება იწყებოდეს პირდაპირ დაპროექტებით.

შემუშავებულია ცნობილი არქიტექტურის აღწერის მოდელები და მეთოდები: Zachman და Gartner, META Group და TOGAF, "NASCIO."4 + 1" და SAM მოდელები; Microsoft-ის მეთოდიკა და სხვ. თუ გადავხედავთ მიზნებს, რომლებიც ხორციელდება საწარმოს არქიტექტურის აღწერის სხვადასხვა მიდგომებით, წარმატებულ, სწორ მეთოდებში, ბევრ საერთო რამეს ვნახავთ:

- შესასწავლი ობიექტის (საწარმო და მისი საინფორმაციო სისტემები) ანალიზისთვის მრავალი ხედვის წერტილის გამოყენება, იმისათვის რომ „დავყოთ და ვიბატონოთ“. რეალური სამყაროს ობიექტურ სირთულესთან ბრძოლის პროცესში. მნიშვნელოვანია გვესმოდეს, რომ არც ერთი თვალსაზრისი არ არის საკმარისი მთლიანობის გასაგებად;

- სინთეზის პროცესის მხარდასაჭერად, ყველა მოდელი, რომელიც შედის არქიტექტურაში, უკავშირდება სხვა მოდელებს. ისინი ან უფრო დეტალური დეკომპოზიციას ან დაკავშირებული ერთამენთან წარმოდგენები. კავშირების სიმდიდრე მოდელებს შორის პირდაპირ განსაზღვრავს არქიტექტურის ხარისხს.

### 3. დასკვნა

საწარმოს არქიტექტურა არის დინამიური და მმლავრი ინსტრუმენტი, რომელიც ეხმარება ორგანიზაციას საკუთარი სტრუქტურის და იმის გააზრების პროცესში, თუ როგორ უნდა შეასრულონ სამუშაო და ფუნქციები.

როგორც წესი, საწარმოს არქიტექტურა საკმაოდ ვრცელი მოდელების ნაკრების ფორმას იღებს, რომელიც აღწერს საწარმოს სტრუქტურასა და ფუნქციებს. ამ მოდელების გამოყენების მნიშვნელოვანი სფეროა ინფორმაციული ტექნოლოგიის დაგეგმვის პროცესის სისტემატიზაცია და გადაწყვეტილების მიღების პროცესის საუკეთესო პირობების შექმნა.

საწარმოს არქიტექტურის ცალკეული მოდელები ლოგიკურად არის ორგანიზებული ისე, რომ ერთობლივად წარმოადგენენ საწარმოს შესახებ ინფორმაციას სულ უფრო მზარდი დეტალიზაციის დონით - მისი მიზნების და ამოცანების, განხორციელებული კორპორატიული პროგრამების და ორგანიზაციული სტრუქტურის, სისტემებისა და მონაცემების, გამოყენებული ტექნოლოგიების და ყველა სხვა საინტერესო სფეროს შესახებ. IT-არქიტექტურა და მისი აგების პრინციპები, ერთის მხრივ, დამოკიდებულია საერთო სტრატეგიულ გეგმებზე, ორგანიზაციის ბიზნეს-საჭიროებებზე, ორგანიზაციის საქმიანობაში IT-ის როლის ზოგად ხედვაზე, და მეორეს მხრივ, განსაზღვრავს მრავალ ასპექტს, როგორცაა კაპიტალური ხარჯების დაგეგმვის მიღებული პრაქტიკა, სისტემების სასიცოცხლო ციკლის უზრუნველყოფა და ა.შ.

საწარმოს კარგი არქიტექტურა უზრუნველყოფს ორგანიზაციის შესახებ ფაქტების დაბალანსებულ ანალიზს და ხელმძღვანელობას აძლევს შესაძლებლობას, შეისწავლოს თავისი ორგანიზაცია და მისი ფუნქციონირება, ეხმარება მათ ახალი სტრატეგიის ფორმულირებასა და განვითარების დაგეგმვის პროცესში, განსაზღვრავს მიმართულებას, რათა ორგანიზაცია შეესაბამებოდეს მუდმივად ცვალებად პირობებსა და პრიორიტეტებს. საწარმოს კარგი არქიტექტურა უზრუნველყოფს ცვლილებებზე რეაქციის სისწრაფეს და მოქნილობას, რაც აისახება შესაბამის ორგანიზაციულ ფორმებში, პროცესებში, სისტემებში, ინფორმაციასა და გამოყენებითი სისტემების პორტფელში.

#### ლიტერატურა – References:

1. Winter R (2016). Establishing «architectural thinking» in organizations / R. Winter // Proceedings of 9<sup>th</sup> IFIP WG 8.1 Working Conference on the Practice of Enterprise Modeling (PoEM 2016, 8 November). — Skovde, Sweden, (Lecture Notes in Business Information Processing 267: 3-82016)
2. Gampfer F., Jürgens A., Müller M., Buchkremer R. (2018). Past, current and future trends in enterprise architecture - A view beyond the horizon // Computers in industry. - T. 100. - pg. 70-84.
3. Liubushin N.P., Karpichev V.Y., Babicheva N.E. (2018). Architecture of enterprise. „KnoRus“
4. Kudriavtsev D.V., Arzumanyan M.Y. (2017). Architecture of enterprise: pass form IT-infrastructure development to transformation of business. Magazine of Management. T. 15. № 2. pp. 193-224 (in Rus)
5. Kudriavtsev D.B. (2015). Business architecture: components, applyment, instruments of modeling. Scientific articles of XVIII Russian scientific-practical conference (Moscow State University of Economics, statistics and informatics. 21-24 April.T.1.-M
6. Labusch N. (2013). Towards a Conceptualization of Architectural Support for Enterprise Transformation. Proceedings of the European Conference on Information Systems (ECIS). — Utrecht, Netherlands
7. Lankhorst M. (2013). Enterprise Architecture at Work. Modeling, Communication, Analysis//Springer-Verlag.

## ARCHITECTURAL MODELS OF ENTERPRISE MANAGEMENT

Medea Tevdoradze<sup>1</sup>, Tamta Rukhadze<sup>1</sup>, Maia Saltkhutsishvili<sup>1</sup>,  
Nino Tsulukidze<sup>1</sup>, Tamaz Alibegashvili<sup>2</sup>

medeat@gtu.ge, tamtarukhadze@gtu.ge, saltkhutsishvilimaia08@gtu.ge,  
ninotsulukidze91@gmail.com, tazoalibegashvili@gmail.com

1-Georgian Technical University,  
2-Kazbegi Municipality

#### Summary

The present paper discusses a modern approach to management based on the use of architectural models. In this connection the concept of enterprise architecture is characterized. Its main components are given, the main essence and purpose of each component are described. The concept of system architecture is extended, which in turn includes data, attachments and technological architectures. The life cycle of the architectural model is discussed. The paper describes the methods and stages of development of the architecture of the enterprise. The results obtained by the use of architectural models are discussed.

## ბიზნეს-პროცესების იდეოლოგიის დანერგვა უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში

მედია თევდორაძე, ნინო ლოლაშვილი, ანასტასია ბაჯიაშვილი,

ლილი ლობჯანიძე, თეონა ობოლაშვილი

medeat@gtu.ge, n.lolashvili@gtu.ge, n.bajashvili@gtu.ge,

lobzhanidzeli08@gtu.ge, t.obolashvili@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია ბიზნესპროცესების მართვის (BPM) იდეოლოგიის დანერგვის საკითხები უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში (უსდ). აღნიშნულია, რომ დღეს საზოგადოებას გააჩნია მაღალი მოთხოვნები უმაღლესი განათლების მიმართ, ამ შემთხვევაში სულ უფრო და უფრო იზრდება კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფის აუცილებლობა. ზუსტად ბიზნეს-პროცესების მართვის იდეოლოგიის დანერგვა უსდ-ში უზრუნველყოფს მისი მუშაობის ეფექტიანობის ამაღლებას, ამცირებს დროით და მატერიალურ დანახარჯებს. ამასთან ერთად ზრდის უდს-ის კონკურენტუნარიანობას. აღნიშნულია, რომ უსდ-ში მაღალი დონის ხარისხის მომსახურების გაწევა შესაძლებელია მხოლოდ ბიზნეს-პროცესების დანერგვითა და ინფორმაციული და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების საყოველთაო გამოყენებით. თავის მხრივ, BPM-იდეოლოგიის დანერგვა გულისხმობს ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზაციას.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიზნესპროცესი. მართვა. იდეოლოგია. უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულება.

### 1. შესავალი

დღეს ბიზნესპროცესების მართვის (BPM) იდეოლოგიის დანერგვის საკითხები უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში ფრიად აქტუალურია შემდეგი მიზეზების გამო. საქართველოში უსდ-ის ფუნქციონირებაზე და მენეჯმენტზე გავლენას ახდენს შემდეგი სამი ძირითადი ფაქტორი: სახელმწიფოს მოქმედებები, რომელიც მიმართულია განათლების მოდერნიზაციაზე, საბაზრო ურთიერთობების არსებობა განათლების სფეროში და ქვეყნის განათლების სისტემის ჩართვა მსოფლიო განათლების სისტემაში.

ამ შემთხვევაში სულ უფრო და უფრო იზრდება კონკურენტუნარიანობის უზრუნველყოფის აუცილებლობა. ზუსტად ბიზნეს-პროცესების მართვის იდეოლოგიის დანერგვა უსდ-ში უზრუნველყოფს მისი მუშაობის ეფექტიანობის ამაღლებას, ამცირებს დროით და მატერიალურ დანახარჯებს. ამასთან ერთად ბიზნეს-პროცესების იდეოლოგიის დანერგვა ზრდის უდს-ის კონკურენტუნარიანობას.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ბიზნესპროცესი - განმეორებადი ქმედებების (ფუნქციების) დაკავშირებული ნაკრებია, რომლებიც წინასწარ დადგენილი წესების თანახმად გარდაქმნის საწყის მასალას და ინფორმაციას საბოლოო პროდუქტად (შედეგად), რომელიც ფასეულობა მომხმარებლისათვის [1].

ყოველ ბიზნესპროცესს აქვს თავისი საზღვრები, ჰყავს საბოლოო მომხმარებელი და თავისი მფლობელი. ნებისმიერ ბიზნესპროცესს აქვს შესასვლელი, გამოსასვლელი, მმართველობა და რესურსები. შესასვლელზე მიეწოდება მასალა ან ინფორმაცია, რომელიც გამოიყენება ან გარდაიქმნება ბიზნესპროცესის საშუალებით შედეგის მისაღებად. გამოსასვლელზე მიიღებენ ამა თუ იმ სახის პროდუქტს ან ინფორმაციას, რომელიც დამუშავდა ბიზნეს-პროცესით. ბიზნეს-პროცესს შედეგის გარეშე, რომელსაც ყავს მომხმარებელი, აზრი არ აქვს. მმართველობა წარმოადგენს წესების, ტექნოლოგიების, პროცედურების ან სტანდარტების ერთობლიობას,

რომლითაც ხელმძღვანელობს ბიზნეს-პროცესი. რესურსებია საწარმოს პერსონალი, მოწყობილობა, ინსტრუმენტები და ა.შ..

არსებობს ბიზნეს-პროცესების ორი ტიპი: ძირითადი და მხარდაჭერი. რიგ შემთხვევაში მხარდაჭერი პროცესებიდან გამოყოფენ მენეჯერულს: ძირითადი - ბიზნეს-პროცესები, რომლებიც კომპანიის მთავარ ბიზნესს და ძირითადი შემოსავლების ნაკადს ქმნის; მენეჯერული - ბიზნეს-პროცესები, რომლებიც აკონტროლებს სისტემის მუშაობას; მხარდაჭერი - ბიზნეს-პროცესები, რომლებიც ემსახურება ძირითად ბიზნეს-პროცესებს, მაგალითად: ბუღალტრული აღრიცხვა, მუშახელის დაქირავება, ტექნიკური დახმარება, მარკეტინგი. ბიზნეს-პროცესების ძირითადი ამოცანებია: ოპერაციების თანმიმდევრული შესრულება, რათა თავიდან აცილებულ იქნას მწყობრიდან გამოსვლა მოქმედებების მთელ ჯაჭვში; ოპერაციების შესრულების მაქსიმალური სიჩქარის უზრუნველყოფა; დუბლირებული ან ზედმეტი ოპერაციების იდენტიფიცირებისა და აღმოფხვრის მხარდაჭერა; ყველა მონაწილის მიერ ოპერაციების შესრულება კონკრეტულ დროში უწყვეტი საქმიანობის უზრუნველსაყოფად.

კომპანიებში არსებობს სხვადასხვა ტიპის პროცესი, რომლებიც შეიძლება ერთმანეთზე იყოს დამოკიდებული და ამავე დროს მრავალფეროვნებით განსხვავდებოდეს. მათი განმასხვავებელი პარამეტრებია: საქმიანობის სახეობა, შესრულების ტიპი, ღირებულების შექმნა, კომპლექსურობა, მაკრო- ან მიკრო-ხასიათი, კომერციული წარმატება. ბიზნეს-პროცესს აქვს თავისი სასიცოცხლო ციკლი, რომელიც შედგება შემდეგი ეტაპებისგან: პროცესის დამუშავება, პროცესის შესრულება, პროცესის მონიტორინგი (შეფასება/ანალიზი) და შეფასება/ანალიზის შედეგებზე რეაგირება (ნახ.1).

როდესაც ორგანიზაცია გადადის პროცესულ მიდგომაზე, ის უნდა დაეყრდნოს BPM-კონცეფციას. BPM (Business Process Management - ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტი) კი არის სისტემური მიდგომა ავტომატიზებული პროცესის ასახვის, შესრულების, დაპროექტების, დოკუმენტირების, გაზომვის, მონიტორინგისა და კონტროლისთვის კომპანიის მიზნების და ბიზნესის სტარტეგიის მისაღწევად.



ნახ.1. ბიზნეს-პროცესების სასიცოცხლო ციკლი

BPM-ი არის ორგანიზაციის პროცესული მართვის კონცეფცია, რომელიც განიხილავს ბიზნეს-პროცესებს, როგორც საწარმოს სპეციალურ რესურსებს, რომლებიც მუდმივად ადაპტირებადია ცვლილებების მიმართ [2]. ამ კონცეფციის ძირითადი პრინციპებია ბიზნეს-პროცესების გასაგები ხასიათი და გამჭვირვალობა. ეს კი მიიღწევა პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით ბიზნეს-პროცესების მართვისთვის, სიმულაციისთვის, მონიტორინგისთვის, მოდელირებისა და ანალიზისთვის, პერსონალის ძალებით და პროგრამული სისტემების გამოყენებით ბიზნეს-პროცესების მოდელის დინამიური გადაწყობით. ბიზნეს-პროცესის მენეჯმენტი არის ორგანიზაციის მართვის ხერხი, რომლის დროსაც საქმიანობა განიხილება, როგორც ურთიერთდაკავშირებული პროცესების



ერთობლიობა, რომელიც მიზნად ისახავს მიზნობრივი შედეგის (პროდუქტის ან მომსახურების) შექმნას, რომელიც მომხმარებლისთვის მნიშვნელოვანია და მოაქვს შემოსავლი ორგანიზაციისთვის. მენეჯმენტის სხვა მეთოდებისგან ის განსხვავდება იმით, რომ საქმიანობის შედეგი არ ფასდება ცალკეული ფუნქციების შესრულების ხარისხით ორგანიზაციის თითოეული დეპარტამენტის მიერ, არამედ ერთობლივი შედეგის მიხედვით, რომელიც მიიღება ყველა ფუნქციის შესრულების დროს ფასეულობის შექმნის ყველა ჯაჭვში. ეს მიიღწევა პროცესების სწორად ორგანიზებით რაც გამოიხატება დანახარჯების შემცირებაში ფუნქციონალური ქვეგანყოფილების ურთიერთქმედების დროს. ამრიგად, BPM-ის მთავარი მიზანია მართვის სისტემის ეფექტურობის ამაღლება. BPM-სისტემა ჩვეულებრივ შეიცავს ძირითადი ფუნქციონალური მოდულების შემდეგ ნაკრებს [3]: 1. ბიზნეს-პროცესების რეპოზიტარი - საქმიანი პროცესების აღწერის საცავი, რომელიც უზრუნველყოფს ყველა დაინტერესებული პირის ერთობლივ მუშაობას; 2. ბიზნეს-პროცესების მოდელირების ინსტრუმენტი - არის ვიზუალური პროგრამა, რომელიც საშუალებას იძლევა აისახოს ბიზნეს-პროცესები ზოგადად მიღებული ნოტაციით; 3. ბიზნესის წესების გამართვის საშუალება - დამუშავების გარეშე, რომელიც საშუალებას იძლევა აღიწეროს ბიზნეს-პროცესის დეტალური წესები. მაგალითად, ალგორითმები კონკრეტული ამოცანების შემსრულებლების შერჩევის, შეტანილი მონაცემების სისწორეზე შემოწმების, გარე სისტემებთან შეპირაპირების და ა.შ. ალგორითმები; 4. ბიზნეს-პროცესების დონეზე, რომლებიც სრულდება BPM სისტემაში, კომპანიაში გამოყენებული ინფორმაციული სისტემების ინტეგრაციის საშუალებები; 5. სამუშაო პორტალი - გარეშე, რომელშიც ბიზნეს-პროცესებში ჩართული მომხმარებლები იღებენ და ასრულებენ თავიანთ დავალებებს; 6. ანალიზისა და ანგარიშების ფორმირების საშუალებები - ოპერატიული და ანალიტიკური ანგარიშების სისტემა, რომელიც ფორმირდება ბიზნეს-პროცესების მიმდინარე სტატუსის და შედეგების მიხედვით.

თავად BPM მიდგომა მჭიდროდ უკავშირდება BPMS - Business Process Management System/Solution (ბიზნეს-პროცესის მართვის სისტემა/გადაწყვეტილება) - BPM-ის ტექნოლოგიურ შემდგენს. ამ თვალსაზრისით, BPM არის ინტეგრირებული ინსტრუმენტების კომპლექტი, რომელიც საშუალებას იძლევა ჩატარდეს პროცესების მოდელირება, ავტომატურად შესრულება და გაკონტროლდეს მათი ეფექტიანობა. მნიშვნელოვანია, რომ BPMS არ არის ცალკე დამოუკიდებელი სისტემა, რომელსაც შეუძლია შექმნას საწარმოს საინფორმაციო ინფრასტრუქტურა. ამ თვალსაზრისით, BPMS არის ინტეგრაციის საშუალება, რომელიც უზრუნველყოფს სხვადასხვა კორპორატიული სისტემებისა და აპლიკაციების ურთიერთქმედებას და, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია BPM-ის იდეოლოგიის თვალსაზრისით, ასევე ადამიანების რომლებიც მუშაობენ ამ დანართებთან. ერთერთ პერსპექტიულ მიმართულებას BPM-ის იდეოლოგიის დასაწინააღმდეგებს წარმოადგენს უმაღლესი განათლება [4]. ამ შემთხვევაში უსდ-ის საქმიანობის მართვა უნდა იყოს განხილული როგორც ბიზნეს-პროცესების მართვა. ამასთან ერთად უსდ-ში ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენება ბიზნეს-პროცესების სრულყოფისათვის წარმოადგენს ერთ-ერთ ინსტრუმენტს უსდ-ის კონკურენტუნარიანობის ასამაღლებლად. ცნობილია, რომ უსდ-ის ხარისხის საყოველთაო მენეჯმენტში (Total Quality Management - TQM) ერთ-ერთ მნიშვნელოვან დებულებას წარმოადგენს პროცესებზე-ორიენტირებული მიდგომა. შესაბამის სტანდარტში ISO 9000:2000 აღინიშნება, რომ შედეგი უკეთ მიიღწევა, თუ უსდ-ში სხვადასხვა საქმიანობის სახეები იმართება როგორც პროცესები. ამას მოყვება იმის აუცილებლობა, რომ უსდ-ში უნდა აღიწეროს ყველა მნიშვნელოვანი პროცესი და განისაზღვროს მათი მიზნები, დადგინდეს ამ პროცესებზე პასუხისმგებელი პირთა სია, განხორციელდეს ამ პროცესების ნორმატიული რეგულირება. პროცესული მიდგომის დანერგვის დროს მთავარ მოქმედებებს წარმოადგენს იმ ძირითადი პროცესების დადგენა, რომლებიც მიმდინარეობს უსდ-ში, მათი გაერთიანება პროცესების

რეესტრში და ამ პროცესების ურთიერთქმედების სქემის შედგენა. უსდ-ის პროცესების ერთობლიობის გრაფიკული აღწერა იძლევა მათი გამსხვილებული კლასიფიკაციის, თანმიმდევრობის და ურთიერთქმედების წერტილების დადგენის საშუალებას. ამასთან ერთად, მიშენლოვანია ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზაციის ჩატარება [5].

### 3. დასკვნა

როგორც ცნობილია, ბიზნეს-პროცესის შექმნა ძლიერ დამოკიდებულია მენეჯერების ცოდნაზე გამოცდილებაზე, ინტუიციასზე, აქ არ არსებობს მზა რეცეპტები და თითოეული უსდ-მა თავად უნდა გადაწყვიტოს, თუ რა ბიზნეს-პროცესებით იქნება წარმოდგენილი მისი საქმიანობა. ბიზნეს-პროცესების სისტემის დანერგვა განათლების სისტემაში იძლევა შემდეგ უპირატესობებს: სწრაფად ხდება რეაგირება ცვლილებებზე; მცირდება პროცესების შესრულების დრო ხარისხის ზრდასთან ერთად; შესაძლებელია ოპერაციული ეფექტიანობის შეფასება; უზრუნველყოფილია ოპერაციების შეთანხმებულობა; მცირდება დანახარჯები და პროცესების ღირებულება; ყველა თანამშრომელი ორიენტირებული პროცესების შედეგებზე

### ლიტერატურა – References:

1. Varzunov And.V., Torosjan E. K, Sazheneva L. P. (2016). Analiz and management of business processes / SPb: University ITMO, 112 pg.
2. Kiikova E.V. (2013). Recourse supply of activity. Modern problems of science and education. №6, pg. 395
3. Repin V.V. (2013) Business-processes. Modeling, introduction, management. Mann, Ivanov and Ferber. M
4. Ovsianikova G.L., Kiikova E.V., Lapik K.V., Drozdova E.A. (2013). Management of activity of University on the base of process approach. The territory of new possibilities. Vladivostok State University of economics and service. №3(21), pg.40-52
5. Kiikova E.V. (2012). Perfection of supply sub-systems of University on the base of information technologies. Scientific proceedings Sworld. T.31 №4, pg. 29-32

## INTRODUCTION OF BUSINESS-PROCESSES IDEOLOGY IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Medea Tevdoradze, Nino Lolashvili, Anastasia Bajiashvili,  
Lili Lobzhanidze, Teona Obolashvili

medeat@gtu.ge, n.lolashvili@gtu.ge, n.bajiashvili@gtu.ge,  
lobzhanidzelili08@gtu.ge, t.obolashvili@gmail.com

Georgian Technical University

### Summary

The report discusses introduction of the Business Process Management (BPM) ideology in the higher education institutions (HEI). It is underlined that today the society has high demands concerning high education - in this case the need of competitiveness is growing more and more. Introduction of the business process management ideology in the HEI will increase the efficiency of its work, reduce time and material costs. In addition, the introduction of business process ideology increases the competitiveness of HEI. It is noted that the providing of high quality education is possible only through the introduction of business processes and the universal usage of information and communication technologies at high educational institution. In turn, the introduction of BPM-ideology implies the automation of business processes.

## ბიზნესპროცესების რეინჟინირინგი უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში

მედეა თევდორაძე, მაია სალთხუცშვილი, თეონა ჭილაძე,

მარიამ კაპანაძე, სამსონ დარჩია

medeat@gtu.ge, saltkhutsishvilimaia08@gtu.ge, t.chigladze@gtu.ge,

kapanadze.mariam@gmail.com, darchiasamson@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულების წარმატების შესაძლებლობა ბიზნესპროცესების დანერგვით. უმაღლეს სასწავლებელში შეიძლება იყოს გამოყოფილი სასწავლო პროცესთან დაკავშირებული მაღალი დონის ძირითადი ბიზნესპროცესი. შემდეგ შესაძლებელია აღნიშნული ბიზნესპროცესის დაყოფა შესაბამის ქვე-პროცესებად. პროცესული მიდგომის დანერგვის დროს მთავარი მოქმედებაა ძირითადი პროცესების დადგენა და კლასიფიკაცია, მათი შემდგომი გაერთიანება პროცესების რეესტრში და მათ შორის კავშირების სქემის შემუშავება. თუ პროცესები მოითხოვს სერიოზულ ცვლილებებს, მაშინ უნდა ჩატარდეს პროცესების რეინჟინირინგი. ნაშრომში მოყვანილია ის სფეროები, რომლებიც შეიძლება გახდეს რეინჟინირინგის ობიექტი უსდ-ში. ასევე დახასიათებულია მოდელირების როლი ამ პროცესებში.

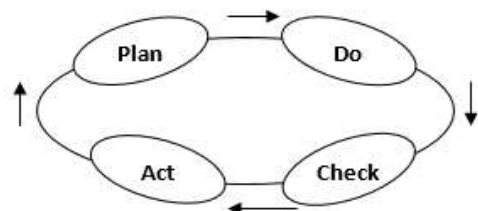
**საკვანძო სიტყვები:** უმაღლესი სასწავლო დაწესებულება. ბიზნესპროცესი. რეინჟინირინგი.

### 1. შესავალი

თანამედროვე უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებებში (უსდ) წარმატება შეიძლება იყოს უზრუნველყოფილი მასში ბიზნესპროცესების დანერგვით [1]. ამ შემთხვევაში მართვა შეიძლება იყოს განხილული როგორც ბიზნესპროცესების მართვა. კიდევ ერთერთი უმნიშვნელოვანესი მიმართულება უმაღლესი სასწავლებლის პროცესების განვითარებაში არის პირობების შექმნა სრული ელექტრონულ განათლებაზე გადასასვლელად. საგანმანათლებლო მულტიმედია პროგრამების, სასწავლო კურსების და ელექტრონული სახელმძღვანელოების, დისტანციური სწავლება და ინტერნეტ-განათლება, ელექტრონული ბიბლიოთეკები - ანუ ინფორმაციული ტექნოლოგიების სრულმასშტაბიანი გამოყენება საგანმანათლებლო პროცესებში მნიშვნელოვნად ზრდის უსდ-ის ბიზნესპროცესების ხარისხს [2].

### 2. ძირითადი ნაწილი

პირველი რიგის ამოცანა მართვის პროცესულ ორიენტაციაზე გადასვლის დროს არის ბიზნესპროცესების დაპროექტება [3]. ბიზნესპროცესები შეიძლება იყოს წარმოდგენილი დეტალიზაციის სხვადასხვა დონით. აქედან გამომდინარე, უმაღლეს სასწავლებელში ჯერ უნდა იყოს გამოყოფილი სასწავლო პროცესთან დაკავშირებული მაღალი დონის ბიზნესპროცესი. სხვადასხვა სპეციალობების და სწავლის დონეების მიხედვით ეს შეიძლება იყოს შემდეგი ძირითადი ბიზნესპროცესი, რომელიც შედგება გარკვეული ქვე-პროცესებისაგან: სასწავლო პროცესის დაგეგმვა, სასწავლო პროცესის განხორციელება, სასწავლო პროცესის მონიტორინგი/ კონტროლი, კონტროლის შედეგების ანალიზი და ანალიზის შედეგებზე რეაგირება. სასწავლო ბიზნესპროცესის ამ სახით წარმოდგენა აკმაყოფილებს დემინგი-შუხარდის სქემას - PDCA (Plan-Do-Check-Act) (ნახ.1).



ნახ.1. დემინგი-შუხარდის სქემა

შემდეგ თითოეული ქვე-პროცესი შეიძლება იყოს დაყოფილი ქვე-ნაწილებად: მაგალითად დაგეგმვის ქვე-პროცესი, რეალობაში ეფუძნება განათლების სამინისტროს მთელ რიგ ნორმატიულ დოკუმენტებს და შეიძლება მოიცავდეს: სასწავლო პროგრამების შემუშავებას, საშტატო განრიგის მომზადებას, აუდიტორული და ლაბორატორიული ბაზის განრიგის შემუშავებას, სხვა სასწავლო ღონისძიებების დაგეგმვას. სასწავლო პროგრამების შემუშავებაზე დღეს არსებული სტანდარტების შესაბამისად მუშაობს თვითშეფასების ჯგუფი პროგრამის ხელმძღვანელთან ერთად. ამ პროცესებში აქტიურად არის ჩაბმული დეკანატი, სასწავლო დეპარტამენტები/კათედრები, უნივერსიტეტის სწავლების დეპარტამენტები. აქვე მნიშვნელოვანი ეტაპი არის პროგრამის აკრედიტაციისათვის მზადება. შემდეგ მიმდინარეობს სასწავლო პროცესის განხორციელება, რომელიც მოიცავს მთელ რიგ ღონისძიებებს, თავად ლექციების, პრაქტიკულების, ლაბორატორიების და სხვა ტიპის მეცადინეობების ჩატარებას, სტუდენტების ცოდნის შეფასების პროცესებს, კონსულტაციებს და ა. შ. ამ პროცესებში მონაწილეობენ დეკანატი და სასწავლო დეპარტამენტები/კათედრები. რაც შეეხება სასწავლო პროცესის კონტროლს/მონიტორინგს - ის შეიძლება მოიცავდეს სტუდენტების მოსწრების და სასწავლო გეგმების განხორციელების ანალიზს, საანგარიშგებო დოკუმენტაციის მომზადებას. ყველა ჩამოთვლის ეტაპზე დღეს უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებს ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურები, რომლებიც აქტიურად არის ჩაბმულნი სტუდენტების ცოდნის და სასწავლო პროცესის მიმდინარეობის შიდა და გარე შეფასების პროცესებში, პროფესორ/მასწავლებლების დონის შეფასებაში, კონტროლის შედეგების დამუშავებაში და ანალიზში.

ქვე-პროცესების ოპერაციების დადგენის შემდეგ შესაძლებელია ბიზნესპროცესების უფრო მაღალი დეტალიზაციის წარმოდგენა, რაც უკეთეს შედეგებს იძლევა მათი განხორციელებს პროცესში.

ბიზნესპროცესების სისტემის დანერგვა ნიშნავს ინფორმაციული სისტემების უპირობო გამოყენებას. მათი მართვისათვის გამოიყენება მაღალი დონის ERP-ტიპის ინფორმაციული სისტემები [4]. ამ დროს აქტიურად გამოიყენება მიზნობრივი და არა მიზნობრივი პარამეტრები ბიზნესპროცესების შესრულების შესაფასებლად.

იმ შემთხვევაში, თუ პროცესები უსდ-ში მოითხოვს სერიოზულ გადამუშავებას, საჭირო ხდება მათი რეინჟინირინგი. უსდ-ში რეინჟინირინგის ობიექტი შეიძლება გახდეს: ორგანიზაციული სტრუქტურა, სასწავლო პროცესის ორგანიზება, უმაღლესის სამეცნიერო მოღვაწეობა, სწავლის/სწავლების მეთოდები და ფორმები, გამოყენებული სწავლის საშუალებები, სასწავლო დისციპლინები და სხვა. რეინჟინირინგი ძალიან ხშირად იწყება უსდ-ის სტრატეგიიდან. რეინჟინირინგის ჩატარება ნიშნავს მნიშვნელოვან ცვლილებებს არა მარტო მენეჯმენტის სფეროში, არამედ სასწავლებლის სტრუქტურაში. ყოველივე ეს მიიყვანს სასწავლო ბიზნესპროცესებს მსოფლიო სტანდარტების დონემდე.

ბიზნეს-პროცესების რეინჟინირინგი (ტერმინი „რეინჟინირინგი“ შემოიღო მაიკლ ჰამერმა 1990 წელს) – არის საქმიანი პროცესების ფუნდამენტური გადააზრება და რადიკალური გადაპროექტება კომპანიის საქმიანობის თანამედროვე მაჩვენებლების მკვეთრი, ნახტომისებური გაუმჯობესების მისაღწევად, ისეთების როგორც არის ღირებულება, ხარისხი, სერვისები და ტემპები ეს არის ხანგრძლივი და ძვირად ღირებული პროცესი [5].

ინფორმაციული ტექნოლოგიები თამაშობენ კვანძოვან როლს ბიზნეს-პროცესების რეინჟინირინგში [6]. მაგრამ მათი გამოყენება უნდა ხორციელდებოდეს ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებით, როგორც არი ხარისხის საყოველთაო მართვა, ადამიანური რესურსები და ორგანიზაცია, სამეცნიერო ტექნიკური პოტენციალი. მოგება რეინჟინირინგის წარმატებული ჩატარებისგან – არა მარტო განსაკუთრებული მოვლენაა უსდ-ის ცხოვრებაში, არამედ მოვლენაა ქვეყნისათვის, თუ გავითვალისწინებთ იმ უზარმაზარ გავლენას, რომელსაც ახდენს ეკონომიკაზე



უსდ-ის გარდაქმნა და მის მიერ მადალკვალიფიციური, მაღალ კონკურენტუნარიანი სპეციალისტების მომზადება.

რეინჟინირინგის ძირითადი ეტაპები: 1. მომავალი ბიზნესის ხედვის შემუშავება და მისი მომავალი კონკურენტული სტრატეგიის სქემატური დამუშავება; 2. ბიზნეს-პროცესების ანალიზი საწარმოს არსებული კონკურენტული სტრატეგიის ფარგლებში; 3. ახალი კონკურენტული სტრატეგიის მოდელის შემუშავება და ახალი ბიზნეს-პროცესების მოდელირება; 4. დამუშავებული კონკურენტული სტრატეგიის რეალიზაცია და საწარმოში ახალ ბიზნეს-პროცესების დანერგვა. როგორც ჩანს აღნიშნულიდან, ბიზნესპროცესების დაპროექტებისა და რეინჟინირინგის დროს ფართოდ გამოიყენება ბიზნეს-პროცესების მოდელირება, რომელიც იძლევა ბიზნეს-პროცესების უკეთ შესწავლის, სწორად აღქმისა და შეფასების შესაძლებლობას [7].

დავახასიათოთ ბიზნეს-პროცესების მოდელირების ძირითადი ეტაპები და მათი სამუშაოები უსდ-ის მაგალითზე. პირველ ეტაპზე უნდა მოხდეს პროექტის ინიციაცია, რაც გულისხმობს სამუშაო გუნდის შექმნას (ე. წ. საპროექტო გუნდი) და მისი უფროსის დანიშვნას. გუნდში უნდა შედიოდნენ ექსპერტები, ანალიტიკოსები, მენეჯერები, ხოლო გუნდის უფროსს უნდა გააჩნდეს ყველა საჭირო უფლებამოსილება ზედა რგოლის მმართველებისაგან.

მეორე ეტაპზე გუნდმა უნდა ჩაატაროს უსდ-ის ბიზნესი-ანალიზი და გამოავლინოს საქმიანობის ნაკლოვანებები. უნდა ჩატარდეს შიდა აუდიტი და მიღებულ იქნას უტყუარი და ობიექტური ინფორმაცია უსდ-ის მართვის სისტემის შესახებ, იდენტიფიკაცია უნდა გაუკეთდეს პრობლემურ მონაკვეთებს და მიღებულ იქნას რეკომენდაციები მათ აღმოფხვრასთან დაკავშირებით.

მესამე ეტაპს წარმოადგენს ბიზნეს-პროცესის მოდელის შერჩევა. უნდა აღვნიშნოთ, რომ არსებობს სხვადასხვა ტიპის მოდელები, რომლებსაც კლასიფიკაციას უკეთებენ სხვადასხვა ნიშანთვისებების საფუძველზე: ორგანიზაციული, ფუნქციონალური, მონაცემთა ნაკადების მოდელი, სამუშაოების ნაკადის მოდელი, საინფორმაციო ნაკადების მოდელი. შესაბამისად გამოიყენება ბიზნეს-პროცესების აღწერის მეთოდოლოგიები.

ბიზნესპროცესების მოდელირების მეოთხე ეტაპზე განისაზღვრება საპროექტო წესდება. წესდება მოიცავს ნოტაციასა და მისი გამოყენების წესებს. პრაქტიკულად შემუშავდება დოკუმენტი ბიზნესპროცესების მოდელირების შესახებ, სადაც განისაზღვრება ბიზნეს-პროცესების აღწერის მეთოდოლოგია, აღწერის და დაპროექტება-გაუმჯობესების პროცესის მონაწილეთა ურთიერთქმედება და ასევე ჩარჩო-ხელშეკრულების მოქმედებაში შეყვანის მექანიზმები, შემუშავებული მოდელების აქტუალურ მდგომარეობაში ყოფნის მხარდაჭერა. ბიზნეს-პროცესების მოდელირების შეთანხმება განსაზღვრავს გამოყენებულ ნოტაციებს, დეკომპოზიციის დონეების რაოდენობას (ბიზნეს-პროცესის თანმიმდევრული დაყოფის დონეებს შემადგენელ ქვე-პროცესებად უფრო დეტალური წარმოდგენის მისაღებად), პროცესების მოდელების ურთიერთქმედებას, მისაღები დოკუმენტაციის პაკეტს, ამყარებს მოდელირების სისტემაში ობიექტებთან და ცნობარებთან მუშაობის წესებს, განსაზღვრავს პარამეტრებს, რომლებიც უნდა იყოს შევსებული სისტემაში. აღნიშნული დოკუმენტის ძალაში შესვლის შემდგომ მას ყველა გუნდის წევრი მკაცრად უნდა ასრულებდეს.

რაც შეეხება პარამეტრებს – ბიზნესპროცესების შეფასებისათვის მათი გაუმჯობესებისა და ოპტიმიზაციის სამუშაოებში გამოიყენება მაჩვენებლების სისტემა, რომელიც განსაზღვრავს ორგანიზაციის კონკურენტუნარიანობას და ეფექტიანობას და რომელიც შეიძლება იყოს წარმოდგენილი ხუთ ჯგუფად: ბიზნეს პროცესის შედეგიანობის მაჩვენებლები- R\$ (Result); ბიზნეს პროცესის ღირებულების მაჩვენებლები - C\$ (Cost); ბიზნეს პროცესის დროითი მაჩვენებლები – t (time); ბიზნეს პროცესის ხარისხის მაჩვენებლები – Q (Quality); ბიზნეს პროცესის ფრაგმენტაციის მაჩვენებლები – FRAG (Fragmentation). ასევე შეიძლება იყოს განხილული შერეული მაჩვენებლები.

შემდეგ მეხუთე ეტაპზე ხორციელდება მოდელირების პროგრამული უზრუნველყოფის შერჩევა. ბიზნეს-მოდელირების სისტემა – არის პროგრამული პროდუქტი კომპანიის ბიზნეს-მოდელის შესაქმნელად და ანალიზისათვის, ის მხარს უჭერს ახალი ბიზნეს-პროცესების დამუშავებას, მარეგლამენტირებელი დოკუმენტაციის შექმნას.

შემდეგ მოდის მეექვსე ეტაპი, რომლის დროსაც მუშავდება უშუალოდ მოდელი და წარმოებს მისი მოდელირება. აღნიშნული ეტაპი შედგება რამდენიმე სტადიისაგან: პირველ სტადიაზე მიმდინარეობს პროცესების გამოვლენა და საწყისი მოდელის აგება – „როგორც არის“. აქ უნდა მოხდეს ბიზნეს-პროცესის სწორი გაგება. ამ სტადიაზე გამოვლინდება ბიზნეს-პროცესის საზღვრები, გამოიკვეთება მისი საკვანძო ელემენტები, გროვდება ინფორმაცია მისი მუშაობის შესახებ, საბოლოო ჯამში დგინდება მოდელი „როგორც არის“. ეს მოდელი ხშირად არასრულყოფილად ასახავს პროცესის მუშაობას, ამიტომაც ის წარმოადგენს პირველად მაქსიმალურად მიახლოებულ მოდელს.

ამის შემდეგ მოდის მეორე სტადია, სადაც ხორციელდება საწყისი მოდელის გადახედვა, ანალიზი და დაზუსტება. ამ სტადიაზე გამოვლინდება წინააღმდეგობები და მოქმედებების დუბლირება პროცესში, განისაზღვრება პროცესის შეზღუდვები, პროცესის კავშირები, დგინდება მისში ცვლილებების შეტანის აუცილებლობა, და მიიღება საბოლოო მოდელი – „როგორც არის“.

შემდეგი სტადიაა - მოდელის შემუშავება „როგორი უნდა იყოს“. არსებული სიტუაციის ანალიზის შემდეგ უნდა განისაზღვროს პროცესის სასურველი მდგომარეობა. ეს სასურველი მდგომარეობა აისახება მოდელში „როგორი უნდა იყოს“. ასეთი მოდელი აჩვენებს როგორი უნდა იყოს პროცესი ყველა გაუმჯობესების ჩათვლით.

ბოლო სტადია ტესტირება და მოდელის გამოყენება „როგორი უნდა იყოს“. ტესტირება დაკავშირებულია დამუშავებული მოდელის შემოწმებასთან და საჭიროების შემთხვევაში ცვლილებების შეტანასთან. ამის შემდეგ მიმდინარეობს დანერგვა: ბიზნეს-პროცესის საბოლოო შეთანხმებული მოდელის მიღების შემდეგ დამუშავებული მოდელები და მარეგლამენტირებელი დოკუმენტაცია შეყავთ მოქმედებაში, წარმოებს თანამშრომლების ინფორმირება კომპანიაში დადგენილი და მიღებული ინფორმაციის გაცვლის საშუალებებით და შიდა კორპორაციული საიტის გამოყენებით. შიდა აუდიტორული სამუშაოების საშუალებით ხორციელდება შემოღებული რეგლამენტებისა და მოქმედებების შემოწმება.

ბიზნეს-პროცესების მოდელირების შედეგად მიიღწევა ბიზნეს-პროცესის სწორი ლოგიკის აგება, რაც უმნიშვნელოვანესია თანამედროვე არამდგრადი ეკონომიკის და მძაფრი კონკურენციის პირობებში მომუშავე უსდ-სათვის.

### 3. დასკვნა

უსდ-ში მართვისადმი პროცესული მიდგომის დანერგვის, ბიზნესპროცესების შემოღებითა და მათი რეინჟინირინგით მნიშვნელოვნად უმჯობესდება მართვა. - ეს არის პერსპექტიული მიმართულება უსდ-ებში კლასიკური მართვის სისტემების სრულყოფისა და მოდერნიზაციის მიმართულებით. ყოველივე აღნიშნული ხშირ შემთხვევაში იძლევა საშუალებას გამოვლენილ იქნას სულ ახალი ძირითადი ბიზნესპროცესები, მაგალითად სესიის ჩატარება, რეიტინგული მაჩვენებლების შეგროვება და სხვა.

დღეს უსდ-ს კონკურენტუნარიანობა ძლიერ დამოკიდებულია მისი მთავარი პროცესების ორიენტაციას სტრატეგიული ინიციატივების მხარდასაჭერად, რითაც დაკმაყოფილებული იქნება საზოგადოების უმთავრესი მოთხოვნა - მაღალკვალიფიციური სპეციალისტების მომზადება. ყოველივე აღნიშნულს უნდა ემსახურებოდეს ბიზნესპროცესების რეინჟინირინგი უსდ-ში.

ლიტერატურა – References:

1. Bobko T.V., Petrova T.V. (2017). Identification of approach to management of University on present stage as to processe-oriented. Fundamental researches. № 9-1. pp. 127–133 (in Rus)
2. Ivanov V.A. (2016) Development of a unified information space as a strategic direction in the management of information resources of the university / Computer science and information technology: materials of the International scientific. conf. ,30 June-2 July, Saratov, Science pp.174-178 (in Rus)
3. Gromov, A.I. Fleishman A., Schmidt V.. 2016. Business process management: modern methods. Monograph. Lyubertsy: Yurayt (in Rus)
4. Lagutina E.E., Borisov I.A., Sharapova N.V. (2017). On the issue of forming an information system of an educational organization as a tool for effective management // Science and business: ways of development. № 11. pp. 20–23 (in Rus)
5. Abdikeev, N.M. ; Danko, T.P. and others. (2014). Business process reengineering; Eksmo; Edition 2, rev. Moscow (in Rus)
6. Torobekov B.T. (2017). Development of an information system for university management // Science, technology and education. No. 4. pp. 34–36 (in Rus)
7. Osterwalder A., Pigne I. (2011). Business Model Generation - Building business models. - M. : Alpina Publisher,

## BUSINESS-PROCESSES REENGINEERING IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION

Medea Tevdoradze, Maia Saltkhutsishvili, Teona Chigladze,  
Mariam Kapanadze, Samson Darchia  
medeat@gtu.ge, saltkhutsishvilimaia08@gtu.ge, t.chigladze@gtu.ge,  
kapanadze.mariam@gmail.com, darchiasamson@gmail.com  
Georgian Technical University

### Summary

The success of a higher education institution today depends on the introduction of business processes in it. In the article it is noted that initially high-level core business processes can be separated, then it is possible to divide business processes into corresponding sub-processes. The main action during the introduction of the process-based approach is to identify and classify the main processes, with their further integration in the processes register and the development of a scheme of connections between them. If the processes require serious changes, then process reengineering should be performed. The paper lists the areas that could become the object of reengineering in a higher education institution. The role of modeling in reengineering is also characterized.

## მონაცემთა შიფრაციის მეთოდების შერჩევის მეთოდოლოგია

ნუგზარ ამილახვარი, გიორგი ამილახვარი, დიმიტრი კახნიაშვილი  
n.amilakhvari@gtu.ge, g.amilakhvari@gmail.com, d.kakhniashvili@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია თეორიული ცოდნის საფუძველზე შექმნილი მონაცემთა შიფრაციის სხვადასხვა მეთოდების პრაქტიკული კვლევების ღრმა და საფუძვლიანი ანალიზის შედეგებით მიღებული მეთოდოლოგიები. მოცემულია პრაქტიკული რჩევები ორგანიზაციის ინფორმაციული სისტემის უფრო ეფექტური და საიმედო დაცვისათვის. დადასტურებულია, რომ რა შიფრაციაც არ უნდა იქნეს გამოყენებული, მაინც ორიენტირება უნდა იქნეს აღებული საბაზისო სტანდარტებზე. ასევე ჯგუფური პროცესების, ერთობლივი კვლევებისა და ანალიტიკური დასკვნების საფუძველზე მოყვანილია სერვერის ტიპის მიხედვით, თუ რომელი შიფრაციის მეთოდოლოგია არის უკეთესი ორგანიზაციის მონაცემთა უსაფრთხოებისათვის. ასევე აღინიშნა, რომ საფრთხეების ასაცილებლად მონაცემთა შიფრაციის გარდა აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს ფაილური სისტემა, რომელშიც ინახება ჟურნალები, მონაცემთა ბაზების ფაილები და სარეზერვო ასლები.

**საკვანძო სიტყვები:** მონაცემთა შიფრაცია. შიფრაციის მეთოდები. ჰაკინგი. SSL. TLS. DBRE. OpenSSL. AES.

### 1. შესავალი

მაშინაც კი, თუ ქსელში და ოპერაციული სისტემაში წვდომის ყველა გზა დაბლოკილია, ყველა მომხმარებლისთვის პრივილეგიები მინიმუმამდე დაყვანილი, ყველა ცნობილი შეცდომა დაფიქსირდა და პროგრამების ყველა ცნობილი სისუსტე დახურულია, მაინც უნდა იყოს მოლოდინი, რომ რომელიმე ბოროტმოქმედი ან ჩვეულებრივი მომხმარებელი, რომელიც გაუცნობიერებლად არღვევს წესებს, შეძლებს მონაცემებზე წვდომას. ამის თავიდან ასაცილებლად, უნდა იქნეს გამოყენებული მონაცემთა შიფრაცია.

შიფრაცია არის მონაცემთა გარდაქმნის პროცესი გასაღებების ან საიდუმლოებების ნაკრების გამოყენებით. თეორიულად, მხოლოდ ამ გასაღებებს აქვთ შიფრირებული მონაცემების გამოყენებად ფორმატში გადაყვანა. ხშირად შიფრაცია წარმოადგენს მონაცემთა დაცვის ბოლო საშუალებას, რომელიც მოქმედებს მაშინაც კი, თუ მონაცემები მოიპარეს და ბოროტმოქმედის ხელშია.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ისეთ მონაცემთა დაფარულობისათვის და უსაფრთხოებისათვის, რომელიც წარმოადგენს ორგანიზაციის საციცოცხლო ინფორმაციას, აუცილებელია გამოყენებულ იქნეს მათი შიფრაცია. ძირითადად, შიფრაცია ხორციელდება სამ განსხვავებულ დონეზე:

- მონაცემთა გადაცემისას;
- მონაცემთა შენახვისას მონაცემთა ბაზის კლიენტის ნაწილში;
- მონაცემთა შენახვისას ფაილურ სისტემაში.

თითოეულ ამ დონეზე, გასათვალისწინებელია კიდევ ერთი განზომილება - მონაცემთა ტიპი. თითოეული ეს მდგომარეობა არის პოტენციური შეტევის ვექტორები. შიფრაციის სხვადასხვა მეთოდის გამოყენება ქმნის დამატებით ხარჯებს, რომელიც ორგანიზაციამ უნდა გაითვალისწინოს. როგორც სხვაგან, ისე ამ შემთხვევაშიც, DBRE გუნდი ძალიან მჭიდროდ უნდა თანამშრომლობდეს ინფორმაციის უსაფრთხოების და განვითარების დეპარტამენტებთან.

მონაცემები სხვადასხვა ფორმისაა. ნაშრომში განიხილება მონაცემთა ყველაზე გავრცელებულ ფორმები, რომელთა მანიპულირებაც შესაძლებელია:

ფინანსური მონაცემები - საბანკო ანგარიშის ნომრები და მასთან დაკავშირებული მონაცემები, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია ავტორიზაციის ან იდენტიფიკაციისას, აგრეთვე გარიგების ისტორია



და ინფორმაცია ფიზიკური პირის ან ორგანიზაციის ფინანსური მდგომარეობის შესახებ, როგორცაა საკრედიტო რეიტინგები, ფინანსური ანგარიშგება, ნაშთები და ა.შ.

პირადი ჯანმრთელობის მონაცემები - ინფორმაცია პაციენტებისა და მათი ჯანმრთელობის შესახებ, რომელიც მოიცავს პერსონალურ მონაცემებს: სოციალური ბარათის ნომრები, სახელები და საკონტაქტო ინფორმაცია, ასევე ინფორმაცია პაციენტების ჯანმრთელობის შესახებ, მათი მკურნალობის კურსი და დადგენილი პროცედურები, ინფორმაცია დაზღვევის შესახებ.

პირადი მონაცემები - სოციალური დაცვის ბარათების ნომრები, მისამართები, ტელეფონის ნომრები და ელექტრონული ფოსტის მისამართები. ბოროტმოქმედებს შეუძლიათ გამოიყენონ ეს ინფორმაცია პირადი მონაცემების მოსაპარად, შანტაჟისთვის და ა.შ.

სამხედრო და სამთავრობო მონაცემები - მთავრობასთან ან არმიასთან დაკავშირებული მონაცემები ითვლება ულტრაიდენტარულად, განსაკუთრებით ინფორმაცია სამხედრო ოპერაციების და სამხედრო პერსონალის შესახებ. ნებისმიერ ორგანიზაციას, რომელიც ინახავს ასეთ მონაცემებს, გააჩნია მისი დაცვის ძალიან მკაცრი პროცედურები.

კონფიდენციალური მონაცემები და სავაჭრო საიდუმლოებები - მონაცემები, რომლებიც საიდუმლოდ უნდა დარჩეს ბიზნესის კონკურენტუნარიანობის შენარჩუნების მიზნით. ეს მონაცემები წარმოადგენენ ინტელექტუალურ საკუთრებას (სავაჭრო), სავაჭრო საიდუმლოებებს, ფინანსურ მაჩვენებლებს და ანგარიშებს კომპანიის საქმიანობის შედეგების და მომგებიანობის შესახებ. ამ კატეგორიაში ასევე შედის ინფორმაცია მომხმარებლისა და გაყიდვების შესახებ.

სპეციფიკურ მონაცემთა სავაჭრებში განთავსებული მონაცემების ხასიათის საფუძველზე ხდება შიფრაციისა და დაცვის ტიპის შერჩევა, რომლის დროსაც ყურადღება უნდა მიექცეს ძირითად სტანდარტებს:

- ვებ-ადმინისტრირების ინტერფეისი, რომელიც უშუალოდ იყენებს მონაცემთა ბაზებს. ამ შემთხვევაში ყოველთვის უნდა იქნეს გამოყენებული SSL ან უსაფრთხო პროქსი-სერვისი (რომელიც ასევე იყენებს SSL-ს, თუმცა SSL 3.0-ს მემკვიდრეა ტრანსპორტირების ფენის უსაფრთხოების პროტოკოლი (Transport Layer Security, TLS) და ორივე პროტოკოლს გააჩნია მოწყვლადობები, ამიტომ ისინი არ ითვლებიან მოთხოვნების შესაბამისად) [1];

- სერვერებთან დასაკავშირებლად უნდა იქნეს გამოყენებული SSH2 პროტოკოლი ან დისტანციური წვდომის პროტოკოლი (Remote Desk Protocol, RDP);

- ადმინისტრატორის მონაცემთა ბაზაში შესასვლელად უნდა იქნეს გამოყენებული ცალკე ქსელი და TLS 1.1 ან უფრო მაღალი ვერსია (თუ მონაცემთა ბაზა ამის საშუალებას იძლევა);

- ყველა SSL პროტოკოლი დაცული უნდა იყოს საკმარისად ძლიერი შიფრაციით. შიფრაციის სესიის უსაფრთხოება უნდა განისაზღვროს სერვერსა და კლიენტს შორის დათქმული შიფრით.

მონაცემთა ბაზის თითოეული სერვერი უნდა დაუკავშირდეს კლიენტებს კონკრეტული შიფრაციის ნაკრების გამოყენებით. განვიხილოთ შიფრაციის ნაკრების მაგალითი (ECDHE-ECDSA-AES128-GCM-SHA256):

- ECDHE - გასაღებების გაცვლის ალგორითმი, რომელიც იყენებს ელიფსური მრუდის გასაღების გაცვლას ეფემერულ გასაღებთან (EDHE). ის ასევე შეიძლება იყოს RSA, DH ან DHE. ეფემერული გასაღებები იცვლება Diffie-Hellman პროტოკოლის (DHE) გამოყენებით [2]. ეფემერული (ერთჯერადი) გასაღებები განსაზღვრავენ პირდაპირ დაცვას (Perfect Forward Secrecy, PFS), ანუ თუ სერვერის გრძელვადიანი ხელმოწერის გასაღები იქნება კომპრომეტირებული, ეს არ დაარღვევს გასული სესიის კონფიდენციალურობას. თუ სერვერი იყენებს დროებით გასაღებს, იგი ხელს აწერს მას თავისი გრძელვადიანი გასაღებით, რომელიც არის სერვერის სერტიფიკატში არსებული ჩვეულებრივი გასაღები [3]. უნდა აღინიშნოს, რომ DHE ითვლება უფრო საიმედოდ, ვიდრე EDHE და საუკეთესოდ არის მიჩნეული;

- ECDSA - ახასიათებს ხელმოწერის ალგორითმს, რომელიც გამოიყენება გასაღების გაცვლის პარამეტრების ხელმოსაწერად. RSA უკეთესია ვიდრე DSA ან DSS, რომელიც შეიძლება ძალიან სუსტი

იყოს, ხელმოწერის წყაროდან გამომდინარე;

- AES128 - კოდი ნაკრებიდან. ამ შემთხვევაში, ეს არის გაფართოებული შიფრაციის სტანდარტი (Advanced Encryption Standard, AES) 128 ბიტისანი გასაღებით;
- GCM - შიფრის დამუშავების მეთოდი გალუას (Galois/Counter Mode, GCM) ავთენტიფიკაციით, რომელიც უზრუნველყოფს ავთენტიფიცირებულ შიფრაციას. GCM მხარს უჭერს მხოლოდ AES, Camellia და Aria-ს, ამიტომ ეს შიფრები იდეალურია AES-თვის;
- SHA-256 - შეტყობინების ავთენტიფიკაციის ჰეშ-ფუნქციის კოდის გასაღებით განხორციელება (Message Authentication Code, MAC). SHA-256 არის ჰეშირებული MAC-ის (HMAC) ფუნქცია, რომელსაც სერტიფიკაციის ორგანოები იყენებენ სერტიფიკატების ხელმოსაწერად და მობრუნებული სერტიფიკატების სიებისათვის (Certificates Revocation List, CRL). ეს ალგორითმი გამოიყენება მთავარი საიდუმლო გასაღების შესაქმნელად. ამ ალგორითმის რეალიზაციისათვის პრიორიტეტულია SHA2. იგი მოიცავს ოთხი სახის ჰეშ-ფუნქციებს: SHA-224, SHA-256, SHA-384 და SHA-512.

მონაცემთა ბაზისთვის SSL რეალიზაციის შერჩევას უნდა იქნეს გათვალისწინებული შიფრების სია, რომელიც გვიჩვენებს შიფრაციის სკანირების თანმიმდევრობას მანამ, სანამ შესაბამისი შიფრი არ იქნება ხელმისაწვდომი როგორც კლიენტისთვის, ასევე სერვერისთვის.

კომუნიკაციის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად შიფრაციის საჭიროების შეფასებისას საჭიროა გაითვალისწინოთ არა მხოლოდ მონაცემთა ტიპები, არამედ მათი გადაცემის მეთოდიც, ანუ კავშირი ხორციელდება ქსელში, თუ ქსელის გარეთ.

უსაფრთხო ქსელში კომუნიკაციისას, კომუნიკაციები დაცულია ქსელის დონეზე და, ამრიგად, წესების უმეტესობა არ საჭიროებს საკომუნიკაციო არხების დამატებით დაცვას. ეს ნიშნავს, რომ უსაფრთხო ქსელში აპლიკაციების სერვერები, რომლებიც ითხოვენ ან გადასცემენ მონაცემებს, ისევე როგორც სერვერებსა და სხვა ინტერნეტ ქსელურ კომუნიკაციებს შორის ტირაჟირებას, შიფრირებული კავშირების დამყარება არ სჭირდებათ. ეს კარგია, რადგან ჩვეულებრივ ამას აკეთებს მონაცემთა ბაზა და შიფრაცია საკმაოდ ტვირთავს პროცესორს. უფრო მეტიც, თუ კონფიდენციალური მონაცემები ინახება მონაცემთა ბაზაში, ისინი მაინც უნდა იყოს შიფრირებული რაიმე ფორმით. იდეალურ შემთხვევაში, ეს ხდება აპლიკაციის დონეზე და მონაცემები მონაცემთა ბაზაში გადაეცემა და თავსდება უკვე დაშიფრული. ქსელებს შორის კომუნიკაციისას, როდესაც კავშირი მყარდება ორგანიზაციის შიდა ქსელში, ან ორგანიზაციის ქსელსა და ინტერნეტ-ქსელის შორის, მონაცემთა გადაცემისას, კონფიდენციალურობის მიუხედავად, უნდა გამოყენებულ იქნეს ვირტუალური კერძო ქსელი (Virtual Private Network, VPN) IPSec ან SSL პროტოკოლის გამოყენებით.

მონაცემთა გადაცემის SSL არქიტექტურა ადგენს უსაფრთხო კავშირს. მონაცემთა ბაზის მართვის თანამედროვე სისტემების უმეტესობა მხარს უჭერს SSL-ს, თუმცა არსებობს გამონაკლისები (მაგალითად, Redis), ამიტომ მონაცემთა ბაზის შერჩევას გათვალისწინებულ უნდა იქნეს მხარდაჭერის უზრუნველყოფა. ასევე უნდა იქნეს გათვალისწინებული, რომ შიფრირებული მონაცემების ქეშირება არ შეიძლება.

პრაქტიკული კვლევებით დასტურდება, რომ SSL-ის ხარჯები ძალიან უმნიშვნელოა. რესურსების უმეტესობა გამოიყენება კავშირის ინიციალიზაციის დროს და იშვიათად აღემატება პროცესორის დატვირთვის 2%-ს, ხოლო შეყოვნება იშვიათად იზრდება 5 მილიწამამდე [4]. თანამედროვე პროცესორების უმეტესობაში ზოგიერთი შიფრატორი (მაგალითად, AES) ჩამონტაჟებულია ინსტრუქციები, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მათ წარმადობას პროგრამაში შიფრაციის გამოყენებასთან შედარებით.

მრავალმხრივმა და ღრმა როგორც თეორიულმა, ასევე პრაქტიკულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ კავშირის დაცულობისთვის და უსაფრთხოებისათვის უნდა იქნეს გამოყენებული მრავალფენიანი მიდგომები:

კავშირის უმარტივესი შიფრაცია. მონაცემთა ბაზის სერვერი უნდა იყოს კონფიდენციალური ისე, რომ მოითხოვოს უსაფრთხო კომუნიკაცია ყველა კავშირისთვის. ამ კონფიდენციალურობის შემდეგ, გენერირდება სერტიფიკატების ორგანოს (Certificate Authority, CA) სერტიფიკატი, რომელიც გამოიყენება სერვერის ღია

და დახურული გასაღებების სერტიფიკატის ხელმოსაწერად. ეს იგივე სერტიფიკატი გამოიყენება კლიენტის მხარეს კლიენტის ღია და დახურული გასაღებების სერტიფიკატების შესაქმნელად. თუ თვით კლიენტი ინახავს საკუთარ გასაღებებს და სერვერი სწორად არის კონფიგურირებული, მაშინ ყველა კავშირი შიფრირებულია.

საიდუმლო ინფორმაციის უსაფრთხოდ შენახვა. SSL კავშირის დაცვა პირველი მნიშვნელოვანი ნაბიჯია, მაგრამ იგი არ არის საუკეთესო (მაგალითად, თუ განხორციელდა წვდომა კლიენტის ჰოსტებზე, მაშინ კავშირები, რომლებიც იყენებენ ამ გასაღებებს იქნებიან მოწყვლადები მონაცემების მოთხოვნების განსახორციელებლად. თუ იქნება გამოყენებული გასაღებების მართვის დაცული ინფრასტრუქტურული სერვისი (მაგალითად Hashicorp), გასაღებების მართვის სერვისი (მაგალითად, Amazon) ან ნებისმიერი სხვა სერვისი, რომელიც განაცალკევებს გასაღების საცავს და მათ მართვას.

მონაცემთა ბაზის მომხმარებელთა დინამიური შექმნა. წინა ორ ეტაპზე უსაფრთხოების საიმედო სერვისის (მაგალითად, Vault) შექმნის შემდეგ, ბუნებრივია მისი გამოყენება მონაცემთა საცავში ეფემერული მომხმარებლის ანგარიშების დინამიურად შესაქმნელად. ეს საშუალებას აძლევს პროგრამის ჰოსტს დაარეგისტრიროს და მოითხოვოს მომხმარებლის ანგარიში, რომელიც ამ მომენტში იქმნება. ისეთი როლების გამოყენება, როგორცაა მხოლოდ წაკითხვა, ხელს უწყობს სხვადასხვა პრივილეგიების ავტომატურ მინიჭებას და უფლებამოსილ მომხმარებლებისათვის შეიძლება დროის შეზღუდვა, რაც ავტომატურად შეზღუდავს პოტენციურ უკანონო შემღწევების დროსაც. გარდა ამისა, შესაძლებელი ხდება მომხმარებლების დაკავშირება კონკრეტული პროგრამის ჰოსტთან.

შენახული მონაცემების მოთხოვნებიდან გამომდინარე, SSL და VPN ტექნოლოგიების კომბინაციის გამოყენება იძლევა ნებისმიერი საკომუნიკაციო არხის შიფრაციის შესაძლებლობას. ამასთან ერთად, უნდა იქნეს გამოყენებული კონფიდენციალური მონაცემების მართვის სერვისი. ამით სრულდება მონაცემთა დაცვის კონცეფცია გადაგზავნისას.

განვიხილოთ მონაცემთა დაცვის კონცეფცია მონაცემების მშვიდ მდგომარეობაში ყოფნისას:

უსაფრთხოება მონაცემთა ბაზის დონეზე. მონაცემთა ბაზაში შენახულ მონაცემებს ასევე უწოდებენ დამუშავებაში მყოფ მონაცემებს. მონაცემთა ბაზაში შენახული მონაცემები ხელმისაწვდომი უნდა იყოს პროგრამებისთვის, ანალიტიკოსებისთვის და მომხმარებლის პროცესებისთვის. თუ მომხმარებელმა მოახერხა მონაცემთა ბაზაში ავთენტიფიკაცია, მაშინ მას შეუძლია შესაბამისი უფლებებით წაკითხოს ნებისმიერი მონაცემი. ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ყველა პოტენციური ბოროტმოქმედი შეიძლება დაიყოს შემდეგ კატეგორიებად:

- გარე ბოროტმოქმედი;
- შინაგანი ბოროტმოქმედი;
- ადმინისტრატორი.

გარე ბოროტმოქმედებს სჭირდებათ მონაცემთა ბაზაზე ან მის სერვერზე წვდომა ღირებული ინფორმაციის მოსაპოვებლად, შინაგანი ბოროტმოქმედები უნდა შევიდნენ სანდო ჯგუფებში მონაცემთა ბაზაზე ან ოპერაციული სისტემის წვდომის უფლებებით და მიიღონ ინფორმაცია მათთვის მინიჭებული პრივილეგიების მიღმა, ხოლო ადმინისტრატორებს აქვთ მონაცემთა ბაზის და/ან ოპერაციული სისტემის დონის ადმინისტრატორის უფლებები ღირებული ინფორმაციის მისაღებად.

განვიხილოთ შიფრაციის ხელმისაწვდომი ვარიანტები, მათი მახასიათებლები და პოტენციური ნაკლოვანებები (სტანდარტები და შიფრაციის რეკომენდებული მეთოდები აქ ისეთივე მნიშვნელოვანია, როგორც SSL შიფრაციისას):

აპლიკაციის დონის უსაფრთხოება. ამ მიდგომით, ცხრილებისა და სვეტების არჩევანი, რომლებიც შიფრაციას საჭიროებს, განისაზღვრება საფრთხეების მოდელირებით. შიფრაციის ბიბლიოთეკების გამოყენებით, პროგრამა შიფრავს მონაცემებს საცავში გაგზავნამდე. ანალოგიურად ხორციელდება მონაცემების ამოღება საცავიდან და აპლიკაციამ იცის როგორ გაშიფროს იგი გამოყენებამდე (მაგალითად, ეს შიფრაცია და გაშიფვრა შეიძლება განხორციელდეს Bouncy Castle და OpenSSL ბიბლიოთეკებით).

ასეთი მიდგომის პოზიტიური ასპექტებია:

- ბიბლიოთეკების გამოყენება განაცხადის დონეზე უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზის პორტაბელობას;

- მაშინაც კი, თუ სერვერის მხარე შეიცვლება, შიფრაცია და გაშიფვრა შესაძლებელია წესების შეუცვლელად;

- იძლევა საშუალებას განხორციელდეს შიფრაციის ბიბლიოთეკების კონტროლი;

- ნებადართულია სვეტებისა და ცხრილების შერჩევითი შიფრაცია, რაც აადვილებს ანგარიშგებას, ინდექსირებას და მოთხოვნის დამუშავებას.

ასეთი მიდგომის უარყოფითი მხარეები:

- ეს არ არის უნივერსალური და არ ვრცელდება მონაცემთა საცავში არსებულ ყველა მონაცემზე;

- ყველა კლიენტს, რომელსაც სჭირდება ამ მონაცემებზე წვდომა, უნდა გამოიყენოს გაშიფვრის ბიბლიოთეკები.

აპლიკაციის დონის შიფრაცია უზრუნველყოფს ყველაზე მეტ მოქნილობას დამუშავების სიჩქარის ხარჯზე.

მონაცემთა ბაზის შიფრაცია ინსტრუქციის გამოყენებით. შიფრაციის ინსტრუქცია იყენებს შიფრაციის პაკეტს, რომელიც ინსტალირებულია მონაცემთა ბაზაში და არის დამოუკიდებელი აპლიკაციიდან და ასევე ნაკლებად მოითხოვს დამატებით კოდს. ძირითადად, ინსტრუქციები მოიცავენ სვეტის დონის შიფრაციას, წვდომის კონტროლის მახასიათებლებს და წვდომას აუდიტზე. არ არის რეკომენდებული მონაცემთა ბაზის შიფრაცია ერთი გასაღებით, რათა თავიდან აიცილოთ გაფართოებული უფლებებით მონაცემებზე წვდომა. სხვადასხვა უსაფრთხოების ჯგუფების ცხრილების შიფრაცია, სხვადასხვა გასაღების გამოყენებით, უზრუნველყოფს მხოლოდ ამ უსაფრთხოების ჯგუფის მომხმარებლებისათვის ობიექტების გაშიფვრას.

აპლიკაციის დონის შიფრაციისაგან განსხვავებით, ინსტრუქციებით შიფრაციის შერჩევას, მონაცემთა ბაზებს შორის შეიძლება წარმოიშვას პორტაბელურობის პრობლემები.

მონაცემთა ბაზის გამჭვირვალე შიფრაცია. უსაფრთხოების ზოგიერთი მოწყობილობა ახორციელებენ მონაცემთა ბაზაში არსებული ყველა კომუნიკაციის შიფრაციას და გაშიფვრას. ეს შედარებით მარტივი მიდგომაა და იგი აადვილებს შიფრაციას, მაგრამ უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ იგი ახორციელებს ყველა მონაცემის შიფრაციას, თუმცა მის უნივერსალურობას ეს დაყავს მინიმუმამდე.

გავლენა მოთხოვნების დამუშავების სიჩქარეზე. მიუხედავად იმისა, რომ მონაცემთა შიფრაცია შედარებით ტრივიალურია, მოთხოვნები ამ შემთხვევაში შედარებით ნელა მუშავდება და, ასევე, შიფრაცია გავლენას ახდენს მოთხოვნის სქემასა და სტრუქტურაზე (მაგალითად, მონაცემთა შიფრაცია სვეტის ან ცხრილის დონეზე ყოველთვის არ უჭერს მხარს დიაპაზონის ან მჭკრივის ძიების მოთხოვნებს) და, ამიტომ, მოთხოვნებში უნდა იქნეს გათვალისწინებული მონაცემების ფილტრაციისა და სორტირების მეთოდები.

ჩატარებული კვლევებისა და სიღრმისეული ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ შიფრირებული მონაცემების უფრო ეფექტურად მოთხოვნის განსახორციელებლად, საჭიროა შიფრირებული სვეტისათვის შენახულ იქნეს შეტყობინებების ავთენტიფიკაციის კოდი შიფრირებული ჰეშ-გასაღებთან (Keyed-Hash Message Authentication Code, HMAC) და წარმოდგენილ იქნეს გასაღების ჰეშ-ფუნქცია. ამის შედეგად დაცული ველების შემდგომი მოთხოვნებში, რომლების შეიცავენ მოთხოვნილი მონაცემების HMAC- ს, მოთხოვნებში ღია ტექსტები არ ექნებათ. ამ მიდგომის შერჩევას შესაძლებელია მონაცემთა ბაზაში განხორციელდეს შიფრირებული მონაცემებიანი მოთხოვნა ტექსტური მნიშვნელობების გახსნის გარეშე, ასევე მონაცემთა ბაზა დაცულ იქნება მონაცემთა მანიპულირებისგან იმ მომხმარებლებისაგან, რომელთაც არ გააჩნიათ ინფორმაცია HMAC-ის შესაქმნელად [5].

კვლევების საფუძველზე დამტკიცდა, რომ ჰეშირებულ ველების ინდექსირებით შესაძლებელია მიღებულ იქნეს იგივე წარმადობა, რაც შიფრაციის გარეშე, მაგრამ ამ შემთხვევაში გახდება მოწყვლადი



ინფორმაცია ინდექსირებული მნიშვნელობების სიხშირისა და რაოდენობის შესახებ, მონაცემთა ბაზის შიფრირებული მნიშვნელობის შესახებ ინდექსში მისი პოზიციის მიხედვით და ჰემის სხვა შესვლების შესახებ. ამ ინფორმაციებზე დაყრდნობით გრძელვადიანი დაკვირვებით და ცვლილებათა ანალიზით, მცოდნე მომხმარებელს შეუძლია მიძიოს სასურველი მნიშვნელობები მოვლენების და ინდექსში მდებარეობის მიხედვით.

დაბოლოს უნდა აღინიშნოს, რომ მონაცემები განთავსებულია ფაილურ სისტემაში, სადაც ინახება ჟურნალები, მონაცემთა ბაზების ფაილები და სარეზერვო ასლები. ამიტომ უნდა განხორციელდეს ფაილური სისტემის შიფრაცია.

### 3. დასკვნა

ნაშრომში მოყვანილია ღრმა და ინოვაციური კვლევების შედეგები მონაცემთა შიფრაციის სხვადასხვა მეთოდების თავისებურებებზე. მოცემულია პრაქტიკული რჩევები ორგანიზაციის მონაცემთა უფრო ეფექტურად და საიმედოდ დაცვისათვის.

პრაქტიკულმა კვლევებმა აჩვენეს, რომ შერჩეული შიფრაციის მეთოდები უნდა იქნეს დაფუძნებული საბაზისო სტანდარტებზე. დადასტურებულია, რომ მონაცემთა შიფრაციის მეთოდოლოგიის ჩამოყალიბებისას უნდა იქნეს გათვალისწინებული როგორც სერვერის ტიპი, ასევე სერვერთან მომუშავე პროგრამული უზრუნველყოფებიც.

აუცილებლად უნდა იქნეს შიფრირებული ფაილური სისტემაც, რომელშიც ინახება ჟურნალები, მონაცემთა ბაზების ფაილები და სარეზერვო ასლები.

#### ლიტერატურა – References – Література:

1. Differences between SSL and TLS Protocol Versions, (2010). <https://www.wolfssl.com/differences-between-ssl-and-tls-protocol-versions/>
2. Whitfield Diffie, Martin E. Hellman, (1976). New Directions in Cryptography, p. 11, <https://ee.stanford.edu/~hellman/publications/24.pdf>
3. Transport Layer Protection Cheat Sheet, [https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Transport\\_Layer\\_Protection\\_Cheat\\_Sheet.html](https://cheatsheetseries.owasp.org/cheatsheets/Transport_Layer_Protection_Cheat_Sheet.html)
4. Wenninger S. (2013). Why You Shouldn't be Afraid of SSL Performance, <https://blogs.sap.com/2013/06/23/whos-afraid-of-ssl/>
5. Shmueli E., Waisenberg R., Elovici Y., Gudes E. (2005). Designing Secure Indexes for Encrypted Databases, 15 p. [https://www.ics.uci.edu/~ronen/Site/Research\\_files/Secure%20Indexes.pdf](https://www.ics.uci.edu/~ronen/Site/Research_files/Secure%20Indexes.pdf)

## METHODOLOGY FOR CHOOSING DATA ENCRYPTION METHODS

Amilakhvari Nugzar, Amilakhvari George, Kakhniashvili Dimitri  
n.amilakhvari@gtu.ge, g.amilakhvari@gmail.com, d.kakhniashvili@gtu.ge  
Georgian Technical University

### Summary

Methodologies obtained from the result of in-depth and comprehensive analysis of practical studies of various methods of data encryption, created based on theoretical knowledge, are discussed. Practical advice is given for more effective and reliable protection of the organization's information system. It has been proven that no matter what encryption is used, it should still be oriented towards the underlying standards. In addition, based on group processes, collaborative surveys and analytic results depending on the type of server, it is indicated which encryption methodology is best for securing the organization's data. It was also noted that in addition to data encryption to prevent threats, it is necessary to provide a file system in which logs, database files and backups are stored.

## დიდი მონაცემების ფრეიმვორკები ონლაინ-სწავლების სისტემაში

გულნარა ჯანელიძე<sup>1</sup>, ბადრი მეფარიშვილი<sup>1</sup>, ნინო ბერიძე<sup>2</sup>  
janelidzegulnara08@gtu.ge, meparishvilbadri08@gtu.ge, beridzenino5@gmail.com

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
2-სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია სტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული მონაცემების ორმხრივი კონვერტირების პრობლემა და მისი გადაწყვეტა Hadoop-ის ეკოსისტემის კომპონენტებისა და რელაციური მონაცემთა ბაზების ინტეგრირებული გამოყენებით. წარმოდგენილია Apache Sqoop ინსტრუმენტის შესაძლებლობები აღნიშნული პრობლემის გადასაწყვეტად. შემუშავებულია ოთხი დონისგან შედგენილი ონლაინ სწავლების სისტემა, რომელშიც კლასიკურისგან განსხვავებით ინტეგრირებულია დიდი მონაცემები და ღრუბლოვანი გამოთვლები. წარმოდგენილია ონლაინ სისტემაში დიდი მონაცემების დამუშავების პროცესის ძირითადი ეტაპები, ასევე მონაცემთა მასივებთან მუშაობის მეთოდოლოგია.

**გასაღებური სიტყვები:** ონლაინ-სწავლება, დიდი მონაცემები, Apache Sqoop.

### 1. შესავალი

კორონავირუსით გამოწვეული პანდემიის ფორსმაჟორულ პირობებში, აუცილებელი გახდა საგანმანათლებლო სისტემის დროებით სრული გადასვლა ონლაინ-სწავლებაზე. ქვეყანაში დისტანციური განათლების სისტემის ოპერატიული დანერგვა დაკავშირებულია, როგორც მასში მონაწილე ადამიანთა უნარ-ჩვევების ადაპტაციასთან, ისე სისტემურ ცვლილებებთან. ელექტრონული სწავლების ტრადიციული სისტემები ვეღარ უმკლავდება ინფორმაციულ რესურსებზე და ტექნოლოგიებზე წვდომის გაზრდილ მოთხოვნილებას. ამდენად, დღის წესრიგში დგება უფრო თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების მიზანშეწონილობა, კერძოდ, მონაცემთა ბაზებისა და დიდი მონაცემების სისტემების ინტეგრირების საკითხი.

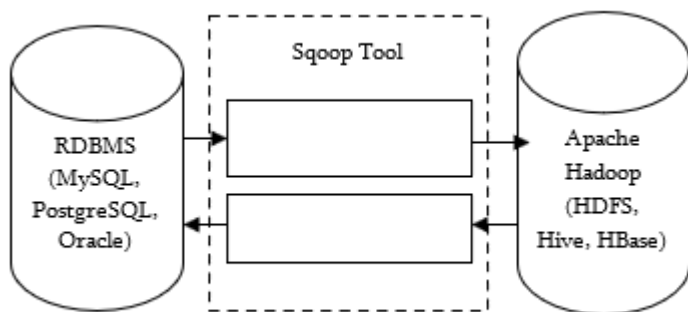
თანამედროვე რეალობაში მონაცემების ყოველწლიური მოცულობის ზრდის გამო ზრდამ განაპირობა ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში საინფორმაციო და საკომუნიკაციო, ასევე ღრუბლოვანი ტექნოლოგიების შესაბამისი განვითარების აუცილებლობა. ამ მხრივ გამონაკლისი არც საგანმანათლებლო სფეროა. სტატისტიკის თანახმად, დისტანციური სწავლის მსურველთა რიცხვი ყოველწლიურად იზრდება, განსაკუთრებით Covid19-ს არსებობის გამო პანდემიის პერიოდში ეს მოთხოვნა კიდევ უფრო გაიზარდა. გაჩნდა ახალი ცნება ე.წ. „დისტანციური პედაგოგიკა“.

ელექტრონული სწავლება ეფუძნება ქსელური და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენებას. იგი მოიცავს ონლაინ-სწავლებას, ვირტუალურ სწავლებას, განაწილებულ სწავლებას, ქსელურ და ვებ-სწავლებას. ყოველივე ჩამოთვლილი მიეკუთვნება საგანმანათლებლო პროცესს, რომელშიც გამოიყენება საინფორმაციო და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები, როგორც შუამავალი ასინქრონულ და სინქრონულ სწავლებაში და პედაგოგიურ საქმიანობაში.

მონაცემთა ბაზების მართვის თანამედროვე სისტემები უკვე ვეღარ უმკლავდება გაზრდილ მოთხოვნებს. აუცილებელი ხდება დიდი მონაცემების, კერძოდ სტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული მონაცემების ორმხრივი კონვერტირება, შენახვისა და დამუშავების ეფექტურობის ამაღლების თვალსაზრისით, რაც შესაძლებელია Hadoop-ის ეკოსისტემის კომპონენტებისა და რელაციური მონაცემთა ბაზების კომბინირებული გამოყენების გზით.

## 2. ძირითადი ნაწილი

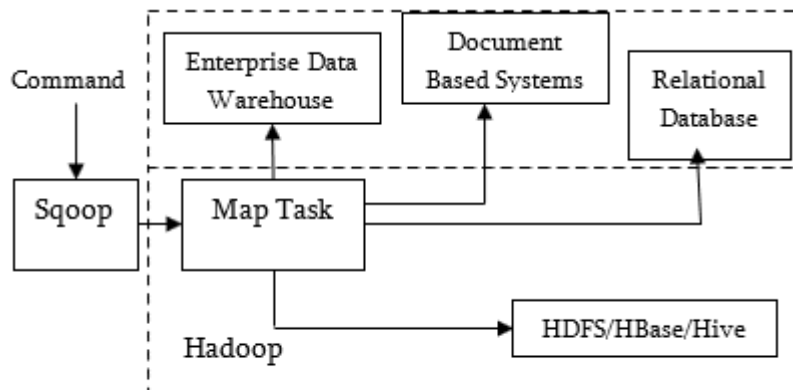
რელაციურ მონაცემთა ბაზების სისტემები (RDBMS) ბიზნეს-აპლიკაციებთან ურთიერთობის პროცესში მნიშვნელოვნად ზრდის მონაცემთა მოცულობას, რომელთა შენახვისა და დამუშავებისთვის საჭირო ხდება Hadoop-ისა და MapReduce-ს, ასევე Hive, HBase, Cassandra, Pig თუ სხვა ეკოსისტემის გამოყენება. ამდენად, იკვეთება სტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული დიდი მონაცემების ნაკადების სქემაში შუალედური რგოლის აუცილებლობა RDBMS-სა და HDFS-ს შორის მონაცემების ურთიერთგაცვლის თვალსაზრისით (ნახ.1).



ნახ.1. მონაცემთა ურთიერთგაცვლა

Apache Sqoop არის Hadoop ეკოსისტემის კომპონენტი, Apache Hadoop-სა და რელაციურ მონაცემთა ბაზებს (MySQL, PostgreSQL, Oracle, SQL Server და DB2) ან მეინფრეიმებს შორის მონაცემების გადაცემის (იმპორტისა და ექსპორტის) ინსტრუმენტი. მონაცემთა გადაცემა Sqoop-სა და გარე შენახვის სისტემებს შორის შესაძლებელია ე.წ. შემაკავშირებლის (connector) მეშვეობით.

ყოველი connector განკუთვნილია მასთან ასოცირებულ DBMS-თან მუშაობისთვის, თუმცა არსებობს Java-ს მიერ მხარდაჭერილი JDBC პროტოკოლზე დაფუძნებული უნივერსალური JDBC connector ნებისმიერ DBMS-თან სამუშაოდ [1,2]. Apache Sqoop-ის მუშაობის დიაგრამა, ნაჩვენებია მე-2 ნახაზზე.



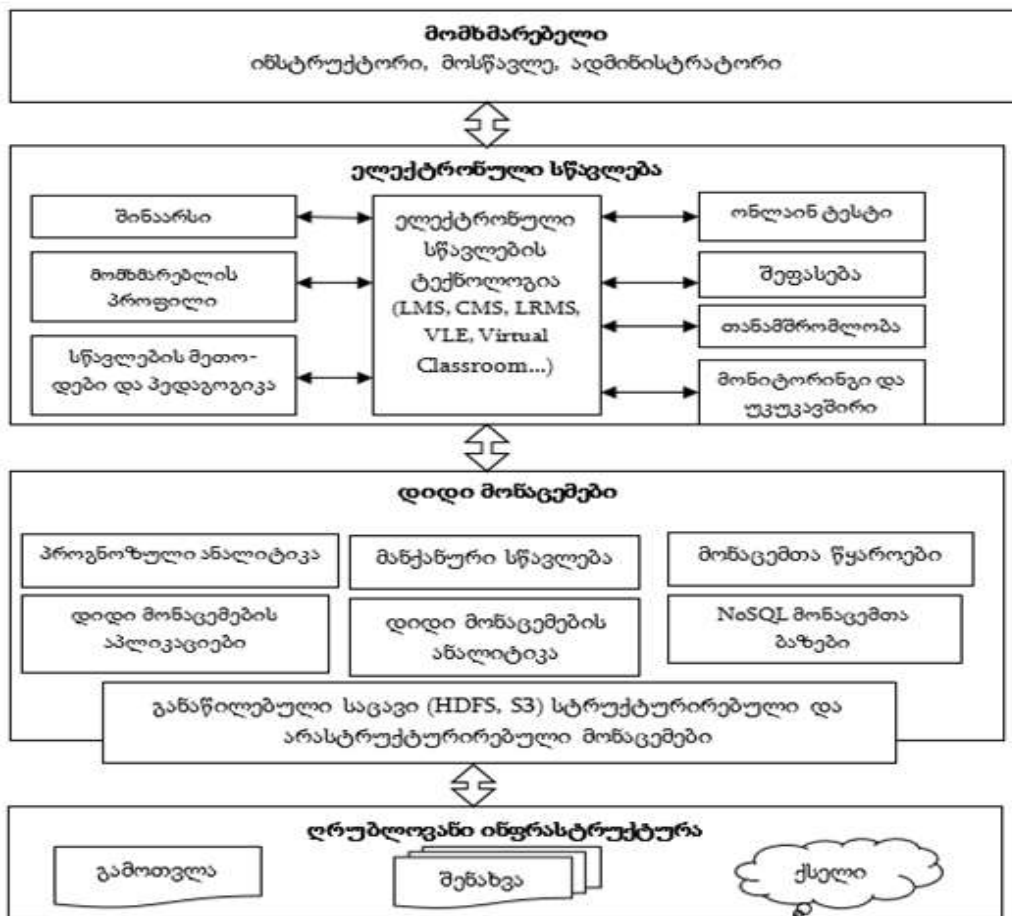
ნახ.2. Apache Sqoop-ის მუშაობის დიაგრამა

იმპორტის დროს ინსტრუმენტს შემოაქვს ინდივიდუალური ცხრილები RDBMS-დან HDFS-ში. ცხრილში თითოეული სტრიქონი განიხილება, როგორც ჩანაწერი HDFS-ში. Sqoop ბრძანების აღსრულების პროცესში, ჩვენი მთავარი ამოცანა იყოფა ქვეამოცანებად, რომელსაც ინდივიდუალური Map Task ასრულებს სისტემის შიგნით Map Task არის ქვეამოცანა, რომელიც ახდენს მონაცემთა ნაწილის იმპორტს Hadoop ეკოსისტემაში, ხოლო საბოლოო ჯამში ყველა Map Task ახორციელებს მთლიანი მონაცემების იმპორტირებას.

ექსპორტის დროს ინსტრუმენტს HDFS-დან გადააქვთ ფაილების თანმიმდევრობა (მასივი) RDBMS-სკენ. Sqoop-ში შესასვლელი ფაილები შეიცავენ ჩანაწერებს, რომლებიც ცხრილში სტრიქონებს წარმოადგენენ. Map Tasks-ში ჩასმული სამუშაოს აღსრულების პროცესში, HDFS-ის მონაცემების ნაწილების ექსპორტი ხდება მონაცემთა სტრუქტურირებული დანიშნულების ადგილამდე, სადაც ყველა ამ მონაცემთა ექსპორტირებული ნაწილების გაერთიანებით, RDBMS (MYSQL / Oracle / SQL Server)-ში ხდება მთელი მონაცემების აღწარმოება [1, 2].

აღნიშნული გარდაქმნების შედეგად მიღებული ელექტრონული სწავლების უფრო მოქნილი და დინამური პროცესები, რომელსაც აქვს თავისი ინდივიდუალური კონტურები, უშუალოდ არის დაკავშირებული ახალი ციფრული ტექნოლოგიის დანერგვასთან. არსებული სისტემის კლასიკურ არქიტექტურაში განიხილება ელექტრონული სწავლების სამი დონის როლი. მათ შორის, პირველი არის მომხმარებელი, რომელიც მიერთებულია ონლაინ-სწავლების პლატფორმასთან, მეორე - ქსელში განთავსებული ონლაინ-სწავლების პლატფორმა, ხოლო მესამე - რელაციური მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემა, რომელიც მონაცემების, სასწავლო რესურსების, მონაწილეთა მოქმედებების შენახვის საშუალებას იძლევა [3,4].

თანამედროვე პერიოდში ონლაინ-სწავლების სისტემებში ინტეგრირებულია დიდი მონაცემები და ღრუბლოვანი გამოთვლები. სისტემა შეიძლება შედგებოდეს 4 დონისგან, როგორც მე-3 ნახაზზეა ნაჩვენები.



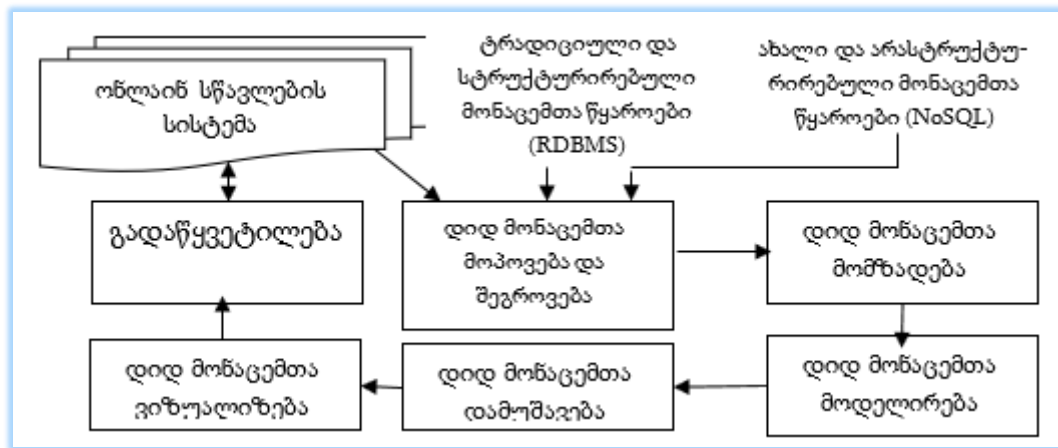
ნახ.3. დიდი მონაცემების, ონლაინ სწავლების სისტემებისა და ღრუბლოვანი გამოთვლების ინტეგრაცია

პირველი დონე არის ინფრასტრუქტურა, რომელიც წარმოადგენს მოცემულ არქიტექტურაში ყველაზე დაბალ დონეს. იგი წარმოადგენილია ვირტუალიზებული გამოთვლებით, საცავით და ქსელით. აპარატურული რესურსების აბსტრაქცია უზრუნველყოფს მომხმარებლების მოთხოვნების დაკმაყოფილების მოქნილობას. შიდა ვირტუალიზება რეალიზებას უკეთებს რესურსების ავტომატიზებულ გამოყოფას და უზრუნველყოფს ინფრასტრუქტურის მართვის პროცესის ოპტიმიზებას. მეორე დონე არის დიდი მონაცემების დონე. ეს დონე შედგება მონაცემების შენახვის, დამუშავების, ანალიზის და წარმოადგენის ტექნოლოგიებისგან, როგორცაა Hadoop, MapReduce, Spark, NoSQL ბაზები, Cassandra, MongoDB, HBase და ასე შემდეგ. ელექტრონული სწავლების სისტემა



არის მესამე დონე, რომელიც ასევე შედგება სწავლა-სწავლებისგან. პროცესში ჩართულია საგანმანათლებლო ტექნოლოგიების ფრეიმვორკები, როგორცაა LMS, CMS, VLE, Virtual Classroom და სხვა. აღნიშნული მიდგომის მეოთხე დონე არის მომხმარებლის დონე. როგორც წესი ონლაინ-სწავლების პლატფორმა სისტემაა, რომელიც შედგება ტექნიკური აღჭურვილობის, პროგრამული უზრუნველყოფისა და ადამიანებისგან. აღჭურვილობა მოიცავს ქსელურ და გამოთვლით მოწყობილობებს. ელექტრონული სწავლების პლატფორმა, ფაქტობრივად არის პროგრამული უზრუნველყოფა, ხოლო ადამიანები არიან სუბიექტები, რომლებიც იყენებენ სისტემას ინფორმაციის გადასაცემად, შესანახად და დასამუშავებლად [5].

განვსაზღვროთ დიდი მონაცემების დამუშავების პროცესის ძირითადი ეტაპები, რომელიც მონაცემთა წყაროს შექმნის საშუალებას იძლევა. შესაძლებელია დიდი მონაცემების გამოყენების მეთოდოლოგიის გაფართოვება გამოთვლების კონტექსტში. სწავლების სქემა მოცემულია მე-4 ნახაზზე, რომელიც გვიჩვენებს დიდი მონაცემების პარადიგმების სხვადასხვა ეტაპების მიმდევრობას:



ნახ.4. ონლაინ-სწავლების მონაცემთა მასივებთან მუშაობის მეთოდოლოგია

დიდი მონაცემების დასამუშავებლად, რომლებიც გენერირდება ონლაინ-სწავლების პლატფორმების მიერ, უნდა გაიაროს ხუთი საფეხური:

1) *მონაცემთა მოპოვება და შეგროვება* – ეს პროცესი სრულდება ონლაინ-სწავლების პლატფორმების მიერ, რომელიც შეიძლება იყოს ინფორმაცია მონაწილეებზე, როგორცაა პროფილი, ცოდნა, გამოცდილება, პედაგოგიური რესურსები, რომელიც მოიცავს ყველა ფორმატს, როგორცაა ტექსტი, გამოსახულება, ვიდეო. მონაცემებში შედის ასევე სასწავლო სისტემის მონაწილეების ქცევა და ურთიერთდამოკიდებულება, მონაწილეების თანამშრომლობა, თუნდაც სოციალური ქსელებით, ფორუმებით;

2) *დიდი მონაცემთა მომზადება* – მოიცავს ოპერაციათა შეთანხმებულ ნაკრებს, სხვადასხვა წყაროებიდან მონაცემების მიღების, ჩატვირთვის და გარდაქმნისთვის. ეს არის მონაცემთა ინტეგრაცია, რომელიც დაუმუშავებელი მონაცემების გადაცემის საშუალებას იძლევა, რათა მომზადდეს ისინი, გაგზავნილ და შენახულ იქნას HF ან NoSQL მონაცემთა ბაზაში, როგორცაა Cassandra, HBase და სხვა. მეორე ეტაპს აქვს გადაწყვეტი მნიშვნელობა ანალიტიკის პროცესში, რათა ამ ეტაპზე განირჩევა რა რჩება და რა უკუიღდება მოთხოვნილი ხარისხის მქონე მონაცემების მისაღებად;

3) *დიდი მონაცემების მოდელოება* – იგი წინ უსწრებს ანალიტიკური მოდელის შესრულებას. ამ ეტაპზე საჭიროა მოდელის იდენტიფიცირება, შესაბამისი მეთოდის (კლასტერიზაცია, კლასიფიკაცია, ასოციაციური წესები) განსაზღვრა და მისი რეალიზების ალგორითმის შემუშავება.

ეს დამოკიდებულია მონაცემთა ტიპზე და მისაწვდომ გამოთვლით რესურსზე. იგი შედგება მონაცემთა შესწავლისგან, რათა განისაზღვროს ცვლადებს შორის ურთიერთდამოკიდებულებები და აირჩეს გასალბური ცვლადები, რომლებიც იქნება გამოყენებული;

4) დიდ მონაცემთა დამუშავება – აქ შეიძლება გამოყენებულ იქნას პაკეტური დამუშავება, დამუშავება რეალურ დროში და ჰიბრიდული გამოთვლები;

5) დიდ მონაცემთა ვიზუალიზება – რომლის ძირითადი მიზანია დიდი მოცულობის მონაცემების დამუშავებისა და ანალიზის შედეგების ვიზუალიზება. მასში აღიწერება ხერხების, ინსტრუმენტებისა და უტილიტების ნაკრები, რომლებიც დაეხმარება ონლაინ-სწავლების მონაწილეებს მკაფიო ხედვა ჰქონდეთ სასწავლო პროცესში შექმნილ მონაცემთა მასივებზე.

დიდი მონაცემები ელექტრონული სწავლების მონაწილეებს სთავაზობს მთელ რიგ უპირატესობებს [3,4,5]:

– *შენახვის თვალსაზრისით*: ონლაინ-სწავლების სისტემებში ხშირად გამოიყენება მულტიმედია კონტენტი, როგორცაა ვიდეო, გამოსახულება, ხმა და სხვა. ასეთი მრავალფეროვანი დიდი მოცულობის მონაცემების შენახვის შესაძლებლობა აქვს დიდ მონაცემებს. იგი გვთავაზობს სხვადასხვა სახის მონაცემების შენახვას სხვადასხვა წყაროებიდან, როგორცაა მონაწილის პროფილი, სწავლების სტრატეგია, საგანმანათლებლო რესურსები, ჟურნალის ფაილი და სხვ.;

– *დამუშავების თვალსაზრისით*: არსებობს სხვადასხვა ფრეიმვორკი დიდი მონაცემებისთვის, როგორცაა Hadoop, MapReduce, Spark და სხვ., რომელიც განაწილებული დამუშავების საშუალებას იძლევა და გვთავაზობს პაკეტური პროცესების შესრულების შესაძლებლობას. დიდი მონაცემების მასიურ-პარალელური დამუშავების მოწინავე მეთოდების გამოყენებით ონლაინ-სწავლების პროფესორებს შეუძლიათ რეალურ დროში შეაფასონ სწავლების სტრატეგიის ეფექტურობა და განსაზღვრონ ცალკეული მონაწილის მოთხოვნები, რათა შესთავაზონ ცალკეულ სასწავლო სიტუაციებზე ადაპტირებული, ინდივიდუალური საგანმანათლებლო რესურსები;

– უპირატესობა პროფესორებისთვის ონლაინ-სწავლების სფეროში: დიდი მონაცემები საშუალებას იძლევა ზუსტად განისაზღვროს სფეროები, რომლებსაც უნდა მოერგოს ონლაინ-სწავლების კურსი ან მოდული. თუ მოსწავლეთა გარკვეული ჯგუფი ხარჯავს მოცემული მოდულის დასრულებაზე გათვალისწინებულზე გაცილებით მეტ დროს, ეს ნიშნავს, რომ მოდულს სჭირდება გაუმჯობესება, რათა შესაბამისობაში იყოს მონაწილეებთან.

– უპირატესობები სტუდენტებისათვის: ისინი იღებენ მეტ უპირატესობას დიდ მონაცემებზე დაფუძნებული ონლაინ-სწავლების პლატფორმისგან, რამდენადაც მათ შეუძლიათ აიმალონ უნარები ონლაინ-კურსების გავლით, ონლაინ-გამოცდებზე დასწრებით, მასწავლებლების გამოხმაურებებით, აგრეთვე აქვთ შესაძლებლობა თავიანთი დავალებები და პროექტები მასწავლებლებს გადაუგზავნონ ონლაინ რეჟიმში.

– უპირატესობები მასწავლებლებისთვის: შეუძლიათ მოამზადონ ონლაინ-ტესტები, შესაფასებელი ტესტები, დავალებები და პროექტები სტუდენტებისთვის. აქვთ უკუკავშირის საუკეთესო შესაძლებლობა, შეუძლიათ ურთიერთობა ონლაინ-ფორუმებით.

## 1. დასკვნა

დიდი მონაცემების პარადიგმების რეალიზაციით და ღრუბლოვანი ტექნოლოგიების განვითარების კვალდაკვალ ონლაინ-სწავლების სფერო შეიძლება მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდეს მასშტაბირების, წვდომადობის და მწარმოებლურობის თვალსაზრისით. სტატიაში წარმოდგენილია მიდგომები ელექტრონული სწავლების გარემოში დისტანციური სწავლების ხარისხის გასაუმჯობესებლად. შემოთავაზებულია სწავლების პროცესში ამ პლატფორმების მიერ წარმოქმნილი მონაცემთა უზარმაზარი რაოდენობის ეფექტურად დამუშავების მეთოდოლოგია, მათ შორის მონაცემთა ინტეგრაცია, მომზადება, მოდელირება, დამუშავება და მონაცემთა

ვიზუალიზაცია. და ბოლოს, დიდი მონაცემთა ტექნოლოგიების, ინსტრუმენტების და მეთოდების წყალობით, ელექტრონული სწავლების მრავალი პრობლემა შეიძლება გადაწყდეს და ონლაინ სწავლების სისტემები გახდეს უფრო ჭკვიანი და ეფექტური.

#### ლიტერატურა – References:

1. Meparishvili B., Tsertsvadze G., Janelidze G. (2020). Big Data Analytics, GTU, Tbilisi
2. <http://hadoop.apache.org/docs/stable/hadoop-yarn/hadoop-yarn-site/YARN.html>
3. Anshari, M., Alas, Y., Yunus, N., Sabtu, N. and Hamid, M. (2016) 'Online learning: trends, issues, and challenges in the big data era', Journal of e-Learning and Knowledge Society, Vol. 12, No. 1, pp.121–134, ISSN: 1826-6223, e-ISSN:1971-8829
4. Birjali, M., Beni-Hssane, A. and Erritali, M. (2016) 'Learning with big data technology: the future of education', Proceedings of the Third International Afro-European Conference for Industrial Advancement, DOI 10.1007/978-3-319-60834-1\_22
5. Buyya, R., Calheiros, R. and Vahid Dastjerdi, A. (2016) Big Data Principles and Paradigms, Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA, June, ISBN: 978-0128053942.

## BIG DATA FRAMEWORKS IN THE ONLINE LEARNING SYSTEM

Gulnara Janelidze<sup>1</sup>, Badri Meparishvili<sup>1</sup>, Nino Beridze<sup>2</sup>

1. Georgian Technical University
2. Samtskhe-Javakheti State University

#### Summary

Due to force-majeure caused by Covid-19 Pandemic, it became necessary to temporarily switch to an online education system. The operative implementation of distance education system in the country is related to the adaptation of the skills of the workers participating in it, as well as to systemic changes. Traditional e-learning systems can no longer cope with the growing need for access to information resources and technologies. Thus, the expediency of using more modern technologies is on the agenda, in particular, the issue of integration of Databases and Big Data systems. The paper discusses the problem of bilateral conversion of the structured and unstructured data and its solution by using integrated components of the Hadoop ecosystem and databases. The paper presents the capabilities of the Apache Sqoop tool to solve this problem. A four-level online learning system has been developed that unlike the classic system, integrates Big data and Cloud Computing. The paper presents the main stages of the Big Data processing in the online system, as well as the methodology of working with Data Sets.

## მესხური საოჯახო ნივთი ფეშხუმი

თინა იველაშვილი

tinaivelashvili@mail.ru

ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ქართული პურობისათვის განკუთვნილი იყო საგანგებო მრგვალი ფორმის სატრაპეზო მაგიდები სათანადო აღჭურვილობებით, რომელთა სახელწოდებებიც წერილობით წყაროებში ნაირგვარი ტერმინოლოგიითა ცნობილი (ფეშხუმი, ტაბლა, ტრაპეზი, ტაბაკი, ლანკანი, ხონჩა, სუფრა და ა.შ.). სამხრეთ-დასავლეთ საქართველოს მთელ რიგ რეგიონებში (შავშეთი სამცხე-ჯავახეთი, კოლა-არტაანი, ტაო, კლარჯეთი) საუზმის, სადილისა თუ ვახშამის სუფრა ფეხდაბალ ტაბლაზე იშლებოდა, რომელიც მოსახლეობა დღემდე ფეშხუმის სახელით მოიხსენიებს. საინტერესოა ის გარემოება, რომ საეკლესიო ინვენტარებში იგივე სახელწოდებით მოიხსენიებენ ძვირფასი ლითონის სადგარიან პატარა ლანგარს, რომელზედაც ლიტურგიის დროს სეფისკვერებს კვეთენ. სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ იგი მნათობთა თაყვანისცემის სიმბოლურ გააზრებას უკავშირდება. ფეშხუმის მრგვალი ფორმა შეიძლება პურობის ხასიათით იყოს შეპირობებული. რომლის უშუალო დანიშნულებაა თანამოსუფრეთა შორის ისეთი ლოკალური წრე შეიქმნას, რომელიც მათ ერთმანეთთან დაახლოებს.

**საკვანძო სიტყვები:** პურობა. ფეშხუმი. ტაბლა. ცარგვალი. სიმბოლო.

### 1. შესავალი

საქართველოში სხვადასხვა მოყვანილობის ტრადიციული სუფრების ნაირგვარობა დასტურდება. გასული საუკუნის 60-იან წლებამდე სამცხე-ჯავახეთში ძირითად საცხოვრებელ კომპლექსს მიწურბანიანი ოდა და დარბაზი წარმოადგენდა. საძინებელი ტახტი ე.წ. საქვე ძირითადად ხის სქელი (დაახლოებით 5-8 სანტიმეტრის) გრძელი ფიცრებისაგან, ძირითადად ოდაში იყო მოწყობილი. საქვე ბუხრის მარცხენა და მარჯვენა მხარეს კედლების გასწვრივ სიგრძივ იყო გამართული შემოსასვლელამდე. მასზე სადამოთი დასაძინებლად ერთდროულიდ ორი სამი ხელი ლოგინი იშლებოდა (გააჩნდა ოჯახის წევრთა რაოდენობას). დღისით საქვე სკამის მაგივრობას ეწეოდა. საუზმის, სადილისა თუ ვახშამის სუფრა მასზე დადგმულ ფეშხუმზე იშლებოდა. შემორსხდებოდნენ. მის გარშემო ერთდროულად შვიდი-რვა ადამიანი ჯდებოდა. მოკლედ, ფეშხუმი დღევანდელი მაგიდის ყველა ფუნქციას ასრულებდა (სურ.1).



სურ.1. ფეშხუმი

რაც შეეხება დღევანდელ მაგიდასა და სკამებს, ეს საოჯახო ინვენტარი 60-იანი წლებიდან იკიდებს ფეხს, როდესაც თანამედროვე საცხოვრებელი ბინების მშენებლობა მასიურად დაიწყო. (მიუხედავად ამისა, ზოგიერთ ოჯახში იშვიათად მაგრამ დროდადრო კვლავ იყენებენ ფეშხუმს, მაგრამ არა როგორც სასადილო მაგიდას).



## 2. ძირითადი ნქილი

სამხრეთ-დასავლეთ საქართველოს მთელ რიგ რეგიონებში (შავშეთი სამცხე-ჯავახეთი, კოლა-არტანი, ტაო, კლარჯეთი) საუზმის, სადილისა თუ ვახშამის სუფრა ამ ფეხდაბალ ტაბლაზე იშლებოდა, რომელიც მოსახლეობა დღემდე ფეშუმის სახელით მოიხსენიებს. თ. სახოკია როცა მთიან აჭარაზე საუბრობს, აღნიშნავს: „აქვე დარჩენილი ძველი, საღმრთო სიტყვა, რომელიც საქართველოში სხვაგან არ იხმარება, ანდა ჩვენ მაინც არ გავვიგონია. ეს გახლავთ საეკლესიო ნივთის ფეშუმის სახელით გაკეთებული ხის ჭურჭელი, რომელიც სუფრის ალაგას იხმარება და სახელიც ფეშუმი ჰქვია - მრგვალია, როგორც ფეშუმი და იმსავით მრგვალი ფეხი აქვს შუაზე, დიამეტრი ზოგს ორიდან სამ მეტრამდე აქვს“ [1]. ფეშუმი სწორედ ეს სახეობა შემონახული ტაოში. „ტაბლის ამ ერთ კონკრეტულ ნაირსახეობას, რომელსაც ჯვრის ფორმის სადგამი ამკობს მოსახლეობა დღესაც ფეშუმს უწოდებს.

ქართული ენის განმარტებით სიტყვარებიდან მხოლოდ ჯავახურ ლექსიკონებში გვხვდება ეს სიტყვა განმარტებული როგორც საოჯახი სამზარეულოს შემადგენილი ნივთი. „ფეშუნი (//ფეშუმი, ფეშუნი//ფეშუმი), დაბალფეხიანი მაგიდა, მრგვალი ფორმის, მეტწილად.“ [3]. „ფეშუმი, ფეშუნი, ფეხუნი, ფეხუმი დაბალი მრგვალი მაგიდა. ფეხებად (სადგამად) ჯვარედინად დაკრული ფიცრები აქვს, ტახტზე იდგმება და გარს შემომსხდარნი მასზე პურობენ.“ [2,6]. ასეთი ტიპის მრგვალი მაგიდა საქართველოში ყველგან იყო გავრცელებული. მთხრობელთა მითითებით „მას ძირითადად ფიცრებისაგან კრავდნენ, ზოგი კარგი ხელოსანი ერთი მთლიანი ხისგანაც გამოთლიდა თუ საჭირო მასალა ექნებოდა.“

ივ.ჯავახიშვილის ცნობით, „ქართული პურობისათვის განკუთვნილი იყო საგანგებო სატრაპეზო მაგიდები სათანადო აღჭურვილობებით, რომელთა სახელწოდებებიც წერილობით წყაროებში ნაირგვარი ტერმინოლოგიითა ცნობილი (ფეშუმი, ტაბლა, ტრაპეზი, ტაბაკი, ლანკანი, ხონჩა, სუფრა და ა.შ.). საინტერესოა ის, რომ ამ ნაირგვარი სატრაპეზო მაგიდების რიცხვში სრულიად განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს დაბალ სამფეხა ძირითადად წრიული ფორმის მაგიდებს. სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოთქმულია მოსაზრება, რომ იგი მნათობთა თაყვანისცემის სიმბოლურ გააზრებას უკავშირდება. ფეშუმის მრგვალი ფორმა შეიძლება პურობის ხასიათით იყოს შეპირობებული. რომლის უშუალო დანიშნულებაა თანამოსუფრეთა შორის ისეთი ლოკალური წრე შეიქმნეს, რომელიც მათ ერთმანეთთან დაახლოებს. ხალხური შეხედულებით, სივრცით განზომილებაში ეს წრე არ უნდა დაირღვეს“ [12].

სამხრეთ საქართველოს მოსახლეობაში ფეშუმისაგან განსხვავებით ცოტა სხვაგვარი დატვირთვა ჰქონდა ტაბაკს. ქართულ სიტყვიერებაში ტაბაკი განმარტებულია როგორც „ხის მრგვალი (წრიული) ფორმის“ სუფრა. ფეშუმის სახელწოდებით მართლმადიდებლურ ეკლესიებში ერთ-ერთი აუცილებელი საეკლესიო ძვირფასი ლითონისაგან (ოქრო ან ვერცხლი) დამზადებული მრგვალი დაბალფეხიანი თეფში იყო და დღესაც არის, რომელზედაც გარკვეული რიტუალი ტარდება. იგი სხვადასხვა საეკლესიო სიტყვარებში შემდეგნაირადაა განმარტებული: „**ფეშუმი** – დაბალფეხიანი თეფში, რომელიც იხმარება ღვთისმსახურების დროს ბარძიმთან ერთად. ფეშუმზე აწყობენ ტარიგს – ნაკვეთ სეფისკვერს. ფეშუმი სიმბოლურად აღნიშნავს ბაგას, სადაც ღვთისმშობელმა მაცხოვარი მიიწვია შობის შემდეგ და მაცხოვრის საფლავს. აღნიშნული სარიტუალო ჭურჭელი ქრისტიანულ ღვთისმსახურებაში საკმაოდ ადრეული ხანიდან (დაახლოებით მეექვსე საუკუნიდან მაინც) ჩნდება. ამას გვაფიქრებინებს არსებული წერილობითი წყაროები. **საეკლესიო ოქროს ფეშუმი** (სურ.2) - ასე მაგალითად: როდესაც „ფარსმან მეფემ ღირს მამას ჰკითხა, თუ რა სჭირდებოდა უდის. აზნოსთვ წმიდა შიომ უპასუხა: „უფალო მეფე! გულნი მეფეთანი ხელთა შინა ღვთისათა არიან, ვითარცა რა ჯერ გიჩნს, ჰყავ“. მეფემ უდაბნოში ეკლესიის ასაშენებლად დიდძალი საფასე, ოთხი დაბა, ბარძიმ-ფეშუმი, ოქროს ჯვარი და მშვენივრად შემკობილი მეფე ვახტანგ გორგასლისეული სახარება შესწირა. როცა ეკლესიის მშენებლობა დაასრულეს,



სურ.2. ოქროს ფეშუმი

ზოსიმე კუმურდოელის წარწერა ტაძრის სამხრეთ ფასადზე „სახელითა ღმრთისადათა. მე, ზოსიმე კუმურდოელმან შევმოსე საკურთხეველი, ბარძიმ-ფეშუმი, ჯუარი და შევამკე ხატი

დმრთაებისაჲ ჳელითა დავითისაჲთა. დაუდევ სალოცველად ბზობისა კირიელისონითა; დეკანოზი შეუსუენებდეს წმიდასა სამებობისა შესუენებითა. კრულია ამით ხატითა, ვინ შეუცვალოს.“ [11].

რუის-ურბნისის საეკლესიო კრების მეგლისწერა კანონი 6. სამღვდელო ჭურჭლის და ღმრთისადმი შეწირულ სიწმინდეთა შესახებ, როგორცა ბარძიმ-ფეშხუმი, სამწერობელი, ყოველივე ეკლესიისთვის შეწირული და ერთხელ ღმრთისათვის მიცემული ოქრო, ვერცხლი, თვალ-მარგალიტი, მინა, სტავრა, სირმით ნაქსოვი, სპილენძი, რკინა, ხე, თიხა, ქვა, - ვადგენთ წმინდა კანონთა მიხედვით, რომ არავის მიეცეს მათი ხმარების უფლება, ტყვეთა გამოსახსნელადაც კი, გინდ უქმად და უხმარად ეწყოს და ფეხით სათელად ეყაროს ეკლესიის საგანძურში. ხოლო თუ ვინმე გაბედავს მათ ხმარებას ეკლესიის გარეთ, გარდა იმ საჭიროებისა, რისთვისაც ეს ნივთები დაწესებულია და რა სახითაც ეკლესიის სამსახურებლად ან საკურთხევლისთვის შექმნილია, მას მოელოდეს ამქვეყნად ბაბილონელთა მეფის ბალტაზარისა და ანანიას და საფირას სასჯელი, ხოლო იმქვეყნად საუკუნო ცეცხლი, გამზადებული ემშაკებისა და მათი ანგელოზებისთვის [5].

**შემოქმედის მონასტერი** ერთ-ერთი უმდიდრესი იყო, სადაც დავანებული იყო უნიკალური ხატები და უძვირფასესი საეკლესიო ნივთები. „ვახტანგ გურიელის მეუღლემ თამარ ათაბაგმა ეკლესიას შესწირა **ღვთისმშობლის ხატი**. ვახტანგი და მისი მეუღლე იხსენიებიან ზარზმის ტაძრის წარწერაში (1572 წ.). ასევე საინტერესოა ვერცხლის ხატი, რომლის მინაწერში მოხსენიებულნი არიან **მამია II გურიელი** და მისი მეუღლე თინათინი, ასევე ოქრომჭედელი ივანე წიქარიძე. წარწერა 1601 წლისაა. ასევე მონასტერში შენახული იყო სოფელ **გოგიეთიდან** გადმოსვენებული წმინდა დემეტრეს მოოქროული ვერცხლის ხატი, წმინდა გიორგის ხატი ამაღლებიდან, წმინდა გიორგის ოქროს ხატი. საეკლესიო ინვენტარიდან აღსანიშნავია ნიკოლოზ შემოქმედელის განახლებული ოქროს ბარძიმი 46 ძვირფასი ქვით, **ოქროს ფეშხუმი**, ოქროს მასიური დაფარნა. ეკლესიასი ინახებოდა ღვთისმშობლის ხატის მოოქროვილი კუბო, რომელიც ვინმე გიორგი კავკასიძეს მოუჭედინებია

XVI-XVII საუკუნეში შემოქმედში თავი მოიყარა მესხეთის ზარზმის უძვირფასესმა ნივთებმა. მათ შორის იყო ქართულ ხატებს შორის უძველესი, 886 წლით დათარიღებული **ფერისცვალების ხატი**. ზარზმიდან გადმოსვენებული მეორე ხატი იყო ლაკლაკიძეების ღვთისმშობლის ხატი — XI საუკუნის ქართული ოქრომჭედლობის შედეგია; ასევე 1008 წლის ვერცხლის ფირფიტა, თამარ ხურციძის შეწირული რეთისმშობლის ოქროს ხატი 87 ძვირფასი თვლით, გაბრიელ ხურციძის შეწირული ვერცხლის ჯვარი, მაცხოვრის ფერისცვალების ოქროს ხატი, ვერცხლის ბარძიმი **ორი ფეშხუმი**. სამცხე-საათაბაგოს სხვა ეკლესიებიდან შემოქმედში გადმოუსვენებიათ მოოქროული ვერცხლის ჯვარი, ღვთისმშობლის ოქროს ხატი 32 ძვირფასი თვლით, მღვდელმთავრის კვერთხი 117 ძვირფასი ქვით, ღვთისმშობლის მოოქროული ვერცხლის ხატი, რომელიც ქაიხოსრო გურიელს 700 მარჩილად შეუძენია და სამცხიდან გურიაში გადაუსვენებია [7].

მკვლევართა გარკვეული ნაწილის შენიშვნით, წარმართული სარწმუნოების სიმბოლოები სიცოცხლის ხე და ჯვარი, ქრისტიანულ სარწმუნოებას თავისი მოძღვრების გადმოსაცემად წარმართული რელიგიიდან უსესხია, რის შედეგადაც ხე და ჯვარი, ფეშხუმი მოგვევლინნენ ადრექრისტიანულ სიმბოლიკებად.

საერთოდ, „საქართველოში სხვადასხვა მოყვანილობის ტრადიციული სუფრების არსებობა დასტურდება. ტაბლა-ტაბაკის სახელით დამკვიდრებული მრგვალი სუფრა ავეჯის ერთ-ერთ სახეობას წარმოადგენს. უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს მთიანეთში ტაბლა მიცვალებულის „სულის მოსახსიენებლის“ საკურთხსაც ეწოდება. აქედან გამომდინარე, ჩანს, რომ ტაბლა ძველი რწმენა-წარმოდგენების საფუძველზე შექმნილი გარკვეული მოყვანილობის (უმეტესად მრგვალი) დგამი იყო, რომელზეც მიცვალებულის „სულის მოსაგებებელ“ სანოვაგეს - „საკურთხ ტაბლას“ ალაგებდნენ. საკურთხისა და მავე სახელით ტაბლას მოხსენიებას გარკვეული აზრობრივი დატვირთვა ჰქონდა. შესაძლებელია ტაბლების მრგვალი მოყვანილობა ციურ მნათობთა შესახებ არსებულ რელიგიურ წარმოდგენებთან იყოს დაკავშირებული, ეს გარემოება კი გვაფიქრებინებს, რომ ტაბლათა ფორმა -

სიმრგვალე უძველესი რწმენა-წარმოდგენებიდან იღებს სათავეს და, რომ სუფრად ხმარებული ტაბლის ფორმაც ასტრალურ მსოფლმხედველობასთან უნდა იყოს დაკავშირებული (სურ.3). [10].



სურ.3. ტაბლა

სულხან-საბა ორბელიანის განმარტებით ტაბლა არის „ვიცრის სუფრა ფეხადი“ [9] „სინის მცგავსი ხის ჭურჭელი სანოვავის დასაწყობად. ახალი წლის წინა საღამოს ტაბლას გავაწყობდით. ახალი წელი რომ გათენდებოდა, ოჯახის მეკვლე სანოვავით გაწყობილი ტაბლით ხელში გავიდოდა გარეთ. სახლს შემოუვლიდა და მერე ერდოდან ბედის ქადას ჩამოაგდებდა სახლში. ქორწილი რომ შემოვიდოდა სოფელში, მოკეთე ვინც იყო, თავის კარზე ტაბლას გადააგებებდა“ [6]. ტაბლა ოჯახის ახალგაზრდა ქალს ეჭირა ხელში, რომელზედაც ხილი, ტკბილეული და სასმელი იყო. მექორწილეები შეჩერდებოდნენ, ქორწილის მამა მასპინძლის მიერ მიწოდებულ სასმისით სავსე ჭიქას აიღებდა, ოჯახს დალოცავდა, სასმელს დალევდა, ტაბლიდან აღებულ ლუკმას დააყოლებდა და მექორწილეები გზას გააგრძელებდნენ. მოგვიანებით ჭურჭელი და რიტუალიც იგივე დარჩა მხოლოდ ტერმინი ტაბლა სუფრამ ჩაანაცვლა.

რაც შეეხება ტაბაკს, გ. ბერიძის მითითებით, „ტაბაკი (არაბ.) მთლიანი ხისგან ჩარხით ან ხელით გამოთლილი მრგვალი და ბრტყელი ჭურჭელი სინის მსგავსი. პურსა და საჭმელს აწყობენ, მისართმევი ჭურჭელია.“ ამ დანიშნულებით ტაბაკი უკვე მეთორმეტე საუკუნუდან იხსენიება. ვეფხის ტყაოსანში არაერთგან არის მითითებული „კვლა მოაქვს ერთი ტაბაკი, მძლედ საჭერავი ხელისა. ავთანდილისთვის ლომისა ძღვენი ფრიდონის ქველისა. იგი ტაბაკი სავსეა მარგალიტითა მსხვილითა.“ [8]. ხოლო „ტაბლა საწესო სუფრა მიცვალებულის სულის მოსახსენიებლად. სუფრას გააწყობდნენ, ზედ დაალაგებდნენ პურებსა და ნაზუქებს, სხვადასხვა ხილეულს, საჭმელს, ტანისამოსს და სხვა. მღვდელი აკურთხებდა“ [3].

როგორც ვხედავთ, დანიშნულების მიხედვით აქ მოტანილ სახელწოდებებს (ფეშხუმი, ტაბლა, ტაბაკი) შორის საკმაოდ დიდი სხვაობა არის. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გასული საუკუნის 60-70-იანი წლებიდან ფეშხუმს ტერმინი მაგიდა-სუფრა ჩაენაცვლა, ხოლო ტაბლა-ტაბაკი ტერმინოლოგიურად და დანიშნულებითაც დღემდე უცვლელადაა შემონახული.

### 3. დასკვნა

წრიული ფორმის საოჯახო და სარიტუალო ჭურჭელი ფეშხუმის სახელწოდებით, საერთოდ, მნათობთა (მზის და მთვარის) თაყვანისცემის საკრალურ წარმოდგენებს უკავშირდება. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ საოჯახო სატრაპეზო და სარიტუალო ფეშხუმის წრიული ფორმა, უპირველეს ყოვლისა, თვით ტრაპეზის ხასიათით უნდა იყოს განპირობებული. კერძოდ, თანამესუფრეთა შორის ისეთი ლოკალური წრის შექმნა, რომელიც სივრცით განზომილებაში მათ ერთმანეთთან დაახლოებას და თანასწორობას განაპირობებდა.

ფეშხუმ მაგიდების ერთ-ერთი თავისებურება ისაა, რომ ის წრიული ფორმისანია, რაც სამეცნიერო ლიტერატურაში გამოთქმული მოსაზრების თანახმად, მნათობთა (მზის და მთვარის) თაყვანისცემის საკრალურ წარმოდგენებს უკავშირდება [ბარდაველიძე, 1953: 9]. „მაგიდების წრიული ფორმა უპირველეს ყოვლისა თვით ტრაპეზის ხასიათით უნდა იყოს განპირობებული. მისი უშუალო პრაქტიკული დამიშნულებაა თეიქმნას თანამესუფრეთა შორის ისეთი ლოკალური წრე, რომელიც მათ ერთმანეთთან დაახლოებს დარპმელიც, ხალხური რწმენა-წარმოდგენების თანახმად სივრცით განზომილებაში არ უნდა დაირღვეს [4].

ჯერ-ჯერობით ვერ ხერხდება დადგენა იმისა ღვთისმსახურებაში ფეშხუმის სახელწოდებით ფეხდაბალი ტაბლა საყოფაცხოვრებო რიტუალიდან თუ პერიქით ღვთისმსახურებიდან გადავიდა საოჯახო ტრადიციებში. თუ ვაღიარებთ იმ ფაქტს, რომ ქრისტიანობამდე საოჯახო ტრაპეზი და მისი ერთ-ერთი ძირითადი ატრიბუტი ფეშხუმის სახელწოდებით, თავისი წრიული ფორმით მნათობთა (მზის და მთვარის) თაყვანისცემის საკრალურ წარმოდგენებს უკავშირდება, ადვილი შესაძლებელია ეს სატრაპეზო ჭურჭელი თავისი სახელწოდებით ქრისტიანობაში ქართველი ხალხის საოჯახო ყოფიდან იყოს შესული. შესული. ამას გვაფიქრებინებს ის გარემოება, რომ წარმართული რელიგიის ქრისტიანულ სააზროვნო სისტემაში კონსტრუირება, ძირითადად, განპირობებულია მდიდარი და მრავალმხრივ განვითარებული ქართული წარმართული კულტურით, რომლის ტრადიციებსაც დაეშენა ქრისტიანობა. როგორც ჩანს, ქრისტიანობამ წარმართული რელიგიიდან ისესხა მისთვის საჭირო, მნიშვნელოვანი მოტივები, რომლებიც ქრისტიანულად გადაიზარა და საჭირო ინტერპრეტაცია მისცა. ისტორიაში ამგვარი ქმედების არაერთი ფაქტი არსებობს.

#### ლიტერატურა – References :

1. Sakhokia T. (1950). The Travels. Tbilisi
2. Abuladze I. (1973). Dictionart of Georgian Language. Tbilisi
3. Beridze G. (1981). Lavanese dialect lexical material. Tbilisi
4. Gotsiridze G. (2007). Folk culture of tood and the traditions of Georgian feast and cuisine Tbilisi
5. TheLav of great jurisprudence. Tbilisi, 1975.
6. Zedginidze G. (2014). Javanese Dictionary, Tbilisi,
7. Takaishvili E. (1907). Archaeological travels Tfilisi
8. Shota Rustaveli. (1985). Panther-skinnd. Tbilisi
9. Sul Khan-Saba Orbeliani. (1966). Dictionaly Georgian. Tbilisi
10. Georgians. Tbilisi, 2018.
11. Geogian Soviet Envylopedia. (1986). Vol. 10, Tbilisi
12. Javaxishvili I. Firrels, Tbilisi, 1979.

## MESKHETIAN HOUSEHELD ITEM *PESHKHUMI*

Tina Ivelashvili

tinaivelashvili@mail.ru

Samtskhe-Javakheti State University

#### Summaery

Special round-shaped dining tables, the names of which are known with different terminology in written sources (Peshkhumi, Tabla, Trapezi, Tabaki, Lankani, Khoncha, Supra, etc.) with appropriate equipment were intended for Georgian feasting. In many regions of South- West Georgia (Shavshet, Samtskhe-Javakheti, Kola-Artaani, Tao, Klarjeti) a table for breakfast, dinner and supper was set on a low Tabla which is still mentioned as Peshkhumi by the population. It is interesting to note that the ecclesiastical inventory of the same name refers to a small plate with a precious metal stand with the communion bread during the liturgy. The scientific literature has suggested that it is related to the symbolic understanding of the worship of heavenly lights. The round shape of Peshkhumi may be conditioned due to the nature of Puroba the immediate purpose of which is to create a local circle between the convives that brings them closer together.



# ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომა ხარისხის მენეჯმენტში

ნონა ოთხოზორია, თამარ მიშელაშვილი  
n.otkhozoria@gtu.ge, t.mishelashvili@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია ხარისხის მენეჯმენტში ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომის ეფექტურობა და აქტუალობა. ნაჩვენებია, რომ ეს მოდელი წარმოადგენს ხარისხის მართვის სისტემების ვიზუალურ და პრაქტიკულ მოდელს, სადაც თვალნათლივ ჩანს სისტემის სტრუქტურა, სისტემის ქცევა და მისი ელემენტები, ასევე ის შეიძლება ეფექტურად იქნეს გამოყენებული სისტემის მონიტორინგისა და კვლევისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ხარისხის მენეჯმენტი. ობიექტ-ორიენტირებული მიდგომა

## 1. შესავალი

ხარისხის მენეჯმენტის მნიშვნელოვანი ამოცანაა წარმოების პრობლემების დროული გამოვლენა და შესაბამისი მაკორექტირებელი ღონისძიებების შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს პრობლემების გადაჭრას და შექნის პირობებს სამუშაოს ხარისხის გასაუმჯობესებლად. ამისათვის აუცილებელია ინსპექტირების სისტემა, ხარისხის რისკების შეფასება, პრობლემების იდენტიფიცირება და ხარისხის მენეჯმენტის გაძლიერება.

ორგანიზაციები, რომლებმაც უნდა მიიღონ სტრატეგიული გადაწყვეტილება ხარისხის მენეჯმენტის სისტემის შექმნის შესახებ, უამრავ პრობლემას აწყდებიან. საჭირო ხდება პროცედურების, მიზნების, სტრატეგიის, პოლიტიკის, პროცესების აღწერა და სხვ. ღონისძიებების გატარება. მნიშვნელოვანი და აქტუალური ხდება უნივერსალური ალგორითმის შემუშავება, რომელიც უზრუნველყოფს ხშირად წარმოქმნილი პრობლემების გადაწყვეტას.

რთული სისტემების მოდელირებისათვის მრავალი სხვადასხვა მიდგომა არსებობს, რომელთაგან გვინდა გამოვყოთ ობიექტზე-ორიენტირებული მიდგომა, რომლის საბაზისო ელემენტებს წარმოადგენენ ობიექტები და კლასები. ობიექტი არის კლასის წარმომადგენელი, კლასი კი ქმნის მემკვიდრულ იერარქიას. მოდელირებისას რეალური ობიექტი იცვლება ვირტუალური ობიექტით, რომელიც უფრო ახლოს არის რეალობასთან, ვიდრე მათემატიკური მოდელი, სადაც ობიექტი რთული მათემატიკური ფორმულებით აღიწერება. ობიექტი შეიძლება იყოს ადამიანი, კომპანია, პროექტირების პროცესი, ეკონომიკური მოდელი და სხვა. ყოველი ობიექტი ხასიათდება თვისებებით და ქცევებით (ნახ.1). ქცევებით განისაზღვრება თვისებების შესაძლო მნიშვნელობები. მაგალითად, ორგანიზაციის პოლიტიკა და მიზანი წარმოადგენს ობიექტებს, რაც ნიშნავს იმას, რომ მათ გააჩნია თვისებები და ქცევები.

პოლიტიკა შეიძლება დავახასიათოთ შემდეგი თვისებებით: შედგენის თარიღი, დამტკიცების თარიღი, ძირითადი მიმართულებები და სხვა, ასევე ქცევებით: პოლიტიკის შემუშავება, განხილვა, შეთანხმება, დამტკიცება (ნახ.2).



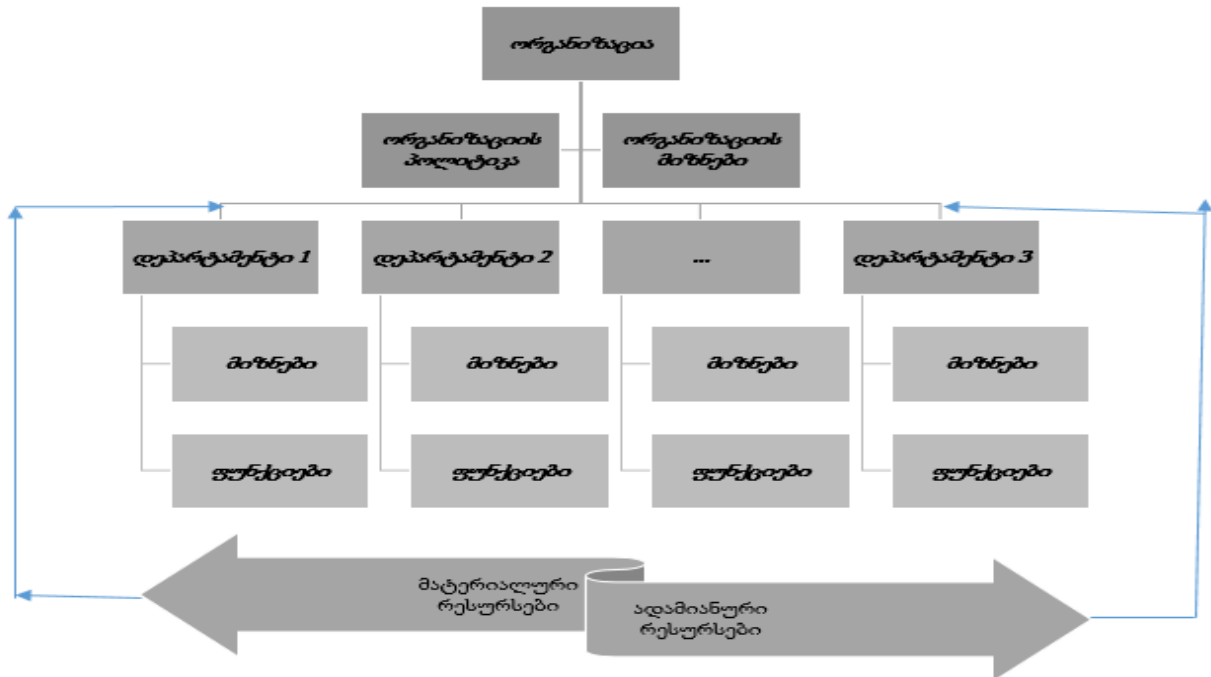
ნახ.1. ობიექტის სტრუქტურა



ნახ.2. ობიექტი- ორგანიზაციის პოლიტიკა

მიზანიც ასევე შესაძლებელია დავახასიათოთ შემდეგი თვისებებით: რომელიმე ორგანიზაციის კუთვნილება, მიზნის მიღწევის დრო, მიზნის მიღწევის გზები, ამოცანების აღწერა და სხვა, ხოლო ქცევები შეიძლება იყოს: მიზნის ფორმულირება, განხილვა, შეთანხმება, დოკუმენტირება, დამტკიცება.

ობიექტზე-ორიენტირებული მოდელები ეყრდნობა სისტემების თეორიას, რომლის მიზანია რთული სისტემების აღწერა, განმარტება და დაყოფა ერთიანი სტანდარტების გამოყენებით. სისტემები შედგება კომპონენტთა სიმრავლისაგან (ქვესისტემები და ელემენტები), რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია გარკვეული ურთიერთობებით [1]. ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომა შეგვიძლია გამოვიყენოთ ორგანიზაციის სტრუქტურის წარმოსადგენად (ნახ.3).



ნახ. 3 ორგანიზაციის სტრუქტურა

წარმოდგენილი მოდელი ასახავს ორგანიზაციაში გაერთიანებულ მსხვილ სუბიექტებს, რომლებიც მუშაობენ გარკვეული ამოცანების გადასაწყვეტად, სტრუქტურა წარმოადგენს სამუშაო ადგილებს ორგანიზაციაში და რესურსებს, რომლებიც ხელმისაწვდომია ამ სამუშაოების შესასრულებლად.

ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომა არის საკომუნიკაციო მოდელი, რომელიც ახდენს სამუშაოსა და რესურსების სინქრონიზაციას, ისე, რომ ხელი შეუწყოს ორგანიზაციის მუშაობის პროცესს, სამუშაოების პრიორიტეტად დასახვას და რესურსების კონკურენციის პრობლემებს.

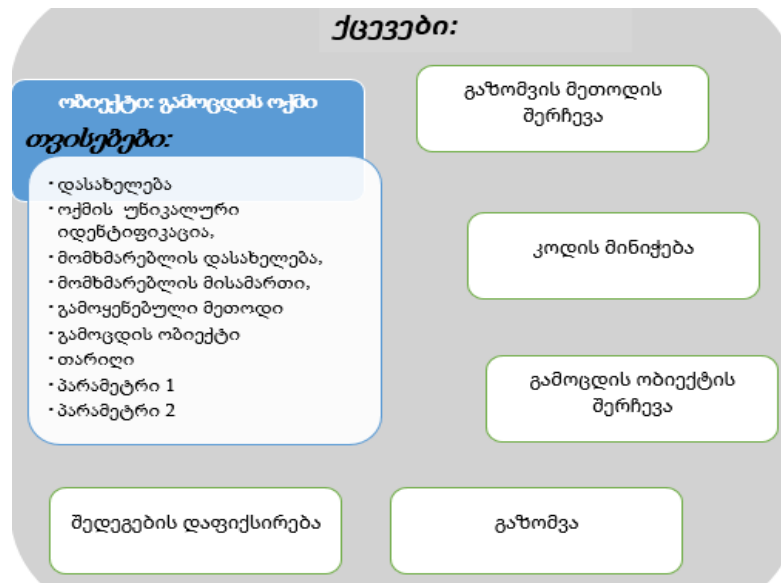
ამასთანავე, ეს მიდგომა არ განასხვავებს სამუშაოს ან რესურსს. ნებისმიერი ელემენტი განიხილება, როგორც „ობიექტი“.

**2. ობიექტზე-ორიენტირებული მიდგომა ხარისხის მენეჯმენტში „შედეგების ანგარიშგება“ პროცედურის შემუშავებისას.**

ხარისხის კონტროლისათვის საინტერესო და მნიშვნელოვანი პირველ ეტაპზე არის ხარისხის კონტროლის არეალის შერჩევა, ეს არის ის სფეროები, რომელთა კონტროლიც არის განსაზღვრული. ამ ეტაპზე უნდა განისაზღვროს შერჩევის კრიტერიუმები, შეირჩეს ობიექტები და შესაბამისი მახასიათებლები [2]. ობიექტების იდენტიფიცირება უნდა მოხდეს დადგენილი კრიტერიუმების შესაბამისად. ეს შეიძლება იყოს: პერსონალი, საწარმოო დანადგარები, ინფორმაციული სისტემები, მონაცემები, პროდუქტი, მომხმარებლები, მომწოდებლები, სამუშაო ადგილები, ასევე სტრატეგია, პოლიტიკა, პარტნიორობა, შეთანხმებები, ანგარიშები.

განვიხილოთ ობიექტზე-ორიენტირებული მოდელირება კონკრეტული მაგალითის საფუძველზე: საგამოცდო ლაბორატორიებისთვის უმნიშვნელოვანესი დოკუმენტია შედეგის ანგარიშგება, რომელშიც უნდა აისახოს ლაბორატორიაში ჩატარებული თითოეული გამოცდის და დაკალიბრების შედეგები ზუსტად და ობიექტურად. შედეგები ფორმდება გამოცდების ოქმით, რომელიც მოიცავს შემდეგ ინფორმაციას: გამოცდის ოქმის დასახელება, ლაბორატორიის დასახელება, ოქმის უნიკალური იდენტიფიკაცია, მომხმარებლის დასახელება, მომხმარებლის მისამართი, გამოყენებული მეთოდის დასახელება, გამოცდის ობიექტის დასახელება, გაზომვის შედეგი (პარამეტრის მნიშვნელობა), თარიღი და ა.შ.

„შედეგების ანგარიშგება“ პროცედურისთვის ობიექტია ოქმი, შესაბამისი მახასიათებლებით, ასევე ამ ობიექტთან დაკავშირებულია გარკვეული მოქმედებები: გაზომვის მეთოდის შესაბამისად გაზომვების ჩატარება, გაზომვების შედეგების დაფიქსირება, ხელმოწერა და დამტკიცება. სქემატურად მოდელის „ობიექტზე-ორიენტირებული“ სახე შესაძლებელია შემდეგნაირად წარმოვადგინოთ (ნახ.4).



ნახ.4. ობიექტი: გამოცდის ოქმი

წარმოდგენილი ობიექტი კონკრეტული კლასის, მაგ. გამოცდის წარმომადგენელი შეიძლება იყოს, რომელთანაც დაკავშირებული იქნება სხვა კლასი, მაგ. პერსონალი, რომელსაც ასევე საკუთარი ნიშანთვისებები და ქცევები გააჩნია ან კლასი - დეპარტამენტი, რომელიც მოიცავს კლასს - პერსონალს. ამ შემთხვევაში მემკვიდრეობითობა იჩენს თავს. ობიექტის მოდელის აგებისას ვიყენებთ ოთხ ძირითად პრინციპს: აბსტრაქცია, ინკაფსულაცია, მემკვიდრეობითობა და პოლიმორფიზმი. ეს პრინციპები უზრუნველყოფს აღწერის უნიფიცირებას, არსებობს მხოლოდ მოქმედებები (ქცევები), ყველა დანარჩენი კი სუბიექტები, ობიექტები (რესურსები, დოკუმენტები) აღიწერება როგორც მოქმედებათა სიმრავლე. ამ შემთხვევაში მიღწეულია რელაციურობა - ნებისმიერი ობიექტი არსებობს მხოლოდ კონკრეტული კლასისთვის (სუბიექტისთვის) და აღიწერება მოქმედებათა სიმრავლით.

### 3. დასკვნა

ამრიგად, ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომა მოგვცემს ხარისხის მართვის სისტემების ვიზუალურ და პრაქტიკულ მოდელს, სადაც თვალნათლივ ჩანს სისტემის სტრუქტურა, სისტემის ქცევა და მისი ელემენტები, ასევე ის შეიძლება ეფექტურად გამოყენებულ იქნეს სისტემის მონიტორინგისა და კვლევისათვის.

ლიტერატურა – References :

1. Ir Peter W.M. van Nederpelt. (2009). Object Oriented Quality Management (OQM) A management model for quality. © Statistics Netherlands, The Hague/Heerlen
2. P.W.M. van Nederpelt. (2012). Object-oriented Quality and Risk Management (OQRM). A practical and generic method to manage quality and risk. lulu.com; Second edition (October 24)

## OBJECT-ORIENTED APPROACH TO QUALITY MANAGEMENT

Otkhozoria Nona, Mishelashvili Tamar  
n.otkhozoria@gtu.ge, t.mishelashvili@gtu.ge  
Georgian Technical University

### Summary

The article discusses the effectiveness and relevance of the object-oriented approach in quality management, it is shown that this model is a visual and practical model of quality management systems, which clearly shows the structure of the system, the behavior of the system and its elements, and can also be effectively used for system monitoring and research.

## ლაბორატორიათაშორისი გამოცდების ჩატარების მეთოდიკა ბეტონის კუბის კუმშვის სიმტკიცის დასადგენად

ნოდარ აბელაშვილი, ნონა ოთხოზორია, გიორგი მერებაშვილი  
n.abelashvili@gtu.ge, n.otkhozoria@gtu.ge, g.merebashvili@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

კვალიფიკაციის ექსპერიმენტული შეფასების ლაბორატორიათაშორისი გამოცდების ჩატარება ლაბორატორიული კვლევების ხარისხის უზრუნველყოფისათვის უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა. სტატიაში განხილულია ბეტონის კუბის კუმშვის სიმტკიცის დადგენის ლაბორატორიათაშორისი გამოცდების სპეციფიკა და შემოთავაზებულია გამოცდების ჩატარების და შედეგების შეფასების კრიტერიუმები.

**საკვანძო სიტყვები:** ლაბორატორიათაშორისი გამოცდები. საკონტროლო ნიმუში. სტატისტიკური დიზაინი. ბეტონის კუმშვის სიმტკიცე.

### 1. შესავალი

ნებისმიერი ლაბორატორიის საქმიანობის შედეგს წარმოადგენს გაზომვის, გამოცდის ან ანალიზის შედეგად მიღებული მნიშვნელობები. ჩატარებული ანალიტიკური კვლევის მაღალი ხარისხი დიდწილად განსაზღვრავს ასეთი ლაბორატორიების კომპეტენციას, მაღალ რეიტინგს, კონკურენტუნარიანობას და მათ საქმიანობისადმი ნდობას.

გაზომვის ხარისხის ლაბორატორიათაშორისი კონტროლი წარმოადგენს ლაბორატორიული კვლევების ხარისხის უზრუნველყოფის ღონისძიებათა კომპლექსს. რთული გაზომვების მიმდინარეობისას აუცილებელია არა მარტო გაზომვის პირობების, არამედ შედეგის კონტროლიც. ამიტომაც ლაბორატორიათაშორისი გამოცდებში მონაწილეობა აუცილებელია თითოეული ლაბორატორიისათვის, რომლებიც ერთი ტიპის რუტინულ გაზომვებს ატარებენ და ასევე სამეცნიერო კვლევებისას სხვადასხვა დროს მიღებული შედეგების საუკეთესო შედარების უზრუნველსაყოფად.



## 2. ძირითადი ნაწილი

ლაბორატორიათაშორისი გამოცდების დაგეგმვის საწყის ეტაპს წარმოადგენს ლაბორატორიების მიერ გამოყენებული გაზომვის/გამოცდის ობიექტების, მეთოდების და გაზომვის სიდიდეების ანალიზი. ანალიზის შედეგს წარმოადგენს ლაბორატორიათაშორისი გაზომვების/გამოცდების ჩასატარებლად კალიბრებული, ატესტირებული საკონტროლო ნიმუშის დამუშავება/შერჩევა, პროექტირება, დამზადება, ექსპერიმენტული და საექსპლუატაციო კვლევის ეფექტური მეთოდისა და მონაცემთა დამუშავების პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა და დანერგვა.

*ლაბორატორიათაშორისი გამოცდები - ბეტონის კუბის კუმშვის სიმტკიცის დადგენა:*

ბეტონი ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი საშენი მასალაა, რომელიც მიიღება შემკვრელი მასალის, წყლის, ინერტული მსხვილი და წვრილი შემავსებლების და ზოგ შემთხვევაში დანამატების შემჭიდროვებული ნარევის გამაგრების შედეგად. ბეტონი ხარისხის ძირითადი მაჩვენებელია მისი სიმტკიცე კუმშვაზე, რომლის მიხედვითაც დგინდება ბეტონის კლასი და მარკა.

ბეტონის კუბის კუმშვის სიმტკიცის დამდგენ ლაბორატორიებს შორის ლაბორატორიათაშორისი გამოცდა შეიძლება ჩატარდეს შემდეგი სახით:

პროვაიდერი ლაბორატორია უზრუნველყოფს გამოცდებისათვის საკონტროლო ნიმუშების მომზადებას. თითოეული მონაწილე გამოცდებს ჩაატარებს საკუთარი ტექნიკური საშუალებებით, საკუთარი ლაბორატორიის ბაზაზე, გაზომვის იმ მეთოდისა და პროცედურის გამოყენებით, რომელსაც ისინი იყენებენ. გამოცდის ჩატარება გულისხმობს პროვაიდერის მიერ უზრუნველყოფილი ქვეკონტრაქტორი ლაბორატორიის დახმარებით მომზადებული ბეტონის ჰომოგენური მასიდან თითოეული ლაბორატორიის მიერ, საკუთარი საგამოცდო ნიმუშის შექმნას (საკუთარ ყალიბებში ჩამოსხმას). წინასწარ შეთანხმდება ბეტონის კუბის საკონტროლო ნიმუშის ზომა, მაგ. 150\*150\*150 მმ.

საკონტროლო ნიმუშის მახასიათებლები: ბეტონის კუბის კუმშვის სიმტკიცე და მისი გაზომვის მაჩვენებლები (ნიმუშებს შორისი სტანდარტული გადახრა, გამოცდის პარამეტრის განუსაზღვრელობა), ასევე კუმშვის სიმტკიცის მიწერილი მნიშვნელობები უნდა დადგინდეს ქვეკონტრაქტორი ორგანიზაციის მიერ ჩატარებული საკონტროლო გამოცდების შედეგების მიხედვით.

გაზომვის შედეგის ერთგვაროვნება და სტაბილურობა შემოწმებული უნდა იყოს ქვეკონტრაქტორ აკრედიტირებულ ლაბორატორიაში, რის საფუძველზედაც დგინდება საკონტროლო ობიექტის გასაზომი პარამეტრის მინიჭებული მნიშვნელობა.

მონაწილე ლაბორატორიების მიღებული შედეგების განსაზღვრა შესაძლებელია მოხდეს ორი მეთოდით:

თითოეული ლაბორატორიის შედეგის შედარება მოხდება ISO 13528 და ISO 5725 სტანდარტებით მოცემული მეთოდის მიხედვით ჩატარებული აღწარმოებადობისა და განმეორებადობის გამოცდის შედეგების მიხედვით მიღებულ ატესტირებულ მიწერილ მნიშვნელობასთან, რის მიხედვითაც დადგინდება მონაწილე ლაბორატორიების კვალიფიკაციის შესაბამისობა.

ერთმანეთს უნდა შედარდეს თითოეული ლაბორატორიის შედეგები, რის საფუძველზეც გამოითვლება საშუალო რობასტული შეფასება, რომელიც გახდება თითოეული ლაბორატორიის შედეგების შეფასების საფუძველი. ამ მეთოდის გამოყენება არ არის მიზანშეწონილი ლაბორატორიათაშორისი გამოცდებში მონაწილე ლაბორატორიების რაოდენობრივი სიმცირის შემთხვევაში, რადგანაც მიღებულ შედეგებს ექნება დაბალი სანდოობა.

კვალიფიკაციის შემოწმების შედეგები სტატისტიკურად გამოითვლება ISO 13528, ISO / IEC 17043-2010 და ჰარმონიზაციის ოქმის შესაბამისად.

მონაწილეთა შედეგების შესაფასებლად გამოიყენება Z-კრიტერიუმი და Z-კრიტერიუმი.

$$z = \frac{(x_i - X)}{\sigma}$$

$$\zeta = \frac{X_i - X_{(ref)}}{\sqrt{u_i^2 + u_{(ref)}^2}}$$

სადაც:

$X_i$  - ლაბორატორიის შედეგია;

$X$  - მიწერილი მნიშვნელობა;

$\sigma$  - სტანდარტული გადახრა;

$X_{ref}$  - რეფერალური ლაბორატორიის შედეგი;

$u_{ref}$  - რეფერალური ლაბორატორიის მნიშვნელობის განუსაზღვრელობა.

მიღებული მონაცემების მნიშვნელობების ინტერპრეტაცია მოხდება შემდეგნაირად:

დამაკმაყოფილებელი შედეგი:  $|z| < 2$ ;  $|z| < 2$

საეჭვო შედეგი:  $2 < |z| < 3$ ;  $2 < |z| < 3$

არადამაკმაყოფილებელი შედეგი  $|z| > 3$ ;  $|z| > 3$

საუკეთესო შედეგად ჩაითვლება ორივე კრიტერიუმით მიღებული შედეგების დადებითი მაჩვენებელი ე.ი.  $|z| < 2$ ;  $|z| < 2$ ;

მისაღებ შედეგად ჩაითვლება შეფასების ორი კრიტერიუმიდან მიღებული ერთ დამაკმაყოფილებელი და ერთი საეჭვო შედეგი;

შეფასების ორი კრიტერიუმიდან მიღებული ერთი მაინც არადამაკმაყოფილებელი შედეგი მონაწილე ლაბორატორიის შედეგებს ეჭვის ქვეშ აყენებს:

ორივე კრიტერიუმის არადამაკმაყოფილებელი შედეგი ცალსახად უარყოფით შედეგად ჩაითვლება.

### 3. დასკვნა

ლაბორატორიათაშორისი გამოცდები, არის ლაბორატორიის კომპეტენტურობის დადგენის ობიექტური საშუალება, რომელიც შეფასებით კრიტერიუმებზე დაყრდნობით ცალსახად იძლევა ლაბორატორიაში საგამოცდო პროცესის, გამოცდის პროცედურების, საზომი და საგამოცდო საშუალებების, პერსონალის კვალიფიკაციის და მენეჯმენტის შრომის ხარისხის მიუკერძოებელი განსაზღვრის საშუალებას. რაც საბოლოო ჯამში პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესების საუკეთესო საშუალებაა.

### ლიტერატურა – References:

1. Abelashvili N., Abelashvili N.. Preparation of a control sample for interlaboratory examinations. "Automated labor management systems". GTU1 (19), 2015. p. 161-167 (in Georgian)
2. Azmaiparashvili Z., Abelashvili N. Interlaboratory examinations using similarity theory. "Automated labor management systems". GTU (2 (24), 2017. p. 79-84 (in Georgian)
3. Abelashvili N., Otkhazia N. and Merebashvili G. Physical model of a concrete cube for qualification compressive strength tests, georgian engineering news, #2, 2020, p.34-39 (in Georgian)

## INTERLABORATORY TEST METHODS FOR DETERMINING THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE

Nodar Abelashvili, Nona Otkhazia, Giorgi Merebashvili  
 n.abelashvili@gtu.ge, n.otkhazia@gtu.ge, g.merebashvili@gtu.ge  
 Georgian Technical University,

### Summary

Interlaboratory testing of experimental certification is an important task to ensure the quality of laboratory research. The article discusses the features of interlaboratory testing to determine the compressive strength of concrete, the criteria for conducting research and evaluating the results.

## გაზომვის ხარისხის შეფასება

ირინა ჩხეიძე, ვანო ოთხოზორია, მედეა ნარჩემაშვილი, შორენა ხორავა  
i.chkheidze@gtu.ge, v.otkhozoria@gtu.ge, m.narchemashvili@gtu.ge, sh.khorava@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია გაზომვის ხარისხის შეფასების ამოცანები. ექსპერიმენტულად განსაზღვრულია გაზომვის ხარისხის მთავარი მაჩვენებლის – გასაზომი სიდიდის წერტილოვანი შეფასების განუსაზღვრელობის დამოკიდებულება ჩატარებული ცდების რაოდენობაზე. კვლევის შედეგად დადგენილია გაზომვის ხარისხის განსაზღვრელი პარამეტრები – ცდების რაოდენობა, ნდობის ალბათობა და სიდიდის ალბათობის განაწილების კანონის სახე.

**საკვანძო სიტყვები:** გაზომვის ხარისხი. გაზომვის სიზუსტე.

### 1. შესავალი

მეცნიერების, ტექნიკის და თანამედროვე ცხოვრების ნებისმიერ სფეროში ძნელია დაასახელო დარგი, პროცესი, მოვლენა, რომელიც არ ფასდება ხარისხით. ცხადია, რომ გამონაკლისს არ წარმოადგენს არც გაზომვის ხარისხი. მიუხედავად იმისა, რომ გაზომვის ხარისხის შეფასებას უამრავი სტატია და კვლევა ეძღვნება, რეალურად რაოდენობრივი შეფასება მიღებულია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა გასაზომი სიდიდე განაწილებულია ნორმალური განაწილების კანონის მიხედვით. რაც შეეხება შემთხვევას, როცა გასაზომი პარამეტრის განაწილების კანონი არ არის ახლოს ნორმალურთან, გაზომვის ხარისხის განსაზღვრა წარმოადგენს ამოცანას, რომელიც მოითხოვს ძირფესვიან დამატებით კვლევას. გარდა ამისა, ნორმალური კანონის შემთხვევაშიც, შეფასებები მიღებულია ცდომილების გამოყენებით, მაშინ როდესაც საყოველთაოდ აღიარებულია ცდომილების გაფართოებული ცნება - განუსაზღვრელობა.

ნაშრომის ძირითადი მიზანია თეორიულად და ექსპერიმენტულად განისაზღვროს გაზომვის ხარისხის მთავარი მაჩვენებლის - გასაზომი სიდიდის წერტილოვანი შეფასების განუსაზღვრელობის დამოკიდებულება ჩატარებული ცდების რაოდენობაზე (რომლებიც არ აღემატება 20-ს), სხვადასხვა P ნდობის ალბათობის პირობებში (P=0.8; 0.9; 0.95; 0.99). კვლევა უნდა ჩატარდეს როგორც ნორმალურად განაწილებულ x სიდიდისათვის, ასევე იმ შემთხვევისათვის, როცა x - ექვემდებარება თანაბარი და ლაპლასის განაწილების კანონებს. კომპიუტერული რეალიზაცია გულისხმობს LabVIEW-ს პროგრამულ გარემოს გამოყენებას.

### 2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია, გაზომვის ხარისხი არის გაზომვათა თვისებების ერთობლიობა, რომელიც უზრუნველყოფს საშუალებების, მეთოდის, მეთოდიკის, გაზომვის პირობების და ერთიანობის შესაბამისობას იმ მოთხოვნებთან, რომელიც უზრუნველყოფს საზომი ამოცანის გადაწყვეტას. მაშასადამე გაზომვის ხარისხის ქვეშ იგულისხმება თვისებათა ერთობლიობა, რომელიც განაპირობებს გაზომვის შედეგის მოცემული სიზუსტის მახასიათებლების მიღებას, მოცემულს დადგენილი სახით და შესრულებულს დადგენილ დროში. გაზომვის ხარისხის მაჩვენებლებია: სიზუსტე, სისწორე და უტყუარობა [1-3].

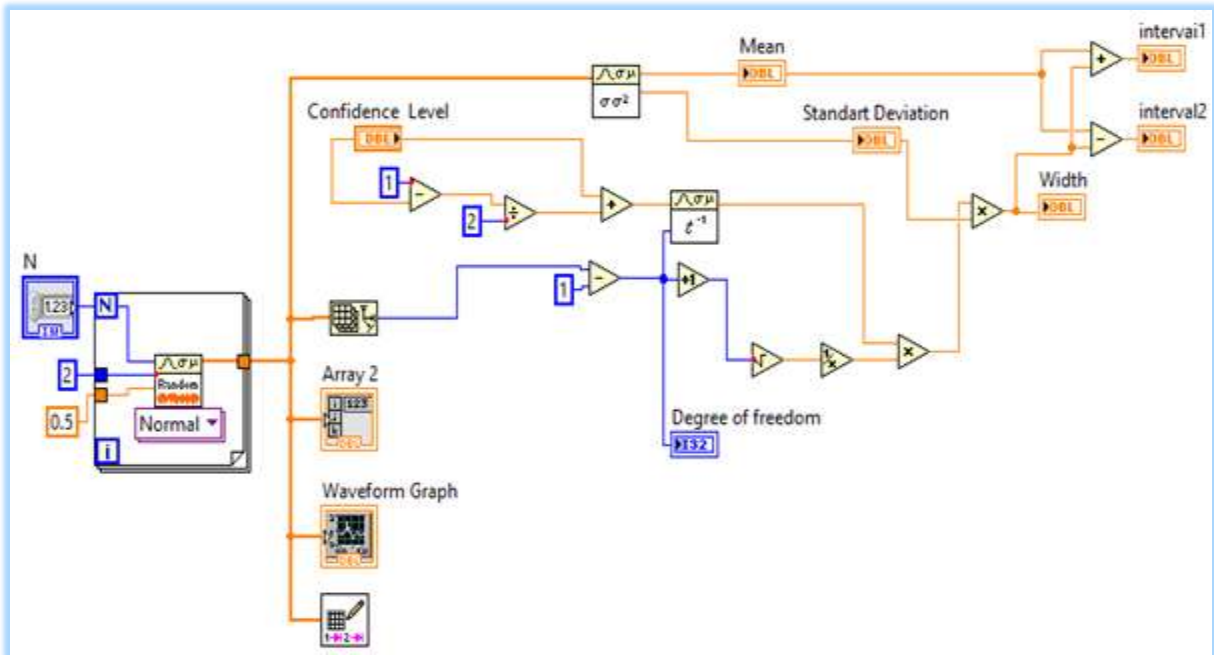
გაზომვის პროცესის სტატისტიკური მოდელის გამოყენებისას გასაზომი სიდიდე განისაზღვრება ალბათობის განაწილების სიმკვრივის ფუნქციით და რიცხვითი მახასიათებლებით: მათემატიკური ლოდინით, დისპერსიით, საშუალო კვადრატული გადახრით, კორელაციის კოეფიციენტით და სხვ. მაგრამ რადგანაც გაზომვათა ანუ დაკვირვებათა რაოდენობა ყოველთვის შეზღუდულია, ჩვენ იძულებული ვხდებით დავკმაყოფილდეთ მხოლოდ ამ რიცხვითი მახასიათებლების შეფასებებით. შეფასება უნდა იყოს

საფუძვლიანი, წაუნაცვლებელი, ეფექტური [2]. ამ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს  $n$  დაკვირვებათა რაოდენობის საშუალო არითმეტიკული.

**2.1. განუსაზღვრელობის ზოლის განსაზღვრა  $x$  სიდიდის ნორმალურად განაწილების შემთხვევაში**

პირველად ჩვენ განვიხილეთ ის შემთხვევა, როდესაც გასაზომი სიდიდე ექვემდებარება ნორმალური განაწილების კანონს. სტატისტიკიდან ცნობილია, რომ როდესაც გაზომვათა რაოდენობა არ აღემატება 20-ს, ნორმალური განაწილების კანონი შეიძლება აღვწეროთ სტიუდენტის განაწილების კანონით.

1-ელ ნახაზზე მოცემულია LabView-ს გარემოში შექმნილი პროგრამის ამსახველი ბლოკ-დიაგრამა. სქემის შესასვლელზე მიწოდებულია სტიუდენტის განაწილების მქონე 20 შემთხვევითი რიცხვის რეალიზაცია, რომლის მათემატიკური ლოდინი უდრის 2-ს, ხოლო საშუალო კვადრატული გადახრა - 0.5-ს. სქემის გამოსასვლელზე მიღებულია განუსაზღვრელობის ზოლის მნიშვნელობა (width), რომელიც განაპირობებს სანდო ინტერვალებს (interval1, interval2).



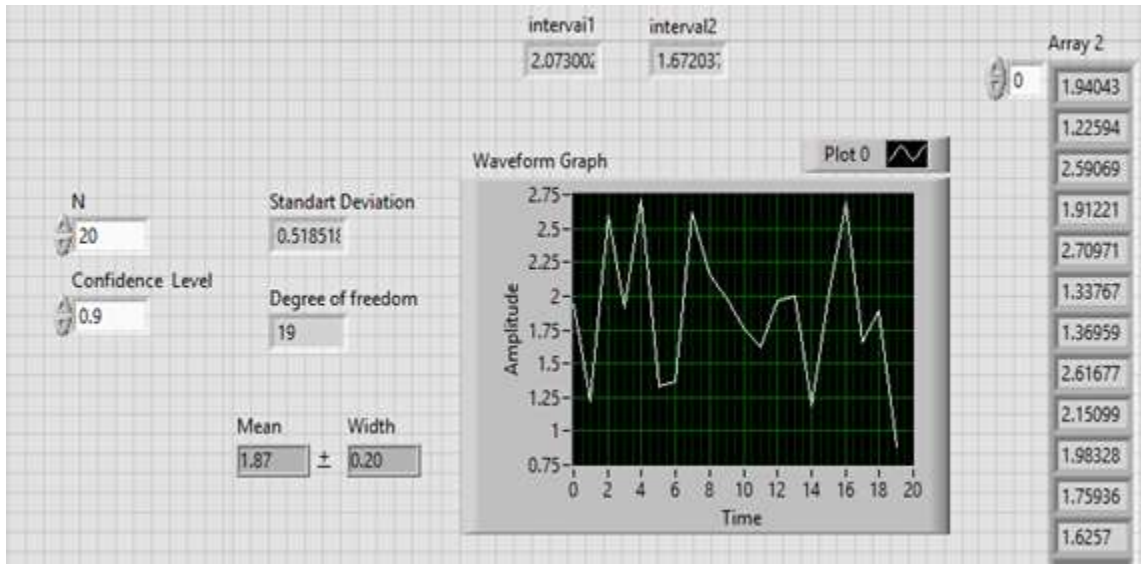
ნახ.1. ბლოკ-დიაგრამა

ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია 1-ელ ცხრილში (ექსპერიმენტის შედეგები).

ნორმალური განაწილება		ცხრ.1			
n   p	width = Δ				
	0.8	0.9	0.95	0.99	
5	0.38	0.53	0.68	1.14	
7	0.25	0.33	0.42	0.64	
10	0.26	0.34	0.42	0.61	
15	0.21	0.28	0.34	0.47	
20	0.17	0.22	0.27	0.36	

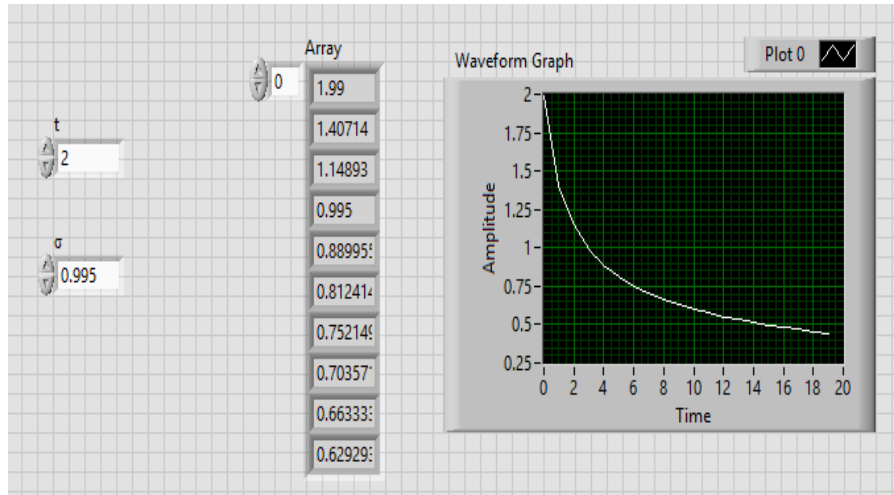
მე-2 ნახაზზე ასახულია Front Panel, რომელიც წარმოადგენს თეორიულად მიღებული  $\epsilon$  განუსაზღვრელობის ზოლის დამოკიდებულებას  $n$  რაოდენობაზე, სადაც  $\epsilon = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}$





ნახ.2. წინა პანელი

ამ შემთხვევაში  $\varepsilon$ -ით აღნიშნულია  $p=0.95$  ნდობის ალბათობით მიღებული განუსაზღვრელობის ზოლის მნიშვნელობა.



ნახ. 3  $\varepsilon$  განუსაზღვრელობის ზოლის დამოკიდებულებას  $n$  რაოდენობაზე ნორმალურად განაწილების შემთხვევაში

ექსპერიმენტით და თეორიულად მიღებული შედეგების ანალიზი ცხადყოფს, რომ მიღებულ შედეგებსა და თეორიულად არსებულ  $\varepsilon(n)$  დამოკიდებულებას გააჩნია მსგავსი ხასიათი: ორივე შემთხვევაში აღინიშნება კლებადი ხასიათის დამოკიდებულება, მხოლოდ ექსპერიმენტული გვირგვინებს გარკვეულ განსხვავებულ მნიშვნელობებს. ასეც უნდა იყოს, იმიტომ რომ ერთდაიგივე ფორმულაში სხვადასხვა "n"-ის დროს მიიღება საშუალო კვადრატული გადახრის განსხვავებული მნიშვნელობები. გარდა ამისა, ამონარჩევის მნიშვნელობა იწყება ნულიდან, რაც ნაკლებად არის მოსალოდნელი.

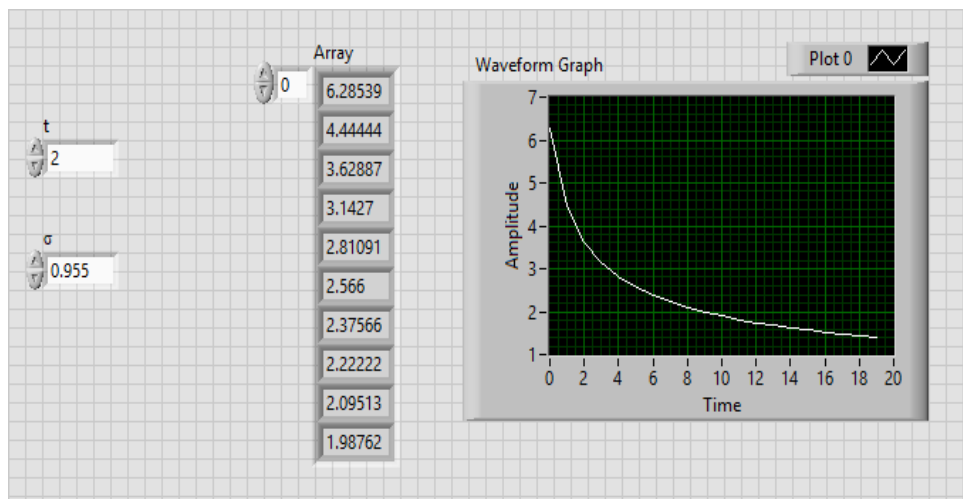
**2.2. განუსაზღვრელობის ზოლის განსაზღვრა x სიდიდის ლაპლასის განაწილების შემთხვევაში**

მსგავსი ექსპერიმენტი ჩავატარეთ ლაპლასის განაწილების კანონისათვის, რომელიც მიეკუთვნება უნიმოდალურ განაწილების კანონს და მონტე-კარლოს მეთოდის მიხედვით ამ შემთხვევაში უნდა გვესარგებლა შემდეგი გამოსახულებით:

$$\varepsilon = \frac{2}{3} \frac{\sigma}{\sqrt{N(1 - P_\sigma)}}$$

ექსპერიმენტის შედეგები ასახულია მე-2 ცხრილში.

ლაპლასის განაწილება		ცხრ.2			
n   p	width = Δ				
	0.8	0.9	0.95	0.99	
5	0.67	0.94	1.33	2.98	
7	0.56	0.8	1.13	2.52	
10	0.47	0.67	0.94	2.11	
15	0.38	0.54	0.77	1.72	
20	0.33	0.47	0.67	1.49	



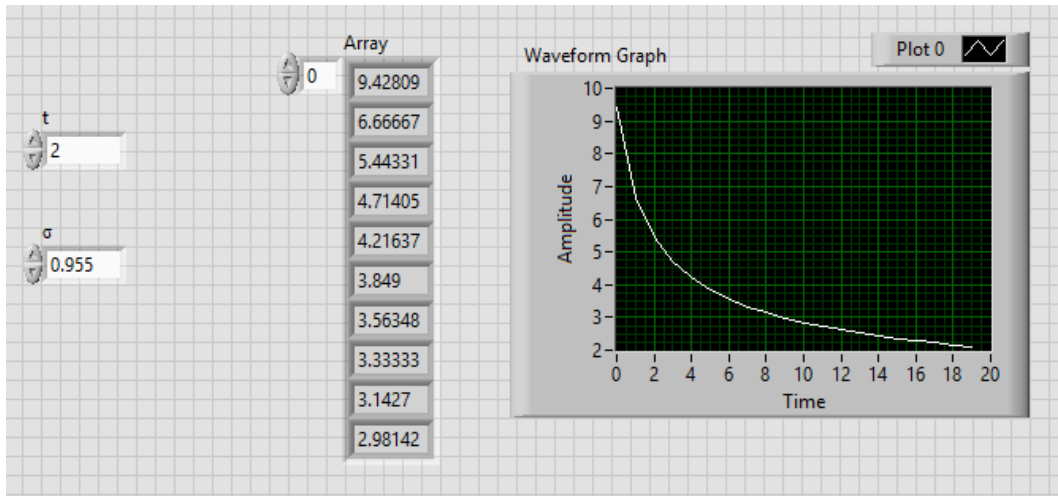
ნახ.4. ε განუსაზღვრელობის ზოლის დამოკიდებულებას n რაოდენობაზე ლაპლასის განაწილების შემთხვევაში

უნდა აღინიშნოს რომ სხვადასხვა x-ის შეფასებისთვის ε მცირდება n-ის ზრდასთან ერთად.

**2.3. განუსაზღვრელობის ზოლის განსაზღვრა x სიდიდის თანაბრად განაწილების შემთხვევაში**

ჩატარდა ექსპერიმენტი, როდესაც x სიდიდის განაწილების კანონი უცნობია. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ თანაბარი განაწილების კანონი, როგორც ნათქვამი იყო ზემოთ. ექსპერიმენტის შედეგები მოცემულია ცხრილში 3.

თანაბარი განაწილება		ცხრ.3			
n   p	width = Δ				
	0.8	0.9	0.95	0.99	
5	2.36331	3.34223	4.72663	10.5691	
7	1.99736	2.8247	3.99473	8.93248	
10	1.67111	2.36331	3.34223	7.47345	
15	1.36446	1.92964	2.72892	6.10205	
20	1.18166	1.67111	2.36331	5.28453	



ნახ.5. განუსაზღვრელობის ზოლის დამოკიდებულებას  $n$  რაოდენობაზე თანაბრად განაწილების შემთხვევაში

### 3. შედეგების რაოდენობრივი შედარება

მიღებული შედეგების რაოდენობრივი შედარება ასახულია ცხრილებში 4 და 5.

ცხრილი 4,  $n=7$

P	s	ნორმალური განაწილების კანონი	თანაბარი განაწილების კანონი	ლაპლასის განაწილების კანონი
0.8	1.30	0.393083	1.0987	0.732467
0.9	1.70	0.578286	2.03189	1.35459
0.95	2	0.718132	3.38062	2.37566
0.99	2.75	1.02901	10.394	6.92935

ცხრილი 5,  $n=10$

P	s	ნორმალური განაწილების კანონი	თანაბარი განაწილების კანონი	ლაპლასის განაწილების კანონი
0.8	1.30	0.328877	0.919239	0.612826
0.9	1.70	0.483828	1.7	1.13333
0.95	2	0.600833	2.82843	1.98762
0.99	2.75	0.86093	8.69626	5.79751

ამ ცხრილების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ როდესაც  $n=7$  და  $n=10$  განუსაზღვრელობის ზოლი ნდობის ალბათობის გაზრდისას იზრდება, სამივე განაწილების კანონის დროს.

### 4. დასკვნა

მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე შეგვიძლია გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნა, რაც უფრო ნაკლები ინფორმაცია გვაქვს გასაზომი სიდიდის შესახებ, მით უფრო დაბალია გაზომვის ხარისხი. გაზომვის ხარისხი გაცილებით მაღალია ნორმალურად განაწილებული სიდიდისათვის, ხოლო ყველაზე დაბალი ხარისხი გააჩნია თანაბრად განაწილებულ სიდიდეს.

### ლიტერატურა – References :

1. Evaluation of measurement date-Guide to the expression of uncertainty in measurement –Bureau International des Poids et Mesures. 2008, 134p.
2. Mathieu Rouaud. Probability, Statistics and Estimation. Propagation of Uncertainties in Experimental Measurement . 2013, 312p.

3. Chkheidze I., Otkhozoria N., Narchemashvili M. Evaluation of Measurement Quality Using the Monte-Carlo Method // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 3(84).

4. Chkheidze, General Theory of Measurements. Tbilisi, Publishing House, Technical University, 2007, 230 p. [in Georgian]

## MEASUREMENT QUALITY ASSESSMENT

Chkheidze Irina, Otkhozoria Vano, Narchemashvili Medea, Khorava Shorena  
Georgian Technical University

### Summary

The article deals with the tasks of assessing the quality of measurements. The dependence of the main indicator of the measurement quality - the uncertainty of the point value of the measured value on the number of experiments performed - has been experimentally determined. As a result of the study, parameters are established that determine the quality of the measurement - the number of tests, the probability of reliability and the type of the law of distribution of the probability of the quantity.

## პროგრამული უზრუნველყოფის შეფასების საკითხები

მედეა ბალიაშვილი

medeabal@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია პროგრამული უზრუნველყოფის ხარისხის მართვის ზოგიერთი პრობლემები, კერძოდ, მისი ხარისხის შეფასებასთან დაკავშირებული საკითხები. მოყვანილია პროგრამული აპლიკაციების ხარისხის უზრუნველყოფისა და სერტიფიკაციის საერთაშორისო ორგანოების შესახებ ინფორმაცია, როგორცაა: პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიცირების საერთაშორისო საბჭო – ISCB; პროგრამული უზრუნველყოფის საერთაშორისო საკვალიფიკაციო საბჭო – ISTQB®; ტესტირების მართვისადმი მიდგომა – Tmap; "სოფთი ჯგუფი" – საინფორმაციო ტექნოლოგიების საკონსულტაციო კომპანია. ვინაიდან ორგანიზაციები ძირითადად ითხოვენ არა მარტო პროგრამული პროდუქტის ხარისხის, არამედ ტესტირების ჩამტარებელი სპეციალისტების (ტესტირების) კომპეტენტურობის დამადასტურებელ სერტიფიკატებს, მოყვანილია ინფორმაცია ტესტირების ჩამტარებელი სპეციალისტების კომპეტენტურობის დამადასტურებელი ორგანოს შესახებ, როგორცაა CSTE–პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიცირებული ტესტირების მრავალი ორგანიზაცია აცნობიერებს, რომ IT პროდუქტების ხარისხი წარმატებული ბიზნესის კრიტიკული ფაქტორია. პროგრამული უზრუნველყოფის სწორად დამუშავების პროცესი აუცილებელია რისკების კონტროლისა და მაღალი ხარისხის პროგრამული უზრუნველყოფის მისაღებად.

**საკვანძო სიტყვები:** პროგრამული უზრუნველყოფა. ხარისხი. ხარისხის მართვა. სერტიფიკაცია.

### 1. შესავალი

შეფასების კრიტერიუმები პროგრამული უზრუნველყოფის ხარისხის მაჩვენებლების ანალიზისას შეიცავს შეფასების სამ კატეგორიას: შეესაბამება; არ შეესაბამება; ნაწილობრივ შეესაბამება - ნორმატიული დოკუმენტაციის მოთხოვნებს.

შესაბამისობის შეფასება ტარდება:

✓ პროგრამული უზრუნველყოფის მომწოდებელთან (გამოცდებში მონაწილეობა ტესტირებულ ექსპერიმენტულ ბაზაზე, შეთანხმებული პროგრამისა და მეთოდიკის მიხედვით);

✓ სასერთიფიკაციო ცენტრის საგამოცდო ლაბორატორიებში.



შესაბამისობის შემფასებელი ორგანო (სერტიფიკაციის ორგანო) არის აკრედიტებული ნებისმიერი ორგანიზაციულ-სამართლებრივი ფორმის მქონე იურიდიული პირი, საკუთრების ფორმის მიუხედავად, რომელიც დადგენილი პროცედურების მეშვეობით აფასებს პროდუქციის ან მომსახურების შესაბამისობას ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნებთან ან ნებაყოფლობით სტანდარტებთან და გასცემს შესაბამის სერტიფიკატს. სერტიფიკაციის ორგანო შეიძლება იყოს მოქმედი კანონმდებლობით დადგენილი იურიდიული სტატუსის მქონე ორგანიზაცია, რომელიც დამოუკიდებელია პროდუქციისა და მომსახურების სერტიფიკაციით დაინტერესებული განმცხადებლისაგან, მომხმარებლისაგან და სხვა მხარეებისაგან (წარმოადგენს მესამე მხარეს) [1,2].

## 2. ძირითადი ნაწილი

სერტიფიკაციის ორგანოს უნდა ჰყავდეს გაცხადებულ აკრედიტაციის სფეროში მუშაობის, ხარისხის შეფასების გამოცდილების მქონე სპეციალისტ-ექსპერტები, აგრეთვე გააჩნდეს ტექნიკური საშუალებები და დოკუმენტები სერტიფიკაციის სამუშაოების ჩასატარებლად.

სერტიფიკაციის ორგანოს ერთადერთი საქმიანობაა სერტიფიკაცია და მასთან დაკავშირებული პროცედურები. სერტიფიკაციის ორგანოს ძირითადი ფუნქციებია: • პროდუქციისა და მომსახურების სერტიფიკაციის ორგანიზება და ჩატარება; • შესაბამისობის სერტიფიკაციის გაფორმება, რეგისტრაცია და გაცემა, მათი მოქმედების ვადის გაგრძელება; • გაცემული სერტიფიკატების მოქმედების შეჩერება ან შეწყვეტა; • უცხოური სერტიფიკატების აღიარება; • სერტიფიცირებული პროდუქციის რეესტრის წარმოება; • სერტიფიკაციის სქემების შერჩევა; • სერტიფიკაციის ნორმატიული დოკუმენტების შემუშავება; • სერტიფიკაციის შესახებ აპელაციების მიღება და განხილვა; • თავისი საქმიანობის შიგა შემოწმება (შიგა აუდიტი). • პერსონალის კვალიფიკაციის ამაღლების და ატესტაციის ორგანიზება.

სერტიფიკაციის ორგანოს უნდა ჰყავდეს კომპეტენტური მუდმივი პერსონალი, ორგანოს ხელმძღვანელი და სპეციალისტები, რომლებიც უნდა იყვნენ ტესტირებულნი როგორც ექსპერტები. თანამშრომლის მიერ თანამდებობრივი ინსტრუქციის დებულების დარღვევის შემთხვევაში იგი გადაყენებული უნდა იქნეს სერტიფიკაციის ჩატარების სამუშაოებიდან. სასერტიფიკაციო სამუშაოების ჩასატარებლად მიწვეული ექსპერტები არ უნდა იყვნენ იმ საწარმოს და ორგანიზაციის მუშაკები, რომლებიც დაინტერესებულნი არიან სერტიფიკაციის შედეგებით. სერტიფიკაციის ორგანოს უნდა ჰქონდეს აკრედიტაციის სფეროს შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტაციის ფონდი [3,4].

რამდენიმე საერთაშორისო ორგანიზაცია, რომელიც სერტიფიკაციას ემსახურება არის:

❖ პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიცირების საერთაშორისო საბჭო (The International Software Certifications Board – ISCB). მოქმედებს 1980 წლიდან, როგორც ხარისხის უზრუნველყოფის ინსტიტუტის (Quality Assurance Institute – QAI) ნაწილი. QAI-ს პროფესიული ასოციაციაა, რომლის წესდებაში შედის პროგრამული უზრუნველყოფის ხარისხის უზრუნველყოფის (SQA) პროფესიულად წარმოჩენა. ამიტომ ISCB-ი სტრუქტურირებულ იქნა როგორც დამოუკიდებელი საზედამხედველო საბჭო, რომლის მიზანია უზრუნველყოფის სერტიფიცირების პროგრამის ხელმძღვანელობა და მართვა.

ISCB-მა ოფიციალურად სერტიფიცირების პირველი პროგრამა დაიწყო 1985 წელს სახელწოდებით Certified Quality Analyst CQA (მოგვიანებით ეწოდა CSQA – Certified Software Quality Analyst – პროგრამული უზრუნველყოფის ხარისხის სერტიფიცირებული ანალიტიკოსი). პირველი ფორმალური გამოცდები ჩატარდა 1990 წელს. დღეისათვის ISCB-ს პროფესიული პროგრამები ეხება პროგრამული პროდუქტის ხარისხის უზრუნველყოფას, ტესტირებას და ბიზნესანალიზს. მსოფლიოში დაახლოებით 52 000 ადამიანია სერტიფიცირებული, როგორც პროგრამული უზრუნველყოფის ტესტიერი [7].

❖ პროგრამული უზრუნველყოფის საერთაშორისო საკვალიფიკაციო საბჭო (International Software

Qualifications Board – ISTQB®) - არაკომერციული ორგანიზაცია, რომელიც განსაზღვრავს პროგრამული უზრუნველყოფის ტესტირების ფარგლებში მოქმედ სხვადასხვა პრინციპებს, როგორცაა სტრუქტურა, აკრედიტაციის წესი, სერტიფიცირება და ა.შ. ორგანიზაციის ვებ-მისამართია [www.istqb.org](http://www.istqb.org), ლოგოტიპი ნაჩვენებია 1-ელ სურათზე.

ISTQB® სამუშაო ჯგუფები პასუხისმგებელი არიან სერტიფიცირების პროგრამებისა და გამოცდების შემუშავებასა და მხარდაჭერაზე. ISTQB® აერთიანებს ეროვნულ და რეგიონულ წარმომადგენლებს.

ტესტირების ჩამტარებლისათვის (ტესტერი) არსებობს სერტიფიკაციის ISTQB® -ის პროგრამა.

ISTQB® პროგრამის მიხედვით ხდება ტესტერის სერტიფიცირება მსოფლიოს მასშტაბით. არსებობს სერტიფიკაციის ორი დონე: საბაზო დონე (Foundation Level) – ერთი მოდული და გაფართოებული დონე (Advanced Level) – სამი მოდული. სამომავლოდ მზადდება ექსპერტის დონე (ვერსიის სახით არსებობს). ყველა დონეებისათვის ინტერნაციონალური სამუშაო ჯგუფები ქმნიან უნივერსალურ საგამოცდო პროგრამებს. სერტიფიცირების ძირითადი პრინციპია მკაცრი განცალკევება გამოცდების ჩამტარებელი ორგანიზაციის ადმინისტრაციისა გამოცდებისათვის მოსამზადებელი ISTQB კურსების წარმომადგენლებისაგან.

ტესტირების სერტიფიცირებული ჩამტარებლის წოდების მისაღებად საჭიროა გამოცდების წარმატებით ჩაბარება, რის შემდეგ გაიცემა სერტიფიკატი. სერტიფიკატის მისაღებად საჭიროა პროფესიული ცოდნის ფლობა ტესტირების სფეროში და პროგრამული უზრუნველყოფის ტესტირების მუშა პროცესის საფუძვლების ცოდნა.

ISTQB®-ის მიერ შექმნილია ყველაზე წარმატებული სქემა პროგრამული უზრუნველყოფის ტესტირების სერტიფიცირებისათვის. სქემა ემყარება გამოცდის წესებისა და ცოდნის ერთობლიობას, რომელიც გამოიყენება მთელ მსოფლიოში. დამხმარე მასალა ხელმისაწვდომია სხვადასხვა ენაზე [8].

2018 წლის მონაცემებით, ISTQB® მიერ არის ადმინისტრირებული 785000-ზე მეტი გამოცდა და გაცემულია 570000-ზე მეტი სერტიფიკატი მსოფლიოს 120-ზე მეტ ქვეყანაში.

❖ პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიცირებული ტესტერი (Certified Software Tester – CSTE) – ადგენს საწყისი კვალიფიკაციის მისაღებად საჭირო სტანდარტებს და უზრუნველყოფს ტესტირების ფუნქციის განხორციელებას აქტიური საგანმანათლებლო პროგრამის მეშვეობით. Certified Software Tester (CSTE)-ის აღნიშვნის (სურ.2) მიღება მიუთითებს ინფორმაციული ტექნოლოგიების ხარისხის კონტროლის სფეროში პრინციპების ცოდნისა და პრაქტიკული კომპეტენტურობის პროფესიულ დონეს. CSTE-ს მფლობელები ხდებიან აღიარებული პროფესიული ჯგუფების წევრები, რომლებიც თავიანთი კომპეტენციის გამო ადვილად პოულობენ საქმიან და პროფესიულ პარტნიორებს, აქვთ პოტენციურად სწრაფი სამსახურებრივი წინსვლა და ხელმძღვანელობის მიერ მრჩევლად აღიარების მეტი შანსი. ორგანიზაციის ვებ- მისამართია <http://www.softwarecertifications.org/cste/>.



სურ.1



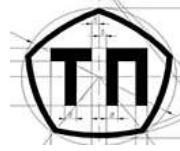
სურ.2



სურ.3



სურ.4



სურ.5

❖ ტესტირების მართვისადმი მიდგომა (Test management approach TMap) – პროგრამული უზრუნველყოფის ტესტირებისადმი მიდგომა. TMap არის მიდგომა, რომელიც მოიცავს ანალიზს, თუ როგორ უნდა შევამოწმოთ და რა უნდა ვმართოთ, აგრეთვე მეთოდებს ტესტირების ინდივიდუალური კონსულტანტებისათვის. ორგანიზაციის ვებ მისამართია: <http://www.tmap.net/certification> (ლოგო. სურ.3).

პირველი მეთოდი შეიქმნა 1995 წელს. 2006 წლის ბოლოს გამოქვეყნდა ახალი ვერსია სახელწოდებით

TMap Next. ახალი ვერსიის მიზანი იყო ტესტირების პროცესების აღწერაზე ფოკუსირებული მეტი პროცესების შემუშავება, და მეტი ყურადღების გამახვილება ბიზნესის ამოცანებზე, როგორც ტესტირების პროცესის ჩატარების სახელმძღვანელოზე [9]. მიუხედავად იმისა, რომ TMap არის ჰოლანდიური წარმოშობის პროდუქტი, ანგარიშები ქვეყნდება ფრანგულ, გერმანულ და ინგლისურ ენებზე.

ცვლილებებში გათვალისწინებულია რისკები. ახალი საინფორმაციო სისტემების დანერგვა მრავალი ორგანიზაციისთვის მნიშვნელოვანი ცვლილებაა და საჭიროებს რისკების ჭკვიანურ (სწორ) მართვას.

სტრუქტურირებული ტესტირება წარმოდგენას იძლევა ინფორმაციული სისტემის ხარისხსა და რისკებზე, რომლებიც არსებობს დამუშავების სასიცოცხლო ციკლის ნებისმიერ წერტილში. ტესტის მართვისადმი მიდგომა (TMap) არის სტრუქტურირებული ტესტური მიდგომის იდეალური მაგალითი. ეს არის გამოცდა ტესტირებისთვის, რომელთაც სურთ გამოიყენონ სტრუქტურული მიდგომა მათ სამუშაოში. კვალიფიციური ტესტირების უპირატესობა ორგანიზაციებისა და ფიზიკური პირებისათვის ისაა, რომ სტრუქტურული მიდგომა ტესტირების პროცესს უფრო ეფექტურს ხდის. სამიზნე ჯგუფია მოდული TMap Suite @ Test Engineer (ტესტირების ინჟინერი), რომელიც ძირითადად განკუთვნილია იმ ადამიანებისთვის, ვინც ყოველდღიურად ჩართულია ტესტირების პროცესში.

TMAP Suite @ ტესტირების ინჟინრის სერტიფიკატის მფლობელებმა იციან, როგორ უნდა იყოს ტესტი მომზადებული, სპეციფირებული და განხორციელებული. რა სახის ტექნიკა, ინფრასტრუქტურა და ინსტრუმენტები უნდა იქნეს გამოყენებული ამ მიზნისათვის და როგორ შეესაბამება ტესტირების პროცესის სასიცოცხლო ციკლს.

ტრენინგის გავლის მსურველებისათვის ვებ-გვერდზე არსებობს ინფორმაცია კურსების შესახებ.

❖ Sogeti (ფრანგ. Société de Gestion des Entreprises et de Traitement de l'Information) Group – "სოგეთი ჯგუფი" – საინფორმაციო ტექნოლოგიების საკონსულტაციო კომპანია. დაარსდა 2002 წელს. შტაბბინა – საფრანგეთი, პარიზი. ორგანიზაციის ვებ-მისამართია [www.sogeti.com](http://www.sogeti.com), ლოგოტიპი ნაჩვენებია სურ. 4-ზე.

Sogeti არის სააქციო საზოგადოების Capgemini-ის (ტექნოლოგიებისა და საინჟინრო მომსახურება) განყოფილება. იგი აერთიანებს 27000-ზე მეტ პროფესიონალს, დასაქმებულებს 100 ლოკაციაზე ევროპაში, ამერიკასა და ინდოეთში. Sogeti არის ტექნოლოგიური და საინჟინრო მომსახურების წამყვანი მიმწოდებელი. იგი მომხმარებელს სთავაზობს გადაწყვეტილებებს, რომლებიც უზრუნველყოფს ციფრულ ტრანსფორმაციას და უახლეს ცოდნას ღრუბლოვანი გამოთვლებში, კიბერუსაფრთხოებაში, ციფრულ წარმოებაში, ხარისხის უზრუნველყოფასა და ტესტირებაში, ახალ ტექნოლოგიებში. Sogeti-ს კურსდამთავრებულთა სქემა ითვალისწინებს არატექნიკური სპეციალობების მქონეთა დაშვებას ტექნოლოგიურ სექტორში [10].

❖ 2013 წლიდან რუსეთის ტერიტორიაზე მოქმედებს საზომი საშუალებების პროგრამული უზრუნველყოფის ნებაყოფლობითი სერტიფიკაციის სისტემა, რომელიც რეგისტრირებულია Росстандарт-ის მიერ. სერტიფიცირებულ პროდუქტს ენიჭება ხარისხის ნიშანი (სურ.5).

### 3. დასკვნა

ამრიგად, პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიკაცია წარმოადგენს პრინციპული ხასიათის შემოწმებების მრავალდონიან კომპლექსს. ცხადია, რომ სერტიფიკაციის პროცესში პრივალირებს გამოკვლევის და გადაწყვეტილების მიღების ექსპერტული მეთოდები, რომელთა ეფექტურობა დამოკიდებულია მათ რეგლამენტაციასა და ავტომატიზაციაზე. პროგრამული პროდუქტის სერტიფიკაციის პრობლემატიკა განიხილება სხვადასხვა მეთოდოლოგიურ დონეზე (პროცედურული, მეთოდური, ტექნოლოგიური, დოკუმენტური და ინსტრუმენტული). ამავე დროს სერტიფიკაცია, როგორც საქმიანობის სახე, უწყვეტ კავშირშია შესაბამისობის შეფასების სხვა შემადგენელ ნაწილებთან, კერძოდ, გამოცდებთან და კონტროლთან. პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიკაცია არის აუცილებელი დამოუკიდებელი დადასტურება მისი

შესაბამისობისა რიგი მოთხოვნებისადმი, მაგალითად, ინფორმაციის უსაფრთხოების შესახებ ნორმატიულ ტექნიკურ დოკუმენტებთან, სამთავრობო ორგანიზაციების წესებისა და კომპეტენციის გათვალისწინებით. სერტიფიკაციის მონაწილეები არიან: ორგანიზაცია განმცხადებელი, საგამოცდო ლაბორატორია, სერტიფიკაციის ორგანო, სამთავრობო ორგანო.

პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიკაცია განვითარებულ ქვეყნებში ექვემდებარება სახელმწიფო ტექნიკურ რეგულირებას, რომლის საფუძველია ინფორმაციის საშუალებების შესაბამისობის შეფასება ინფორმაციის უსაფრთხოების მოთხოვნებთან. მრავალ ქვეყნაში ეს ხდება სავალდებულო სერტიფიკაციის სახით. პროგრამული უზრუნველყოფის სერტიფიკაციის სამუშაოების მნიშვნელობის დონე ქვეყნის საზღვარგარეთული ტექნოლოგიებისაგან დამოკიდებულების და ინფორმაციული შესაბამისობის ახალი მეთოდების განვითარების პროპორციულია.

### ლიტერატურა - References :

1. M. Baliashvili, N. Otkhozoria. (2019). Software Quality Management: Textbook. Tbilisi, Publishing House "Technical University", -139 p. ISBN 978-9941-20-528-7 (in Georgian).
2. G. Surguladze, E. Turkia. (2016). Fundamentals of Software Systems Management. Textbook. Tbilisi, Technical University Publishing House, - 351 p. (in Georgian).
3. Zedginidze I.G., Baliashvili M.A. (2008). Quality management. Textbook. Edited by Prof. Zedginidze, Tbilisi, Technical University Publishing House, 570 p. (in Georgian).
4. Chernikov B.V. (2012). Software Quality Management: Textbook, - M.: ID «FORUM»: NFRA -M, -240 p. (High education). ISBN 978-5-8199-0499-2 (in Russian).
5. Software testing . Basic course / S. S. Kulikov. - Minsk: Four Quarters, 2017. - 312 p. ISBN 978-985-581-125-2 (in Russian).
6. <http://rostest.net/sertifikatsiya-programmnogo-obespecheniya/>. Software certification (in Russian).
7. <http://www.sogeti.com>. Softwarecertifications.org/cste/.The Certified Software Tester (CSTE).
8. [www.istqb.org](http://www.istqb.org). International Software Testing Qualifications Board.
9. <http://www.tmap.net/certification>. The Test Management Approach.
10. [www.sogeti.com](http://www.sogeti.com). Société de Gestion des Entreprises et de Traitement de l'Information.

## ABOUT SOFTWARE CERTIFICATION

Baliashvili Medea  
medeabal@mail.ru  
Georgian Technical University

### Summary

Some problems of software quality management are discussed, in particular, issues related to quality assessment. Provides information on international bodies for quality assurance and software certification, such as: International Software Certifications Board – ISCB; International Software Testing Qualifications Board – ISTQB®; Test management approach – Tmap; Sogeti Group – consulting company in the field of information technology. Since organizations usually need not only high-quality software products, but also certificates confirming the competence of testers (testers), the article provides information about the organization of evaluating the competence of testers, for example, CSTE - a certified software tester. Many organizations understand that the quality of IT products is critical to a successful business. A good software development process is essential to control risk and produce high quality software.



## ინტერდისციპლინური მიდგომების ეფექტიანობა მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესებში

გელა ღვინეფაძე, თორნიკე შავიშვილი  
gvinepadzegela@gmail.com, shavishvilitornike@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესში ინტერდისციპლინურ მიდგომებზე დაყრდნობის ტენდენციები. იგი განსაკუთრებით რელიეფურად გამოიკვეთა ბოლო პერიოდში. დღეს ამ მიდგომებს მთელი მსოფლიოს მასშტაბით დიდი ყურადღება ექცევა, რათა აღნიშნული პროცესები წარმართოს გაცილებით მეტი ორგანიზებულობით და ეფექტიანობით. დისციპლინათაშორისი კავშირების რეალიზების შთამბეჭდავი მაგალითია ინფორმატიკის დარგის „ექსპანსია“ აღნიშნულ სფეროებში. გადმოცემულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტზე ამ მიმართულებით შესრულებული და მიმდინარე ზოგიერთი სამუშაო.

**საკვანძო სიტყვები:** ინტერდისციპლინური მიდგომა. მეცნიერული კვლევა. ონ-ლაინ სწავლება.

### 1. შესავალი

რეზიუმეში აღნიშნული ტენდენცია შედარებით ნელა, მაგრამ ჩვენშიც იკრფეს ძალას. კერძოდ, საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტზე გახსნილი არის ამ მიმართულებით დასპეციალიზებული, შემდეგი სახელწოდების სტრუქტურული ერთეული: „ინტერდისციპლინური ინფორმატიკის დეპარტამენტი“.

სპეციალისტთა ჯგუფი, პროფესორ გიგლა გობეჩიას ხელმძღვანელობით, მუშაობს ასეთივე დანიშნულების დეპარტამენტისათვის დებულებისა და სამოქმედო პროგრამების შექმნაზე, ამჯერად მთელი უნივერსიტეტის მასშტაბით.

არსებობს რიგი ფაქტებისა, რომ ჩვენმა პედაგოგებმა და მეცნიერებმა უკვე ამ სფეროშიც მიაღწიეს თვალსაჩინო წარმატებებს. ნათქვამის საილუსტრაციოდ შეიძლება მოვიყვანოთ პროფესორ გურამ ჩაჩანიძის მიერ შესრულებული სამუშაო - მის მიერ სწორედ ამ მიმართულებით შექმნილი სასკოლო სახელმძღვანელოები, რომლებიც სხვა ქვეყნების საგანმანათლებლო სივრცეებისათვისაც კი იქცნენ მისაბამ მაგალითად [1, 2].

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ, მეცნიერული კვლევების მეტი ეფექტიანობით წარმართვის მიზნით, ჩვენი ფაკულტეტის ფიზიკის დეპარტამენტში წელიწადზე მეტია ტარდება სემინარები, რომლებზეც სხვადასხვა პროფილის კვალიფიციური სპეციალისტები ერთმანეთს უზიარებენ საკუთარ გამოცდილებას. მაგრამ ვთვლით, რომ ამ მიმართულებით შესაძლებელი არის გაცილებით მეტის გაკეთება, რაც ნამდვილად გახლავთ დღევანდელი დღის მოთხოვნა!

სტატიის მომდევნო ნაწილში სწორედ ამ საკითხების თაობაზე ვიმსჯელებთ, უფრო დაკონკრეტებით, განხილული იქნება მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესებში ინტერდისციპლინური მიდგომების ეფექტიანობის საკითხი.

### 2. ძირითადი ნაწილი

არსებობს ასეთი, შესაძლოა რამდენადმე ჰიპერბოლიზებული გამოთქმა, რომელიც განსაკუთრებული სიცხადით უსვამს ხაზს, ფაქტობრივად, ნებისმიერი პრობლემის გადასაჭრელად ინტერდისციპლინური მიდგომის საჭიროებას: „*ქიმიკოსი, რომელმაც მხოლოდ ქიმია იცის, ქიმიკოსიც არ არის!*“ მაგრამ, აქ ბუნებრივია, დაისვას შეკითხვა:

„მაინც რამდენად უნდა ერკვეოდეს ამა თუ იმ კონკრეტული დარგის სპეციალისტი მომიჯნავე დისციპლინების პრობლემატიკასა და მათში მიღწეულ სიახლეებში, მით უფრო - მისი თვალთახედვის არეალიდან შორს მყოფი მეცნიერულ დარგებში არსებულ ვითარებაში?“

დღევანდელ პირობებში, როდესაც მსოფლიოში გამოდის სხვადასხვა პროფილის უამრავი სამეცნიერო ჟურნალი, ფაქტობრივად, ეს შეუძლებელია. გარდა ამისა, ცნობილია, რომ თუნდაც ძალიან მაღალი ინტელექტის მქონე მქონე ადამიანის შესაძლებლობები შეზღუდულია დროის, სივრცის და ბევრი სხვა ფაქტორით.

როგორც ამბობენ, ერთადერთი ფიზიკოსი, რომელიც საკუთარ სფეროში არსებული ყველა მიმართულების საქმის კურსში იყო, გახლდათ ნობელიანტი მეცნიერი ლევ ლანდაუ. მაგრამ, ჯერ ერთი, შემდგომ კიდევ ბევრი წელი გავიდა, მარტო ფიზიკის დარგის მრავალი ახალი მიღწევით გამდიდრდა და მეორეც - ყველა მკვლევარი ლანდაუს დონის მეცნიერი ხომ ვერ იქნება!

რა თქმა უნდა, მხსნელის როლში აქ ინფორმატიკის დღევანდელი შესაძლებლობები გვევლინება, რომლებიც მომავალში კიდევ მეტად გაიზრდება, მაგალითად, კვანტური კომპიუტერის დახმარებით! მაგრამ ერთია, კომპიუტერის პარამეტრების სრულყოფა და მეორე, ამ შესაძლებლობების რაც შეიძლება სრულად გამოსაყენებლად მისი პროგრამული უზრუნველყოფისათვის შესაბამისი კონცეფციის შემუშავება-რეალიზება. აღნიშნული პრობლემატიკა შესაძლებელი და საჭიროც არის წარმოვადგინოთ გარკვეული სტრუქტურისა და ამ სტრუქტურის ცალკეული შემადგენელი ნაწილებისათვის მინიჭებული პრიორიტეტების სახით.

პირველ რიგში, მიგვაჩნია, რომ სწავლებისა და მეცნიერული კვლევების მეტი ეფექტიანობით წარმართვისათვის აუცილებელია შეიქმნეს ისეთი გარემო, რომელიც ხარისხობრივად უფრო მაღალ საფეხურზე აიყვანს ახალი იდეების გენერირებისა და მათი შემდგომი დახვეწა-რეალიზების უზრუნველყოფ პირობებს.

რა თქმა უნდა, ამ მიმართულებით, მთელი მსოფლიოს მასშტაბით, მეცნიერთა მიერ ბევრი რამ უკვე გაკეთებულია. მაგალითებად შეიძლება მოვიყვანოთ რიგი შემუშავებული და პრაქტიკაში მეტ-ნაკლები წარმატებით რეალიზებული მეთოდოლოგიებისა, რომელთა შორის განსაკუთრებით გამოვარჩევდით დელფოსისა და დოქტორ დე ბონოს 6 ქუდის მეთოდებს [3].

აქვე შევნიშნავთ, რომ ზემოაღნიშნული მეთოდების არსი სპეციალისტებისთვის კარგად არის ცნობილი, რის გამოც მათ აღწერას სტატიაში არ შევუდგებით. მაგრამ, შემდეგი შეგონებიდან გამომდინარე, რომ „მჯობნის მჯობნი არ დაილევა“, აქ წარმოდგენილი სტატიის ავტორების მიერ ახალი იდეების, ობიექტების თუ სუბიექტების აკვარგიანობის განხილვის პროცესისათვის შემოთავაზებული იქნა ზოგიერთი სიახლეც:

1. დაფუძრულად შესავალში ნახსენებ ფიზიკის დეპარტამენტში გამართული სემინარების საკითხს. აღნიშნული და, ზოგადად, ასეთი სახის შეხვედრებისათვის, რომლებზეც თავის იყრიან არა მხოლოდ ამა თუ იმ (მოცემულ შემთხვევაში ფიზიკის) დარგში სხვადასხვა მიმართულებით მომუშავე სპეციალისტები, არამედ მომიჯნავე თუ არამომიჯნავე სფეროებში დაკავებული მკვლევარებიც, საჭიროდ ვთვლით:

- a. მოხდეს: ამ შეხვედრებზე წარმართული სჯა-ბაასისა და გამოტანილი დასკვნების შესახებ გაცილებით ფართო აუდიტორიის ინფორმირება თუნდაც კომპაქტური შეტყობინებების სახით, რაც, მაგალითად, შესაძლებელია განხორციელდეს [gtu.ge](http://gtu.ge) საიტის დახმარებით;
- b. განხორციელდეს როგორც იდეის განხილველთა, ასევე საიტზე ორგანიზებული ფორუმის მონაწილეების დახმარებით გამოთქმული აზრების შეჯერება, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია.

2. დაფიქსირდეს და მსურველთა უფრო ფართო წრეს გაეცნოს მოსაზრებანი - მოცემულ კონკრეტულ მოხსენებაში წარმოდგენილი ახალი მიდგომები და მეთოდები, სავარაუდოდ, კიდევ რომელ, მომიჯნავე თუ სრულიად სხვა მარტო სფეროებში შეიძლება იქნეს გამოყენებული. (აქაც უპირიანი იქნება იმავე საიტის გამოყენება).

3. ასევე, - რომელი დარგის სპეციალისტების დახმარებას ითხოვს მომხსენებელი და/ან სთავაზობს მათ დახმარების გაწევას. (საკმაოდ ხშირია შემთხვევა, როდესაც წამოყენებული იდეის სრულყოფილად რეალიზებისათვის, ამა თუ იმ თეორიული თუ ტექნიკური სახის ამოცანის გადასაჭრელად მომხსენებლის ცოდნა და უნარ-ჩვევები მისი სპეციალობის ფარგლებს სცილდება).

4. ასეთი შეხვედრებისგან მეტი ეფექტის მიღების მიზნით, სტატიის ავტორების მიერ მიზანშეწონილად ჩაითვალა, დე ბონოს 6 ქუდის მეთოდისათვის განკუთვნილი „გარდერობი“ შევსებულიყო კიდევ ერთი, №7 ქუდით, რომელსაც პირობითად „უჩინმაჩინის“ ქუდი ვუწოდეთ. ვხელმძღვანელობდით შემდეგი მოსაზრებით - თუ განხილვები საკმაო ინტენსივობით ტარდება (რაც ფრიად სასურველია, მით უფრო მსხვილი ორგანიზაციული სტრუქტურებისათვის), უპირანი იქნებოდა, დაწესებულებების ხელმძღვანელებისათვის მიგვეწოდებინა შეჯერებული ინფორმაცია ამ შეხვედრებში მონაწილე ექსპერტების კვალიფიციურობის დონის შესახებაც (მათ მიერ ამა თუ იმ „ქუდის ქვეშ“ გამოთქმული იდეების შეფასებათა ხარისხის განაალიზების შედეგად.) ამასთან, შესაბამისი ქმედებების განხორციელება შესაძლებელი იქნება, მოხდეს გაცილებით მარტივად, დისკუსიების დამთავრების შემდეგ ანუ უფრო მშვიდ გარემოში. შედეგად მივიღებთ არა მხოლოდ ამა თუ იმ კონკრეტული იდეის ეფექტიანობის დონის, არამედ, პარალელურად, ექსპერტების კვალიფიკაციის ხარისხის შეფასებაც. ასეთი ინფორმაცია კი მეტად ფასეული იქნება მომდევნო განხილვებისათვის ექსპერტთა ახალი ჯგუფების დასაკომპლექტებლად.

გარდა ზემოთ მოყვანილებისა, აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ ინფორმატიკის ფაკულტეტზე მოღვაწე მეცნიერთა ხელმძღვანელობით როგორც ჩვენთან, ასევე სხვა უმაღლეს სასწავლებლებშიც სხვადასხვა სპეციალობის დოქტორანტების მიერ დაცული იქნა სწავლების ხარისხის ასამაღლებლად გამიზნული და სწორედ ინტერდისციპლინური მიდგომებზე დაფუძნებული დისერტაციები.

აღნიშნულ დისერტაციებში განხილული საკითხებიდან ზოგიერთი მათგანი განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებს იმ კუთხით, რომ, გარდა მათი ავტორების მიერ შემოთავაზებული გადაწყვეტილებებისა, მათში იკვეთება წამოჭრილი თემების გაგრძელების პერსპექტივაც. მაგალითად მოგვყავს დოქტორანტ ვ. ჭუმბურიძის მიერ დაცული დისერტაციიდან მისი ცალკეული თავების შემაჯამებელი დასკვნებიდან ამ ასპექტით ჩვენთვის განსაკუთრებით საინტერესო ამონარიდი [4]:

*„ინტერდისციპლინური სწავლების ფორმების შემოღება თვითმიზანს არ წარმოადგენს. მისი დანიშნულებაა, მომავალმა სპეციალისტმა შეძლოს სასწავლებელში აღნიშნული მიმართულებით მიღებული ცოდნისა და უნარ-ჩვევების გამოყენება თავის საქმიანობაში“.*

შემდეგ, მისასალმებელია ის ფაქტი, რომ ჩვენ უნივერსიტეტში ფიზიკის დეპარტამენტში უკვე რამდენიმე წელია სტუდენტებს ეკითხებათ საგანი, რომელშიც შეისწავლება კრეატიული აზროვნების საკითხები, წელს დაიწყო ასეთივე მიმართულების საგნის სწავლება კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტმაც. საქმე ისაა, რომ სწორედ ინტერდისციპლინურ მიდგომებზე ორიენტირება არის ერთ-ერთი ყველაზე ქმედითი ინსტრუმენტი კრეატიული აზროვნების განსავითარებლად. ეს კი ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა არა მხოლოდ მკვლევრის, არამედ საერთოდ ნებისმიერი დარგის სპეციალისტის ჩამოყალიბებისათვის.

ზემოთ ციტირებული წყაროდან მოვიყვანოთ კიდევ ერთი ამონარიდი:

*„... რაც შეეხება უშუალოდ მეცნიერულ კვლევებს, მით უფრო თვალნათელი ხდება ამ პროცესებში ინტერდისციპლინური მიდგომების გამოყენების საჭიროება“.*

ხოლო თუ რა მასშტაბის ეფექტი შეიძლება მოიტანოს სამეცნიერო კვლევებში ინტერდისციპლინურმა მიდგომამ, რომელსაც ფიგურალურად პროექტორების მეთოდიც ვუწოდეთ [3], საილუსტრაციოდ ამავე ნაშრომში მოყვანილია ნებრას დისკოს სახელით ცნობილი ისტორია. საუბარია იმ მეტად საინტერესო არტეფაქტზე, რომელიც საყოველთაოდ არის აღიარებული, როგორც 21-ე საუკუნის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი არქეოლოგიური აღმოჩენა. ამ დისკოს დანიშნულებაში გასარკვევად საჭირო გახდა მრავალი სხვადასხვა პროფილის სპეციალისტის (არა მარტო არქეოლოგების, ასევე ასტრონომების, ისტორიკოსების, ფიზიკოსების, ნიადაგმცოდნეების, მეტალურგების...) ერთობლივი ძალისხმევა, რომელთაც დაადგინეს, რომ ნებრაში ნაპოვნი დისკო წარმოადგენს უძველეს ასტრონომიულ ხელსაწყოს, რომელიც ადგილობრივ მცხოვრებლებს ეხმარებოდა დაედგინათ დღეები, როცა მოხდებოდა მზის ბუნიობა“. ასეთი თანამშრომლობის შედეგების ეფექტიანობის შესახებ მრავალი მაგალითის მოყვანა შეიძლება, მაგრამ დავკმაყოფილდებით კიდევ ერთით. ამჯერად გამოვინაცვლებთ საქართველოში:

წინა საუკუნის 50-იან წლებში ბიოლოგმა მარიამ მაჩაბელმა შეძლო გაეშიფრა ოცხალ არსებებზე ჩიქევისკის ჭადის მოქმედების მექანიზმი. შემდგომ მისი კვლევები გააგრძელა ონკოლოგმა, მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორმა ირაკლი ნადირაძემ. მაგრამ მეცნიერს თავისი კონცეფციის სარეალიზაციოდ - შექმნილიყო სიმსივნის საწინააღმდეგოდ მიმართული, ორგანიზმის იმუნიტეტის გამაძლიერებელი მექანიზმი - დასჭირდა ასევე მაღალკვალიციური სპეციალისტის, ოღონდ სხვა დარგში - ქიმიკში, პროფესორ ნოდარ ჩიგოგიძის ქმედითი დახმარება. ორი განსხვავებული დარგის სპეციალისტის თანამშრომლობის შედეგად შეიქმნა პრეპარატი „ამფიცეზინი“. აღნიშნული პრეპარატის მაღალი ეფექტიანობა დადასტურებულ იქნა საზღვარგარეთის ლაბორატორიებში უკვე სხვა დარგის სპეციალისტების, ძირითადად ბიოლოგების, მიერ in-vitro პირობებში ჩატარებული ცდებით.

ინტერდისციპლინურ კავშირებზე დაყრდნობამ მისცა საშუალება ამ სტატიის ერთ-ერთ ავტორს, შეემუშავებინა ენის (ენების) წარმოშობის ახალი თეორია. ამ თეორიაზე დაფუძნებული პრაქტიკული შედეგების შესახებ მოხსენდა იუნესკოს ხაზით გამართულ კონფერენციას და მასალები დაიბეჭდა ამავე ორგანიზაციის მიერ გამოქვეყნებულ ჟურნალში [5]. ხოლო ცოტა ხნის წინ აღნიშნული ნაშრომი, მონოგრაფიის სახით და სახელწოდებით „В начале было ...“ განთავსდა <https://www.morebooks.de> საიტზე.

### 3. დასკვნა

სტატიაში განიხილება მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესებში ინტერდისციპლინური მიდგომების გამოყენების საკითხი. მოყვანილია ამ მიმართულებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტზე გაწეული სამუშაოების მაგალითები. ასევე, ყურადღება მახვილდება უნივერსიტეტის ფარგლებში მიმდინარე ზოგიერთ ისეთ სამუშაოზეც, რომელშიც სასურველია ჩაერთოს სხვადასხვა პროფილის სპეციალისტები როგორც ტექნიკური უნივერსიტეტის, ასევე გაცილებით ფართო არეალიდან. მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესებში ინტერდისციპლინური მიდგომების გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით, შემოთავაზებულია რიგი რეკომენდაციებისა.

### ლიტერატურა – References:

1. Chachanidze G. (1991). Algebra and Chronicle about Georgia. Education Tbilisi, (In Geo)
2. Chachanidze G. (1997). From the pyramid to Svetitskhoveli. Auxiliary textbook for school. (In Geo)
3. [http://gtu.ge/View/index.html#http://gtu.ge/book/monografiebi/G\\_Gvinepadze\\_shemoqmedebiTi\\_azrpvneba.pdf](http://gtu.ge/View/index.html#http://gtu.ge/book/monografiebi/G_Gvinepadze_shemoqmedebiTi_azrpvneba.pdf). Monograph. Tbilisi. 2012 (In Geo)
4. Chumburidze V. Doctoral dissertation. Automated management of interdisciplinary teaching in secondary schools (In Geo)
5. Gvinepadze G., Chachanidze G., Advancing language technology to build cross-cultural bridges. Multilingualism in cyberspace proceedings of the Ugra Global Expert Meeting. Interregional Library Cooperation Centre. Moscow. 2016, 257-263 pp.

## EFFECTIVENESS OF INTERDISCIPLINARY BACKGROUNDS IN SCIENTIFIC RESEARCH AND TEACHING PROCESSES

Gela Gvinepadze, Tornike Shavishvili  
gvinepadzegela@gmail.com, shavishvilitornike@gmail.com  
Georgian Technical University

### Summary

The trend towards interdisciplinary approaches in research and teaching has continued in previous years. However, today it has become much more visible all over the world - to pay special attention to them and, thus, to ensure that these processes are conducted in a more organized and efficient way. A striking example of the implementation of such links is the "expansion" of informatics in the above areas. The report discusses some of the work done and / or ongoing in this direction at the Faculty of Informatics and Control Systems of the Georgian Technical University.



# ელექტრონული სწავლება: აქტუალობა და გამოწვევები

თორნიკე შავიშვილი  
shavishvilitornike@gmail.com  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

პანდემიის პირობებში არცთუ იშვიათად ვხვდებით ტერმინს „ახალი ნორმა“. ასეთი ნორმების დამკვიდრება გამოიწვია ახალმა რეალობამ, რომლის მიერ გამოწვეული შედეგები შეეხო ადამიანთა საქმიანობის ყველა სფეროს. მაგრამ მათგან აქ ჩვენს ინტერესს წარმოადგენს განათლების დარგი და ახალი ნორმები სწორედ ამ მიმართულებით. Covid-19 პანდემიამ განსაკუთრებით საჭირო გახადა შემდეგ გამოწვევაზე პასუხი - საჭირო გახდა სპეციალისტებს გაცილებით აქტიურად ეზრუნათ განათლების მიღების ახალი მეთოდების შემუშავებაზე. მთელი მსოფლიოს მასშტაბით გამოიკვეთა ასეთი ტენდენცია: დღეს საგანმანათლებლო დაწესებულებები უფრო მეტ ყურადღებას ამახვილებენ შემდეგი მიმართულებით - ისინი პრაქტიკაში სულ უფრო აქტიურად იყენებენ ონლაინ პლატფორმებს, რათა შექმნილ პირობებშიც კი არ შეფერხდეს სტუდენტთა და მოსწავლეთა სწავლა-განათლების პროცესი.

**საკვანძო სიტყვები:** ინტერდისციპლინური მიდგომები. მეცნიერული კვლევები. ონ-ლაინ სწავლება.

## 1. შესავალი

დღეს განათლების სფეროში ახალ ნორმად იქცა სწავლების პროცესისადმი სახეცვლილი მიდგომები, რომელთა ცენტრში დგას ონლაინ-ციფრული განათლების მეთოდოლოგიები [1-3].

ციფრული სწავლება მთელი მსოფლიოს მასშტაბით აღმოცენდა, როგორც აუცილებელი მეთოდოლოგია საგანმანათლებლო დაწესებულებებისათვის. ამასთან, არაერთი სკოლა-ინსტიტუტისათვის ეს არის სწავლებისადმი სრულიად ახალი მიდგომა, რომელზეც დაყრდნობა მათ უწყვეტ თავიანთი ორგანიზაციის ფარგლებში.

ონლაინ სწავლება სტუდენტებს ეხმარება არა მხოლოდ აუცილებელი მასალების ათვისებაში, ის მათ ქმედით დახმარებას უწევს სილაბუსის გარეთ არსებულ დამატებით აქტივობებშიც. უკანასკნელ თვეებში მოთხოვნა ონლაინ განათლების მიმართ მკვეთრად არის გაზრდილი და არსებობს ყველანაირი მოლოდინი, რომ ეს ტენდენცია მომავალშიც შენარჩუნდება.

ცხადია, როგორც ყველაფერს, ონლაინ სწავლებასაც აქვს თავისი დადებითი და უარყოფითი მხარეები, რომელთა გამოვლენა და გააზრება აუცილებელი ხდება უფრო ეფექტური სასწავლო მეთოდების შესამუშავებლად. სწორედ ამ საკითხებს ეძღვნება წარმოდგენილი სტატია. განიხილება სპეციალისტთა მოსაზრებები, მათ შორის ჩვენიც და მოკლედ აღწერილია ამ რეკომენდაციების ნაწილის რეალიზებისათვის განკუთვნილი ჩვენ მიერ შემუშავებული ელექტრონული პლატფორმა [4-6].

## 2. ძირითადი ნაწილი

### 1. რა დადებითი მხარეები აქვს ონლაინ სწავლებას?

#### 1.1. მაღალი წარმადობა

ონლაინ სწავლება პედაგოგებისათვის წარმოადგენს ეფექტურ გზას მიაწოდონ გაკვეთილები სტუდენტებს, ფაქტობრივად, დროსა და მანძილზე შეზღუდვების გარეშე. ონლაინ სწავლებას აქვს არაერთი ინსტრუმენტი, როგორცაა, მაგალითად, ვიდეოები, PDF ფაილები, პირდაპირ ეთერში ჩართვები და სხვ. პედაგოგებს შეუძლიათ ყველა ეს ინსტრუმენტი წარმატებით გამოიყენონ თავიანთ პრაქტიკაში. ტრადიციული ტექსტური ლიტერატურის გამდიდრება დამატებითი ციფრული ლიტერატურით და შესაბამისი ინსტრუმენტებით მასწავლებლებს საშუალებას აძლევს მნიშვნელოვნად გაზარდონ თავიანთი საქმიანობის ეფექტურობა და წარმადობა.

#### 1.2. ხელმისაწვდომობა მრავალი ადგილიდან და დროის სხვადასხვა მონაკვეთში

ონლაინ სწავლება საშუალებას იძლევა, სტუდენტებმა მასში მონაწილეობა მიიღონ იმ ფიზიკური ადგილიდან, რომელსაც ისინი აირჩევენ. იგი ასევე იძლევა საშუალებას, სასწავლო ორგანიზაციები არ

შეიზღუდონ ფიზიკური არეალით და თავიანთი ხმა მიაწვდინონ სტუდენტების დიდ რაოდენობას. ონლაინ გაკვეთილები ასევე შესაძლებელია ჩაიწეროს და ვიდეო ფაილის (ან მსგავსი) სახით განთავსდეს კონკრეტულ ელექტრონულ პლატფორმაზე.

ამრიგად, ამ ორი ფაქტორის მეშვეობით განათლება ხელმისაწვდომი ხდება სივრცითი და დროითი შეზღუდვების გარეშე.

### 1.3. ფინანსურად ხელმისაწვდომობა

ონლაინ სწავლება ხასიათდება პროცესის შემცირებული ღირებულებით. იგი ფინანსურად ბევრად უფრო ხელმისაწვდომია, ვიდრე ტრადიციული გზით სწავლება. ამის მიზეზია ის, რომ სტუდენტები თავისუფლდება ტრანსპორტირების, კვების და სხვა ცხოვრებისეული, მაგალითად, ბინის დაქირავების, ხარჯებისაგან. ამასთან, ვინაიდან ონლაინ სწავლებას სჭირდება მკვეთრად ნაკლები რაოდენობის ქაღალდი, იგი ასევე სასარგებლოა გარემოსათვისაც.

### 1.4. სტუდენტების დასწრების ხარისხის გაუმჯობესება

იმის გამო, რომ ონლაინ გაკვეთილებს შესაძლებელია დავესწროთ ჩვენთვის სასურველ დროს სასურველი ადგილიდან, მკვეთრად მცირდება სტუდენტების მიერ ასეთი გაკვეთილების გაცდენის ალბათობა.

### 1.5. სწავლების პერსონალიზება

ყველა სტუდენტს აქვს ინდივიდუალური და განსხვავებული მოთხოვნა/მიდგომები სწავლის პროცესის მიმართ. ზოგი სტუდენტი ცოდნას უფრო ადვილად ითვისებს ვიზუალური მასალის მეშვეობით, სხვები კი ამჯობინებენ მასალის აუდიო საშუალებით დასწავლას. ასევე, ზოგი სტუდენტი ამჯობინებს ჯგუფთან ერთად სწავლას, სხვები კი - მარტოდ მუშაობას, ვინაიდან დიდი ჯგუფები მათ ხელს უშლიან ყურადღების კონცენტრირებაში.

ონლაინ სწავლების სისტემა თავისი ფართო ოფციებითა და რესურსის ტიპებით შესაძლებელია პერსონალიზირდეს არაერთი გზით, გამომდინარე სტუდენტის საკუთარი მოთხოვნებიდან.

## 2. რა უარყოფითი მხარეები აქვს ონლაინ სწავლებას?

### 2.1. რთულია დიდი ხნით ეკრანზე ფოკუსირება.

ბევრი სტუდენტისათვის ონლაინ სწავლებაში ყველაზე დიდი გამოწვევაა ეკრანზე ყურადღების დიდი ხნით ფოკუსირება. ასევე არის ალბათობა იმისა, რომ სტუდენტს გაეფანტოს ყურადღება სხვადასხვა ვებსაიტისა და სოციალური ქსელების გამო. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია, პედაგოგების მიერ მოწოდებული კურსი იყოს მაქსიმალურად ინტერაქტიური, ასე ვთქვათ, „ცოცხალი“, რათა იგი დაეხმაროს სტუდენტებს ყურადღების კონცენტრირებაში.

### 2.2. ინტერნეტის არარსებობა

ონლაინ სწავლებისათვის სასიცოცხლოდ აუცილებელია ინტერნეტკავშირის არსებობა. მიუხედავად იმისა, რომ წვდომა ინტერნეტის მიმართ მკვეთრად არის გაზრდილი მსოფლიო მასშტაბით, არსებობენ პატარა ქალაქები და დასახლებები, სადაც შეუფერხებელი და სტაბილური ქსელური კავშირი კვლავ წარმოადგენს პრობლემას. სტაბილური ინტერნეტკავშირის გარეშე ვერ შედგება კომუნიკაცია სტუდენტსა და მასწავლებელს შორის.

### 2.3. იზოლაციის განცდა

მიუხედავად იმისა, რომ სტუდენტები ცოდნას იღებენ სხვებთან ერთად, ონლაინ გაკვეთილები მაინც გულისხმობს მინიმალურ ფიზიკურ კონტაქტს სტუდენტებსა და მასწავლებლებს შორის. ეს კი ხშირად სტუდენტები უქმნის იზოლაციის განცდას. ასეთ სიტუაციაში აუცილებელია, რომ კონკრეტულმა საგანმანათლებლო დაწესებულებამ სწავლებაში ჩართოს კომუნიკაციათა განსხვავებული საშუალებები:

ემეილები, ვიდეო ზარები, ონლაინ კონფერენციები, მესიჯები და სხვ.

ასეთი მიდგომა უფრო ინტენსიურს გახდის პიროვნულ კონტაქტებს და სტუდენტებს შეუმცირებს იზოლირებულობის განცდას.

2.4. პედაგოგები უნდა ერკვეოდნენ ციფრულ ტექნოლოგიებში

ონლაინ სწავლება მოითხოვს მასწავლებლებისაგან, რომ მათ ჰქონდეთ ციფრული ტექნოლოგიების თუნდაც საბაზისო ცოდნა. მაგრამ, სამწუხაროდ, ეს ყოველთვის ასე არ გახლავთ - ხშირად მასწავლებლებს ონლაინ გაკვეთილების ჩასატარებლად საერთოდ არ აქვთ ციფრული ტექნოლოგიების ცოდნა და სათანადო დონეზე ვერ ფლობენ შესაბამის რესურსებსა და ინსტრუმენტებს.

ასეთი მდგომარეობის გამოსასწორებლად აუცილებელია, საგანმანათლებლო დაწესებულებებმა გასწიონ შესაბამისი მუშაობა - მასწავლებლებს შეასწავლონ ციფრული ტექნოლოგიები, რათა არ შეფერხდეს ონლაინ გაკვეთილების ჩატარება.

2.5. ვაკონტროლოთ ეკრანთან გატარებული დრო

ბევრი მშობელი გამოთქვამს შეშფოთებას და ყურადღებას ამახვილებს ჯანმრთელობის იმ შესაძლო პრობლემებზე, რომლებიც შეიძლება წარმოიშვას ეკრანთან გატარებული დროის გაზრდის გამო - ზოგჯერ მოსწავლეებს საათობით უწევთ ეკრანის წინ ყოფნა.

ამ სიტუაციიდან გამოსავალია, ონლაინ სწავლების პროცესის განმავლობაში სტუდენტებს მოვუწყოთ უფრო ხშირი და მეტი დროით (10-15 წუთიანი) შესვენებები.

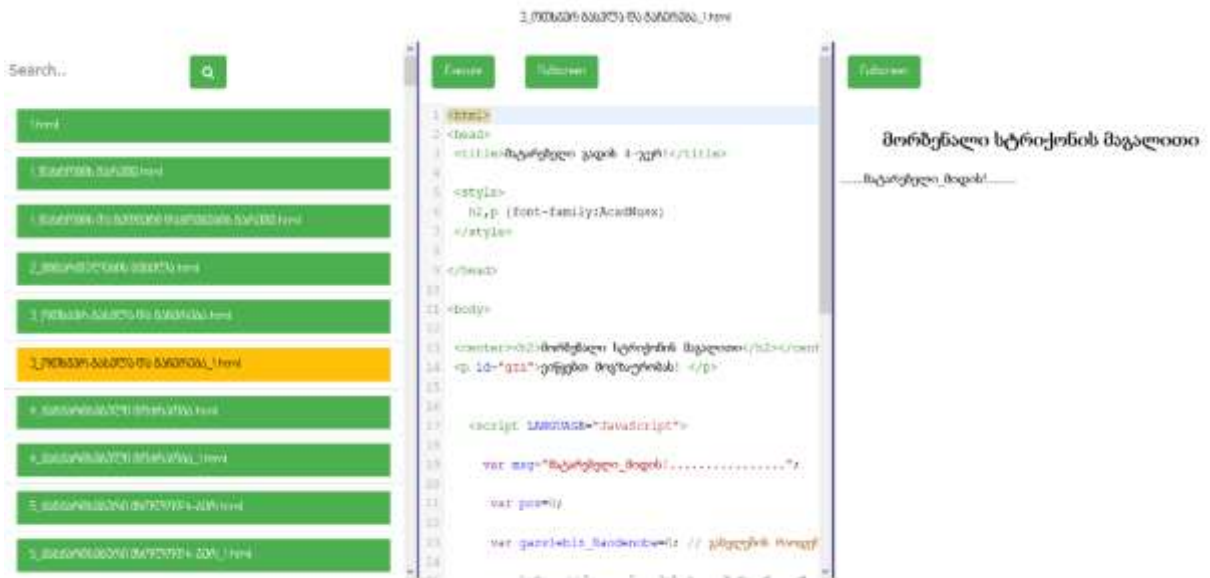
3. ELearning-ონლაინ სწავლების პლატფორმა

ჩვენ მიერ შემუშავებულ იქნა ონლაინ გაკვეთილების პლატფორმა ELearning. იგი მოიცავს არაერთ დასათურებულ, ერთ კონკრეტულ ამოცანაზე დაფუძნებულ გაკვეთილებს და შედეგად სწავლების პროცესი ხდება საკმაოდ ინტერაქტიური.

პლატფორმა წარმოადგენს ვებსაიტს, რომელიც გაყოფილია სამ ზონად:

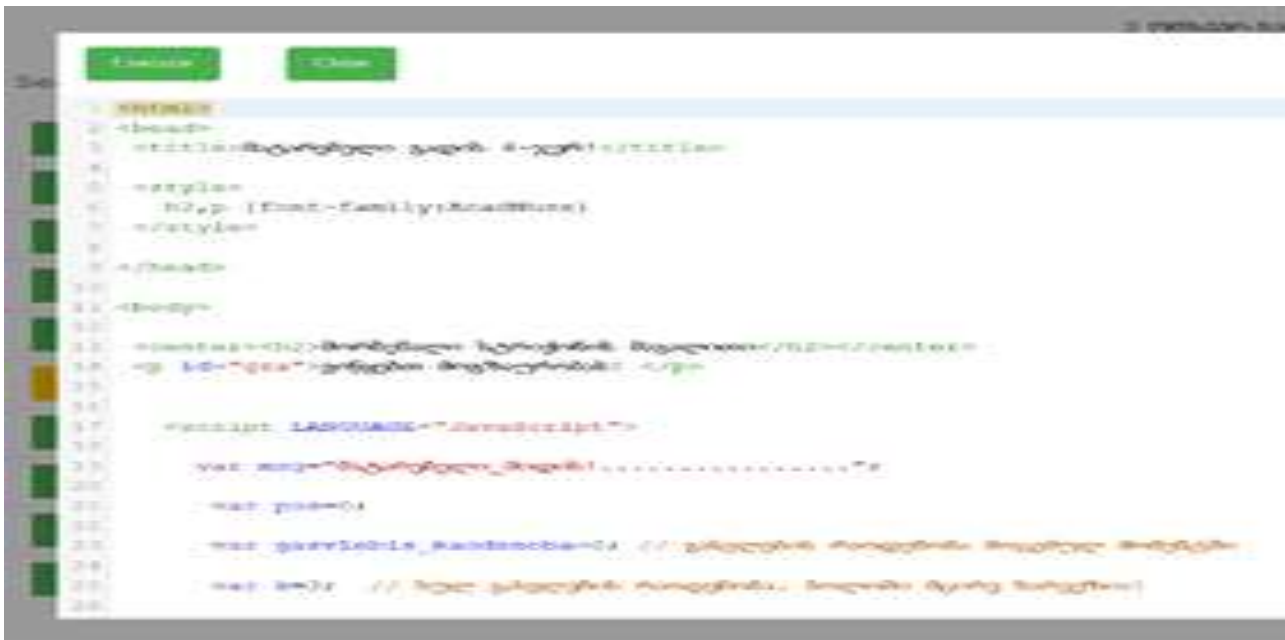
1. პირველი ზონაში წარმოდგენილია გაკვეთილების სია, რომელსაც აქვს ასევე ძებნის ველიც.
2. კონკრეტულ გაკვეთილზე დაკლიკებისას მეორე (შუა) ზონაში გამოდის გაკვეთილის კოდი. ეს ზონა წარმოადგენს სრულფასოვან კოდის რედაქტორს. მოსწავლეს შეუძლია ჩაატაროს სხვადასხვა ექსპერიმენტი - შეცვალოს კოდი თავისი სურვილისამებრ და ამის შემდეგ დააწვეს ღილაკს "Run".
3. სტუდენტის მიერ კორექტირებული კოდი გაიშვება მესამე - მარჯვენა ველში და შედეგად მას შეეძლება თავისი კოდი იხილოს მუშა მდგომარეობაში, გაანალიზოს და გამოასწოროს დაშვებული შეცდომები.

შევნიშნავთ, რომ მაუსის დახმარებით ასევე შესაძლებელია სამივე ამ ზონის სიგანის ცვლილებაც. ვიზუალურად პლატფორმა გამოიყურება შემდეგნაირად: (ნახ.1).



ნახ.1

მოსწავლეს ეძლევა საშუალება, "Fullscreen" ღილაკით მეორე და მესამე ზონები გაადიდოს.



ნახ.2

### 3. დასკვნა

ონლაინ სწავლებასთან დაკავშირებული საკითხები, მისი დადებითი და უარყოფითი მხარეების ანალიზი აქტუალური და მნიშვნელოვანია. ამ მიდგომის სრულყოფის მიზნით აღწერილია ონლაინ გაკვეთილების პლატფორმა Elearning, რომელიც მოიცავს არაერთ, ამ თუ იმ კონკრეტულ ამოცანაზე დაფუძნებულ გაკვეთილს და თავისი არსით ინტერაქტიული სისტემაა. ასეთი გადაწყვეტილების მეშვეობით მომხმარებელს (სტუდენტს) შეუძლია არა მარტო გაეცნოს თეორიულ მასალას, არამედ, თავის შეხედულებისამებრ, მოახდინოს პლატფორმაში მოცემული ცალკეული ამოცანების პირობების კორექტირება და შეამოწმოს მიღებული შედეგების სისწორე.

#### ლიტერატურა – References:

1. <https://www.mycomputercareer.edu/what-are-the-pros-and-cons-of-online-learning/>
2. <https://elearningindustry.com/advantages-and-disadvantages-online-learning>
3. <https://www.academia21.com/blog/2011/05/23/pros-cons-studying-online/>
4. <https://www.uis.edu/ion/resources/tutorials/online-education-overview/strengths-and-weaknesses/>
5. <https://www.ies.ncsu.edu/resources/white-papers/pros-and-cons-of-online-education/>
6. Gvinepadze G., Shavishvili T., Concept of Designing Online Manuals. Tbilisi. GTU. "WORKS", N1 (519), 2021. ISSN 1512-0996. 40-54 pp. In\_Geo.

## ELECTRONIC TRAINING: ACTUALITY AND PROBLEM

Tornike Shavishvili

Georgian Technical University

### Summary

In a pandemic, the term "new normal" is not uncommon. The establishment of such norms has led to a new reality, the consequences of which have affected all spheres of human activity. But from them here our interest is concentrated in the field of education and new norms in this direction. The situation with the Covid-19 pandemic has made it urgent to respond to this challenge, and specialists have become much more active in developing new methods of obtaining education. Around the world, the following trend has formed: today educational institutions are increasingly focusing on the following areas - they are increasingly using online platforms in practice, so that even in the current conditions, the process of teaching students and schoolchildren is not difficult.



# USE OF IOT DEVICES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Avtandili Bichnigauri  
bichnigauri\_av@gtu.ge  
Georgian Technical University

## Abstract

The IoT (Internet of Things) field is growing rapidly, companies are developing connectable devices and IoT applications. As statistics shows, many different industries utilized IoT solutions including healthcare, tourism, retail, manufacturing, and more. Education is not yet among the most common IoT applications because teachers, students, and parents are wary when it comes to implementing connected e-learning solutions. However, as the Internet of Things platforms become more widespread and cheaper, schools, campuses, and other institutions are leveraging its potential. Nowadays IoT has many promising applications in the field of education. The article provides an overview and discusses IoT devices that assist us in educational processes. It also proposes seven key technologies for educational institutions that are available in the market today.

**Keywords:** Control. Detection. Devices. Education. Interactive. Internet of things. Monitoring. Privacy. Security. Sensor. Tracking.

## 1. Introduction

IoT stands for the Internet of Things. We can imagine it as a network of devices connected to the internet to exchange information with one another, collecting data, or controlling some processes. This whole concept of the system is equipped with efficient forms of hardware, electronics and the Internet connectivity. There are almost limitless options for IoT-connected devices and it is utilized in many different industries [1].

IoT devices include smart building technology, such as smart lighting, thermostats, speakers, locks, doorbells, and more. Once IoT devices are installed, they can be connected to one another and controlled centrally using a computer, tablet, or cell phone. IoT connectivity allows for greater control over environments and processes.

IoT in education means using smart building IoT solutions in educational environments, such as school buildings, universities, colleges, classrooms, school buses, and more. With the growing popularity of devices like Google Home and Amazon Alexa, users have quickly integrated smart home solutions into their daily lives. As smart building solutions evolve, educational experts and school administrators are beginning to recognize the benefits of using IoT technology on a larger scale in school settings [1].

## 2. Main part

One significant aspect of our lives that IoT technology will transform is education. IoT devices are changing the way humans process and absorb information for the better [2]. Let's look at some IoT devices that can help students and schoolchildren in their everyday lives.

Connected Smartboards are great tool to bring classroom education into next level. They are an extremely important part of the smart classroom for a variety of reasons. This technology helps make presentations interactive and allows teachers and students to collaborate with each other. It allows the teacher and students to collaborate on the same document and share it with the entire class in real time. All notes will be recorded and accessible by all students in the classroom [3]. It can also act as a hub for all connected devices within a classroom.

Like Smartboards, Multitouch Tables also allow teachers a new way to engage with their students in the classroom. They are

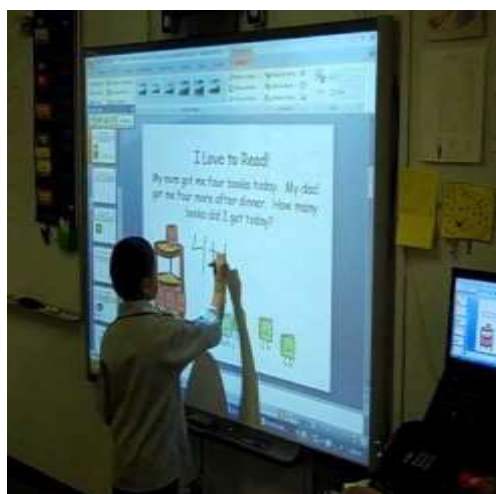


Fig. 1. A kindergarten student demonstrates number sentences on the Smartboard [4]

easy-to-use tools specifically designed for intensive use, safety for adults and children, customizable with specific applications to get learning easier and funnier.



Fig. 2. Ideum Colossus multitouch table [5]

Most contact-type ID cards use magnetic stripe technology, which in this context requires students to manually swipe their ID cards through an ID card reader, slowing down student access and creating bottlenecks in the flow of people entering and exiting. Magnetic stripe cards are also a less reliable ID card technology as they can be easily demagnetized [6].

The term "Smart Access Cards" in education, business, and government applications includes a wide range of technologies. One Smart ID card can be used for everything. It can serve as the foundation for a wide range of ID card security applications, providing opportunities to streamline security and administrative tasks across an entire campus. School security departments must know who is on the campus at all times. The first step is to strictly enforce visitor sign-in and issue the visitor a temporary RFID-enabled ID smart card that affords track-and-trace technologies [6].

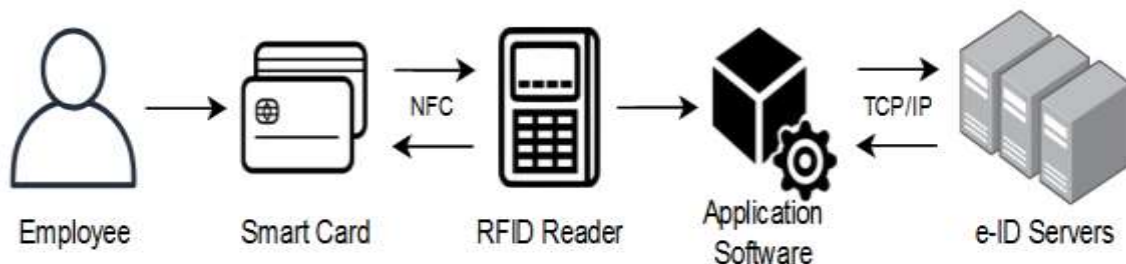


Fig. 3. Smart Card system

Different education institutes have a different sets of rules. Some believe that a certain percentage of student attendance is mandatory for allowing them to take the examination. With IoT, the management staff can pull out accurate data of attendance. That data remains free from human error. Safety and quality of life through the real-time location of hostel living students could also be traced. For the management, it gets frustrating to calculate the attendance at times. With IoT based attendance tracking system, calculating student attendance and generating regularity, punctuality, and personality reports becomes effortless. The amount of time it saves will have a tremendous effect on employee satisfaction working for the institute. Additionally, intending to make students more regular to the classes, IoT in education made sure to digitally register the student's attendance. If the student is missing anyhow from the institute, a quick message will be sent to the parents [7].



**Fig. 4. Tracking and monitoring the location of individuals to mark attendance [8]**

Traditional tracking systems for buses are equipped with GPS and GSM to know the location of the bus in real-time. But these systems are not efficient enough to alert drivers from distraction, speed, or any misconduct. However, cloud services will enhance the tracking system by enabling mobility solutions. It will allow parents to track the school bus in real-time on their mobile phones with the help of an application. The modern system is a combination of GSM, GPS, and RFID technologies for tracking attendance of the students on the bus, drop, and pick up times, absence, location, and to alert drivers and the parents on specific occasions or incidents [9].



**Fig. 5. School bus GPS tracking system**

As everyday life moves further and further into the digital realm, dominated by smartphones and tablets, few of us need to carry notebooks and pens anymore. Sometimes it's much easier to take notes by hand instead of trying to type out everything you want to record. Smart pens help bridge the gap between digital and analog by letting you turn your device into a notebook. Almost any pen is compatible with most note-taking apps and will help you get your ideas down on digital paper [10].



**Fig. 6. Smart Pen Tracking and monitoring the location of individuals [10]**

Many schools still have legacy surveillance systems that are tremendously complex and insecure. This is due to all of the equipment needed to run a legacy surveillance system, including but not limited to: servers, NVRs/DVRs, storage devices, cameras, etc. Typically, all of these devices are not manufactured by the same OEM, which means that you have to ensure firmware versions are compatible with each other in order to get this system working. Usually, once this is worked out and the system is up and running, it is left alone and therefore, insecure and subject to hackers. Schools need to protect student data and need to ensure a secure surveillance deployment [11].

A smart camera surveillance system can solve all of these issues, is extremely simple to administer, and ensures that a school's IT staff is not forced to manage another complex solution [11]. It is connected to a cloud that analyzes live video content. Events captured by the camera can instantly lead to desired actions. The ability to take action without a human operator is what makes the camera intelligent.

Face recognition can become an essential feature in public security and home monitoring. Detecting or tracking people, observing a person's behavior, counting the number of steps, or identify who left a bag at the train station. For home monitoring, features as your door unlocking once you get home only by recognizing your face. The camera might even give you a push notification on your phone about who is outside your front door or in your backyard.

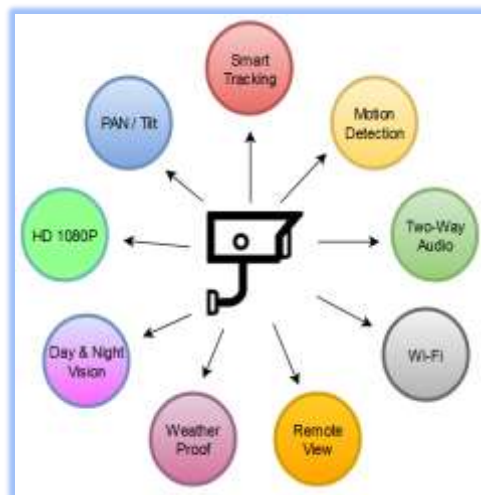


Fig. 7. Smart camera surveillance system

We have discussed several types of IoT devices, however in addition there are also many others such as smart mirrors, smart podiums, vape/smoke detectors, high voice detectors, etc. All of them can be used in educational institutions.

It should also be noted that the use of IoT devices carries several risks, such as breaches of data privacy and security flaws. Nowadays, there are many vulnerable devices exists in that cybercriminals can gain unauthorized access to. As the Internet joke says, the letter "S" in "IoT" stands for security. Obviously, the letter "S" does not interfere with its abbreviation, so it is implied that IoT devices are not properly secured and require additional mechanisms to do so. The risk of a cyberattack on them is very high. Especially if these devices are accessible directly from the Internet, without any authentication mechanism. In such a case, cybercriminals can gain control of the device and launch a DDoS attack through it, which will endanger both the device itself and other devices in its network. To avoid security risks, it is necessary to properly configure the IoT device and implement a network communication policy that allows access to it only from authorized devices.

### 3. Conclusion

Using the IoT devices presented in the paper, through continuous monitoring and information gathering, it is possible to improve the learning processes in educational institutions to a certain level. The main advantage is that IoT devices can be managed and controlled remotely, from anywhere, anytime. In addition, IoT devices are cost-effective and consume a fairly small amount of electricity. At the same time, you should keep in mind that before connecting your IoT device to a network, you need to consider the risks that can result from improper security configuration. To summarize, as we can see, the number of IoT devices around the world is growing daily. It is not a long time from now that IoT benefits will be understood and experienced across all educational institutions. There are several students and teachers who require technological support to unleash the talent they have. IoT solutions for education have answers to enhance the quality of education across the globe. In the near future, every single school and the university will implement the latest IoT solutions. Internet of Things benefits in the education sector will include better student engagement, more interactive teaching methods, and improved security.

### References:

1. URL: <https://www.igor-tech.com/news-and-insights/articles/creating-smarter-schools-benefits-and-applications-of-iot-in-education>
2. URL: <https://justtotaltech.com/internet-of-things-benefits/>



3. URL: <https://www.iotforall.com/iot-education-smartboard>
4. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=E1dpVhGX4Gk>
5. URL: <https://www.sixteen-nine.net/2015/12/08/digital-signage-options-tabletop-interactive-displays/>
6. URL: <https://www.zebra.com/content/dam/zebra/white-papers/en-us/smart-id-education-en-us.pdf>
7. URL: <https://www.biz4intellia.com/blog/iot-applications-in-education-industry/>
8. URL: <https://www.smh.com.au/technology/work-spy-employers-track-staff--with-google-maps-app-20120622-20sc6.html>
9. URL: <https://fleetroot.com/blog/how-is-iot-transforming-the-traditional-school-bus-tracking-system/>
10. URL: <https://www.digitaltrends.com/mobile/best-smart-pens/>
11. URL: <https://www.wwt.com/article/smart-cameras-work-for-k-12-and-higher-education>

## IoT მოწყობილობების გამოყენება საგანმანათლებლო დაწესებულებებში

ავთანდილ ბიჩნიგაური

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

bichnigauri\_av@gtu.ge

### რეზიუმე

„ნივთების ინტერნეტის“ (Internet of Things) მიმართულება სწრაფი ტემპით ვითარდება. კომპანიები ქმნიან კომპიუტერულ ქსელში დაკავშირებად მოწყობილობებს. როგორც სტატისტიკური მონაცემები აჩვენებს, „IoT“ გადაწყვეტილებები ბევრ სხვადასხვა ინდუსტრიაში წარმატებით იქნა დანერგილი, მათ შორისაა: ჯანდაცვა, ტურიზმი, საცალო ვაჭრობა, წარმოება და ა.შ. დღეს „IoT“-ის აქვს მრავალი პერსპექტიული განვითარება განათლების სფეროში. სკოლები, კამპუსები და სხვა საგანმანათლებლო ინსტიტუტები ეტაპობრივად იწყებენ მისი პოტენციალის გამოყენებას. სტატიაში წარმოდგენილია და განხილულია IoT მოწყობილობები, რომლებიც გვეხმარებიან საგანმანათლებლო პროცესებში. შემოთავაზებულია ის შვიდი ძირითადი ტექნოლოგია, რომლებიც საგანმანათლებლო დაწესებულებებისთვის დღესდღეობით ბაზარზე არის ხელმისაწვდომი.

## ლოკალურ ქსელში IoT მოწყობილობების აღმოჩენის საშუალებები მათი კიბერუსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად

ოთარ შონია, ავთანდილ ბიჩნიგაური

o.shonia@gtu.ge, bichnigauri\_av@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

დღეისათვის IoT მოწყობილობები გვხვდება სხვადასხვა ინდუსტრიაში, როგორცაა განათლება, ჯანდაცვა, ტურიზმი, საცალო ვაჭრობა, წარმოება და ა.შ. IoT მოწყობილობები ისეთი აპარატურაა, როგორცაა სენსორები, გაჯეტები, ტექნიკა ან მანქანები. აღნიშნული მოწყობილობები გამოიყენება მონაცემთა შესაგროვებლად და გადასაცემად ინტერნეტით ან სხვა ქსელების მეშვეობით შემდგომი მონიტორინგისა და კონტროლის მიზნით. მათი კიბერუსაფრთხოების უზრუნველყოფა მეტად მნიშვნელოვანი საკითხია, განსაკუთრებით მაშინ, თუ არ ვიცით ლოკალურ ქსელში რა ტიპის და რა რაოდენობის მოწყობილობებია განთავსებული. სტატიაში წარმოდგენილია და განხილულია ლოკალური ქსელის სკანირების სხვადასხვა პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით არასტანდარტული პროტოკოლებისა და პორტების აღმოჩენის საშუალებები IoT მოწყობილობების სისტემებში, რაც შემდგომ ეტაპზე მათ კიბერუსაფრთხოების უზრუნველსაყოფას განაპირობებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ინტერნეტი. მოწყობილობა. კიბერუსაფრთხოება. კომპიუტერული ქსელი. მონიტორინგი. ნივთების ინტერნეტი. სენსორი. სკანირება.

### 1. შესავალი

ბოლოდროინდელ პერიოდში გახშირებული ინტერნეტში ჩართული მოწყობილობების (IoT) კომპრომეტირების შედეგად განაწილებული მომსახურების შეფერხების (DDoS) ტიპის შეტევებმა აჩვენა [1], თუ რამდენად საფრთხის შემცველია ინტერნეტი ფართომასშტაბიანი კიბერშეტევების განხორციელებისას. კიბერშეტევების რისკების გასაანალიზებლად საჭიროა „IoT“ მოწყობილობების იდენტიფიცირება [2], რათა მათ შესახებ ვფლობდეთ საჭირო ინფორმაციას თუ რა რაოდენობის მოწყობილობებია ქსელში ჩართული, სად მდებარეობენ ფიზიკურად, რა ტექნოლოგიებს იყენებენ და ა.შ.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ყოველდღიურად „IoT“ მოწყობილობები, როგორცაა ჭკვიანი საათები, ფიტნეს ტრეკერები, ჭკვიანი კამერები, პრინტერები და სხვა, დღითიდღე ჩვენი ყოველდღიური ცხოვრების ნაწილი ხდება. ამ მოწყობილობების უმეტესობა სინქრონიზებულია ჩვენს პირად ან სამუშაო სმარტფონებთან, შესაბამისად, მოწყობილობები თქვენს კორპორაციულ ქსელს თვითნებურად უკავშირდებიან.

არსებობს რისკი, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ „IoT“ მოწყობილობების უმეტესობას უსაფრთხოების კონცეფცია სტანდარტულად არ აქვს ჩაშენებული და, ხშირ შემთხვევაში, მათი პროგრამული განახლება დროულად არ ხდება. უსაფრთხოების ნაკლებობა ხელსაყრელი პირობაა კიბერდამნაშავეებისთვის, რომლებიც ქსელის უსაფრთხოების დარღვევას მუდმივად ცდილობენ.

მონიტორინგის მიზნით, საჭიროა პერიოდულად ჩატარდეს ლოკალური ქსელის სკანირება და იდენტიფიცირდეს ახალი მოწყობილობები. ლოკალური ქსელის სკანირებისათვის მრავალი ხელსაწყო არსებობს, თუმცა ზოგიერთ მათგანს არ გააჩნია სათანადო კონფიგურირების მექანიზმები, რაც „IoT“ მოწყობილობების აღმოჩენისთვის არის საჭირო. „Nmap“ ხელსაწყოს გამოყენებით სწრაფად არის შესაძლებელი ქსელში ჩართული მოწყობილობების აღმოჩენა და ინფორმაციის მოპოვება მასზე გაშვებული პროგრამული სერვისების შესახებ.

„Nmap“ არის პოპულარული ღია კოდის მქონე ქსელის ანალიზის ინსტრუმენტი, რომელიც კომპიუტერულ ქსელში მოწყობილობების აღმოჩენისა და შემოწმების მიზნით გამოიყენება [3]. მას შეუძლია სწრაფად დაასკანეროს როგორც ცალკეული ქსელის სეგმენტი, ასევე დიდი ორგანიზაციული ქსელები და უზრუნველყოს სასარგებლო ინფორმაციას მოწოდება ქსელში ჩართული თითოეული მოწყობილობის პროგრამული უზრუნველყოფის შესახებ.

მხოლოდ იმის ცოდნა, თუ რა პორტები აქვს ღია „IoT“ მოწყობილობას, საკმარისი არ არის. უმეტეს შემთხვევაში მასზე გაშვებული სერვისები არასტანდარტულ პორტებზე მუშაობენ. უსაფრთხოების თვალსაზრისით, ასევე საჭიროა ვიცოდეთ, თუ რა პროგრამული უზრუნველყოფა და რომელი ვერსიაა დაყენებული [4].

„Nmap“-ის სერვისისა და ვერსიების გამოვლენის შესაძლებლობების წყალობით, შესაძლებელია ქსელის სრული გაანალიზება და აქტიური მოწყობილობების აღმოჩენა. საჭიროა მათზე თითოეული პორტის შემოწმება და იმის დადგენა, თუ რომელი პროგრამული უზრუნველყოფა დგას თითოეული მათგანის უკან.

„Nmap“ უკავშირდება თითოეულ ღია პორტს და გვაწვდის დეტალურ ინფორმაციას იმის შესახებ, თუ რა სერვისი არის კონკრეტულ პორტზე გაშვებული. იმისათვის, რომ მოხდეს „Nmap“-ის აღნიშნული თვისებების გამოყენება, საჭიროა:

- ჩაერთოს სერვისებისა და ვერსიების ამოცნობის მექანიზმი „-sV“ პარამეტრის მითითებით.
- „-allports“ პარამეტრის მითითებით უზრუნველყოფილი იქნას ყველა პორტის სკანირება.
- გამოყენებული იქნას „-T4“ პარამეტრი სკანირების უფრო დროულად შესრულებისთვის,

რადგან ეს პროცესი შეიძლება საკმაოდ დიდხანს გაგრძელდეს.

მაგალითად, თუ გვსურს ქსელის სკანირება „192.168.1.0“ IP მისამართიდან „192.168.1.255“ IP მისამართამდე დიაპაზონში, საჭიროა შემდეგი ბრძანების ჩამოყალიბება:

```
$ nmap -sV --allports -T4 192.168.1.0/24
```

```
Nmap scan report for 192.168.1.3
Host is up (0.0046s latency).
Not shown: 995 filtered ports
PORT      STATE SERVICE      VERSION
53/tcp    open  domain      Unbound
80/tcp    open  http        nginx
2022/tcp  open  ssh         OpenSSH 7.6 (protocol 2.0)
5000/tcp  open  ssl/http-proxy HAProxy http proxy 1.3.2 or later
8443/tcp  open  ssl/http    nginx
Service Info: Device: load balancer
```

```
Nmap scan report for 192.168.1.4
Host is up (0.93s latency).
Not shown: 992 closed ports
PORT      STATE SERVICE      VERSION
22/tcp    open  ssh         OpenSSH 8.3p1 Debian 1 (protocol 2.0)
80/tcp    open  http        nginx
111/tcp   open  rpcbind     2-4 (RPC #100000)
443/tcp   open  ssl/http    nginx
2049/tcp  open  nfs         3-4 (RPC #100003)
3260/tcp  open  iscsi?
6000/tcp  open  http        aiohttp 3.6.2 (Python 3.8)
8080/tcp  open  http        Apache httpd 2.4.46 ((Debian) mpm-itk/2.4.7-04 OpenSSL/1.1.1g)
Service Info: OS: Linux; CPE: cpe:/o:linux:linux_kernel
```

#### ნახ.1. „Nmap“ ხელსაწყოს გამოყენებით ჩატარებული სკანირების შედეგები ლოკალურ ქსელში არსებული ორი მოწყობილობისთვის

აღსანიშნავია, რომ ამ შემთხვევაში სკანირება მოხდება მხოლოდ TCP პროტოკოლის მეშვეობით. იმისათვის, რომ TCP პროტოკოლის გარდა, UDP პროტოკოლზეც მოვახდინოთ სკანირება, საჭიროა შემდეგი ბრძანების ჩამოყალიბება:

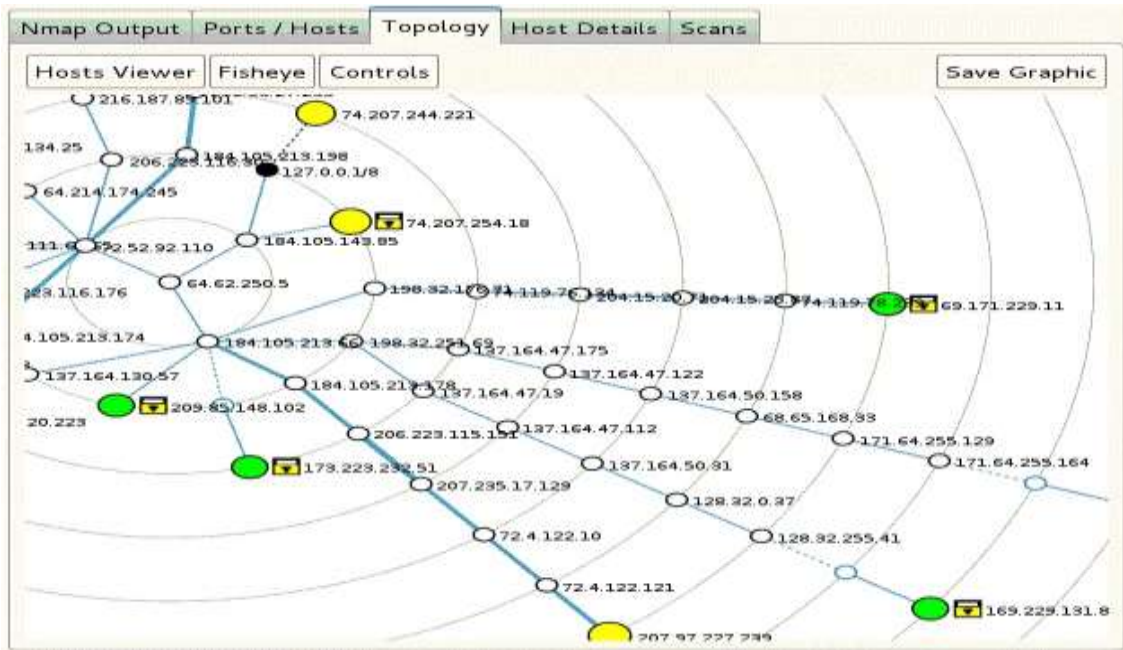
```
$ nmap -sU -sT -p0-65535 -sV -T4 192.168.1.0/24
```

ამ კონკრეტულ შემთხვევაში, „-sU“ პარამეტრი UDP პროტოკოლზე, ხოლო „-sT“ პარამეტრი - TCP პროტოკოლზე მიუთითებს [5]. განსხვავებით „-allports“ პარამეტრისგან, ყველა პორტის სკანირებისათვის ასევე შესაძლებელია გამოყენებული იქნას „-p0-65535“, რომელიც 0-დან 65535-მდე პორტებს სათითაოდ შეამოწმებს.

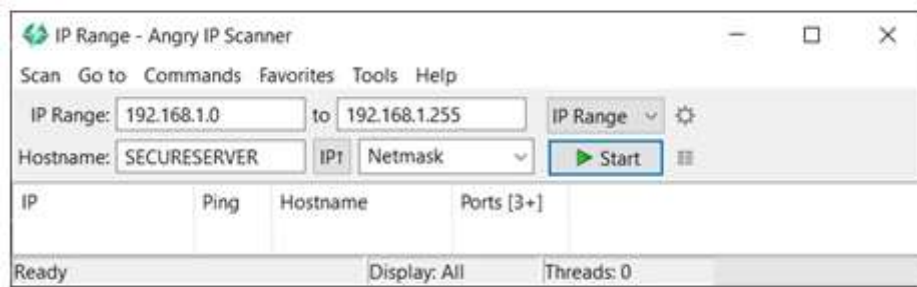
აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ქსელში დიდი რაოდენობით მოწყობილობების არსებობისას, რთულდება შედეგების გაანალიზება. ამისათვის არსებობს „Nmap“-ის გრაფიკული ინტერფეისის მქონე ვერსია, სახელწოდებით „ZenMap“. მას აქვს შესაძლებლობა ქსელური ტოპოლოგიის ვიზუალური ინტერპრეტაცია გრაფიკული სქემის სახით წარმოადგინოს.

განსხვავებით „Nmap“-ის დიდი რაოდენობით პარამეტრების მქონე რთული კონფიგურაციისაგან, არსებობს შედარებით მარტივი გრაფიკული ინტერფეისის მქონე მულტიპლატფორმული პროგრამული უზრუნველყოფა, სახელად „Angry IP Scanner“, რომელიც გამოიყენება ნაკლებად ტექნიკური ცოდნის მქონე პირებისთვის. მისი ინსტალაცია და გამართვა შესაძლებელია როგორც „Windows“, ასევე „Linux“ და „Mac OS“ ოპერაციულ სისტემებზე [7]. მას ფუნქციონალურად მსგავსი შესაძლებლობები გააჩნია, რაც ზემოხსენებული ოპერაციების განხორციელების ალტერნატიულ საშუალებას იძლევა.

იმისათვის, რომ მოვახდინოთ კომპიუტერული ქსელის სკანირება, საჭიროა მივუთითოთ IP მისამართების გარკვეული დიაპაზონი, მაგალითად, „192.168.1.0“ IP მისამართიდან „192.168.1.255“ IP მისამართამდე.



ნახ.2. ქსელური ტოპოლოგიის ვიზუალური ინტერპრეტაცია „ZenMap“ ხელსაწყოს გამოყენებით [6]



ნახ.3. „Angry IP Scanner“ ხელსაწყოს კონფიგურაცია სკანირებისათვის

შედეგად, მივიღებთ ინფორმაციას ყველა იმ მოწყობილობის ე.წ. „ჰოსტნემის“, ღია პორტებისა და გაშვებული სერვისების შესახებ, რომლებიც სკანირებისას მითითებულ დიაპაზონში იქნებიან წარმოდგენილი.

IP	Ping	Hostname	Ports [3+]	Web detect
192.168.1.26	[n/a]	[n/s]	[n/s]	[n/s]
192.168.1.27	9 ms	[n/a]	80,443	Resin/4.0.37
192.168.1.28	10 ms	[n/a]	80,443	[n/a]
192.168.1.29	9 ms	[n/a]	80,443	Apache
192.168.1.20	13 ms	mx3.rmkk.ee	[n/a]	[n/a]
192.168.1.21	10 ms	mx4.rmkk.ee	[n/a]	[n/a]
192.168.1.22	[n/a]	[n/s]	[n/s]	[n/s]
192.168.1.23	[n/a]	[n/s]	[n/s]	[n/s]
192.168.1.24	[n/a]	[n/s]	[n/s]	[n/s]
192.168.1.25	9 ms	[n/a]	80,443	[n/a]
192.168.1.26	[n/a]	[n/s]	[n/s]	[n/s]

ნახ.4. „Angry IP Scanner“ ხელსაწყოს გამოყენებით ჩატარებული სკანირების შედეგები ლოკალურ ქსელში არსებული მოწყობილობებისთვის

ცხადია, პროფესიონალურ დონეზე უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად უპირატესობა ენიჭება „Nmap“-ის გამოყენებას, რომლის არსენალში დიდი რაოდენობით არსებული პარამეტრები ხელს უწყობს განსხვავებული ქსელის არქიტექტურას, განსხვავებული სკანირება ჩატარდეს.



### 3. დასკვნა

ორგანიზაციებისთვის ძალზედ მნიშვნელოვანია, რომ მათ ინტერნეტში შედიოდეს ლოკალური ქსელის უსაფრთხოება. ცხადია, მუდმივად უნდა ხდებოდეს უსაფრთხოების მონიტორინგი, რათა დროულად მოხდეს კიბერსაფრთხოებისგან თავის არიდება და მათი თანამშრომლების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. წარმოდგენილ ნაშრომში განხილული მეთოდების გამოყენებით მარტივად არის შესაძლებელი ორგანიზაციაში ქსელის დიაპაზონის სკანირება და მასში ჩართული მოწყობილობების იდენტიფიცირება. სკანირებით მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე, შესაძლებელია ქსელური ტოპოლოგიის აგება და დასკვნების გამოტანა, თუ რომელ მოწყობილობას ესაჭიროება უსაფრთხოების განახლება, რომელი მუშაობს მოძველებულ ტექნოლოგიით და უნდა ჩაიხსნას ქსელიდან, რომელ მოწყობილობას აქვს არასაჭირო პორტები გახსნილი და ა.შ. ეს ყველაფერი კი ორგანიზაციის კიბერუსაფრთხოებისა და მაღალი რეპუტაციის საწინდარია.

### ლიტერატურა-References

1. Shahid, Mustafizur Rahman & Blanc, Gregory & Zhang, Zonghua & Debar, Hervé. (2018). IoT Devices Recognition through Network Traffic Analysis. 10.1109/BigData.2018.8622243.
2. URL: <https://blog.apnic.net/2020/12/23/how-to-detect-iot-devices-in-a-network/>
3. URL: <https://nmap.org/>
4. URL: <https://www.redhat.com/sysadmin/finding-rogue-devices>
5. URL: <https://www.ddmckinnon.com/2017/04/17/joy-network-scanning-iot/>
6. URL: <https://nmap.org/zenmap/>
7. URL: <https://angryip.org/about/>

## MEANS OF DETECTING IOT DEVICES IN THE LOCAL NETWORK TO ENSURE THEIR CYBERSECURITY

Shonia Otar, Bichnigauri Avtandili  
o.shonia@gtu.ge, bichnigauri\_av@gtu.ge  
Georgian Technical University

### Summary

Today, IoT devices are found in a variety of industries, including education, healthcare, tourism, retail, manufacturing, and more. IoT devices are hardware such as sensors, gadgets, equipment, or machines that are programmed for a specific purpose. These devices will be used to collect data and transmit it via the Internet or other networks for further monitoring and control. Ensuring their cybersecurity is a very important issue, especially if we do not know what type and number of devices are located in the local network. To analyze the risks of cyberattacks, it is necessary to identify IoT devices, to have the necessary information about them, how many devices are connected to the network, where they are physically located, what technologies they use, etc. The article presents and discusses the means of detecting non-standard protocols and ports in the systems of IoT devices through various local network scanning software, which at a later stage will ensure their cybersecurity.

## ქართული ინჟინერიის სათავეებთან

ნატო ქავთარაძე

nataliaqavtaradze@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

გადმოცემულია საქართველოში მოღვაწე ნიკოლაძეების სამი თაობის წვლილი ქართული ინჟინერიის ჩასახვა-განვითარების საქმეში. ნიკო და გიორგი ნიკოლაძეების მიერ საინჟინრო საქმის შესწავლა და საქართველოში მათ მიერ განხორციელებული აღმშენებლობითი საქმიანობა გახდა საფუძველი ქვეყნის წინსვლისა. ნიკო ნიკოლაძემ პირველმა დაიწყო ტყიბულში ქვანახშირის მოპოვება და დამუშავება. გიორგი ნიკოლაძის მრავალმხრივი ნიჭითა და უნარით შექმნილი შრომებით გამდიდრდა ქართული მათემატიკური და საინჟინრო მეცნიერება. მისი ხელმძღვანელობითა და უშუალო მონაწილეობით ამუშავდა დიდუბის ფერომანგანუმის საცდელი ელექტროლუმელი და ზესტაფონის ფერომანგანობითა ქარხანა. უდიდესი დამსახურება მიუძღვის საინჟინრო დარგის განვითარებაში და კოსმოსში პირველი ხელოვნური თანამგზავრის აგებაში ცნობილ ქართველ მათემატიკოსსა და მექანიკოსს — აკადემიკოს ნიკო მუსხელიშვილს. და ბოლოს, საქართველოს სახელოვანი შვილის, მსოფლიოში ცნობილი გამომგონებელ-ავია კონსტრუქტორის ალექსანდრე ნადირაძის მოღვაწეობა უდიდესი საგანძურია როგორც კოსმოსის ათვისების, ასევე მძლავრი ბალისტიკური რაკეტების შექმნის საქმეში. გამომდინარე იქედან, რომ მასალა ისტორიული ხასიათისაა, ლიტერატურულ წყაროებზე დაყრდნობით, მასში თავმოყრილია ის მასალა, რომელიც ეხება ინჟინერიის განვითარების ეპოქასა და მის პერსპექტივებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ინჟინერია. მეტალურგია. მრეწველობა. ნიკოლაძე; წყალსადენი.

### 1. შესავალი

ისტორიულად თანამედროვე ქართული ინჟინერიის სერიოზული განვითარება საქართველოში ნიკოლაძეების გვარის სამ თაობას უკავშირდება. იაკობი, მისი შვილი — ნიკო და შემდგომში კი შვილიშვილი — გიორგი ნიკოლაძეები ამ გვარის ის წარმომადგენლები არიან, ვინც მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა ქართული სახელმწიფოს აღმშენებლობისა და განვითარების საქმეში. [1] თამამად შეიძლება ითქვას, რომ ამ ოჯახის წარმომადგენელთა მოღვაწეობის ყოველი ნაბიჯი სამშობლოს კეთილდღეობის, წინსვლისა და განვითარებისაკენ იყო მიმართული. ამ თაობის წარმომადგენლებიდან იაკობ ნიკოლაძის როლი მნიშვნელოვანია იმ მხრივ, რომ იგი განათლების დიდი დამფასებელი ყოფილა და შვილს — გიორგის ტექნიკური განათლების მიღებას ურჩევდა. იაკობ ნიკოლაძე, თავადაც ნიჭიერი ადამიანი, ქუთაისში მოღვაწეობდა და, ქალაქის ხელმძღვანელობის დაკვეთით, საცხოვრებელ სახლებს ამუშავებდა. ბუნებრივია, ი. ნიკოლაძე ცდილობდა შვილებს კარგი განათლება მიეღოთ და შესაბამისად მხარსაც უჭერდა.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ნიკო ნიკოლაძე (27.09.1843 - 05.04.1928) მნიშვნელოვანია მისი ღვაწლი საქართველოში ინჟინერიის ჩამოყალიბება-განვითარებაში. [2] ფლობდა ფრანგულ, რუსულ, ინგლისურ, გერმანულ და იტალიურ ენებს. თავდაპირველად ნ. ნიკოლაძე პეტერბურგში იურდიულ ფაკულტეტზე შევიდა, ხოლო შემდგომ სწავლა განაგრძო პარიზში, სორბონას უნივერსიტეტში. თავისი ნიჭითა და გამჭრიახობით გაეცნო რა ევროპულ ცხოვრებას, ნ. ნიკოლაძე შეეცადა ევროპული ცხოვრების წესი და ტექნიკის მიღწევები საქართველოში შემოეტანა და დაემკვიდრებინა: ყველაფერი სასიკეთო, რაც თავის ქვეყნის წინსვლასა და განვითარებას უზრუნველყოფდა. აქედან გამომდინარე, ნ. ნიკოლაძე საფრანგეთიდან შვეიცარიაში გაემგზავრა. ამ პერიოდში იგი წერდა: „უფრო მეტად მაინტერესებს შვეიცარია — რესურსებით ასეთი ღარიბი ქვეყანა რატომ არის მდიდარი, მთიანი და რესურსებით მდიდარი საქართველო კი ღატაკი“. ამის შემდგომ ნ. ნიკოლაძემ განათლების მიღება გააგრძელა ჟენევისა და ციურიხის უნივერსიტეტებში.

ნ. ნიკოლაძე იყო პირველი ქართველი, ვინც სადოქტორო დისერტაცია დაიცვა ევროპაში თემაზე — „განთავსება და მისი ეკონომიკურ-სოციალური შედეგები“. როგორც სპეციალისტები განმარტავენ, თავისი შინაარსიდან გამომდინარე, ამ ნაშრომს თანამედროვე ეპოქაშიც არ დაუკარგავს აქტუალობა.

საქართველოში დაბრუნებულ (1869 წ) ნ. ნიკოლაძეს მიზნად ჰქონდა მთელი თავისი ცოდნა და გამოცდილება საკუთარი ქვეყნისთვის გამოეყენებინა. სურდა, რომ ქართველი საზოგადოება ყოფილიყო განათლებული, რადგან თვლიდა, რომ „ცოდნით იმას დანერგავ, რაც შემოსავალს და პროგრესს გააჩენს“.

1870 წლიდან საქართველოში ნ. ნიკოლაძის მიერ განხორციელდა მრავალი საინჟინრო პროექტი.

ქვეყნისათვის ყველაზე მნიშვნელოვან საქმედ ნ. ნიკოლაძეს კი უნივერსიტეტის გახსნა მიაჩნდა და თვლიდა, რომ უპირველესად იგი უნდა ყოფილიყო ტექნიკური უნივერსიტეტი. იგი მოღვაწეობდა უცხოეთშიც და უნდა აღინიშნოს, რომ თავისი წვლილი შეიტანა პარიზის ქუჩების განათების საქმეშიც. ნ. ნიკოლაძე დაუკავშირდა მაგნატ როტშილდებს და სთხოვა იმ მეცნიერის დაფინანსება, რომელსაც წყალგარდნილზე ელ. სადგურის მოწყობის იდეა ჰქონდა, რაც გამოუვიდა კიდეც. პირველად წყლის ელ. სადგურის მემუვობით, სადენებით შესაძლებელი გახდა ქუჩების განათება.

მას შემდეგ, რაც ნ. ნიკოლაძემ აღმოაჩინა, რომ მისი მამის მგლობელობაში მყოფ ტყიბულის მიწებზე ქვანახშირის საბადოები იყო, იგი პარიზში გაემგზავრა, დეტალურად შეისწავლა ეს საქმე და 1880-იანი წლებიდან, ევროპელების დახმარებით, საქართველოში პირველად დაიწყო ქვანახშირის მოპოვება-დამუშავება. მისივე ხელმძღვანელობით, ტყიბულში რკინიგზა გაიყვანეს, ასევე ნ. ნიკოლაძის სახელს უკავშირდება 1872 წლიდან საქართველოში ფოთიდან თბილისამდე სარკინიგზო გზის მშენებლობა და შემდგომში წიფის გვირაბის გაყვანაც.

დღევანდელი თბილისის საკრებულოს შენობა, რომელიც ადრე პოლიცემისტერის სახლი იყო, ნ. ნიკოლაძის თაოსნობითა და მონაწილეობით გადაკეთდა. კონკურსში გამარჯვებული შტერნისა და ოზეროვის პროექტით შენობას გარეგნული იერსახე შეუცვალეს და ეს ტლანქი, უხეში შენობა 1874 წლიდან ერთ-ერთ უმშვენიერეს ნაგებობად და ქალაქის სახლად იქცა. ამ პერიოდიდან მოყოლებული ამ შენობაში ქალაქის თვითმმართველი ორგანო მუშაობს.

ნ. ნიკოლაძის ძალისხმევით, თავდაპირველად თბილისში ავჭალის წყაროებზე მოეწყო წყალსადენი.

იდეა თბილისში კანალიზაციის სისტემის მოწყობაზე ასევე ნ. ნიკოლაძეს ეკუთვნის. მისი პროექტი, ნ. ნიკოლაძესთან ერთად, ფრანგმა ინჟინერმა — ლინდ ლინეიმ შეიმუშავა; ასევე ნ. ნიკოლაძის თაოსნობით განხორციელდა თბილისის საზოგადოებრივი ტრანსპორტით, ცხენის ტრამვაით უზრუნველყოფა, აშენდა ვერის ხიდი, იგი დაეხმარა მშენებლებს მთაწმინდის რკინიგზის შუა ადგილზე რკინა-ბეტონის კონსტრუქციის აგებაში.

ფასდაუდებელია ნ. ნიკოლაძის ღვაწლი ქალაქ ფოთის განახლებისა და აღმშენებლობის საქმეში, სადაც იგი 1895 წლიდან 20 წლის განმავლობაში ქალაქის მერად მოღვაწეობდა. ქალაქის ჭაობიანი მდებარეობიდან გამომდინარე, ნ. ნიკოლაძემ ფოთის გარშემო გააკეთებინა სპეციალური არხი, რომლითაც წვიმისას მოსული წყალი ქალაქს დატბორვისაგან იცავდა და ეს წყალი ზღვაში ჩაედინებოდა. ქალაქში დააგეს ქვაფენილი, აშენდა ორი ხიდი; ქალაქის ცენტრში ნ. ნიკოლაძის ხელმძღვანელობითა და აქტიური მონაწილეობით აიგო „აია სოფიას“ ტაძრის მსგავსი ტაძარი, სადაც მისასვლელად 12 ქუჩა სრულიად განახლდა, გაიხსნა ქალთა და ვაჟთა გიმნაზიები.

ყველაზე მნიშვნელოვანი ნ. ნიკოლაძის პროექტებს შორის იყო ფოთის ნავსადგურის მშენებლობა, რისთვისაც ის 8-ჯერ გაემგზავრა ევროპაში. მისი თაოსნობით, ფოთში აიგო სპეციალური კედელი, რომელიც დღევანდელ ზღვის ტალღებს აპობდა, ასევე ამუშავდა ელევატორი, ამის შედეგ იმავე სქემით გაანათა თბილისი. ნ. ნიკოლაძეს ეკუთვნის იდეა, რომ მდინარე ენგურზე აგებულიყო ელექტრო სადგური, რომლითაც სვანეთი მომარაგდებოდა ელექტრო ენერჯით.

გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, ნ. ნიკოლაძის მიერ განხორციელდა უამრავი ისეთი პროექტი, რომელიც ხელს უწყობდა საქართველოს, როგორც ქვეყნის, წინსვლას და ეკონომიკურ ძლიერებას.

ნიკო ნიკოლაძემ პირველმა გაჭრა ფანჯარა საქართველოდან ევროპისაკენ და თავისი მოღვაწეობით საუკუნით წინ წასწია საქართველოს მომავალი.

მისი წინაპრების მიერ დაწყებული ტრადიციის ღირსეული გამგრძელებელია ნიკო ნიკოლაძის ვაჟი - გიორგი ნიკოლაძე (11.08.1888-05.02.1931) მამულიშვილი, პატრიოტი და მოქალაქე, ინჟინერ-მეტალურგი, მკვლევარ-გეომეტრი, ტერმინოლოგი, გამომგონებელი, ტანმოვარჯიშე და მთამსვლელი, საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების დამაარსებელი.

ნიკოლაძეების ოჯახში იყო ტრადიცია, რომ გიორგი ნიკოლაძე დილით რომ ადგებოდა და ხელ-პირს დაიბანდა, თურმე დედას გამოეჭიმებოდა და ელოდა მის შეკითხვას:

„ - გუშაგობ ერს?

- მარად!“ - მხოლოდ ამ პასუხის შემდეგ იწყებოდა გიორგის კალენდარული დღე.

მამის, ნიკო ნიკოლაძის, დაუღალავი და მრავალფეროვანი მოღვაწეობა საუკეთესო მაგალითი იყო შვილებისათვის და მათ შორის გიორგისთვისაც, რომელმაც ხანმოკლე სიცოცხლის მანძილზე სამშობლოსა და ქართულ მეცნიერებაზე წარუშლელი კვალი დატოვა თავისი მრავალმხრივი ნიჭითა და შემოქმედებითი მოღვაწეობით. მის მეცნიერულ მიღწევებს აღიარებდნენ არა მხოლოდ სამშობლოში, არამედ უცხოეთის ცნობილი მკვლევრები და მეცნიერები.

თბილისის პირველი გიმნაზიის დამთავრების შემდეგ გ. ნიკოლაძე სწავლას აგრძელებს პეტერბურგის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის ქიმიურ განყოფილებაზე, რომელიც 1913 წელს დაამთავრა. მანამდე კი, სტუდენტობისას, 1911 წლის გაზაფხულიდან 4 თვის განმავლობაში, სწავლობდა მდინარე ენგურის შესაძლებლობებს ელექტროფიკაციის თვალსაზრისით. ინსტიტუტის დასრულების შემდეგ (1913-18 წწ.) მუშაობდა ქალაქების: ტულის, დონეცკისა და ენაკიევოს მეტალურგიულ ქარხნებში. 1918 წლიდან გ. ნიკოლაძე საქართველოში ჩამოდის და მუშაობას იწყებს მრეწველობის და ვაჭრობის სამინისტროში ინჟინერ-მეტალურგად, შემდეგ მინისტრის მოადგილედ.

გ. ნიკოლაძემ თსუ-ში 1921 – 1923 წწ-ში გაიარა ფიზიკა-მათემატიკის სრული კურსი და გამოცდებიც წარმატებით ჩააბარა. იგი ამ პერიოდში ჩამოყალიბდა ყოველმხრივ განათლებულ მათემატიკოსად.

გ. ნიკოლაძე აქტიურად მონაწილეობდა თბილისის უნივერსიტეტში პოლიტექნიკური ფაკულტეტის ჩამოყალიბებაში, სადაც კითხულობდა არა მხოლოდ მათემატიკურ დისციპლინებს, არამედ ტექნიკურსაც, როგორც იყო მეტალურგია. 1926 წელს მან გამოაქვეყნა მხაზველობითი გეომეტრიის სრული და ორიგინალური კურსი, ამასთან შეადგინა მათემატიკური ანალიზის კურსი.

გ. ნიკოლაძის მიერ დამუშავებულ იქნა ფიზიკური და მათემატიკური ტერმინოლოგია.

1926 – 1928 წწ-ში გ. ნიკოლაძე მივლინებულ იქნა პარიზში, სადაც მან 1927 წელს შექმნა თეორია „აღებრული წირების, აღებრული სისტემების შესახებ“, რაც შემდგომში საფუძვლად დაედო მის სადისერტაციო ნაშრომს. გარდა ამისა, პარიზში მან გამოაქვეყნა რამდენიმე მნიშვნელოვანი შრომა აღებრულ გეომეტრიაში. მისი მეცნიერ-ხელმძღვანელის, მსოფლიოში განთქმული მეცნიერის — ელი კარტანის ხელმძღვანელობით, 1928 წელს წარმატებით დაიცვა სორბონას უნივერსიტეტში სადოქტორო დისერტაცია თემაზე „გეომეტრიული ნაკვთების უწყვეტი სისტემების შესახებ“. შემდგომში მისი ეს შრომა ცალკე წიგნად გამოიცა პარიზში.

პარიზში, ორწლიანი მივლინების პერიოდში, გ. ნიკოლაძემ უზარმაზარი შრომა გასწია. მან შექმნა ორიგინალური კონსტრუქციის გამომთვლელი მანქანა — „პირდაპირი გამრავლების ელექტრული არითმომეტრი“, რომლითაც დაინტერესდა პარიზის მეცნიერებათა აკადემიის აკად. მორის დოკანი. ამ გამოგონებასთან დაკავშირებით ფრანგულ გაზეთებში გამოქვეყნდა. სამწუხაროდ, მისი ნააადრევი გარდაცვალებით ეს გამოგონება განუხორციელებელი დარჩა.

1929–1930 წწ. თბილისში, დიდუბეში, გ. ნიკოლაძის ხელმძღვანელობითა და მისი უშუალო მონაწილეობით, მოეწყო ფერომანგანუმის საცდელი ელექტრო ლუმელი, სადაც ჩატარებული ცდები საფუძვლად დაედო ზესტაფონის ფერომანგანობითა ქარხნის მუშაობას. იგი მუშაობდა აზოტის დარგშიც.



სრულიად სამართლიანია გ. ნიკოლაძის სახელობის მედლის დაწესება იმ მეცნიერული ღვაწლისათვის, რომლითაც დღემდე შეუძლია იამაყოს ქართულმა მეცნიერულმა საზოგადოებამ. დიდი პატივია ეს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტისათვის, რომელსაც წილად ხვდა აღნიშნული მედლით დააჯილდოს ღირსეული მეცნიერ-გამომგონებლები.

გ. ნიკოლაძეზე ბევრი დაიწერა როგორც საქართველოში, ისე უცხოეთში, მაგრამ მეტად მნიშვნელოვანია მისი სიძის (გ. ნიკოლაძის უმცროსი ძის — თამარის მეუღლე) მსოფლიოში ცნობილი მეცნიერის, მათემატიკოსისა და მექანიკოსის აკად. ნ. მუსხელიშვილის მიერ დაწერილი პირველი ბიოგრაფია გ. ნიკოლაძეზე, 1932 წელს, რომელიც გ. ნიკოლაძის ხსოვნას მიეძღვნა.

რაც შეეხება თვით აკად. ნ. მუსხელიშვილს, ფასდაუდებელია ის წვლილი, რომელიც მან მსოფლიო მეცნიერების საგანძურში შეიტანა. [3, 5] მისმა შრომებმა სრულიად ახალი ასპარეზი გაუხსნა კოსმოსის ათვისების საქმეში სარაკეტო მშენებლობას.

1957 წელს, როცა სსრკ-მ პირველი ხელოვნური თანამგზავრი გაუშვა კოსმოსში, გაზეთმა “პრავდა”-მ აღნიშნა, რომ ამ დიდ გამარჯვებაში ფუნდამენტური წვლილი შეიტანა ნიკოლოზ ივანეს-ძე მუსხელიშვილის დრეკადობის თეორიამ. მისი წიგნები სხვადასხვა ენაზე ითარგმნებოდა და საქართველოს სახელი საზღვრებს გარეთ გაჰქონდა. იგი იყო თეორიული და მექანიკის ეროვნული კომიტეტის თავმჯდომარე, ხუთი ქვეყნის მეცნიერებათა აკადემიის წევრი.

საქართველომ ბევრი გენიალური ადამიანი აჩუქა მსოფლიოს, მათ შორისაა, კონსტრუქტორი, გამოყენებითი მექანიკისა და მანქანათმშენებლობის სპეციალისტი, საბჭოთა კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, პროფესორი, რაკეტმშენებლობის ერთ-ერთი საუკეთესო სპეციალისტი ალექსანდრე ნადირაძე, რომელმაც უმძლავრესი ბალისტიკური რაკეტები (“ტემპი”, “ტოპოლი”, “პიონერი”, “სკოროსტი” და სხვა მრავალი) შექმნა.

ალექსანდრე ნადირაძე დაიბადა 1914 წლის 20 აგვისტოს, ქალაქ თბილისში, მასწავლებლის ოჯახში [4]. ის კონსტრუქტორობით ახალგაზრდობის ასაკში დაინტერესდა. 1932 წ. მან მუშაობა დაიწყო თბილისში, “ოსოავიაქიმის” საქართველოს საბჭოს ავიასამოდელო ლაბორატორიაში, სადაც მისი პირველი გამოგონება საფრენოსნო აპარატების დარგში დააფიქსირეს. 1936 წ. მან დაამთავრა ამიერკავკასიის ინდუსტრიული ინსტიტუტი თბილისში და სწავლა განაგრძო მოსკოვის საავიაციო ინსტიტუტის თვითმფრინავმშენებლობის ფაკულტეტზე, რომელიც 1940 წ. წარმატებით დაამთავრა. სწავლის პარალელურად, ნადირაძე 1938 წლიდან მუშაობდა ცენტრალურ აეროდინამიკურ ინსტიტუტში ინჟინრად, შემდეგ კი – ჯგუფის ხელმძღვანელად. მისი სამეცნიერო კვლევის და მუშაობის საგანი იყო თვითმფრინავის საჰაერო ბალიშის პრინციპზე დაფუძნებული აფრენ-დამჯდომი მოწყობილობა, რომელიც შემდგომში დამონტაჟდა “უტ-25” ტიპის თვითმფრინავზე.

1941 წლის აგვისტოდან ნადირაძე მოსკოვის გორბუნოვის სახელობის 22-ე ქარხნის მთავარი კონსტრუქტორია. მან დიდი სამამულო ომის წლებშივე შექმნა ტანკსაწინააღმდეგო ჭურვის 5 სახეობა, რამაც უდიდესი როლი შეასრულა საბრძოლო ტექნიკის გაუმჯობესების საქმეში.

1945 წლიდან ნადირაძე მოსკოვის მექანიკური ინსტიტუტის რეაქციული იარაღის ფაკულტეტის ბაზაზე შექმნილი საკონსტრუქტორო ბიუროს მთავარ კონსტრუქტორად დანიშნეს, 1948 წლიდან კი ბიურო შეუერთდა “კბ-2”-ს და ამ პერიოდიდან იყო ტანკსაწინააღმდეგო რეაქტიული ჭურვებისა და არამართვადი ზენიტური რაკეტების შემუშავების განყოფილების უფროსი.

ომის შემდგომი პერიოდიდან ნადირაძის კვლევების მიმართულება საფრენი აპარატების მექანიკის გაუმჯობესება გახდა. მის მიერ იქნა დამუშავებული საფრენი აპარატების რთული სისტემის აგების თეორიული და ტექნიკური პრინციპები. მან ასევე შექმნა მსოფლიოში პირველი მეტეოროლოგიური კვლევითი რაკეტა “მრ-1”.

1951 წელს საბჭოთა კავშირის ხელისუფლების დავალებით ნადირაძემ შექმნა რადიომართვადი ბომბის “უბ-2 ფ”-ით აღჭურვილი საავიაციო კომპლექსი “ზაიკა”, რომელიც 1955 წლიდან შეიარაღებაში მიიღეს.

გარკვეული პერიოდის შემდეგ, შეიარაღების გაუმჯობესების მიზნით, საბჭოთა კავშირის თავდაცვის სამინისტრომ მოაწყო კონკურსი კონტინენტაშორისო ბალისტიკური რაკეტების საუკეთესო პროექტის გამოსავლენად. აღნიშნულ კონკურსზე გამარჯვება ნადირაძემ მოიპოვა.

საბჭოთა რაკეტმშენებლობის ფუძემდებელმა კოროლიოვმა, რომელიც ახლოს იცნობდა ნადირაძეს, მას კონსტრუქტორობის ნიჭთან ერთად, მისი საორგანიზაციო შესაძლებლობებიც შეაფასა და 1958 წელს, კოროლიოვის რეკომენდაციით, ქართველი კონსტრუქტორი ნადირაძე პირველ საკონსტრუქტორო ბიუროში გადაიყვანეს. ამჯერად იგი დაინიშნა პირველი სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მთავარ კონსტრუქტორად. 1965 წელს ორგანიზაციის სახელწოდება შეიცვალა და მას მოსკოვის თბოტექნიკის ინსტიტუტი ეწოდა, რომლის შეუცვლელი ხელმძღვანელი 26 წლის განმავლობაში ალექსანდრე ნადირაძე იყო.

1966 წელს ინსტიტუტის ხელმძღვანელობას დაევალა, შეექმნა კონტინენტაშორისო ბალისტიკური რაკეტა მოძრავი საგრუნტო კომპლექსისათვის და ეს პროექტი წარმატებით განხორციელდა ალ. ნადირაძის მიერ აგებულ იქნა რაკეტა “ტემპ-20”.

ამ პროექტზე მუშაობის დასრულების შემდეგ 1973 წლის 28 აპრილს, საბჭოთა კავშირის ხელმძღვანელობის საიდუმლო განკარგულებით, ნადირაძეს საშუალო მოქმედების რადიუსის მქონე მობილური სახმელეთო რაკეტული კომპლექსის შექმნა დაევალა. 1971 წელს საკონსტრუქტორო ბიურომ, ნადირაძის ხელმძღვანელობით, მუშაობა დაიწყო ახალ კომპლექსზე – “პიონერ”, რომლის წარმატებით დასრულების შემდეგ, 1973 წელს პროექტის ავტორს – ალექსანდრე ნადირაძეს რუსეთის დამსახურებული გამომგონებლის წოდება მიენიჭა. ახალი კომპლექსის “პიონერის” ორსაფეხურიანი რაკეტის საბრძოლო ბლოკში ინდივიდუალური დამიზნების სამი საბრძოლო ქობინი იყო განთავსებული და თითოეულის სიმძლავრე 1.5 მგ ტონას შეადგენდა. “პიონერმა” პირველი სტარტი 1974 წლის 21 სექტემბერს აიღო. მისი გამოცდა 1976 წლის 9 იანვარს, 21-ე გაშვების შემდეგ, წარმატებით დასრულდა. ამავე წლის 11 მარტს ნადირაძის ამ საშუალო მოქმედების მობილური სტრატეგიული სარაკეტო კომპლექსით სსრკ-ის არმია შეიარაღდა. 1976 წლის ბოლოს სტრატეგიული ჯარების განკარგულებაში 18 გამშვები დანადგარი იყო, 1980 წელს – 135, ორი წლის შემდეგ კი – 300. “პიონერის” გამოჩენამ ნატოს წევრ ქვეყნებში დიდი ინტერესი და შემოგოთება გამოიწვია.

ნადირაძე იყო ზესახელმწიფოს მთავარი კონსტრუქტორი, რომელმაც შექმნა მრისხანე ბალისტიკური რაკეტები. მას მთავრობა იცავდა.

1976 წლიდან აღნიშნული სარაკეტო კომპლექსი შეიარაღებაში მიიღეს. აღნიშნული “სარაკეტო-ბირთვული ფარი” მაშინდელი საბჭოთა კავშირის ნამდვილი სიამაყე იყო; უნდა ითქვას, რომ ვაშინგტონის ავიაციისა და კოსმონავტიკის მუზეუმში “პიონერის” ერთ-ერთი ეგზემპლარი დღემდე ერთ-ერთ თვალსაჩინო ექსპონატად ინახება. მე-20 საუკუნის სამხედრო-ტექნიკური საოცრების “ტოპოლ“-ის ავტორი და შემქმნელიც ჩვენი თანამემამულე ალ. ნადირაძეა.

1977 წ. 19 ივლისს მოსკოვის თბოტექნიკის ინსტიტუტში, ალ. ნადირაძის ხელმძღვანელობით, დაიწყო ახალი თაობის მობილური სტრატეგიული სარაკეტო კომპლექს “ტოპოლის” შექმნა, სამსაფეხურიანი საკონტინენტაშორისო ბალისტიკური რაკეტით მესამე საფეხურზე, სპეციალური გასართის საშუალებით, დაახლოებით, 1 ტონა მასის მონობლოკური საბრძოლო ქობინი მაგრდება. გაუმჯობესებული მართვის სისტემის წყალობით, სამიზნედან სავარაუდო გადახრის მანძილი 400 მ-ია, რაც “ტოპოლს” სროლის მანძილის, რომელიც 10 500 კმ-ს შეადგენს, ნულის ტოლად მიიჩნევა.

1983 წელს კომპლექსი “ტოპოლი” გაყვანილ იქნა გამოცდაზე. მისი პირველი სტარტი 8 თებერვალს შედგა და ის შახტიდან განხორციელდა. 1987 წლის 28 აპრილს კი ჩამოყალიბებული იყო მისი სრულიად აღჭურვილი სარაკეტო პოლკი.

უნდა აღინიშნოს, რომ “ტოპოლის” გამოყენება არა მხოლოდ სამხედრო მიზნებით არის შესაძლებელი, არამედ 1990-იანი წლების დასაწყისში, მოსკოვის თბოტექნიკის ინსტიტუტში სერიული მობილური კომპლექსის “ტოპოლის” ბაზაზე, მცირე გაბარიტიანი კოსმოსური აპარატების დაბალ

ორბიტაზე გასაყვანად შექმნილ იქნა მყარ საწვავიანი რაკეტა-მატარებელი – “სტარტი”. ასევე არსებობს მისი ორი ვარიანტი – “სტარტი” და “სტარტი-1” – პირველი არის ოთხსაფეხურიანი და მისი სასარგებლო დატვირთვა ორბიტებისათვის (400 კმ) 500 კგ-ს შეადგენს, ხოლო “სტარტი-1”, ხუთსაფეხურიანია, 570 კგ სასარგებლო დატვირთვით, მათი სასტარტო მასა, შესაბამისად 47 და 60 ტონაა. პირველის გაშვება კოსმოსში წარმატებით განხორციელდა 1993 წლის 25 მარტს.

მოყოლებული ამ დროიდან რუსეთს წლებია სამხედრო აღლუმებზე სამხედრო ტექნიკა გამოჰყავს, რომელთა შორისაა, ალ. ნადირაძის მიერ შექმნილი სარაკეტო კომპლექსი – “ტოპოლი”, რომლის ანალოგიური დასავლეთის არცერთ სახელმწიფოს არ შეუქმნია და არ გააჩნია.

ალ. ნადირაძის სარაკეტო ტექნიკის მაღალ საბრძოლო თვისებებზე მეტყველებს, რომ საკონტროლო გამოცდების ჩაბარების, სასწავლო-საბრძოლო გაშვების თუ სადემონსტრაციო სროლების 30-წლიანი პრაქტიკის განმავლობაში არ ყოფილა არცერთი არადაამაკმაყოფილებელი შედეგი, არცერთი წარუმატებელი გაშვება, მისი უშუალო ხელმძღვანელობით შეიქმნა აგრეთვე რაკეტები მყარ საწვავზე სისტემებისათვის: “კოსხოდი”, “სოუზი”, “კოსმოსი”, “სოუზ-აპოლონი” და “პროგრესი”.

### 3. დასკვნა

მას შემდეგ, რაც ამ გენიალური ადამიანების ნიჭით, ძალისხმევითა და შემოქმედებითი საქმიანობით კაცობრიობამ უდიდეს წარმატებას მიაღწია კოსმოსის ათვისების საქმეში, კოსმოსს სხვა სახელმწიფოებიდანაც რამდენიმე ათეული კოსმონავტი ეწვია და თითქოს ეს ჩვეულებრივ მოვლენად იქცა. უფრო მეტიც, კოსმოსისკენ პირველი ნაბიჯების შემდგომ 60 წელი გავიდა და მის ათვისებაში 21-ე საუკუნეში ცივილიზაცია სულ ახალ-ახალ ნაბიჯებს დგამს. გარდა იმისა, რომ კოსმოსში გაშვებულია თითქმის 1500-მდე თანამგზავრი, რომლებიც იქიდან ინფორმაციას გვაწვდიან, დღეს დედამიწაზე არსებული მასობრივი საკომუნიკაციო სისტემა წარმოუდგენელია კოსმოსის ათვისების გარეშე, როგორცაა ინტერნეტ და მობილური ოპერატორები. ყოველივე კი დაკავშირებულია ინჟინერიის განვითარების იმ ტემპთან, რომლსაც საფუძველი წინა თაობებმა ჩაუყარეს.

### ლიტერატურა – References :

1. Gamezardashvili D. (1984). Georgian Soviet Encyclopedia. Volume 7. Tbilisi
2. Janelidze O. (1998). Niko Nikoladze (The ripped pages from the biography). Tb., Tbilisi State University
3. Vekua N. (1989). Academic Niko Muskhelishvili. Tb., Publishing house “Science”, (In\_Geo)
4. Cosmonautics and Missilery. (2006). Biographical encyclopedia. Moscow: Capital Encyclopedia. (In\_Ru).
5. Keldish M.V., Sobolev C.L. (1951). Nikolai Ivanovich Muskhelishvili (Dedicated to his 60<sup>th</sup> Anniversary). The achievements in Mathematics, Volume 6, issue 2 (42).

## ABOUT THE BEGINNINGS OF ENGINEERING IN GEORGIA

Qavtaradze Nato

Georgian Technical University

### Summary

In the article is discussed the bit of three generations of Nikoladze’s with the formation and development of engineering in Georgia. The knowledge of the engineering of Niko and Giorgi Nikoladze and the construction work of them done in Georgia became the basement of the progress of the country. Niko Nikoladze was the first to start coal mining in Tkibuli. The works made by Giorgi Nikoladze’s many-sided talents and skills really enrich mathematical and engineering sciences in Georgia. Didube ferromanganese experimental plant and Zestafoni ferroalloy factory began to work with his guidance and direct participation. The biggest achievement in the development of engineering and building the first artificial satellite in space belongs to famous Georgian mathematician and mechanical engineer — academician Niko Muskhelishvili. At last, the work of the famed son of Georgia, worldwide famous inventor and aircraft designer Aleksandre Nadiradze is the greatest treasure as well for exploring space as in building of strong ballistic rockets. Hence the article is historical, it includes the material that touches upon the era of developing engineering and its perspectives, according to literature sources.

## კომპლექსური ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ერთი მეთოდის შესახებ

ბორის მასპინძელაშვილი, ვალერი ტაკაშვილი  
b.maspindzelashvili@gtu.ge, v.takashvili@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია კომპლექსური ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადებად დაშლის ახალი მეთოდი. მისი გამოყენებით დაშლილია სხვადასხვა სახის რაციონალური ფუნქციები, გამოთვლილია რაციონალური ფუნქციის ინტეგრალი.

**საკვანძო სიტყვები:** კომპლექსური ცვლადი. რაციონალური ფუნქცია. უმარტივესი წილადი. კომპლექსური რიცხვი.

### 1. შესავალი

ცნობილი მეთოდის გამოყენებით კომპლექსური ცვლადის რაციონალური ფუნქციის დაშლა უმარტივესი წილადების ჯამად გარკვეულ სირთულეებთან არის დაკავშირებული. თუ რაციონალური ფუნქცია არაწესიერია, მრავალწევრის მრავალწევრზე (მრიცხველის მნიშვნელზე) გაყოფა გზით მისგან უნდა გამოიყოს მთელი და წესიერი ნაწილი, მიღებული წესიერი რაციონალური ფუნქციის დაშლა ხდება უმარტივესი წილადების ჯამად, რომელიც ხორციელდება განტოლებათა სისტემის შედგენით და ამოხსნით.

### 2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ რაციონალური ფუნქცია

$$R(z) = \frac{a_m z^m + a_{m-1} z^{m-1} + \dots + a_2 z^2 + a_1 z + a_0}{(c_1 z - d_1)^{m_1} \dots (c_k z - d_k)^{m_k} (a_1 z^2 + b_1 z + c_1)^{m_1} \dots (a_p z^2 + b_p z + c_p)^{m_p}}$$

სადაც  $b_j^2 - 4a_j c_j < 0, j = 1, 2, \dots, p$ . მისი დაშლა  $\frac{1}{(cz - d)^k}, \frac{1}{(z - (\alpha + \beta i))^n}, \frac{1}{(z - (\alpha - \beta i))^n}$

სახეების უმარტივესი წილადების ჯამად, სადაც  $\alpha + \beta i$  და  $\alpha - \beta i$  არის  $az^2 + bz + c$  კვადრატული მრავალწევრის ფესვები, ხორციელდება შემდეგნაირად, მნიშვნელში კვადრატულ მრავალწევრებს დავშლით მამრავლებად და ფუნქციას წარმოვადგენთ შესაკრებებად, რომელთა დაშლა აგებულია 1.

$\frac{1}{(az - b)(cz - d)}$  და 2.  $\frac{z}{(az - b)(cz - d)}$  სახის ფუნქციების დაშლაზე, სადაც  $a, b, c, d$  კომპლექსური

რიცხვებია.

1-ის დაშლა. მრიცხველში წარმოვადგენთ მნიშვნელის თანამამრავლების ისეთ კომბინაციას, რომ გაბათილდეს  $z$ -ის შემცველი წევრები და მას დავშლით ორი უმარტივესი წილადის ჯამად. ე.ი.

$$\frac{1}{(az - b)(cz - d)} = \frac{c(az - b) - a(cz - d)}{(ad - bc)(ac - b)(cz - d)} = \frac{c}{(ad - bc)(cz - d)} - \frac{a}{(ad - bc)(az - b)};$$



2-ის დაშლა.  $z$  მრიცხველს წარმოვადგენთ მნიშვნელის თანამამრავლების ისეთ კომბინაციად, რომ გაბათილებულ იქნას თავისუფალი წევრები და მას დავშლით ორი უმარტივესი წილადის ჯამად, ე.ი.

$$\frac{z}{(az-b)(cz-d)} = \frac{d(az-b) - b(cz-d)}{(ad-bc)(az-b)(cz-d)} = \frac{d}{(ad-bc)(cz-d)} - \frac{b}{(ad-bc)(az-b)};$$

მაგალითად, ზემოთ მოყვანილის თანახმად ორი ურთიერთშეუღლებული კომპლექსური რიცხვის შემთხვევაში:

$$\begin{aligned} \frac{1}{(z-(\alpha+\beta i))(z-(\alpha-\beta i))} &= \frac{z-(\alpha+\beta i)-(z-(\alpha-\beta i))}{-2\beta i(z-(\alpha+\beta i))(z-(\alpha-\beta i))} = \\ &= \frac{-1}{2\beta i(z-(\alpha-\beta i))} + \frac{1}{2\beta i(z-(\alpha+\beta i))}. \\ \frac{z}{(z-(\alpha+\beta i))(z-(\alpha-\beta i))} &= \frac{(\alpha-\beta i)(z-(\alpha+\beta i))-(\alpha+\beta i)(z-(\alpha-\beta i))}{-2\beta i(z-(\alpha+\beta i))(z-(\alpha-\beta i))} = \\ &= \frac{\alpha-\beta i}{-2\beta i(z-(\alpha-\beta i))} + \frac{\alpha+\beta i}{2\beta i(z-(\alpha+\beta i))}. \end{aligned}$$

თუ დასაშლელია  $\frac{z^m}{(az^2+bz+c)^n}$  სახის რაციონალური ფუნქცია, ამას განვახორციელებთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} z^m \left( \frac{1}{az^2+bz+c} \right)^n &= z^m \left( \frac{z-(\alpha-\beta i)-(z-(\alpha-\beta i))}{-2\alpha\beta i(z-(\alpha+\beta i))(z-(\alpha-\beta i))} \right)^n = \\ &= z^m \left( \frac{-1}{2\alpha\beta i(z-(\alpha-\beta i))} + \frac{1}{2\alpha\beta i(z-(\alpha+\beta i))} \right)^n. \end{aligned}$$

ხოლო  $\frac{z^m}{(z-(\alpha\pm\beta i))^n}$  სახის ფუნქციებს დავშლით შემდეგნაირად:

$$\begin{aligned} \frac{z^m}{(z-(\alpha\pm\beta i))^n} &= \frac{z^{m-1}(z-(\alpha\pm\beta i)+\alpha\pm\beta i)}{(z-(\alpha\pm\beta i))^n} = \frac{z^{m-1}}{(z-(\alpha\pm\beta i))^{n-1}} + \\ &+ \frac{(\alpha\pm\beta i)z^{m-1}}{(z-(\alpha\pm\beta i))^n}. \end{aligned}$$

დავშალოთ რაციონალური ფუნქცია უმარტივესი წილადების ჯამად:

მაგალითი 1.  $R(z) = \frac{z^3}{(z-1)(z^2+4)}$ .

ამოხსნა. 
$$R(z) = \frac{z(4(z^2 - 1) + z^2 + 4)}{5(z-1)(z^2 + 4)} = \frac{4z(z+1)}{5(z^2 + 4)} + \frac{z}{5(z-1)} =$$

$$= \frac{4(z^2 + 4 - 4)}{5(z^2 + 4)} + \frac{4z}{5(z^2 + 4)} + \frac{z-1+1}{5(z-1)} = 1 + \frac{1}{5(z-1)} - \frac{16}{5(z^2 + 4)} + \frac{4z}{5(z^2 + 4)} =$$

$$= 1 + \frac{1}{5(z-1)} - \frac{4(z-2i-(z+2i))}{5i(z-2i)(z+2i)} + \frac{2(z-2i+z+2i)}{5(z-2i)(z+2i)} =$$

$$= 1 + \frac{1}{5(z-1)} - \frac{4}{5i(z+2i)} - \frac{4}{5(z-2i)} + \frac{2}{5i(z+2i)} + \frac{2}{5(z-2i)} =$$

$$= 1 + \frac{1}{5(z-1)} - \frac{4+2i}{5i(z+2i)} - \frac{3}{5(z-2i)}.$$

მაგალითი 2. 
$$R(z) = \frac{z^2}{(z-2)(z^2 - 4z + 5)}.$$

ამოხსნა: 
$$R(z) = \frac{z(2+i)(z+2) + 2(z-(2+i))}{(4+i)(z+2)(z-(2+i))(z-(2-i))} =$$

$$= \frac{(2+i)z}{(4+i)(z-(2+i))(z-(2-i))} + \frac{2z}{(4+i)(z+2)(z-(2-i))} =$$

$$= \frac{(2+i)((2-i)(z-(2+i)) - (2+i)(z-(2-i)))}{(2-8i)(z-(2+i))(z-(2-i))} +$$

$$+ \frac{2((2-i)(z+2) + 2(z-(2-i)))}{17(z+2)(z-(2-i))} = \frac{5}{(2-8i)(z-(2-i))} -$$

$$- \frac{4+4i}{(2-8i)(z-(2+i))} + \frac{4-2i}{17(z-(2-i))} + \frac{8-4i}{17(z+2)}.$$

გამოვთვალოთ ინტეგრალი მითითებული წრეწირის გასწვრივ:

მაგალითი 3. 
$$I = \int_L \frac{z^2 dz}{(z-1)^2(z-i)^2}, \quad L: |z-1|=1.$$

ამოხსნა: 
$$\frac{z^2}{(z-1)^2(z-i)^2} = \left( \frac{-i(z-1) + z-i}{(-i+1)(z-1)(z-i)} \right)^2 =$$

$$= \left( \frac{-i}{(-i+1)(z-i)} + \frac{1}{(-i+1)(z-1)} \right)^2 = \frac{1}{2i(z-i)^2} +$$

$$+ \frac{z-i-(z-1)}{(-i+1)(z-i)(z-1)} - \frac{1}{2i(z-1)^2} = \frac{1}{2i(z-1)^2} +$$

$$+ \frac{1}{(-i+1)(z-1)} - \frac{1}{(-i+1)(z-i)} - \frac{1}{2i(z-1)^2};$$

$$I = \frac{1}{2i} \int_L \frac{dz}{(z-i)^2} + \frac{1}{-i+1} \int_L \frac{dz}{z-1} - \frac{1}{-i+1} \int_L \frac{dz}{z-i} - \frac{1}{2i} \int_L \frac{dz}{(z-1)^2}.$$

დავადგინოთ,  $z_2 = i$  განსაკუთრებული წერტილი მოცემული წრეწირის შიგნითაა თუ გარეთ.

$|i-1| = \sqrt{2} > 1$ . ამიტომ იგი წრეწირის გარეთაა.

$$\text{მაშასადამე, } I = \frac{1}{-i+1} \int_L \frac{dz}{z-1} - \frac{1}{2i} \int_L \frac{dz}{(z-1)^2};$$

$L$  წრეწირო ჩავწეროთ პარამეტრული სახით  $|x+iy-1|=1$ ,  $(x-1)^2 + y^2 = 1$ ,  $z-1 = \cos t$ ,  $y = \sin t$ ,  $0 \leq t \leq 2\pi$ ; აქედან  $z = \cos t + 1 + i \sin t = e^{it} + 1$ ,  $dz = ie^{it} dt$ ;

$$I = \frac{i}{-i+1} \int_0^{2\pi} dt - \frac{1}{2} \int_0^{2\pi} e^{-it} dt = \frac{i}{-i+1} t \Big|_0^{2\pi} + \frac{1}{2i} e^{-it} \Big|_0^{2\pi} = \frac{-2\pi}{1+i}.$$

### 3. დასკვნა

ჩვენს მიერ განხორციელდა კომპლექსური ცვლადის რაციონალური ფუნქციის დაშლა უმარტივესი წილადების ჯამად, რომელიც სრულდება განტოლებათა სისტემის შედგენით და ამოხსნით.

#### ლიტერატურა – References:

1. Gursky E.I. (1990). A guide to solving problems in higher mathematics. part 2, Minsk. "Higher school"
2. Danko A.G. (1980). Higher mathematics in exercises and problems. part 2, - M.; "High school".

## ON ONE METHOD OF EXPANSION OF A RATIONAL FUNCTION OF A COMPLEX VARIABLE INTO ELEMENTARY FRACTIONS

Boris Maspindzelashvili, Valeri Takashvili  
b.maspindzelashvili@gtu.ge, v.takashvili@gtu.ge

Georgian Technical University

#### Summary

A new method of expansion of a rational function of a complex variable into simple fractions is considered. Due itvarious types of rational functions are expanded, the integral of a rational function is calculated.

# პირამიდის ფუძის წიბოსთან ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებების შედგენა და იმის დადგენა, თუ რომელი ბისექტრისა გაკვეთს პირამიდის არეს

ბორის მასპინძელაშვილი, ვალერი ტაკაშვილი  
maspindzelashviliboris08#gtu.ge, v.takashvili@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია ანალიზური გეომეტრიის ახალი ამოცანა, როდესაც ცნობილია პირამიდის წვეროების კოორდინატები, შედგენილია ფუძის წიბოსთან ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებები და დადგენილია რომელი ბისექტრისა გაკვეთს პირამიდის არეს. მოყვანილია პრაქტიკული მაგალითი.

**საკვანძო სიტყვები:** პირამიდა, ორწახნაგა კუთხე, ბისექტრისა, ვექტორი, მგეზავი.

## 1. შესავალი

ანალიზური გეომეტრიის სწავლებაში აუცილებელია შეიქმნას და დაინერგოს ახალი ამოცანები, რომლებიც სტუდენტისგან მოითხოვს ანალიზს, ძიებას, ლოგისტიკურ აზროვნებას და რომელთა გამოყენებითაც უფრო ღრმად, ეფექტურად და ნაკლებ დროში შევასწავლით სტუდენტებს გეომეტრიას, გამოვუმუშავებთ საგნისადმი ინტერესს, განუვითარებთ დამოუკიდებელი მუშაობის უნარ-ჩვევებს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

**ზოგადი ამოცანა.** პირამიდის წვეროა  $A(x_0; y_0; z_0)$  წერტილი, ფუძის წვეროებია წეტილები:  $B_1(x_1; y_1; z_1)$ ,  $B_2(x_2; y_2; z_2)$ , ...,  $B_n(x_n; y_n; z_n)$ .

შევადგინოთ ფუძის რომელიმე წიბოსთან შექმნილი ვერტიკალური ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებები. დავადგინოთ, თუ რომელი ბისექტრისა გაკვეთს პირამიდის არეს და მახვილის თუ ბლაგვი კუთხისას წარმოადგენს იგი.

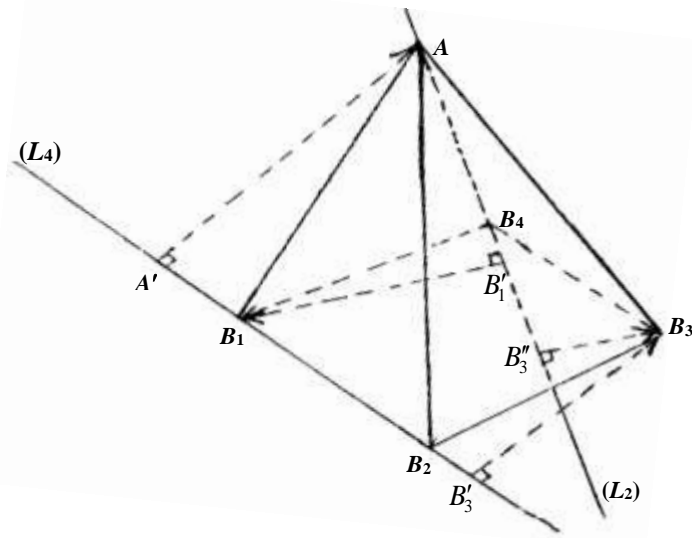
**ამოხსნა.** განვიხილოთ  $AB_1B_2B_3B_4$  პირამიდა (ნახ.1).

შევადგინოთ ფუძის რომელიმე წიბოსთან შექმნილი ვერტიკალური ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებები, ვთქვათ  $B_1B_2$ -თან. წრფე, რომელიც გადის  $B_1$  და  $B_2$  წერტილებზე არის

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{z-z_1}{z_2-z_1} \quad (L_1).$$
 ვიპოვოთ  $(L_1)$  წრფეზე ფუძის რომელიმე წვეროს  $B_3$  ან  $B_4$ -ის გეგმილი.

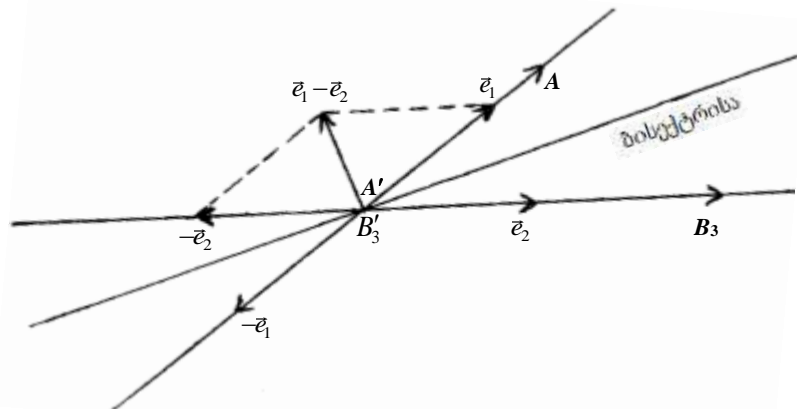
ვთქვათ  $B_3$ -ის გეგმილი  $(L_1)$  წრფეზე არის  $B'_3$  წერტილი. ასევე  $(L_1)$  წრფეზე ვიპოვოთ პირამიდის  $A$  წვეროს გეგმილი, ვთქვათ იგი არის  $A'$  წერტილი. განვიხილოთ ვექტორები  $\overline{AA'}$  და  $\overline{B'_3B_3}$ . ცხადია, რომ  $\overline{AA'}$  ვექტორი მდებარეობს  $A$ ,  $B_1$ ,  $B_2$  წერტილებზე გამავალ სიბრტყეზე, ხოლო  $\overline{B'_3B_3}$  ვექტორი კი პირამიდის ფუძის წერტილებზე გამავალ სიბრტყეზე. ვიპოვოთ  $\overline{AA'}$  ვექტორის მგეზავი  $\vec{e}_1$  და  $\overline{B'_3B_3}$  ვექტორის მგეზავი  $\vec{e}_2$ .





ნახ.1

ცხადია, რომ ნორმალური ვექტორი  $B_1B_2$  წიბოსთან შექმნილი, იმ ვერტიკალური ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისისა, რომელიც გაკვეთს პირამიდის არეს, იქნება  $\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2$  ან  $\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_1$  ვექტორი (ნახ.2).

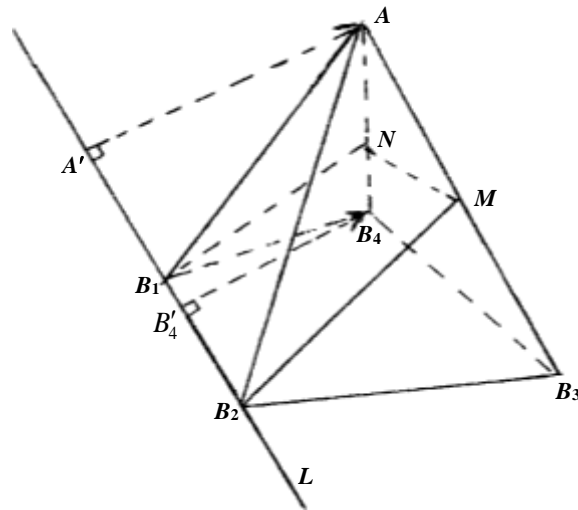


მეორე ვერტიკალური ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისის ნორმალური ვექტორი, იქნება  $\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$  ვექტორი. რადგანაც ბისექტრისები გადიან  $B_1B_2$  წიბოზე, მათი განტოლებები ადვილად დაიწერება

თუ  $\cos(\overline{AA}, \overline{B_3B_3}) < 0$ , მაშინ პირამიდის მკვეთი ბისექტრისა გაივლის მისი ფუძის  $B_1B_2$  წიბოსთან შექმნილ ბლაგვ ვერტიკალურ ორწახნაგა კუთხეებში: როცა  $\cos(\overline{AA}, \overline{B_3B_3}) > 0$ , გაივლის მახვილში.

**ამოცანა.** ოთხკუთხა პირამიდის წვერია  $A(2; 2; -4)$  წერტილი, ფუძის წვეროებია წერტილები:  $B_1(1; 2; -1)$ ;  $B_2(0; 1; 5)$ ,  $B_3(-1; 2; 1)$ ,  $B_4(2; 1; 3)$ .

შევადგინოთ ფუძის  $B_1B_2$  წიბოსთან შექმნილი ვერტიკალური ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებები: დავადგინოთ, თუ რომელი ბისექტრისა გაკვეთს პირამიდის არეს (ნახ.3).



ნახ.3

ამოხსნა.

შევადგინოთ წრფის განტოლება, რომელიც გადის  $B_1$  და  $B_2$  წერტილებზე  $\frac{x-1}{1} = \frac{y-2}{1} = \frac{z+1}{-6}$  ( $L$ ).

ვიპოვოთ ( $L$ ) წრფეზე ფუძის რომელიმე წვეროს, ვთქვათ  $B_4$ -ის გეგმილი. სიბრტყე, რომელიც გადის  $B_4$  წერტილზე ( $L$ ) წრფის მართობულად არის  $x-2+y-1-6(z-3) = x+y-6z+15=0$ , რომლის გადაკვეთის წერტილი ( $L$ ) წრფესთან.

$$\begin{cases} x=t+1, y=t+2, z=-6t-1, \\ x+y-6z+15=0 \end{cases}$$

სისტემას ამონახსნია

$$t = \frac{-12}{19}, x = \frac{7}{19}, y = \frac{26}{19}, z = \frac{53}{19}.$$

ე.ი.  $B_4$  წერტილის გეგმილი ( $L$ ) წრფეზე იქნება  $B_4\left(\frac{7}{19}; \frac{26}{19}; \frac{53}{19}\right)$  წერტილი, ხოლო  $\overline{B_4B_4} = \left(\frac{31}{19}; \frac{-7}{19}; \frac{4}{19}\right)$ .

ვიპოვოთ  $A$  წვეროს გეგმილი ( $L$ ) წრფეზე. სიბრტყე, რომელიც გადის  $A$  წერტილზე ( $L$ ) წრფის მართობულად არის  $x-2+y-2-6(z+4) = x+y-6z-28=0$ , რომლის გადაკვეთის წერტილი ( $L$ ) წრფესთან

$$\begin{cases} x=t+1, y=t+2, z=-6t-1, \\ x+y-6z-28=0 \end{cases}$$

სისტემის ამონახსნია:

$$t = \frac{1}{2}, x = \frac{3}{2}, y = \frac{5}{2}, z = -4.$$

ე.ი.  $A$  წერტილის გეგმილი ( $L$ ) წრფეზე იქნება  $A'\left(\frac{3}{2}; \frac{5}{2}; -4\right)$  წერტილი, ხოლო  $\overline{AA'} = \left(\frac{1}{2}; \frac{-1}{2}; 0\right)$ .

ვიპოვოთ  $\overline{B_4B_4}$  და  $\overline{AA'}$  ვექტორების მგეზავები.  $|\overline{B_4B_4}| = \frac{\sqrt{1026}}{19}$ ,  $\overline{B_4B_4}$ -ის მგეზავია  $\vec{e}_1 = \left(\frac{31}{\sqrt{1026}}; \frac{-7}{\sqrt{1026}}; \frac{4}{\sqrt{1026}}\right)$ .  $|\overline{AA'}| = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ,  $\overline{AA'}$ -ის მგეზავია  $\vec{e}_2 = \left(\frac{1}{\sqrt{2}}; \frac{-1}{\sqrt{2}}; 0\right)$ . ნორმალური ვექტორი

იმ ბისექტრისისა, რომელიც გაკვეთს პირამიდის არეს იქნება  $\vec{e}_1 - \vec{e}_2 = \left( \frac{31 - \sqrt{513}}{\sqrt{1026}}; \frac{-7 + \sqrt{513}}{\sqrt{1026}}; \frac{4}{\sqrt{1026}} \right)$ . რადგანაც  $B_1B_2MN$  სიბრტყე გადის  $B_1B_2$  წიბოზე, ამიტომ მისი განტოლებაა

$$(31 - \sqrt{513})(x - 1) + (7 + \sqrt{513})(y - 2) + 4(z + 1) = 0.$$

$\cos(\vec{AA}_1, \vec{B_4B_4}) > 0$  და იგი წარმოადგენს  $B_1B_2$  წიბოსთან შექმნილი მახვილი ვერტიკალური ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისას. მეორე ვერტიკალური კუთხეების ბისექტრისის ნორმალური ვექტორი, იქნება

$$\vec{e}_1 - \vec{e}_2 = \left( \frac{31 + \sqrt{513}}{\sqrt{1026}}; \frac{-7 - \sqrt{513}}{\sqrt{1026}}; \frac{4}{\sqrt{1026}} \right), \quad \text{ხოლო} \quad \text{განტოლებაა}$$

$(31 + \sqrt{513})(x - 1) - (7 + \sqrt{513})(y - 2) + 4(z + 1) = 0$ , რომელიც არის  $B_1B_2$  წიბოსთან შექმნილი ბლაგვი ვერტიკალური ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისა.

### 3. დასკვნა

განხილული ანალიზური გეომეტრიის ამოცანის საფუძველზე, როდესაც ცნობილია პირამიდის წვეროების კოორდინატები, შევადგინეთ ფუძის წიბოსთან ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებები და დავადგინეთ რომელი ბისექტრისა გაკვეთს პირამიდის არეს. მოვიყვანეთ პრაქტიკული მაგალითი.

### ლიტერატურა – References:

1. Gursky E.I. (1989). A guide to solving problems in higher mathematics. part 1, Minsk. "Higher school"
2. Postnikov M.M. (1973). Analytic geometry. -M., "Science"

## GENERATION OF THE EQUATIONS FOR THE BISECTOR OF DIHEDRAL ANGLES AT THE BASE OF PYRAMID AND DEFINITION WHICH BISECTOR INTERSECTS THE AREA OF PYRAMID

Boris Maspindzelashvili, Valeri Takashvili  
maspindzelashviliboris08#gtu.ge, v.takashvili@gtu.ge

Georgian Technical University

### Summary

A new problem of analytical geometry is considered, when the coordinates of the vertices of the pyramid are known, the equations of the bisectors of the dihedral angles with the base are constructed, and is determined which bisector intersects the area of the pyramid. A practical example is stated.

## მონაცემთა ბაზების უსაფრთხოების თანამედროვე ტენდენციები

ნუგზარ ამილახვარი, გია სურგულაძე, დიმიტრი კახნიაშვილი  
n.amilakhvari@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge, d.kakhniashvili@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია საფუძვლიანი და ინოვაციური კვლევის შედეგები მონაცემთა ბაზის დაცვის სხვადასხვა დონის მახასიათებლების თავისებურებებზე. მოცემულია პრაქტიკული რეკომენდაციები ორგანიზაციის ინფორმაციული სისტემის ეფექტური და საიმედო დაცვისათვის. მონაცემთა ბაზების ადმინისტრატორი ვეღარ შეძლებს მოქნილად იმუშაოს მაღალსიჩქარიან დინამიკურ გარემოში, რომელიც მოითხოვს DBRE მენტალიტეტს და, უფრო მეტიც, DBRE-მ მჭიდროდ უნდა ითანამშრომლოს ორგანიზაციის სხვადასხვა სტრუქტურებთან და ჯგუფებთან, როგორცაა Ops, InfoSec, დეველოპერები და სხვ., რომელთაგანაც განხორციელებული ჯგუფური პროცესები, ერთობლივი კვლევები და ანალიტიკური დასკვნები მოუტანს ორგანიზაციას სარგებელს. საფრთხეების მოდელირებისას, მათი კლასიფიკაცია და პრიორიტეტი განიხილება არსებული სტრუქტურირებული მიდგომების შესაბამისად, რისთვისაც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს Microsoft-ის პროდუქტები: STRIDE (მოწყვლადობისა და საფრთხეების კლასიფიკაციისათვის) და DREAD (პრიორიტეტების მინიჭებისათვის).

**საკვანძო სიტყვები:** მონაცემთა ბაზა. უსაფრთხოება. საიმედოობა. უსაფრთხოების მეთოდოლოგია. DBRE, ჰაკინგი.

### 1. შესავალი

უსაფრთხოების ფუნქცია ყოველთვის იყო მონაცემთა ბაზის ადმინისტრირების მნიშვნელოვანი ნაწილი. ისევე როგორც მონაცემთა აღდგენა, ორგანიზაციის ყველაზე მნიშვნელოვანი აქტივის უსაფრთხოება უპირველესია. სულ უფრო ხშირად ხდება უსაფრთხოების ხელყოფის ინციდენტები (მილიონობით მომხმარებლის პროფილები, საკრედიტო ბარათები და ელექტრონული ფოსტის მისამართები კომპრომეტირებულია). მონაცემთა ბაზის საიმედოობის ინჟინერმა (DBRE) უნდა გაითვალისწინოს ზემოაღნიშნული ფაქტი და თავისი მუშაობა უფრო სრულყოფილი და ინოვაციური მიდგომებით უნდა განახორციელოს [1].

ამ ნაშრომში განხილულია მონაცემთა ბაზის უსაფრთხოების პარადიგმა DBRE- სთვის, რომელსაც უნდა შეესაბამებოდეს თანამედროვე ორგანიზაციები და ინფრასტრუქტურები. წინამდებარე ნაშრომში განიხილება პოტენციური შეტევისას DBR-ინჟინერის საქმიანობის კვლევის შედეგები შეტევის ვექტორების, შემამსუბუქებელი მეთოდოლოგიისა და სტრატეგიის რთული მოდელების გამოყენებით [3].

### 2. ძირითადი ნაწილი

მონაცემების დაცვის რამდენიმე გზა არსებობს [2]:

*მონაცემთა ქურდობისაგან დაცვა* - გამოიყენება მონაცემთა ბაზებში შესასვლელად, მომხმარებლის მონაცემების გაყიდვისათვის, კომპანიის საიდუმლოებების გასარკვევად ან უბრალოდ ზიანის მიყენებისთვის, რომლის დროსაც გამოიყენება შემდეგი შეტევები:

- მონაცემები ქსელის მონაცემთა ბაზებში;
- მონაცემები სათავსებს შორის გადაცემული;
- მონაცემები სარეზერვო ასლებსა და არქივებში;
- მონაცემები, რომლებიც შემოდის საწყობიდან პროგრამებამდე და კლიენტის მოწყობილობებზე;
- მეხსიერების მონაცემები აპლიკაციების სერვერებზე;
- მონაცემები, რომლებიც მომხმარებლებს გადაეცემა პროგრამებიდან ინტერნეტით.

შიგა მომხმარებელი უფრო საშიშია - მას გააჩნია ინფორმაცია სისტემებისა და ავტორიზებული



წვდომის შესახებ. DBR-ინჟინერი იყენებს InfoSec, Ops და Software Developers (SWE) მონაცემთა წაკითხვა, დუბლირება ან გადატანის უზრუნველსაყოფად.

*მიზანმიმართული ზარალისაგან დაცვა* - გამოიყენება მონაცემთა დაზიანების, მანიპულირების, მონაცემთა გათიშვის ან ყველა IT რესურსის დასატვირთად, რათა ისინი მიუწვდომელი გახდნენ (მაგალიტად Denial of Service (DoS) შეტევისას). ასეთი შეტევების შემდეგ, მონაცემები ხშირად შეიძლება აღდგეს სარეზერვო ასლებიდან.

*შემთხვევითი დაზიანებისგან დაცვა* - გამოიყენება არასწორ გარემოში, სქემაში, როლში ან სტრიქონში შემთხვევით მოხვედრისაგან დასაცავად მოულოდნელი ზიანის ასაცილებლად.

*მონაცემთა გამჟღავნებისაგან დაცვა* - გამოიყენება შეცდომებისგან ან სააღრიცხვო მონაცემების არასწორ განთავსებისგან, რის შედეგადაც კონფიდენციალური მონაცემები ღია ტექსტის სახით ხელმისაწვდომი იქნება ჟურნალებში, კლიენტის ბრაუზერში ან ელექტრონულ ფოსტაში.

ორგანიზაციის მუდმივ განვითარების და ცვლილებების პირობებში გეომეტრიული პროგრესიით იზრდება საჭირო ინფორმაციული სისტემები და შესაბამისად მონაცემთა ბაზები, რომელშიც უპირველეს ყოვლისა საწყის ეტაპებიდან სრული სასიცოცხლო ციკლის განმავლობაში უნდა იქნეს ინტეგრირებული უსაფრთხოება და საიმედოობა. ამ შემთხვევაში მკაცრად უნდა იქნეს დაცული შესაბამისი სტანდარტები და კანონები, რომლის ინფორმირება და შესაბამისი უზრუნველყოფა უნდა განახორციელოს უსაფრთხოების დეპარტამენტმა. ამ შემთხვევაში DBR-ინჟინერი ინფორმაციის უსაფრთხოების (IS) თანამშრომლებთან ერთად გვევლინება, როგორც მკვამირე, საგნის ექსპერტი და მასწავლებელი.

ეს ნაბიჯები აუმჯობესებს ორგანიზაციის მუშაობას და ეფექტურობას, ამცირებს მუშაობის შეჩერებას (მტყუნებებისას) და დროის დანაკარგს ცუდი დანერგვისა და დეველოპინგის გამო. მსგავს კოლექტიურ ძალისხმევას მუდმივად უნდა თან ერთოს ტრენინგები მონაცემთა ბაზების უსაფრთხოების საკითხებში, რომელიც უნდა მოიცავდეს შემდეგს [3]:

- უსაფრთხო წვდომა კონფიგურაციისა და მონაცემთა ბაზის კონტროლზე;
- უსაფრთხოების მახასიათებლების ეფექტური გამოყენება, როგორცაა დაშიფვრა, პერსონალურად წვდომის კონტროლი და მონაცემთა მართვა;
- იმის გაგება, თუ რა მონაცემები მოწოდებულია ბაზის მიერ და შეიძლება გადაეცეს ინსტრუმენტებს, ჟურნალებს და ტელემეტრიას, რაც ხელს შეუწყობს მავნე ან მავნე საქმიანობის იდენტიფიცირებას;
- მონაცემთა ბაზის კონკრეტული სისუსტეების გამოკვლევა, რომელთა მოგვარება საჭიროა სხვა ფენებში, მათ შორის, განახლებები, როგორც ახალი CVE (საერთო მოწყვლადობა და ექსპოზიციები (<https://cve.mitre.org/>)).

მონაცემთა ბაზის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ინფორმაციული სისტემების სწრაფად ზრდად პირობებში, საჭიროებს კარგად ორგანიზებულ თვითმომსახურების მიდგომას, რომელშიც დახმარება შეუძლია გაუწიოს InfoSec-თან პარტნიორობამ. ამისათვის ინფრასტრუქტურამ, როგორც კოდმა, უნდა შექმნას დამტკიცებული განლაგება მონაცემთა საცავებისთვის, რომლების შექმნა და წარმოება არის შესაძლებელი. ანუ უნდა შეიქმნას შაბლონები (კოდები) მოწყვლადობის კვლევისთვის, რომლებიც მუდმივად უნდა იქნეს გადახედული და განახლებული ამ მოწყვლადობის შესამცირებლად. ეს გამოირიცხავს DBRE და InfoSec გუნდების მიერ დროის ხარჯვას სისუსტეების ანალიზსა და ანგარიშგებებში. მრავალწლიანი კვლევებით დადგინდა, რომ ამ სამუშაოების განხორციელების მეთოდოლოგია [4]:

- პროგრამული უზრუნველყოფის აგების ნომრების დამტკიცება;
- წაშლილ იქნეს სტანდარტული სააღრიცხვო ჩანაწერები და პაროლები, რომლებიც თან ახლავს მონაცემთა საცავებს;
- დაბლოკილ იქნეს არასაჭირო პორტები;
- ეფექტურად შეიზღუდოს წვდომის სიები მონაცემთა საცავში;
- წაშლილ იქნეს ფუნქციები და კონფიგურაციები, რომლებიც ექსპლოიტის გამოყენების საშუალებას

ოდლევიან ფაილური სისტემით ან ქსელით;

- SSL პროტოკოლით კომუნიკაციის გასაღებების შექმნა და კონფიგურაცია;
- პაროლის პოლიტიკის შემოწმებისა და გამოყენების შესამოწმებლად სცენარების გაშვება;
- აუდიტის დარეგულირება და ჟურნალების გადაგზავნა ყველა წვდომა სანახავად.

პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავებისას ინტეგრაცია და ხშირი ტესტირება უზრუნველყოფენ მოწყვლადობის გამოვლენას ადრეულ ეტაპებზე. ინტეგრაციის დროს მოწყვლადობების გამოსავლენად უნდა იქნეს გამოყენებული უსაფრთხოების სისტემის მიერ დამტკიცებული სტანდარტული ტესტები [1]:

- SQL ინექციებზე მოწყვლადობა მონაცემთა ბაზაში წვდომის ფუნქციებში;
- ავთენტიფიკაციის დონის ტესტირება გავრცელებულ დეფექტებზე (მათ შორის ღია ტექსტით კომუნიკაცია, სააღრიცხვო მონაცემების ჩვეულ ფაილებში დამახსოვრება, ადმინისტრატორის გაფართოებული უფლებებით დაკავშირება და სხვ.);
- ახალი კოდის ტესტირება ექსპლოიტებზე (მაგალითად, ბუფერის გადავსება).

უნდა განხორციელდეს უსაფრთხოების ქვესისტემის ყველა (პროგრამები, მონაცემთა ბაზები და ოპერაციული სისტემა) შემავალი და გამომავალი მონაცემების შეგროვება და ინტეგრირება, მიღებული შედეგების ტელემეტრია და ჟურნალირება სტანდარტული ხელსაწყოების გამოყენებით. SQL-ინექციის გამოსავლენად უნდა განხორციელდეს მუდმივი მონიტორინგი და გამოკვლეულ იქნეს SQL ოპერატორების ყველა შესრულება (განსაკუთრებით წარუმატებელი), რომლის მთავარი მაჩვენებელი შეიძლება იყოს სინტაქსური შეცდომები SQL-ში (ძირითადად UNION და LOAD\_FILE ოპერატორების გამოყენებით). ამ შეცდომების ანალიზისას უნდა იქნეს გათვალისწინებული [3]:

- *კონფიგურაციის ცვლილებები.* ეს შეიძლება მოხდეს ფაილში ან მეხსიერებაში. კონფიგურაციის ფაილში შეტანილი ცვლილებებით სისტემა გახდება სრულად მოწყვლადი (ეს პუნქტი უნდა შემოწმდეს ოპერაციული სისტემებისთვისაც).

- *მონაცემთა ბაზის მომხმარებლების ცვლილებები.* პრივილეგიების ან პაროლების ცვლილებები და ახალი მომხმარებლების შექმნა უნდა შემოწმდეს შესაბამის ინფორმაციაზე VCS-ში (Version Control System).

- *ყველა მონაცემის ამოღება, ჩასმა, განახლება და წაშლა.* მონაცემთა ბაზის დონის კონტროლი კარგად ავსებს პროგრამის დონის კონტროლს, ამიტომ ზოგჯერ შეიძლება მეორე არ იყოს საჭირო. გადაჭარბებული მოთხოვნები ან ცვლილებები, მოთხოვნები მოულოდნელი/უადგილო მომხმარებლების და მოულოდნელი/უადგილო დიდი შედეგების მოთხოვნების არსებობა შეიძლება მიუთითებდეს პრობლემაზე.

- *მონაცემთა ბაზის ახალი ობიექტების, განსაკუთრებით შენახული კოდის შექმნა.* ახალი ან შეცვლილი ფუნქციები, პროცედურები, ტრიგერები, მოთხოვნები და მომხმარებლის ფუნქციები უნდა შეესაბამებოდეს მონაცემთა ბაზის მიგრაციებს, რითიც გამოირიცხება ექსპლოიტები (ეს პუნქტი უნდა შემოწმდეს ოპერაციული სისტემებისთვისაც).

- *სისტემაში წარმატებული და წარუმატებელი შესვლა.* ნებისმიერ მონაცემთა ბაზას უნდა ახასიათებდეს ტრაფიკის სპეციფიკური მოდელები. არავინ არ უნდა შევიდეს მონაცემთა ბაზაში პირდაპირ ან სხვა წყაროდან (სერვერიდან, პროქსიდან ან სხვა სანდო კლიენტისაგან) (ეს პუნქტი უნდა შემოწმდეს ოპერაციული სისტემებისთვისაც).

- *პატჩები და ბინარული ცვლილებები.* ოპერაციულ სისტემაში წვდომის მიღების ახალ ობიექტებისაგან ქსელის ბუფერის გადავსებამ ან სხვა ექსპლოიტებმა შეიძლება წვდომა და პოტენციურად მავნე კოდი შექმნან (ეს პუნქტი უნდა შემოწმდეს ოპერაციული სისტემებისთვისაც).

არ არსებობს უსაფრთხოების სტრატეგია, რომელიც არის ყოვლისმომცველი და აქტუალური, ამიტომ საჭიროა მუდმივი ეფექტური კონტროლი, რომელსაც შესაბამისი იარაღების გამოყენებით DBRE გუნდი ახორციელებს Ops, InfoSec და დეველოპერებთან ერთად. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საფრთხეების მოდელირებისას მნიშვნელოვანია მათი კლასიფიკაცია და პრიორიტეტების მინიჭება, რომელიც შეიძლება

განხორციელებულ იქნეს უკვე არსებული სტრუქტურირებული მიდგომებით. მაგალითისათვის, შეიძლება განხილულ იქნეს Microsoft-ის პროდუქტები STRIDE, რომელიც ახორციელებს მოწყვლადობისა და საფრთხეების კლასიფიკაციას და DREAD, რომელიც ახორციელებს პრიორიტეტების ჩამოყალიბებას.

STRIDE არის ცნობილი საფრთხეების აღსაწერად კლასიფიცირებული სქემა გამოყენებული ექსპლოიტების ტიპების მიხედვით (ან ბოროტმოქმედების მოტივით), რომლის აბრევიატურა შექმნილია შემდეგი კატეგორიების პირველი ასოებით:

- *Spoofing identity* – *ყალბი იდენტიფიკატორი*. სხვა იდენტიფიკატორით წვდომის მიღება მონაცემთა ბაზებზე;

- *Tampering with data* – *მონაცემთა ფალსიფიცირება*. მომხმარებლებს აქვთ შესაძლებლობა შეცვალონ მონაცემები აპლიკაციის POST-დირექტივების გამოყენებით, აგრეთვე ყალბი იდენტიფიკატორების მოქმედებებით. მონაცემთა ვალიდაცია და API გამოყენება, თუნდაც ადმინისტრატორის ქმედებებისთვის, მნიშვნელოვანია ამ საფრთხისგან დაცვისათვის;

- *Repudiation* – *უარყოფა*. შესაბამისი დონის კონტროლის გარეშე, კლიენტებისა და მომხმარებლების ქმედებების უარყოფა;

- *Information disclosure* – *ინფორმაციის გაჟონვა*. კლიენტებისა და პირადი ინფორმაციის გაჟონვა და შემდგომ მათი გავრცელება ფართო საზოგადოებისათვის, კონკურენტებისათვის და ბოროტმოქმედისათვის. ინფორმაციის ასეთი გაჟონვა ასევე შეიძლება იყოს შემთხვევითი;

- *Denial of service* – *მომსახურების უარყოფა*. პროგრამებსა და ინფრასტრუქტურულ კომპონენტებს შეიძლება უარი ეთქვას მომსახურებაზე. ეს შეიძლება გამოწვეული იყოს ერთდროულად მრავალი ოპერაციების განხორციელებით;

- *Elevation of privilege* – *პრივილეგიის დონის ამაღლება*. მომხმარებლებს შეუძლიათ შეცვალონ თავიანთი როლი უფრო მაღალი პრივილეგიების მქონე როლით, რითიც საბოლოოდ წვდომის უმაღლეს პრივილეგიებს მიიღებენ;

DREAD კლასიფიკაცია იძლევა საშუალებას გაკეთდეს რისკის ანალიზი და მის საფუძველზე მიანიჭოს პრიორიტეტი. ხუთივე კატეგორიისათვის რისკის მნიშვნელობის გამოსათვლელად გამოიყენება შემდეგი ალგორითმი;

- *ობიექტის მოწყვლადობის ხარისხი*. რა ზიანი მიადგება საფრთხის არსებობის შემთხვევაში? (y0 - არცერთი; y5 - ცალკეული მომხმარებლების მონაცემების მოწყვლადობა; y10 - სისტემის ან მონაცემთა სრული განადგურება);

- *აღქმა*. რამდენად ადვილია საფრთხის აღქმა? (y0 - ძალიან რთულია ან შეუძლებელია, აპლიკაციების ადმინისტრატორებისთვისაც კი; y5 - საჭიროა ერთი ან ორი ნაბიჯი, შეიძლება - მომხმარებლის ავტორიზაციაც; y10 - საკმარისია ბრაუზერის მისამართის ზოლი, ავთენტიფიკაციას არ საჭიროებს;

- *ექსპლოიტების შესაძლებლობა*. რა არის საჭირო ამ საფრთხის მოსახდენად? (y0 - პროგრამირებისა და ქსელის გაფართოებული ცოდნა სპეციალური მოწინავე შეტევითი საშუალებებით; y5 - ინტერნეტში ვრცელდება მავნე პროგრამა ან ექსპლოიტი, რომელიც მარტივად ეშვება მოწყვლადი შეტევის ხელსაწყოების გამოყენებით; y10 - მხოლოდ ბრაუზერის გამოყენებით);

- *დაზარალებული მომხმარებლები*. რამდენი მომხმარებელი დაზარალებულია? (y0 - არცერთი; y5 - ზოგი, მაგრამ არა ყველა მომხმარებელი; y10 - ყველა მომხმარებელი);

- *გამოვლენის სიმარტივე*. რამდენად ადვილია საფრთხის გამოვლენა? (y0 - ძალიან რთული ან შეუძლებელია - საჭიროებს კოდზე ან ადმინისტრაციულ წვდომას; y5 - გამოვლენა შესაძლებელია მიხედვით ან ქსელში კვალის თვალთვალით; y9 - ასეთი მტყუნებების შესახებ დეტალური ინფორმაცია უკვე თავისუფლად არის ხელმისაწვდომი ინტერნეტში და მისი პოვნა მარტივია სამიუბო სისტემის გამოყენებით; y10 - ინფორმაცია გამოსახულია ბრაუზერის მისამართის ზოლში ან ფორმაში);

ამ კლასიფიკაციის გამოყენებით DBRE-მ შეუძლია მკაფიოდ განსაზღვროს, თუ სად უნდა იქნეს მიმართული ძალისხმევა და რესურსები.

### 3. დასკვნა

ნაშრომში მოყვანილია ღრმა და ინოვაციური კვლევების შედეგები მონაცემთა ბაზების სხვადასხვა დონის დაცვის თავისებურებებზე. მოცემულია პრაქტიკული რჩევები ორგანიზაციის უფრო ეფექტურად და საიმედოდ დაცვისათვის. დამტკიცებულია, რომ DBA უბრალოდ ვეღარ შეძლებს ეფექტურად იმუშაოს მაღალსიჩქარიან, დინამიურ გარემოში, რომელიც მოითხოვს DBRE მენტალიტეტს და, უფრო მეტიც, DBRE-მ მჭიდროდ უნდა ითანამშრომლოს ორგანიზაციის სხვადასხვა სტრუქტურებთან და გუნდებთან, როგორცაა Ops, InfoSec, დეველოპერები და სხვა, რომლებთან განხორციელებული ჯგუფური პროცესები, ერთობლივი კვლევები და ანალიტიკური დასკვნები მხოლოდ წაადგება ორგანიზაციის კეთილდღეობას.

აქვე აღინიშნა, რომ საფრთხეების მოდელირებისას უნდა განხორციელდეს მათი კლასიფიკაცია და პრიორიტეტების მინიჭება უკვე არსებული სტრუქტურირებული მიდგომებით, რისთვისაც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს Microsoft-ის პროდუქტები STRIDE (მოწყვლადობისა და საფრთხეების კლასიფიკაციისათვის) და DREAD (პრიორიტეტების ჩამოყალიბებისათვის).

### ლიტერატურა – References :

1. Watts S. (2020). What is a Database Reliability Engineer (DBRE)? Internet resource: <https://www.bmc.com/blogs/database-reliability-engineer-dbre/>
2. Khosrow-Pour, D.B.A., Mehdi. (2018). Encyclopedia of Information Science and Technology, Fourth Edition, Information Science Reference (IGI Global), Hershey, New York
3. Ferragine V.E., Doorn J.H., Rivero L.C. (2009). Handbook of Research on Innovations in Database Technologies and Applications: Current and Future Trends, Information Science Reference, Hershey, New York
4. Hainaut J.L. (2002). Introduction to Database Reverse Engineering, Laboratory of Database Application Engineering Institut d'Informatique, University of Namur, Belgium, <https://staff.info.unamur.be/dbm/publication/2002/DBRE-2002.pdf>

## MODERN TRENDS IN DATABASE SECURITY

Amilakhvari Nugzar, Surguladze Gia, Kakhniashvili Dimitri  
n.amilakhvari@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge, d.kakhniashvili@gtu.ge  
Georgian Technical University

### Summary

The results of deep and innovative research on the features of different levels of database protection are discussed. Practical advice is given for more effective and reliable protection of the organization's information system. It has been proven that a database administrator simply cannot work effectively in a high-speed, dynamic environment that requires a DBRE mentality, and, moreover, DBRE must work closely with various structures and groups in the organization, such as Ops, InfoSec, developers and others, together with which implemented group processes, collaborative research and analytical conclusions will only benefit the well-being of the organization. It was also noted that when modeling threats, they should be classified and prioritized in accordance with existing structured approaches for which Microsoft products can be used: STRIDE (to classify vulnerabilities and threats) and DREAD (to set priority).



## ბენზოლის მოლეკულის თვისებების თვალსაჩინოდ გამომსახველი ელექტრონული აღნაგობის ახალი ფორმულა

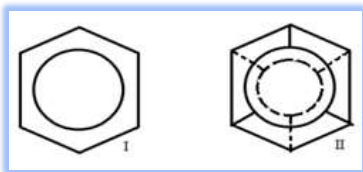
გივი ხიდემელი  
 ქიმიურ მეცნიერებათა კანდიდატი

### რეზიუმე

ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ბენზოლის I ფორმულაზეა აგებული დღევანდელი ბენზოლის ქიმია, ხოლო II ფორმულა მოწოდებულია ჩვენს მიერ და I ფორმულის ალტერნატივაა. შედარებულია I და II ფორმულების შესაბამისი მოლეკულების საშუალებით ბენზოლის ქიმიური თვისებების გამოსახვა, მათი ელექტრონული აღნაგობიდან გამომდინარე. დადგენილია, რომ II ფორმულა I ფორმულას ჯობნის 4 პუნქტში: 1) ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესის თვალსაჩინოდ გამოსახვაში; 2) ბენზოლის ჰიდრირების პირველი საფეხურის ახსნის დამაჯერებლობაში; 3) ბენზოლის მონოწარმოებულების ჰიდრირების პირველ საფეხურზე ელექტრონის მიერთების მიმართულების ანუ მიღებული დიჰიდროპროდუქტის სტრუქტურის ნათლად ჩვენებაში. 4) ბენზოლისა და ქრომის შემცველი, სენდვიჩისა და ნახევრადსენდვიჩის ტიპის ნაერთების სტრუქტურის ახსნაში. გამოთქმულია აზრი II ფორმულის ლიტერატურაში დამკვიდრების შესახებ.

**საკვანძო სიტყვები:** ბენზოლი. მოლეკულა.

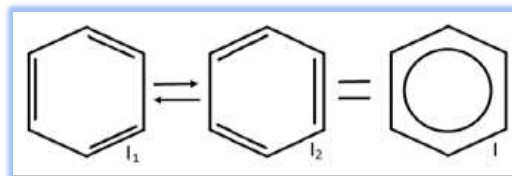
### 1. შესავალი



ნახ.1

ბენზოლის მოლეკულურ ფორმულას ( $C_6H_6$ ) შეესაბამებინ მრავალი ციკლური და ლიაჯაჭვიანი აღნაგობის იზომერული და ელექტრონული აღნაგობის „რეზონანსური“ ფორმულები, მაგრამ ბენზოლის თვისებებს ყველაზე მეტად გამოხატავენ I და II ელექტრონული აღნაგობის ფორმულები (ნახ.1)

I ფორმულა საყოველთაოდ ცნობილია. მასზეა აგებული დღევანდელი ბენზოლის ქიმია. იგი წარმოადგენს კეკულეს მიერ 1865 წელს მოცემული ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულების I<sub>1</sub> და I<sub>2</sub> „რეზონანსულ“ ჰიბრიდს:

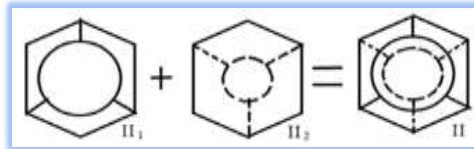


ნახ.2

II ფორმულა მოწოდებულია ჩვენს მიერ და I ფორმულის ალტერნატივაა [1]. მის შესახებ ინფორმაცია გამოქვეყნდა 2001 წლის 16 მარტს გაზეთ ახალ შვიდ დღეში. შევადაროდ ერთმანეთს ეს ფორმულები: 1) ბენზოლის ორივე ფორმულაში (I და II) ნახშირბადის ექვსივე ატომი ექვივალენტურია და წყალბადის ექვსივე ატომი ტოლფასია; 2) ბენზოლი იძლევა მხოლოდ ერთ მონოწარმოებულ პროდუქტს ( $C_6H_5Cl$  და სხვა), რასაც ორივე ფორმულა აკმაყოფილებს; 3) ბენზოლი იძლევა სამ (ორთო, მეტა, პარა) დიჩანაცვლებულ იზომერულ პროდუქტს და სამ ტრიჩანაცვლებულ იზომერულ ნაწარმს, რასაც ორივე ფორმულა აკმაყოფილებს; 4) ბენზოლის I და II ფორმულების შესაბამისი მოლეკულებს აქვთ ბრტყელი,

ციკლული აღნაგობა და შეიცავენ დელოკალიზებული ელექტრონების სისტემებს, რითაც ისინი აკმაყოფილებენ არომატული ნაერთის მოლეკულის აღნაგობას [2].

I ფორმულის აღნაგობა ახსნილია  $SP^2$  ჰიბრიდიზაციით. II ფორმულის აღნაგობა შეიძლება აღიწეროს ნახშირბადის ატომის ირგვლივ ელექტრონების განლაგებით დაახლოებით ტეტრაედრულის მსგავსად. მათ მიერ ექვსწევრიანი ციკლის წარმოქმნის დროს ბენზოლის მოლეკულის სიბრტყის ორივე მხარეს მიიღება სამი არალოკალიზებული ელექტრონისაგან შემდგარი ორი სისტემა. ისინი სიმეტრიულად არიან განლაგებული მოლეკულის სიბრტყის მიმართ ( $II_1$  და  $II_2$ ) და უზრუნველყოფენ ბენზოლის მდგრადობას.  $II_1$  და  $II_2$  ფორმულებში არსებული სამი არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემის ერთ მოლეკულაში გამოსახვით ვლდებულობთ II ფორმულას:



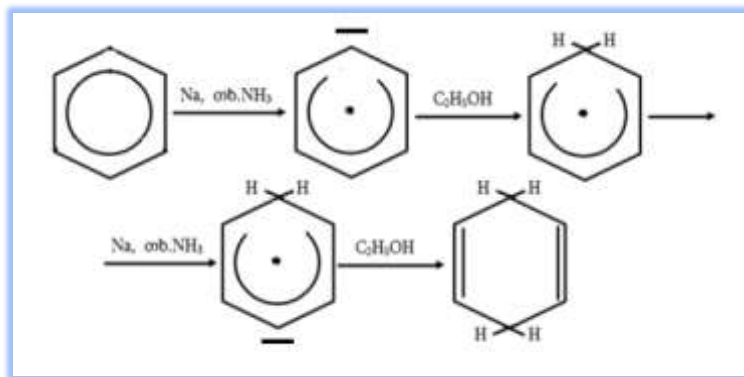
ნახ.3

I და II ფორმულების შედარებიდან ჩანს, რომ მათი მოლეკულების სტრუქტურებში ატომების განლაგების გეომეტრია ერთნაირია, ხოლო ელექტრონული აღნაგობა განსხვავებულია. I ფორმულაში 6 არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემა შედგება ბირთვში შემავალი ნახშირბადების ექვსივე ატომის თითო ელექტრონისაგან. II ფორმულაში მოლეკულის სიბრტყის ორივე მხარეს არსებული სამი არალოკალიზებული ელექტრონისგან შემდგარი სისტემები შეიცავენ ნახშირბადის სამი ატომის თითო ელექტრონს - მოლეკულის სიბრტყის ერთ მხარეს კენტი (1, 3, 5), ხოლო მეორე მხარეს ლუწი (2, 4, 6) - ნახშირბადის ატომების თითო ელექტრონს. ეს განსხვავება I და II ფორმულების შესაბამისი მოლეკულების ენერგომემცველობას არ ცვლის; ასევე ერთნაირია მათში არსებული არალოკალიზებული ელექტრონების სისტემების ენერგიები, რის გამოც ნახშირბად ატომებს შორის მიზიდვა თანაბარია.

I და II ფორმულების ელექტრონული აღნაგობის აღწერიდან ჩანს, რომ მათში არ არიან მკვეთრად გამოხატული ერთმაგი, ორმაგი და სამმაგი ბმები; მაგრამ ბენზოლი უჯერი ნაერთია და მისთვის დამახასიათებელია ჩანაცვლების და მიერთების რეაქციები. ამასთან, ჩანაცვლების რეაქციები უფრო ადვილად მიმდინარეობენ, ვიდრე მიერთების რეაქციები ღიაჯაჭვიანი უჯერი ნაერთებისაგან განსხვავებით. ბენზოლში ჩანაცვლების რეაქციებით მიიღება მისი მონოწარმოებულები. ჩანაცვლებული ატომი ან ატომთა ჯგუფი, ელექტრონისადმი დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, გავლენას ახდენს ბირთვის ნახშირბადის ატომების ელექტრონულ სიმკვრივეზე, რომელსაც თავისებური კანონზომიერება ახლავს. ელექტროდონორული ან ელექტროაქცეპტორული ნაწილაკები, შესაბამისად, უფრო მეტად ზრდიან ან უფრო მეტად ამცირებენ ელექტრონულ სიმკვრივეს ბირთვის 2,4, და 6 (ორთო და პარა) მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომებზე, ვიდრე 3 და 5 (მეტა) მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომებზე [2-5]. აქედან გამომდინარე, ბენზოლის მონოწარმოებულში მყოფი ელექტროდონორული ნაწილაკი, ბენზოლის ბირთვში შემდგომი (მეორე) ჩანაცვლებისას, ელექტროაქცეპტორულ ნაწილაკს ჩანაცვლებს დიდი ელექტრონული სიმკვრივის მქონე 2, 4, ან 6 (ორთო, პარა) მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომთან. ამ თავისებურებას ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესი ეწოდება, რასაც მეორე ფორმულა თვალსაჩინოდ გამოსახავს, ხოლო პირველი ფორმულით მისი გამოსახვა მოუხერხებელია [3]. მეორე ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის შემთხვევაში ვიტყვით: ბენზოლის მოლეკულაში ჩანაცვლებული ელექტროდონორული ნაწილაკი ელექტროაქცეპტორულ ნაწილაკს ჩანაცვლებს 2, 4 ან 6 მდგომარეობის ნახშირბადის ატომთან იმიტომ, რომ ამ ნახშირბადების თითო ელექტრონისაგან შედგება სამი არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემა, რომლის ელექტრონული სიმკვრივე გაზრდილია. I ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის შემთხვევაში ამას ვერ ვიტყვით, რადგან ბირთვის ექვსივე ნახშირბადის თითო ელექტრონისაგან შედგება ექვსი

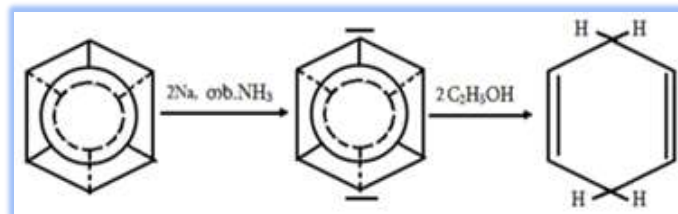
არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემა, რომლის ელექტრონული სიმკრევის გაზრდა ან შემცირება, ყველა ნახშირბადზე ერთნაირად უნდა მოხდეს; ამ შემთხვევაში II ფორმულის უპირატესობა I ფორმულასთან შედარებით აშკარაა.

ბენზოლი მიერთების რეაქციებში შედის ქლორთან და წყალბადთან სპეციალურ პირობებში. ორივე შემთხვევაში შუალედური პროდუქტების გამოყოფა არ ხერხდება [4]. [5]-ის მიხედვით ბენზოლის ნაწილობრივი აღდგენა ანუ ჰიდრირება პირველ საფეხურზე შეიძლება თხევად ამიაკში, ნატრიუმის მოქმედებით, მცირე რაოდენობის ეთანოლის თანაობისას. ამ დროს პირველი ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის შემთხვევაში, 1-სქემის მიხედვით (ნახ.4), ბენზოლის ბირთვი იერთებს ელექტრონს ნატრიუმის ატომიდან და გარდაიქმნება ანიონ - რადიკალად, რომელიც ეთანოლის მოლეკულას ართმევს პროტონს. პროტონის მიერთების შემდეგ მიღებული რადიკალი განიცდის ასეთივე ორსაფეხურიან აღდგენას და მიიღება 1, 4 - დიჰიდროჰექსადიენ - 2, 5:



ნახ.4. სქემა-1

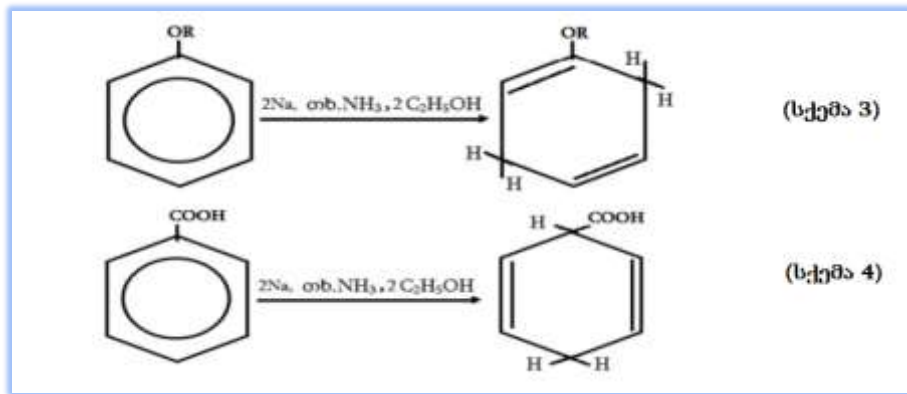
ბენზოლის II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის ჰიდრირების პირველი საფეხური შეიძლება გამოვსახოთ 2-სქემით (ნახ.5).



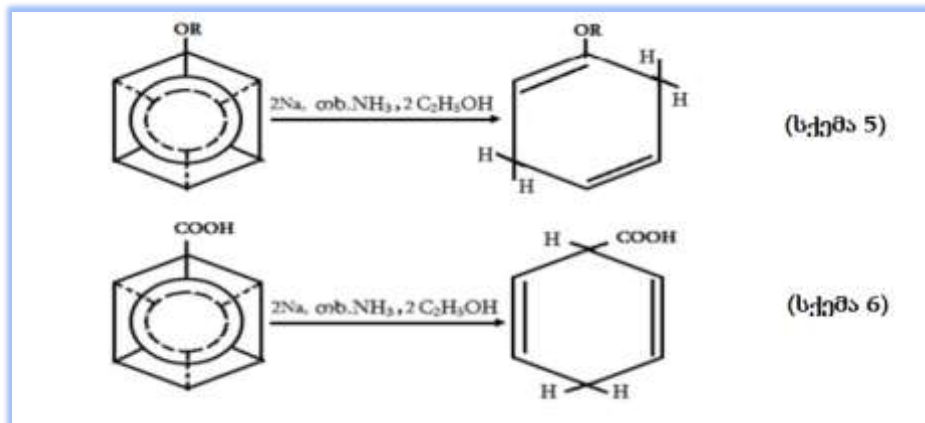
ნახ.5. სქემა-2

ამ დროს II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულაში არსებული სამი დელოკალიზებული ელექტრონის ორი სისტემა ნატრიუმიდან იერთებს თითო ელექტრონს, რომლებიც ელექტრონული განზიდვის გამო ფიქსირდებიან ბენზოლის ბირთვის მოპირდაპირე (1, 4) ნახშირბადის ატომებზე. შედეგად წარმოიქმნება დიანიონი, რომელიც ეთანოლს ართმევს პროტონებს და მიიღება 1,4 - დიჰიდროციკლოჰექსადიენ - 2,5. (2) სქემა უფრო მარტივია (1) სქემაზე. თანაც, I ფორმულაში არსებული არალოკალიზებული ელექტრონების სისტემა ორ ელექტრონს იერთებს, რაც ძნელია; ამიტომ უპირატესობა II ფორმულის მხარესაა.

საინტერესოა ბენზოლის მონოწარმოებულების მიერ წყალბადის მიერთების პირველ საფეხურზე მიმდინარე რეაქციები, რომლის შესახებაც, I ფორმულიდან გამომდინარე [5] აღნიშნავს: ნათელი არაა ბირთვი ჩანაცვლებული ჯგუფის გავლენა ელექტრონის მიერთების მიმართულებაზე ანუ მიღებული პროდუქტის სტრუქტურაზე. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ ელექტროდონორული ჯგუფები, მაგალითად R, OR და სხვა იწვევს 2,5 -დიჰიდროპროდუქტების წარმოქმნას (3), ხოლო ელექტროაქცეპტორული ჯგუფები, მაგალითად COOH, NO<sub>2</sub> და სხვა 1,4 - დიჰიდროპროდუქტების მიღებას (4).



ბენზოლის II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის ელექტროდონორული და ელექტროაქცეპტორული ჯგუფების შემცველი მონოწარმოებულების ჰიდრირება პირველ საფეხურზე მიმდინარეობს (5) და (6) სქემების მიხედვით.



მართალია, ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჰიდრირების პირველ საფეხურზე წყალბადის მიერთების რეაქციასთან, მაგრამ მის ასახსნელად შეიძლება გამოვიყენოთ ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესი. მაგალითად, თუ ბენზოლის მონოწარმოებულში ჩანაცვლებულია ელექტროდონორული ჯგუფი OR [სქემა (3) და (5)], მაშინ I და II ფორმულების შესაბამისი მოლეკულებში, ინდუქციური ეფექტის გამო, ელექტრონული სიმკვრივე უფრო მეტად იზრდება 2,4 და 6 მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადის ატომებზე. ბენზოლის I ფორმულის შესაბამისი მოლეკულაში ეს არ უნდა მოხდეს, რადგან 6 არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემაში ელექტრონული სიმკვრივის გაზრდა თანაბრად უნდა განაწილდეს ექვსივე ნახშირბადის ატომზე; სწორედ ამიტომ არაა ნათელი [5]-სთვის ბირთვში ჩანაცვლებული ჯგუფის გავლენა ელექტრონის მიერთების მიმართულებაზე ანუ მიღებული პროდუქტის სტრუქტურაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ {5} -ის დაწერის დროს II ფორმულა არ იყო ცნობილი. ბენზოლის II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულაში ეს შესაძლებელია და ამრიგად ნათელია ელექტრონის მიერთების მიმართულება ანუ მიღებული პროდუქტის სტრუქტურა იმიტომ, რომ ბენზოლის მოლეკულის ერთი მხარის 3 არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემა შედგება 2, 4 და 6 ნახშირბადის ატომების თითო ელექტრონისაგან. რადგან მათზე ელექტრონული სიმკვრივე დიდია, ამიტომ ბენზოლის დონორჯგუფიანი მონოწარმოებულის ჰიდრირების პირველ საფეხურზე ნატრიუმიდან ელექტრონი მიუერთდება ნაკლები ელექტრონული სიმკვრივის მქონე 3 ან 5 მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომს; შედეგად, მასზე ელექტრონული მუხტი ჭარბად გაიზრდება და მეორე ელექტრონი ნატრიუმიდან, ელექტრონული განზიდვის გამო, მიუერთდება მისგან ბირთვში ყველაზე შორს, 6 ან 2 მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომს. მიღებული დიანიონი მიიერთებს პროტონებს ეთანოლიდან და მიიღება 3,6 ან 2,5 დიჰიდრონაწარმი, რაც ერთიდაიგივეა. ამ შემთხვევაშიც II ფორმულის უპირატესობა აშკარაა I ფორმულასთან შედარებით.



როცა ბენზოლის მონოწარმოებულში ჩანაცვლებულია ელექტროაქცეპტორული ჯგუფი - COOH [სქემა (4) და (6)], მაშინ ბირთვის ყველა ნახშირბადის ატომიდან (უფრო მეტად 2,4,6), ინდუქციური ეფექტის გავლენით, ელექტრონული სიმკვრივე გადაიწევა მისკენ. ამის გამო ელექტრონული სიმკვრივე უფრო ნაკლები იქნება ბირთვის მე-4 -ე ნახშირბადის ატომზე. შედეგად, ჰიდრირების დროს, ნატრიუმიდან ელექტრონი მიუერთდება მე-4-ე ნახშირბადის ატომს და მასზე ელექტრონული მუხტი გაიზრდება ჭარბად; ამიტომ მეორე ელექტრონი, ელექტრონული განზიდვის გამო, მიუერთდება პირველ ნახშირბადის ატომს. წარმოქმნილი დიანიონი ეთანოლის მოლეკულებიდან მიერთებს პროტონებს და მიღება 1,4 დიჰიდროპროდუქტი. ამ შემთხვევაშიც უპირატესობა ბენზოლის II ფორმულის მხარესაა.

არსებობს ბენზოლის ნაერთები მეტალებთან, რომელთაგან აღსანიშნავია სენდვიჩისა და ნახევრადსენდვიჩის ტიპის ნაერთები ქრომთან [6]. სენდვიჩის ტიპის ნაერთში ქრომის ატომი აკავშირებს ბენზოლის ორ მოლეკულას სიბრტყეებით, ხოლო ნახევარ-სენდვიჩის ტიპის ნაერთში ქრომის ატომთან მიერთებულია ბენზოლის მოლეკულა სიბრტყით და CO-ს სამი მოლეკულა. ეს ნაერთებია: 1. Cr(C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)<sub>2</sub> – დიბენზოლქრომი, 2. CrC<sub>6</sub>H<sub>6</sub>(CO)<sub>3</sub> – ტრიკარბონილბენზოლქრომი, 3. Cr(CO)<sub>6</sub> – ჰექსაკარბონილქრომი. მე-3-ე ნაერთი მოტანილია შედარებისათვის. ამ ნაერთებში ქრომის დაჟანგულობის რიცხვი ნულის ტოლია [6]. მასთან დაკავშირებული არიან მოლეკულები; ამიტომ ქრომის ატომსა და მოლეკულებს შორის ბმის სახეობა გაურკვეველია, მაგრამ ისინი არსებობენ. მე-3-ე ნაერთში ქრომის ატომი დაკავშირებულია ექვს კარბონილის ჯგუფთან, მე-2-ე ნაერთში სამი კარბონილის მოლეკულა ჩანაცვლებულია ბენზოლის ერთი მოლეკულით, ხოლო 1 ნაერთში ექვსი CO-ს ადგილს იკავებს ბენზოლის ორი მოლეკულა. გამოდის, რომ ბენზოლის მოლეკულა სენდვიჩისა და ნახევარსენდვიჩის ტიპის ნაერთებში ქრომის ატომთან დაკავშირებულია სამი ბმით. აქედან გამომდინარე, ბენზოლის II ფორმულაში არსებული სამი არალოკალიზებული ელექტრონის შემცველი ნახშირბადები უნდა ამყარებდნენ სამ ბმას ქრომთან. თუ ეს ასეა, მაშინ ბენზოლის II ფორმულას უპირატესობა ექნება ბენზოლის I ფორმულასთან შედარებით, რადგან I ფორმულის შესაბამისი ბენზოლის ერთი მოლეკულა ექვსი ბმით, ხოლო 2 მოლეკულა 12 ბმით უნდა იყოს დაკავშირებული ქრომის ატომთან, რაც შეუძლებელია.

შრომებში [7] და [8] ჩვენს მიერ მოხდენილია დაშვება, რომ ეთანის, ეთილენის, აცეტილენისა და ბენზოლის C-C ბმებში ელექტრონული წყვილების მიზიდვის უნარი ერთნაირია და კოვალენტური ბმის სიგრძეები ტოლია. ამასთან დაკავშირებით შეიძლება

ვთქვათ, რომ ეთანში ნახშირბადის ატომები და მათი დამაკავშირებელი ელექტრონული წყვილი მდებარეობენ სწორ ხაზზე, ხოლო ეთილენის, აცეტილენის და ბენზოლის მოლეკულებში C-C ბმების სიგრძეების ზომების შემცირების გამო ელექტრონული წყვილები დაშორებულია ნახშირბადის ატომების შემაერთებელი ხაზიდან. [7] - დან, ეთილენში მანძილი ნახშირბადის ატომების შემაერთებელ ხაზსა და ელექტრონულ წყვილს შორის და ენერგიის დანაკარგი ბმებში, შესაბამისად არის 37,91 ნმ და 15,01 კკალ, აცეტილენში 48,26 ნმ და 28,50 კკალ. ხოლო [8] -დან ბენზოლში მანძილი ელექტრონულ წყვილსა და ნახშირბადის ატომების შემაერთებელ ხაზს შორის არის 23.22 ნმ. ამ მონაცემებით შედგენილ პროპორციაში

$$2 \times 37,91 \text{ --- } 15,01$$

$$3 \times 48,26 \text{ --- } 28,50$$

თუ რიცხვს 48,26-ს აღვნიშნავთ X-ით, მაშინ  $x=48,00$  ნმ-ს, რაც ახლოს დგას მისაღებ რიცხვთან.

მსგავსი პროპორციით შეიძლება გამოვთვალოთ C-C ბმის ენერგიის დანაკარგი ბენზოლში, ეთილენის და აცეტილენის მონაცემების გამოყენებით:

- პროპორცია ეთილენის მონაცემების გამოყენებით,

$$15,01 \text{ --- } 2x \ 37,91$$

$$x \text{ ---- } 23,22$$

$$x= 4.61 \text{ კკალ.}$$

- პროპორცია აცეტილენის მონაცემების გამოყენებით:

$$28,50 \text{ --- } 3x \ 48,26$$

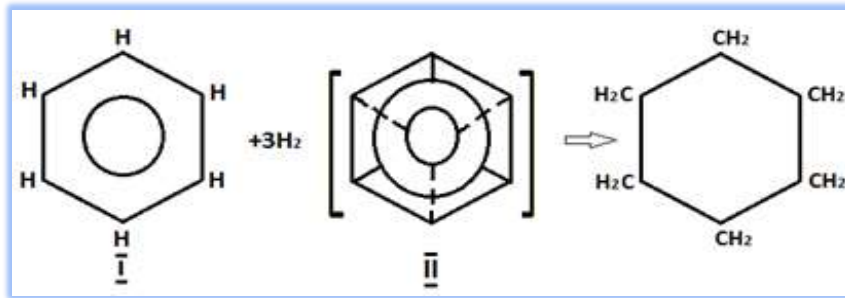
$$x \text{ --- } 23,22$$

$$x= 4.57 \text{ კკალ.}$$

ორივე შემთხვევაში მივიღეთ თითქმის ერთიდაიგივე შედეგი, რომლის საშუალო არითმეტიკული არის 4,59 კკალ. რადგან ბენზოლში არის 6 C-C ბმა, ამიტომ მათი ენერჯის ჯამური დანაკარგი იქნება  $4,59 \times 6 = 27,54$  კკალ.

ცნობილია, რომ 1 მოლი ბენზოლის სამი ორმაგი ბმის შემცველი მოლეკულის ჰიდრირების შედეგად უნდა გამოიყოს 85,8 კკალ სითბო, მაგრამ გამოიყოფა 49,8 კკალ. ენერჯის დანაკარგია  $85,8 - 49,8 = 36$  კკალ სითბო [2]; რადგან ბენზოლის 6 C-C ბმაში ენერჯის დანაკარგი არის 27,54 კკალ, ამიტომ დასადგენი არის  $36 - 27,54 = 8,46$  კკალ სითბოს დანაკარგის მიზეზი.

ბენზოლის ჰიდრირების შედეგად მიიღება ციკლოჰექსანი:



ამ დროს I ფორმულაში იშლება  $\pi$  ელექტრონული სისტემა (ხოლო II ფორმულაში სამ-სამი ელექტრონისგან შემდგარი ორი სისტემა) და მიიღება ციკლოჰექსანის 6 C-C ბმა. ბენზოლის C-C ბმაში ნახშირბადის ატომებს შორის მიზიდვა-განზიდვის ენერჯია არის 1,9 კკალ, ხოლო ციკლოჰექსანის C-C ბმაში 0,5 კკალ [9]. ჰიდრირების დროს, როცა ბენზოლის წონასწორული მდგომარეობა გადადის ციკლოჰექსანის წონასწორულ მდგომარეობაში იხარჯება  $1,9 - 0,5 = 1,4$  კკალ ენერჯია. ე.ი. ენერჯის საერთო დანაკარგი ბენზოლის მოლეკულაში ტოლია  $27,56 + 6 \times 1,4 = 35,95$  კკალ, რაც ძალიან ახლოა ლიტერატურაში არსებულ ექსპერიმენტულად მიღებულ შედეგთან (დაახლოებით 36,00 კკალ).

ბენზოლის ჰიდრირების შედეგად მიღებული 49.8 კკალ სითბოს რაოდენობა გამოთვლილია [10]-ში, ორ საფეხურად: პირველი საფეხურის განსახორციელებლად საჭიროა 15.8 კკალ ენერჯის დახარჯვა, ხოლო მეორე საფეხურზე გამოიყოფა 65,6 კკალ სითბო. მათი სხვაობა 49.8 კკალ ემთხვევა ლიტერატურაში არსებულ შედეგს.

ბენზოლის ქიმიური თვისებების ახსნაში I და II ფორმულების შედარებიდან ჩანს, რომ II ფორმულა I ფორმულას ჯობნის 4 პუნქტში: 1) ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესს II ფორმულა თვალსაჩინოდ გამოსახავს, ხოლო I ფორმულა ვერ გამოსახავს; 2) ბენზოლის ჰიდრირების პირველი საფეხურის ახსნა II ფორმულით უფრო დამაჯერებელია, ვიდრე I ფორმულით; 3) ბენზოლის მონოწარმოებულების ჰიდრირების პირველ საფეხურზე ელექტრონის მიერთების მიმართულების ანუ მიღებული დიჰიდროპროდუქტის სტრუქტურის ახსნა II ფორმულით ნათელია, ხოლო I ფორმულით არ არის ნათელი; 4) ბენზოლისა და ქრომის შემცველი, სენდვიჩისა და ნახევრადსენდვიჩის ტიპის ნაერთების სტრუქტურის ახსნა II ფორმულით უფრო დამაჯერებელია, ვიდრე I ფორმულით.

რადგან ბენზოლის თვისებების ახსნაში II ფორმულის უპირატესობა თვალსაჩინოა I ფორმულასთან შედარებით, ამიტომ შესაძლოა მან დაიმკვიდროს ადგილი ლიტერატურაში.

#### ლიტერატურა -References :

1. Khidsheli G. (2002). New "resonant" structural formula of Benzene. Copyright Certificate No. 115, 21.02.2002. (In Georgian).
2. Morrison R., Boyd R. (1972). Organic Chemistry. -M., "Mir", (in Russian)
3. Nogaideli A., Zonis S. (1973). Organic Chemistry Course. Tb., "Ganatileba" (in Georgian).
4. Chirakadze G., Saginashvili M. (1979). Organic Chemistry. Tb., "Ganatileba" (in Georgian).
5. Reid K, (1972), „Physical Organic Chemistry Course“, -M., "Mir" (in Russian)

6. Karapetyants M.Kh; Drakin S.I. (1981). General and Inorganic Chemistry. M. "Chemistry".(in Russian)
7. Khidesheli G. (2017). Electronic structures of ethylene and acetylene molecules, is there any  $\pi$  compounds? Georgian Technical University-Automated Control Systems, No1(23),2017. pp.180 (in Georgian)
8. Khidesheli G. (2020). Calculation of energy losses of C-C bonds in a Benzene molecule. Georgian Technical University-Automated Control Systems, No2 (31) 2020. (in Georgian)
9. Khidesheli G. (2016). Repulsion energy calculation in the atoms of acetylene, ethylene, benzene, carbon, and their use in determining of the volume of evolved heat in the process of their hydrogenation. Automated Management Systems", No 2(22),2016 (in Georgian)
10. Khidesheli G. (2007). Hydrolysis of benzene. Georgian Chemical Journal N7 (2), 2007

## NEW FORMULA OF BENZENE MOLECULE ELECTRONIC STRUCTURE, CLEARLY SHOWING ITS FEATURES

Khidesheli Givi

Ph.D. of Chemical sciences

### Summary

The resume indicates, that on the first formula of Benzene is built modern Benzene chemistry, second formula presented by us and it is an alternative to the first formula. On the back of the corresponding molecules of the first and the second formulas, were compared chemical properties expression of benzol, on the assumption of its electronic structure. It has been established, that the second formula better expresses the Benzene properties in four points: 1. As distinct from the first formula, the second formula clearly Benzene rule of orientation substitution of Benzene monoderivatives; 2. Interpretation of the first stage of hydrogenation of Benzene in the second formula more persuasive than in the first; 3. Interpretation of the structure of the electron attachment direction on the first stage of hydrogenation of Benzene monoderivatives, in other words received dihydro product , unlike with the first formula is clearly presented in the second formula; 4. Interpretation of the sandwich and half-sandwich structures, consisting from compounds of Benzene and chromium convincing presented in the second formula. An opinion is expressed about the possibility of establishing the second formula in the literature.

## ცვლილებები ატომების ელექტრონულ გარსის აღნაგობაში და მათი ახალი ელექტრონული ფორმულები

გივი ხიდეშელი

ქიმიურ მეცნიერებათა კანდიდატი

### რეზიუმე

ლიტერატურაში არსებული მონაცემების საფუძველზე, შესრულებულია მსჯელობა, რომლითაც გაანალიზებულია II პერიოდის შემავსებელი ელემენტების ატომებში არაერთნაირი ცვლილებები რადიუსების ზომებში, I იონიზაციის ენერჯის ზრდა და ზრდაში გამონაკლისების მიზეზი. მსჯელობა უარყოფს II პერიოდის ატომებში s და p ქვედონების და მათი შესაბამისი ორბიტალების და ელექტრონების არსებობას და მთლიანად იზიარებს აზრს, რომ ატომების მდგრადობა და მათი ელექტრონული ჩონჩხის აღნაგობა მთლიანად ექვემდებარება მხოლოდ დამუხსული ნაწილაკების - ბირთვისა და ელექტრონების- ელექტრომაგნიტურ ურთიერთქმედებას, კულონური ძალების სახით. ანალოგიური მსჯელობა შეიძლება შესრულდეს სხვა პერიოდების შემავსებელი ელემენტების ატომებზე. გაკეთებულია დასკვნა, რომ რადგან კლერკოვსკის წესი არ ითვალისწინებს ატომში ბირთვისა და ელექტრონების ელექტრომაგნიტურ ურთიერთქმედებას და უსაფუძველედ აკანონებს უელექტრონო და ვაკანტური ორბიტალების არსებობას, ამიტომ მცდარია. მოხდენილია ზოგიერთი ელემენტის ატომების ახალი ელექტრონული ფორმულების დასურათება პერიოდების მიხედვით.

## 1. შესავალი

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ ატომი შედგება დადებითად დამუხტული ატომის გულისა (ბირთვი) და მის გარშემო მოძრავი ელექტრონებისაგან. ელექტრონები ბირთვის ირგვლივ წარმოქმნიან ელექტრონულ შრეებს. ატომების არსებობა განპირობებულია ბირთვისა და ელექტრონებს შორის და აგრეთვე ელექტრონებს შორის ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედებით, კულონური ძალების სახით [1]. გარდა წყალბადის ატომისა, ყველა სახის ატომში მოქმედებს ორი სახის კულონური ურთიერთქმედება: ბირთვი იზიდავს ელექტრონებს და ელექტრონები განიზიდავენ ერთმანეთს; უნდა აღინიშნოს როგორც წესი, ბირთვისა და ელექტრონებს შორის მიზიდვა ჭარბობს ელექტრონებს შორის განიზიდვას. წინააღმდეგ შემთხვევაში ელექტრონი გავიდოდა ბირთვის მიზიდვის არედან და თვით ატომიც არ იარსებებდა. ბირთვის დადებითი მუხტის სიდიდე, ბუნებაში არსებულ და ხელოვნურად მიღებულ ატომებში, იცვლება (იზრდება) +1-დან +112-მდე. ბირთვის მუხტის ზრდის მიხედვით განლაგებულ ატომების მწკრივში ელემენტის რიგითი ნომერი, მუხტის სიდიდე და ელექტრონების რაოდენობა ატომში ერთმანეთის ტოლია. ელემენტების მწკრივში მყოფ ატომებში ბირთვის მუხტის ზრდასთან და შრეში ელექტრონების დაგროვებასთან დაკავშირებულია მათი ქიმიური და ფიზიკური თვისებების პერიოდული განმეორება, რომელიც შვიდჯერ ხდება; ამიტომ მენდელეევის პერიოდულ სისტემაში შვიდი პერიოდი. პერიოდების შემავსებელ ელემენტების ატომებში ბირთვის მუხტის ერთი ერთეულით გაზრდა და შრეში ერთი ელექტრონის დამატება, რაც ერთდროულად ხდება, არაერთნაირად ცვლის ატომების რადიუსების ზომებს და ადგილი აქვს გამონაკლისებს I იონიზაციის ენერჯიის ზრდაში.

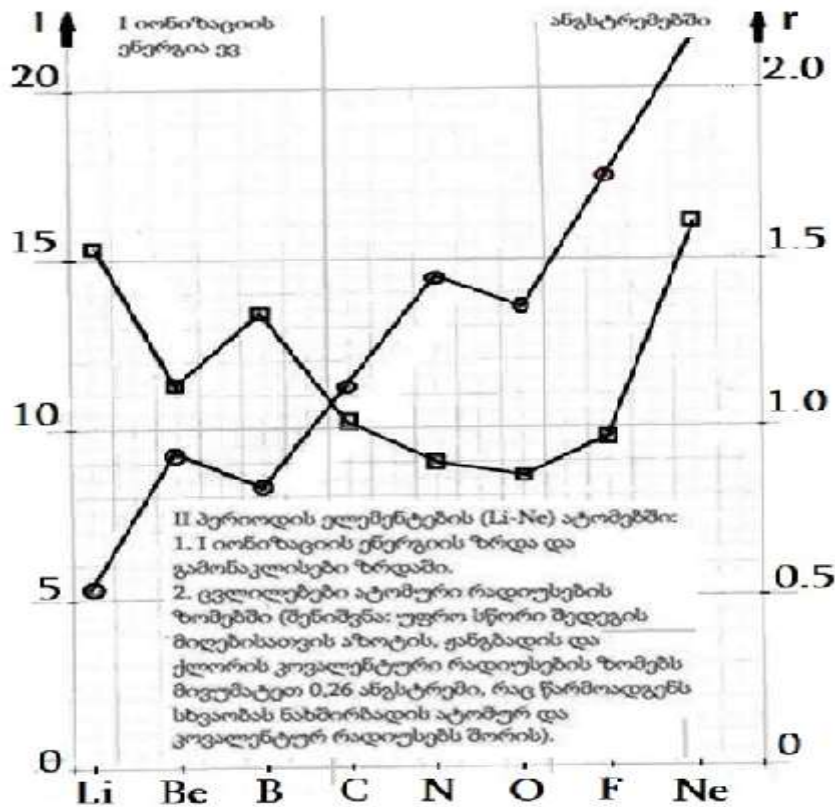
[2]-დან მოტანილ ნახაზზე მრუდით 1 გამოსახულია II პერიოდის შემავსებელი ელემენტების ატომებში I იონიზაციის ენერჯიის ზრდა და გამონაკლისები ზრდაში, ხოლო მრუდით 2 არაერთნაირი ცვლილებები ატომების რადიუსების ზომებში. ლიტერატურაში მათი ახსნა არ მიგვაჩნია სწორად და ამიტომ შევეცდებით სხვა შეხედულებით წარმოვადგინოთ ისინი. მაგალითად, გამონაკლისი I იონიზაციის ენერჯიის ზრდაში ბერილიუმსა (9,32ეე) და ბორს (8,30ეე) შორის [3]-ში ახსნილია ასე: „ბორის ატომის გარეთა შრის მე-3-ე ელექტრონი, იმის გამო, რომ ბერილიუმის S გარსი შევსებულია, ადგილს იკავებს P გარსში. P ელექტრონი ატომგულთან უფრო სუსტადაა დაკავშირებული, ვიდრე S ელექტრონი, ამიტომ ბორში I იონიზაციის ენერჯია ნაკლებია ბერილიუმთან შედარებით“.

ჩვენი დაკვირვებით, ბერილიუმში S დონის შევსება ელექტრონებით არ გავს შრის ელექტრონებით შევსებას პერიოდებში. ჰელიუმში და ნეონში შრის ელექტრონებით შევსებისას ხდება რადიუსების ეფექტური გაზრდა, ბერილიუმში კი მცირდება ლითიუმთან შედარებით. ბერილიუმში S გარსს შევსებულად მიიჩნევენ ალბათ იმიტომ, რომ ჰელიუმში, რომლითაც მთავრდება I პერიოდი, შრის შევსება ხდება ორი ელექტრონით და ალბათ იმიტომ, რომ ბერილიუმის ორთქლში მისი მოლეკულა ერთატომიანია. სინამდვილეში ბერილიუმის გარეთა შორის ორი ელექტრონი, ელექტრონული განიზიდვის შედეგად, ბირთვის მიმართ  $180^\circ$ -იანი კუთხით დაშორების გამო ვერ წარმოქმნიან ორმაგ ბმას, ხოლო ერთმაგი ბმები ბერილიუმის ორთქლადქცევის პირობებში იშლება. ამიტომ ბერილიუმის მოლეკულა ერთატომიანი. იგი ორთქლში ბირადიკალის (.Be.) სახით იმყოფება, კომპენსირებულია სპინის მიხედვით და დიამაგნიტურია [4].

ბირთვისა და ელექტრონებს შორის მიზიდვა ყოველთვის ხაზოვანია, ხოლო გარეთა შრეში ბირთვის ირგვლივ ელექტრონების განიზიდვა, შრეში ელექტრონების დაგროვების გამო, მათი ბირთვის მიერ სიმეტრიული მიზიდვის და ელექტრონების ერთმანეთისაგან სიმეტრიული განიზიდვის შედეგად, სხვადასხვა ფორმით ხდება.

II პერიოდის დასაწყისში, ლითიუმში და ბერილიუმში, შესაბამისად, გარეთა შრის ერთი და ორი ელექტრონის მიზიდვა ბირთვის მიერ ხაზოვანია და ბერილიუმშიც ორ ელექტრონის ურთიერთგანიზიდვაც ხაზოვანია. მათში, შრეში ელექტრონების სიმცირის გამო ბირთვისა და ელექტრონებს შორის მიზიდვის კულონური ურთიერთქმედება დომინირებს, ბერილიუმში ორ ელექტრონს შორის განიზიდვასთან შედარებით; ამიტომ ბერილიუმის რადიუსი (1,13 ანგსტრემი) 0,45 ანგსტრემით ნაკლებია ლითიუმის ატომის რადიუსზე (1,58 ანგსტრემი).





ნახ.1

ბორში გარეთა შრის 3 ელექტრონის ურთიერთგანზიდვა ხდება ტოლგვერდა სამკუთხედის ფორმით, რაც განსხვავებულია ბერილიუმში ორ ელექტრონს შორის ხაზოვანი განზიდვისაგან. [5]-ის მიხედვით აცეტილენის სამმაგ ბმამი სამ ელექტრონულ წყვილს შორის ტოლგვერდა სამკუთხედში განზიდვის ენერგია არის 4,78ევ, ხოლო ეთილენის ორმაგ ბმამი ერთ ხაზზე განლაგებულ ორ ელექტრონულ წყვილს შორის 0,68ევ.  $4,78:0,68=7$ . ე.ი. 7-ჯერ მეტი. ასევე 7-ჯერ მეტი უნდა იყოს განზიდვა ბორის გარეთა შრის 3 ელექტრონს შორის, ბერილიუმის გარეთა შრის ორ ელექტრონთან შედარებით. ეს იწვევს ატომის მოცულობის და აგრეთვე რადიუსის ზომის გაზრდასაც; ამიტომ ბორის ატომის რადიუსი (1,35 ანგსტრემი) 0,22 ანგსტრემით მეტია ბერილიუმის ატომის რადიუსზე (1,13 ანგსტრემი), ხოლო I იონიზაციის ენერგია (8,30 ევ) 1,02 ევ-ით ნაკლებია ბერილიუმის I იონიზაციის ენერგიაზე (9,32ევ).

გამოდის, რომ ბერილიუმის ატომის გარეთა შრის ელექტრონებით შევსებულად ჩათვლა, მისი S ქვედონედ გამოცხადება და ელექტრონებისათვის S ელექტრონების სახელის დარქმევა შეცდომაა დაშვებული ქვანტური მექანიკის გაგების სისტემაში, რომელზეც დაფუძნებულია იგი.

II პერიოდის შემავსებელი ელემენტების ატომების გარეთა შრეში ელექტრონების დაგროვების შედეგად, ნახშირბადის ოთხ ელექტრონს შორის განზიდვა ხდება წესიერი ტეტრაედრის ფორმით; აზოტში, ჟანგბადში და ფტორში, შესაბამისად, მათში არსებული ერთი, ორი და სამი ელექტრონული წყვილის გავლენით, განსხვავებული აღნაგობის არაწესიერი ტეტრაედრების ფორმით; ხოლო ნეონში 4 ელექტრონულ წყვილს შორის განზიდვა წესიერი ტეტრაედრის ფორმით ხდება.

შრეში ელექტრონების დაგროვება იწვევს: 1) ბირთვისა და ელექტრონულ შრეს შორის მიზიდვის გაზრდას, რაც გამოიხატება II პერიოდში I იონიზაციის ენერგიის გაზრდაში და ატომების (C-O) რადიუსების ზომების შემცირებაში (იხილეთ ნახაზი); 2) შრეში ელექტრონებს შორის განზიდვის გაზრდას, რითაც იზრდება სხვაობა პერიოდში (B-Ne) მომდევნო და წინა ელემენტების ატომების რადიუსებს შორის, რაც თვალსაჩინოდ ჩანს ფტორში და ეფექტურია ნეონში (იხილეთ ნახაზი).

1) და 2) ერთდროულად ხდება და როცა შრეში დაგროვებულ ელექტრონებს შორის განზიდვა გაუთანაბრდება ბირთვისა და ელექტრონულ შრეს შორის მიზიდვას და ატომში ყველა ელექტრონი გაწყვილდება, მაშინ პერიოდის შევსება ელემენტების ატომებით და ატომების გარეთა შრის შევსება

ელექტრონებით მთავრდება. პერიოდული სისტემის მომდევნო ელემენტის მიზიდვის არეში არსებული ელექტრონი, ელექტრონული განზიდვის გამო, ვერ დაჯდება გარეთა შრეზე და იძულებულია დაიწყოს ახალი პერიოდის გარეთა ელექტრონული შრის შევსება. ე.ი. ამ პროცესს აქვს ენერგეტიკული საფუძველი, რომლითაც გამოწვეულია ელემენტთა თვისებების პერიოდული განმეორება.

შესრულებული მსჯელობა, რომელიც გამოხატავს ლიტერატურაში არსებული მონაცემების მიხედვით ნახაზზე მოტანილ 1 და 2 მრუდეებით გამოსახულ, II პერიოდის შემავსებელი ელემენტების [Li-Ne] ატომების, შესაბამისად, I იონიზაციის ენერგიის და რადიუსების ზომების ცვლილების დინამიკას, გვიჩვენებს, რომ II პერიოდის შემავსებელი ელემენტების ატომების ელექტრონული ჩონჩხის აღნაგობა არ შეესაბამება ლიტერატურაში არსებულს. არ შეესაბამება იმიტომ, რომ მსჯელობისათვის ზედმეტია ცნებები: S და P ქვედონეები და მათი შესაბამისი ორბიტალებისა და ელექტრონების სახელწოდებები. ატომების ელექტრონულ ჩონჩხის აღნაგობა მთლიანად ექვემდებარება დამუხტული ნაწილაკების – ბირთვისა და ელექტრონების – ელექტრომაგნიტურ ურთიერთქმედებას, კულონური ძალების სახით, რომლის თანახმად ბირთვი იზიდავს ელექტრონებს და ელექტრონები განიზიდავენ ერთმანეთს. ამიტომ ელექტრონი ატომში უნდა იმყოფებოდეს იქ, სადაც მას ბირთვი ყველაზე მეტად იზიდავს და მაკრანიზებული და შრის ელექტრონები ყველაზე მეტად განიზიდავენ. რადგან პერიოდებში ელემენტების ატომების თვისებები მეორდება, ამიტომ აღნიშნული მსჯელობა II პერიოდზე, შესაძლოა განვაკრძოთ სხვა პერიოდებზეც.

რეალურია, რომ ბირთვის ირგვლივ ელექტრონის მოძრაობის გზა არის მისი ორბიტალი; ამიტომ მცდარია კლექკოვსკის წესი, რომელიც არ ითვალისწინებს ბირთვისა და ელექტრონების ელექტრომაგნიტურ ურთიერთქმედებას, კულონური ძალების სახით. იგი აკანონებს თავისუფალი, უელექტრონო, ვაკანტური ორბიტალების არსებობას ატომში და მათ ენერგიებს ითვლის მთავარი (n) და თანაური (l) ქვანტური რიცხვების  $n + l$  ჯამის მიხედვით. თუ ჯამი ტოლია, მაშინ იმ ორბიტალის ენერგია არის ნაკლები, რომლის მთავარი ქვანტური რიცხვი (n) ნაკლებია [6]. კლექკოვსკის წესს უშუალო შეხება აქვს IV პერიოდის შემავსებელი ელემენტების კალიუმის და სკანდიუმის ატომებთან. შევადაროთ ერთმანეთს კლექკოვსკის წესით შევსებულ და ბირთვისა და ელექტრონების კულონური ძალების ურთიერთქმედებით შევსებულ კალიუმისა და სკანდიუმის ატომებში ორბიტალების ენერგიები. კლექკოვსკის წესის მიხედვით კალიუმში S ელექტრონისათვის  $n + l = 4+0=4$ , ხოლო სკანდიუმში d ელექტრონისათვის  $n + l = 3 + 2 = 5$ . რადგან  $4 < 5$ -ზე ანუ  $4S < 3d$ -ზე, ამიტომ კალიუმის ელექტრონული ფორმულა იქნება  $1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^4 4S^1$  და არა  $1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 3d^1$ . სკანდიუმის d ელექტრონისათვის  $n + l = 3 + 2 = 5$ , ხოლო P ელექტრონისათვის  $n + l = 4 + 1 = 5$ . რადგან  $5=5$  და  $3 < 4$  ანუ  $3d < 4P$ -ზე, ამიტომ სკანდიუმის ელექტრონული ფორმულა იქნება  $1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^4 3d^1$  და არა  $1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4P^1$ .

თითქოს ყველაფერი წესრიგშია, მაგრამ ბირთვისა და ელექტრონების ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედებით შევსებულ კალიუმის ატომში I იონიზაციის ენერგია და რადიუსი, შესაბამისად არის 4,339ევ და 2,36 ანგსტრემი, ხოლო სკანდიუმის ატომში 6,56ევ და 1,64 ანგსტრემი. რადგან კალიუმის ატომის I იონიზაციის ენერგია ნაკლებია და რადიუსი მეტია სკანდიუმის ატომის I იონიზაციის ენერგიაზე და რადიუსზე, ამიტომ  $4S^1 > 3d^1$  -ზე. როგორც ჩანს კლექკოვსკის წესით შევსებულ და ბირთვისა და ელექტრონების ურთიერთქმედებით შევსებულ ატომებში ორბიტალების ენერგიები განსხვავებულია, რაც კლექკოვსკის წესის მცდარობაზე ლაპარაკობს. ამას ვამბობთ იმიტომ, რომ ატომში უელექტრონო, ვაკანტური ორბიტალების დაკანონებას არა აქვს საფუძველი, ხოლო იონიზაციის ენერგიები და რადიუსების ზომები ექსპერიმენტულად და გამოთვლებით არის დადგენილი.

ცვლილებების მოხდენა ატომების ელექტრონული გარსის აღნაგობაში საჭიროებს მათი ელექტრონული აღნაგობის ახალი ფორმულების დასურათებას შემდეგი თანამიმდევრობით:

1) თუ ელემენტი II-VII პერიოდში იმყოფება, მაშინ ფორმულაში პერიოდის აღმნიშვნელი რიცხვის წინ იწერება წინა პერიოდის დამამთავრებელი ელემენტის აღმნიშვნელი სიმბოლო.

2) პერიოდის აღმნიშვნელი რიცხვი 1,2 და ა.შ.

3) გაწყვილებული ელექტრონების რაოდენობა შრეში –  $l_n^2$

4) გაუწყვილებელი ელექტრონების რაოდენობა შრეში –  $l_n$

ცხრილში მოტანილია ზოგიერთი ელემენტების ატომების ახალი ელექტრონული ფორმულების ჩაწერა პერიოდების მიხედვით.

**ზოგიერთი ელემენტის ატომების ახალი ელექტრონული ფორმულის ჩაწერა პერიოდების მიხედვით**

პერიოდ. N	ელექტრონული ფორმულები		
	პერიოდების პირველი ელემენტების	პერიოდების ზოგიერთი ელემენტების	პერიოდების ბოლო ელემენტების
I	${}_1H-1e_1$	-	${}_2He-1e^2$
II	${}_3Li-He2e_1$	${}_4Be-He2e_2; {}_6C-He2e_4; {}_7N-He2e^2_2e_3; {}_9F-He2e^2_2e_4$	${}_{10}Ne-He2e^2_4$
III	${}_{11}Na-Ne3e_1$	${}_{13}Al-Ne3e_3; {}_{14}Si-Ne3e_4; {}_{16}S-Ne3e^2_3e_2; {}_{17}Cl-Ne3e^2_3e_4$	${}_{18}Ar-Ne3e^2_4$
IV	${}_{19}K-Ar4e_1$	${}_{24}Cr-Ar4e_6; {}_{30}Zn-Ar4e^2_4e_2; {}_{31}Ga-Ar4e^2_4e_3; {}_{34}Se-Ar4e^2_4e_2$	${}_{36}Kr-Ar4e^2_9$
V	${}_{37}Rb-Kr5e_1$	${}_{40}Zr-Kr5e_4; {}_{47}Ag-Kr5e^2_5e_1; {}_{51}Sb-Kr5e^2_5e_3; {}_{53}I-Kr5e^2_5e_1$	${}_{54}Xe-Kr5e^2_9$
VI	${}_{55}Cs-Xe6e_1$	${}_{57}La-Xe6e_3; {}_{65}Tb-Xe6e^2_6e_3; {}_{74}W-Xe6e^2_6e_6; {}_{82}Pb-Xe6e^2_{12}6e_4$	${}_{86}Rn-Xe6e^2_{16}$
VII	${}_{87}Fr-Rn7e_1$	${}_{92}U-Rn7e_6; {}_{99}Es-Rn7e^2_7e_3; {}_{101}Ml-Rn7e^2_7e_3; {}_{104}Rf-Rn7e^2_7e_4$	-

**ლიტერატურა – References :**

1. B.M. Yavorsky, Yu. A. Seleznev (1989). Physics reference guide. Moscow, "Science". (In Russian)
2. Khidsheli G. (2019). The need for changes in the electronic structure of atoms of chemical elements. Georgian Chemical Journal. No 19 (1). 2019. (in Georgian)
3. Karapetyants M.Kh; Drakin S.I.(1977). Substance structure. TSU Publ. House, Tb. (In Russian)
4. Khidsheli G. (2011) The structure of aerated Beryllium, Boron and Carbon. Georgian Chemical Journal 11 (2), 2011.
5. Khidsheli G. (2017). Electronic structures of ethylene and acetylene molecules, is there any  $\pi$  compounds? Georgian Technical University-Automated Control Systems, No1(23),2017. pp.180 (in Georgian)
6. Khidsheli G.(2020). Errors in the Klechkovsky rule. Georgian Technical University-Automated Control Systems, No2(31), 2020. (In Georgian)
7. Khidsheli G. (2021). Changes in the electron shell structure of atoms and their new electronic formulas. Copyright Certificate No. 8258; 2021.01.29 (In Georgian).

**CHANGES IN THE ELECTRON SHELL STRUCTURE OF ATOMS AND THEIR NEW ELECTRONIC FORMULAS**

Khidsheli Givi  
Ph.D. of Chemical sciences

**Summary**

Based on the data available in the literature, the article analyzes: Uneven change in the size of the radii in the atoms of filling elements of period II, an increase in the ionization energy I and the reason for the exceptions in the increase. The reasoning denies the existence of sublevels s and p and the existence of their respective orbitals and electrons in atoms of period II elements and fully supports the idea that the stability of atoms and the structure of their electronic framework depend only on the electromagnetic interaction of charged particles - nuclei and electrons - as Coulomb forces. Similar reasoning can be applied to atoms of elements of other periods. It is concluded that since the Klechkovsky rule does not take into account the electromagnetic interaction of nuclei and electrons in an atom and unreasonably legitimizes the existence of electronless and vacant orbitals, therefore, it is incorrect. The article describes new electronic formulas for atoms of some elements by periods.

## მიკროკონტროლერების განვითარების ტენდენციები

ზაურ ჯოჯუა

jojuazauri@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მიკროკონტროლერების განვითარების პერიოდები წამყვანი ფირმების პროდუქციების მაგალითზე. ნაჩვენებია, რომ ძირითადი ძალისხმევა ყოველთვის მიმართული იყო წარმადობის, ენერგომომხმარების(კრიტიკულია სენსორების, სმარტფონების, სტიმულატორების და სხვა მცირეგაბარიტიანი ობიექტებისათვის), გაბარიტების და ფასების ოპტიმალური(რაციონალური) შეხამებისაკენ. ამ შეხამებას განაპირობებს მიკროელექტრონიკისათვის დამახასიათებელი საშუალებების გამოყენება-ახალ, მაღალ ტექნოლოგიურ ბაზაზე გადასვლა და არქიტექტურული ნოვაციების დანერგვა. ამან გამოიწვია ის, რომ წელნელა იშლება ზღვარი მიკროკონტროლერების და ჩვეულებრივი კომპიუტერების მიკროპროცესორებს შორის. დადასტურებულია ის მოსაზრება, რომ მიკროკონტროლერების თანამედროვე ბაზარზე დომინირებს ARM ბირთვის ბაზაზე აგებული პროცესორები, მათ შორის უმთავრესი Cortex-პროცესორები. რაც შეეხება ფირმებს, აქ უპირობო ფლაგმანია STMicroelectronics თავისი STM32 მიკროკონტროლერებით.

**საკვანძო სიტყვები:** მიკროკონტროლერი. MCS-51. Atmel. AVR. Microelectronics. PIC. STMicroelectronics. Cortex. წარმადობა.

### 1. შესავალი

მიკროკონტროლერების მწარმოებელთა რაოდენობა რამდენიმე ათეულს შეადგენს მაგრამ, მრავალი წელია მსოფლიო ბაზარზე გაბატონებულია რამდენიმე კომპანია: Intel, Microchip Technology, Atmel (2016 წლიდან ეკუთვნის Microchip-ს), NXP Semiconductors, STMicroelectronics, Texas Instruments და სხვ.

ცნობილია, რომ მიკროკონტროლერების ძირითადი თავისებურებაა მათი განთავსების შესაძლებლობა სხვადასხვა ტიპის სამართავ-საკონტროლო ობიექტში ან მის უშუალო სიახლოვეს. ამის გამო მათ მოიხსენიებენ სახელით-„ჩაშენებული“.

*მათი სპეციფიკაა:* ობიექტთან პირდაპირი კავშირი; მუშაობა რეალურ დროში; ჩვეულებრივ, მათემატიკური გამოთვლების დაბალი სირთულე, მაგრამ ავტომატური მართვის ალგორითმების მაღალი მხარდაჭერა; კომუნიკაციური შესაძლებლობების მზარდი მოთხოვნები რთული, განაწილებული მართვის სისტემების ორგანიზაციისათვის; გაზრდილი მოთხოვნები საიმედოობისა და უსაფრთხოების მიმართ; მკაცრი გარემო პირობები (ფართო ტემპერატურული დიაპაზონი, დანაგვიანებული გარემო და სხვა).

მიკროკონტროლერების ტექნიკური შესაძლებლობები განისაზღვრება მათი კომპონენტების, განსაკუთრებით მიკროპროცესორის მახასიათებლებით: *არქიტექტურული* - ნაკეთობის ფუნქციონალური აგებულება; *სქემატექნიკური* - ელემენტური ბაზის შერჩევა, სქემების აგების მეთოდები და საშუალებები; *წარმოების ტექნოლოგია* - განსაზღვრავს სქემების სირთულეს, ელემენტების და გამტარების ტოპოლოგიას.

ჩვენ ყურადღებას ვამახვილებთ მხოლოდ ზოგიერთი წამყვანი ფირმების ისტორიულად გაბატონებულ პროდუქციაზე.

#### ➤ მიკროკონტროლერები MCS-51 (Intel 8051) [1-4]

*Intel 8051*, ოფიციალური სახელით MCS51 (MCS-51) არის ჰარვარდის არქიტექტურის ერთჯიპიანი მიკროკონტროლერი ბრძანებათა CISC არქიტექტურით, რომელიც Intel- მა პირველად აწარმოა 1980 წელს ჩაშენებულ სისტემებში გამოსაყენებლად. ამჟამად დამზადებულია 20 – ზე მეტი დამოუკიდებელი გიგანტი მწარმოებლის მიერ. გამოირჩევა ბრძანებათა მოსახერხებელი სისტემით და მუშაობის სიხშირით 12(საწყისი)-100 მჰც დიაპაზონში.

#### ➤ მიკროკონტროლერები PIC [5-7]

*PIC* (Peripheral Interface Controller - პერიფერიული ინტერფეისის კონტროლერი) - ჰარვარდის არქიტექტურის მიკროკონტროლერებია ბრძანებათა RISC არქიტექტურით, წარმოებული ამერიკული კომპანია Microchip Technology Inc მიერ. Microchip - ის ნომენკლატურაში წარმოდგენილია 8, 16 და 32



ბიტანი მიკროკონტროლერების და ციფრული სიგნალების კონტროლერების ფართო სპექტრი PIC ბრენდის ქვეშ.

ნომენკლატურა მოიცავს 500 – ზე მეტ სხვადასხვა კონტროლერს. PIC მიკროკონტროლერებში გამოიყოფა სამი ხაზი: **PIC10** - ბაზური ხაზი (წარმადობა 5 MIPS), **PIC12, PIC16** - საშუალო ხაზი (წარმადობა 8 MIPS); **PIC32** - მაღალი ხაზი (წარმადობა 40 MIPS, 80 MГц), შესაბამისი, აღმავალი ფუნქციონალური შესაძლებლობებით. ბოლო ვერსიებში სამუშაო სიხშირემ მიაღწია 200 მჰც.

➤ მიკროკონტროლერები AVR [8-11]

AVR არის Atmel ფირმის (2016 წლიდან ეკუთვნის ფირმა Microchip-ს) 8, 16, 32 ბიტანი მიკროკონტროლერების ოჯახი; ეფუძნება მაგისტრალის ჰარვარდის არქიტექტურას, ბრძანებათა RISC არქიტექტურას, რომელიც ძალზე განვითარებულია. აქვს 90-დან 133-მდე ინსტრუქცია და გავართობული მეხსიერება და პერიფერია.

AVR არქიტექტურის მიკროკონტროლერები იყოფა სამ ხაზად: *Attiny, Atmega, ATxmega* შესაბამისი, აღმავალი ფუნქციონალური შესაძლებლობებით, მაგრამ ისინი უკვე მიღებულია.

2015 წლისთვის Atmel-მა გამოუშვა ARM Cortex-M7 ბირთვზე დაფუძნებული მიკროკონტროლერები SAM S70 და SAM E70, რომლებიც მუშაობენ 300 მჰც სიხშირეზე, გააჩნია წარმადობის მაჩვენებელი 50% -ით მეტი ვიდრე კონკურენტებს და განკუთვნილია IoT და სამრეწველო პროგრამებში გამოყენებისათვის.

2020 წლის დასაწყისში Microchip-მა გამოაცხადა 8-ბიტანი AVR მიკროკონტროლერების ახალი ხაზი: AVR-DA, AVR-DB და AVR-DD სერიები, რომლებიც მუშაობს 24 მჰც სიხშირეზე. AVR-DA და DB იკავებს წარმადული 8-ბიტანი კონტროლერების ნიშას პერიფერიული მოწყობილობების ფართო სპექტრით. DD სერია იკავებს უფრო კომპაქტური, ნაკლებად წარმადული მოწყობილობების ნიშას.

➤ მიკროკონტროლერები ARM არქიტექტურით [12-16]

ARM არქიტექტურა (Advanced(Acorn) RISC Machine - გაუმჯობესებული RISC მანქანა), არის 32 – ბიტანი მიკროპროცესორი, რომელიც შეიმუშავა ბრიტანულმა კორპორაციამ ARM Limited.

ARM-მა შეიმუშავა პროცესორების სპექტრი, სხვადასხვა შესაძლებლობებით და შესრულებით, ხოლო მისი ARM7 პროცესორი, რომელიც ჯერ კიდევ 1994 წელს შეიქმნა, კვლავ გამოიყენება.

ეს პროცესორები იყენებს ენერჯის დაზოგვის ტექნოლოგიებს, ამიტომ ისინი ფართოდ გამოიყენება ჩანერგილ სისტემებში და დომინირებს მობილური მოწყობილობების ბაზარზე, რომელთათვისაც ენერჯის დაბალი მოხმარება მნიშვნელოვანია. დღეს, სავარაუდოდ, ARM ოჯახის გამოყენება აღწევს ყველა „ჩანერგილი“ 32-ბიტანი RISC პროცესორის 75%-ს, რაც მას ერთ-ერთ ყველაზე ფართოდ გავრცელებულ 32-ბიტან არქიტექტურად აქცევს.

*ძველი მონაცემებია, მაგრამ მაინც საიტეროსოა-1991...2013 წლებში გამოვიდა 50 მილიარდი მიკროსქემა ARM არქიტექტურით.*

ARM პროცესორები მუშაობენ მრავალფეროვან რეჟიმებში: **User mode** – პროგრამის შესრულების „ნორმალური“ რეჟიმი; **Fast Interrupt (Requests)** – FIQ-სწრაფი მოთხოვნა წყვეტაზე; **Interrupt (IRQ)** – წყვეტების მართვის ძირითადი რეჟიმი; **Supervisor mode** – დაცული რეჟიმი; **Abort mode** – რეჟიმი, მეხსიერებაში შეცდომის წარმოქმნისას; **System mode** – პრივილეგირებული რეჟიმი; **Undefined mode** - რეჟიმი, უცნობი ინსტრუქციის შესრულების მცდელობისას. *2020 წელს იაპონურმა სუპერკომპიუტერმა Fugaku, აგებულია ARM-პროცესორებზე, 1-ი ადგილი დაიკავა მსოფლიოში TOP 500 შორის.*

ARM პროცესორებზე აგებული მიკროკონტროლერები, როგორც წესი, დაკომპლექტებულია თანამედროვე, სრულყოფილი პერიფერიული მოწყობილობებით.

➤ ARM არქიტექტურის პროცესორების რანჟირება [18-22]

მრავალი მონაცემების საფუძველზე, ფართოდ გამოიყენებადი მიკროკონტროლერებისთვის ფილტრაციის შემდეგი სქემა:

8 ბიტანი: Intel 8051, Microchip AVR, Microchip PIC, ST Micro STM8;

16 ბიტანი: TI MSP430, Microchip PIC24;

32 ბიტანი: ARM Cortex-M, Microchip PIC32, Microchip AVR32.

გამოყენების სტატისტიკიდან გამომდინარე, განხილვიდან გამოირიცხება ყველა მიკროკონტროლერი გარდა Cortex-M-ისა, რომელსაც დიდი უპირატესობა აქვს 16 და 32 თანრიგა პროცესორებში. ისინი წარმატებით ფარავენ 8 თანრიგა მიკროკონტროლერების ზონასაც.

საერთოდ, სტატისტიკა აჩვენებს, რომ თანამედროვე პირობებში ყველაზე გამოყენებადია მიკროკონტროლერები **Cortex** პროცესორების ბაზაზე.

Cortex პროცესორებს აქვს სამი ძირითადი შტო: ARM Cortex-M, ARM Cortex-R, ARM Cortex-A.

Cortex-Mi (M-microcontroller) პროცესორებმა Cortex-M0, Cortex-M1, Cortex-M3, Cortex-M4 შეცვალეს 8- და 16-ბიტანი მიკროკონტროლერები ჩადგმული სისტემებისთვის. დაბალი ენერჯის მოხმარება, სითბოს მინიმალური გაფრქვევა და მცირე ზომა, საკმარის წარმადობასთან ერთად, საშუალებას აძლევს მათ გახდნენ ჰიბრიდიანი საყოფაცხოვრებო ტექნიკის, ჰიბრიდიანი კონტროლერების, სავაჭრომობილო ელექტრონიკისა და სათამაშო კონსოლების, IoT და IIoT სისტემების ლიდერები.

რაც უფრო მაღალია *i* ნომერი Cortex-Mi მიკროკონტროლერის სახელზე, მით მეტია მიკროკონტროლერის შესაძლებლობები.

**Cortex-Ri** (R-real time) პროცესორები (ARMv7R, ARMv8R არქიტექტურა) აგებულია რეალური დროის პროგრამებისთვის. იქ, სადაც საჭიროა სისტემის რეაგირება დროის მკაცრად განსაზღვრულ ინტერვალში. ამ პროცესორების ხაზის გამოყენება ეფექტიანია საპასუხისმგებლო ობიექტებში ჩანერგილ სისტემებში.

**ARM Cortex-R** პროცესორებიდან ძირითადად გამოიყენება 32-თანრიგა Cortex-R4 (F-Float), Cortex-R5 (F), Cortex-R7 (F), Cortex-R8 (F), Cortex-R52 (F) და 64-თანრიგა Cortex-R82 (F).

**Cortex-Ai** (A-application) პროცესორები (ARMv7A და ARMv8A არქიტექტურით) არის ოჯახი, რომელსაც გააჩნია გადიდებული გამოთვლითი სიმძლავრე და ორიენტირებულია სამომხმარებლო ელექტრონიკის მრავალფეროვან სფეროზე. მათ შეუძლია გადაწყვიტოს ფართო სპექტრის ამოცანები სხვადასხვა მოწყობილობისათვის (სმარტფონები, ტაბლეტები და სხვა).

**Cortex-Ai** გამოიყენება 32-თანრიგა Cortex-A5, Cortex-A7, Cortex-A8, Cortex-A9, Cortex-A15, ასევე 64-თანრიგა Cortex-A53, Cortex-A57, Cortex-A77, Cortex-A78 ARMv8A არქიტექტურით.

#### ➤ **Cortex-M პროცესორების რანჟირება**

მახასიათებლებიდან გამომდინარე **Cortex-M** ყველაზე გამოყენებადია და შედგება ვარიანტებისგან: Cortex-M0, Cortex-M0+, Cortex-M3, Cortex-M4, Cortex-M4F, Cortex-M7.

**Cortex-M0** მიკროკონტროლერებს, იყენებენ 8-ბიტანი მოდულების ჩასანაცვლებლად. მათი გამორჩეული თვისებაა უკიდურესად დაბალი ღირებულება და ენერჯის დაბალი მოხმარება, ამასთან ARM-ის არქიტექტურის მრავალი შესაძლებლობა შენარჩუნებულია. საშუალო სიხშირე 48 მჰც-ია.

**Cortex-M0+** არის Cortex-M0-ის ოპტიმიზირებული ნაკრები. Cortex-M0+ ითვლებოდა თავისი დროის (2012 წელი) ყველაზე ენერგოეფექტურ მიკროკონტროლერად-მოხმარდა 8 და 16 ბიტანი მიკროკონტროლერების 30%. მისი ძირითადი დანიშნულება იყო სენსორებში და IoT სისტემებში გამოყენება.

**Cortex-M3-** ყველაზე პოპულარული პროცესორული ბირთვია ARM არქიტექტურის მოხმარებლებში. M0-გან განსხვავებით, ეს ბირთვი ეფუძნება ARMv7-M არქიტექტურას, აგებულია ჰარვარდის არქიტექტურაზე და იყენებს რამდენიმე სალტეს. ის იყენებს Thumb და Thumb2 ბრძანებათა სისტემას. გააჩნია 32-თანრიგა რიცხვების გამრავლების (1 ტაქტი) და გაყოფის (2...12 ტაქტი) სქემური მხარდაჭერა. წყვეტების რიცხვია 240.

**Cortex-M4** იგივე M3-ია, მხოლოდ დამატებულია სიგნალების ციფრული პროცესორის- DSP(Digital signal processor)-ინსტრუქციები. ამასთან, მას შეუძლია ოთხ ბაიტზე ან ორ სიტყვაზე შეკრება/ გამოკლების ოპერაციის პარალელური ჩატარება. ასევე შეუძლია ორი სიტყვის პარალელური გამრავლება.

**Cortex-M4F** იგივე M4-ია, მაგრამ დამატებული აქვს მოძრავმიმიან რიცხვებზე ოპერაციის ჩატარების ბლოკი.

არსებობს კიდევ **Cortex-M1**, რომელიც M0-ის ანალოგია და გამოიყენება პროგრამირებად ლოგიკურ მატრიცებში. ის არსებობს პროგრამული მოდელის სახით.

**Cortex-M7-** 2017 წელს წარმოდგენილი იყო ახალი ფლაგმანი გამოთვლითი მოწყობილობა ARM **Cortex-A75**, რომელიც უზრუნველყოფს წარმადობის ზრდას 22% -ით, ვიდრე ARM Cortex-A73. საშუალო დიაპაზონისთვის შექმნილია ენერგოეფექტური **Cortex-A55** ბირთვი. ახალი GPU(graphics processing unit) Mali-G72-ისთვის ენერგოეფექტურობის ზრდა განისაზღვრება 25%-ით, ვიდრე წინამორბედი Mali-G71.

ARM Cortex-A75 და Cortex-A55 ბრენდის **CPU Dynamiq** პირველი წარმომადგენლება. ახალი მიდგომა იძლევა ჩიპების წარმოების საშუალებას შერეული კლასტერით, რომელიც შედგება დიდი და მცირე პროცესორებისგან სხვადასხვა შეხამებით - სულ 8 ერთეულამდე. ასეთი გადაწყვეტილება საკმაოდ ეკონომიურია სიმძლავრეთა გადანაწილების საჭიროებისას.

**STM32H7** არის STMicroelectronics- ის მიერ შემოთავაზებული 32-ბიტისანი, ორბირთვიანი(Cortex-M7 და Cortex M4) მიკროკონტროლერი ARM Cortex-M მიკროკონტროლერების პოპულარული STM32 ოჯახის ყველაზე ძლიერი წევრი.

STM32H7 სერიის მიკროკონტროლერებს შეუძლიათ იმუშაონ 480 მეგაჰერცი ტაქტური სიხშირით, ხოლო წინამორბედის-Cortex-M4F სიხშირეა 240 მჰც. მისი წარმადობაა 1027 DMIPS ან 2400 CoreMark. DMIPS = Dhrystone MIPS (Million Instructions Per Second). Dhrystone არის სინთეზური ტესტი კომპიუტერის წარმადობის შესამოწმებლად, რომელიც შეიქმნა 1984 წელს Reinhold P. Weicker- ის მიერ. იგივე სინთეზური ტესტია CoreMark, მაგრამ ახალი.

ამ წარმატების მიზეზია ორი რამ: დამზადების 40 ნმ ტექნოლოგია და არქიტექტურული ნოვაციები, რომელიც ძირითადად შეეხება სალტების 3 დომენიან არქიტექტურას და 64-ბიტისან **AXIM** სალტს.

**STM32H7** არის ერთ – ერთი ყველაზე სწრაფი და ყველაზე მძლავრი მიკროკონტროლი, რომელიც ამჟამად ხელმისაწვდომია ბაზარზე (2020 წელი).

STM32H7 იმდენად სწრაფია და გვთავაზობს იმდენად მოწინავე მახასიათებლებს, რომ ის შლის ზღვარს მიკროკონტროლერსა და მიკროპროცესორს შორის.

STM32 ოჯახის კონტროლერების ეს სერია იყენებს ყველაზე მაღალპროდუქტიულ და მოწინავე პერიფერიულ მოწყობილობებს, რაც კი ამჟამად არსებობს.

#### ➤ **Cortex-A პროცესორების რანჟირება**

2020 წელს ARM წარმოადგინა **Cortex-A78** და **Cortex-X1** არქიტექტურის პროცესორები, რომელთაზეც დაფუძნებული იქნება 2021 წლის ფლაგმანური ჩიპსეტები.

**Cortex-A78** არქიტექტურას დაარქვეს **Hercules**. ამ არქიტექტურაზე არსებულ ბირთვებს ექნებათ მაღალი ენერგოეფექტურობა და მათი წარმადობა 20% -ით მეტი იქნება, ვიდრე Cortex-A77 (2019 წ.). ეს შესაძლებელი გახდა არა მარტო არქიტექტურის გაუმჯობესებით არამედ პროცესის **5nm** ტექნოლოგიაზე გადატანის გამო.

**Cortex-X1**, ფაქტობრივად, არის მორგებული და ოპტიმიზირებული **Apple A-** სერიის და **Qualcomm Snapdragon 800** სერიის ჩიპებზე. ის პირველი პროცესორია **Cortex-X** ოჯახიდან. სავარაუდოდ, ამ არქიტექტურაზე დაფუძნებული ბირთვები გამოყენებული იქნება Samsung Exynos ჩიპსეტზე. მისი წარმადობა 30%-ით მეტი იქნება წინამორბედზე.

როგორც ჩანს, 2021 წელს გამოჩნდება წარმოდგენილად მძლავრი და ეფექტური პროცესორები **სმარტფონებისათვის**.

ერთ-ერთი ასეთი უკვე მოხდა- 2021 წლის მარტის ბოლოს კომპანია ARM- მა წარმოადგინა **ARMv9** პროცესორის არქიტექტურა, რომელიც ორიენტირებულია უსაფრთხო გამოთვლებზე და ხელოვნური ინტელექტის პროგრამებზე. მან ასევე უნდა უზრუნველყოს პროცესორის მუშაობის 30% -იანი ზრდა. ARM- ის ხელმძღვანელობის თანახმად, ამან უნდა უზრუნველყოს 300 მილიარდზე მეტი ჩიპის გამოშვება, თუმცა რა დროში არ იყო მითითებული. ეს იმაზე მეტია, ვიდრე წარმოებული იქნა კომპანიის დაარსებიდან (1990 წელი) დღემდე-120 მილიარდი ჩიპი. **ARMv9** წინა ისტორია 1990 წლიდან დღემდე ასეთია: ARMv4, ARMv5, ARMv6, ARMv7, ARMv8, ARMv9.

2020 წლის ბოლოს კომპანია ARM-მა წარმოადგინა ახალი **64-ბიტისანი** პროცესორი **ARM Cortex-R82**. ეს არ იყო ჩვეული დაბალი სიმძლავრის ჩიპები, მინიმალური ენერჯის მოხმარებით. ახალი პროცესორი

აჭარბებს ყველა წინა R- სერიის გადაწყვეტილებას. იგი შექმნილია რეალურ დროში მომუშავე სისტემებში გამოყენებისათვის, ამიტომ, ძალიან საიმედო უნდა იყოს.

ასე რომ, Cortex-R ხასიათდება გაუმჯობესებული აპარატურით, მეხსიერების დაცვით, შეცდომების კორექტირების მაღალი დონით. „ცხელი“ რეზერვირებით ბირთვის დონეზე.

ჩიპი მუშაობს ოპტიმიზირებული პროგრამებით, რომელებიც ტექნიკურ რესურსებს ეკონომიურად იყენებს .

დამპროექტებლების აზრით Cortex-R82 შეუძლია მოახდინოს დიდი მოცულობის ინფორმაციის რეალურ დროში ანალიზი. დამპროექტებლების აზრით, R82 ორჯერ უკეთესია ვიდრე R8. ნეირონულ ქსელებთან მუშაობისას ტიპური დატვირთვების დროს, ახალი პროცესორები თავიანთ „კოლეგებს“ 14-ჯერ აღემატება.

#### ლიტერატურა – References :

1. Microcontroller manufacturers. (2014). Typical characteristics of the MCS-51 family. (In Russian). [https://studopedia.ru/2\\_99088\\_firmi-proizvoditeli-mikrokontrollerov-tipovie-harakteristiki-semeystva-MCS-.html](https://studopedia.ru/2_99088_firmi-proizvoditeli-mikrokontrollerov-tipovie-harakteristiki-semeystva-MCS-.html)
2. MICROCONTROLLERS OF THE MCS-51 FAMILY. (2018). (In Russian). <https://docplayer.ru/25850981-Mikrokontrollery-semeystva-mcs-51.html>
3. Intel 8051. (2021). [https://ru.wikipedia.org/wiki/Intel\\_8051](https://ru.wikipedia.org/wiki/Intel_8051) (In Russian). 4. Intel 8051. [https://en.wikipedia.org/wiki/Intel\\_8051](https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_8051)
5. Microcontrollers PIC10, PIC12, PIC16. (2016). Overview of new families and peripherals. (In Russian). <https://www.gamma.spb.ru/novosti-proizvoditelej/microchip/stati-microchip/237-mikrokontrollery-pic10-pic12-pic16-obzor-novykh-semejstv-i-periferijnykh-modulej>
6. PIC.(2021). <https://ru.wikipedia.org/wiki/PIC>. (In Russian).
7. PIC microcontrollers. (2021). [https://en.wikipedia.org/wiki/PIC\\_microcontrollers](https://en.wikipedia.org/wiki/PIC_microcontrollers)
8. Microchip's new AVR microcontrollers are the successors to Mega. (2020). <https://www.compel.ru/lib/142791>
9. The Industry's Highest Performance ARM Cortex-M7 Based Microcontrollers Atmel | SMART for IoT and Industrial Applications. (2015). <http://catalog.gaw.ru/index.php?page=document&id=48056> (In Russian)
10. AVR. (2021). <https://ru.wikipedia.org/wiki/AVR> (In Russian)
11. AVR microcontrollers. (2021). [https://en.wikipedia.org/wiki/AVR\\_microcontrollers](https://en.wikipedia.org/wiki/AVR_microcontrollers)
12. ARM Announces New Cortex-A75 and Cortex-A55 CPUs and Mali-G72 GPUs Targeting New Applications: AI, AR, VR, Windows. (2017). <https://itc.ua/news/arm-anonsirovala-novyie-cpu-cortex-a75-i-cortex-a55-i-gpu-mali-g72-orientirovannyie-na-novyie-sferyi-primeneniya-ii-ar-vr-windows/> (In Russian)
13. ARM v9 architecture introduced - a new level of performance, ray tracing and more. (2021). (In Russian) <https://3dnews.ru/1036157/predstavlena-arhitektura-arm-v9-noviy-uroven-proizvoditelnosti-trassirovka-luchey-i-drugoe>
14. ARM has a new processor architecture ready with explosive performance potential. (2021). (In Russian) [https://www.cnews.ru/news/top/2021-03-31\\_u\\_arm\\_gotova\\_novaya\\_protseornaya](https://www.cnews.ru/news/top/2021-03-31_u_arm_gotova_novaya_protseornaya)
15. ARM unveils new Cortex-A78 and Cortex-X cores, as well as Mali-G78 graphics. (2020). <https://3dnews.ru/1011900> (In Russian)
16. ARM (architecture). (2021). [https://en.wikipedia.org/wiki/ARM\\_architecture](https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_architecture)
17. STM32 of the H7 family: with new possibilities - to new heights. (2018). <https://www.compel.ru/lib/88473> (In Russian)
18. the first 64-bit processor ARM Cortex-R82. (2020). (In Russian). <https://habr.com/ru/company/selectel/blog/518022/>
19. Introduction to the Ultra High-Performance STM32H7 32-bit Microcontroller. (2019). <https://predictabledesigns.com/introduction-to-the-ultra-high-performance-stm32h7-microcontroller/>



20. ARM Cortex-M. 2021. [https://en.wikipedia.org/wiki/ARM\\_Cortex-M](https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_Cortex-M)
21. ARM Cortex-R. 2021. [https://en.wikipedia.org/wiki/ARM\\_Cortex-R](https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_Cortex-R)
22. ARM Cortex-A. 2021. [https://en.wikipedia.org/wiki/ARM\\_Cortex-A](https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_Cortex-A)

## TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MICROCONTROLLERS

Zaur Jojua

jojuazauri@yahoo.com

Georgian Technical University

### Summary

The paper discusses the development periods of microcontrollers based on examples of products from leading firms. It has been shown that the main effort has always been focused on the optimal (rational) combination of dimensions, power consumption (critical for sensors, smartphones, stimulators and other small-sized objects), dimensions and prices. This combination is due to the use of tools typical of microelectronics - the transition to a new (high) technological base and the introduction of architectural innovations. This has led to a slow blurring of the line between microcontrollers and microprocessors in conventional computers. The idea that the modern market for microcontrollers is dominated by ARM kernel-based processors, including major Cortex processors, has been confirmed. As for the firms, the undisputed flagship here is STMicroelectronics with its STM32 microcontrollers.

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: გ. სურგულაძე, ე. თურქია, გ. ნარეშელაშვილი,  
ბ. ქრისტესიაშვილი, გ. მაისურაძე, გ. დალაქიშვილი

გადაეცა წარმოებას 04.06.2021 წ. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი  
თაბახი 10,5. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 10. ტირაჟი 50 ეგზ.  
იბეჭდება ავტორთა ხარჯით

სტუ-ს „IT-კონსალტინგის სამეცნირო ცენტრი“, თბილისი,  
კოსტავას 77

---