

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

---

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

**უ რ ო მ ე ბ ი**

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

**TRANSACTIONS**

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

**№ 1(32), Vol. 2**



თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ  
2021

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
**GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY**  
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

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

**უ რ ო მ ე ბ ი**

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

**TRANSACTIONS**

**AUTOMATED CONTROL SYSTEMS**

**№ 1(32), Vol. 2**



*გამოცემა 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., ახოზაძე მ., გასიტაშვილი ზ., გიგინეიშვილი ა., გიორგაშვილი ლ., გოგიჩაიშვილი გ., გოცირიძე 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, წვერაძე ზ.,
- ჩოგოვაძე გ., ანანიშვილი გ., ბოსიკაშვილი ზ., კაკუბავა რ., კვარაცხელია ვ., მელაძე ვ.
- გერმანია: ბოტჰე კ., ვედეკინდი ვ., მაიერ-ვეგენერი კ., რეისიგი ვ.
- აშშ: ტრივედი კ. (დუკეს უნივერსიტეტი), ჩიხრაძე ბ. (კორპორაცია Apple)
- კანადა: ქაჩიბაია ვ. (IT Industry)
- უნგრეთი: სტრიქ 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., Gogichaishvili G., Goziriidze 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

➤ მერაბ ახოზაძე, ელგუჯა კურცხალია. ქალაქის ფუნქციურ-სივრცული სტრუქტურის ანალიზი არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე // Merab Akhobadze, Elguja Kurtskhalia. ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL-SPATIAL STRUCTURE OF THE CITY ON THE BASIS OF FUZZY SET THEORY	7
➤ ნიკოლოზ ბჟალავა, გიორგი იოსებიძე. KVM ჰიპერვიზორის სისუსტეების ანალიზი // Bzhalava Nikoloz, Iosebidge Giorgi. ANALYSES OF KVM HYPERVISOR VULNERABILITIES	12
➤ ავთანდილ ბარდაველიძე, ხათუნა ბარდაველიძე, ირაკლი ბაშელეიშვილი. კიბერტექნოლოგიების გამოყენების რისკების ანალიზი და კიბერუსაფრთხოების უზრუნველყოფის მეთოდები // Bardavelidze Avtandil, Bardavelidze Khatuna, Irakli Basheleishvili. RISK ANALYSIS OF THE USE OF CYBER TECHNOLOGIES AND METHODS OF ENSURING CYBER SECURITY	15
➤ ნინო ვარძიაშვილი, მარიკა ბრეგვაძე, მაკა ქვლივიძე. საინვესტიციო პროცესების დინამიკური განსაკუთრებულობები // Vardziashvili Nino, Bregvadze Marika, Kvlividze Maka. DYNAMIC FEATURES OF INVESTMENT PROCESSES	20
➤ მაია დოლიძე. ქალაქში კლასტერების ფორმირებისა და მართვისათვის // Dolidze Maia. FORMING AND MANAGING CLUSTERS IN THE CITY	24
➤ დალი მაგრაქველიძე. ფინანსური რისკების შეფასების მეტრიკა და მისი გამოთვლის მეთოდები // Dali Magrakvelidze. FINANCIAL RISK ASSESSMENT METRIC AND ITS CALCULATION METHODS	28
➤ დალი მაგრაქველიძე, ნინო ჭამიაშვილი. რისკის შეფასების მონტე კარლოს მოდელში ფაზი სიმრავლის გამოყენება // Dali Magrakvelidze, Nino Chamiashvili. USAGE OF FUZZY SET IN MONTE CARLO RISK ASSESSMENT MODEL	32
➤ ზურაბ კიკნაძე, ელინა ქრისტესიაშვილი, ვახტანგ არჩვაძე, ლეილა ქრისტესიაშვილი. ფორმალიზებული მოდელები CAD/BIM ტექნოლოგიაში // Zurab Kiknadze, Elina Kristesiashvili, Leila Kristesiashvili Vakhtang Archvadze, FORMALIZED MODELS IN CAD / BIM TECHNOLOGY	37
➤ ელვირა ბჟინავა. მულტისერვისული ქსელის თავისებურებები და ტელეტრაფიკი თეორიის კლასიკური შედეგების გამოყენების შესაძლებლობა // Bzhinava Elvira. CHARACTERISTIC OF MULTI-SERVICE NETWORKS AND POSSIBILITIES OF USING CLASSIC METHOD OF TELETRAFFIC THEORY	42
➤ ლელა პაპავა, თამარ ლომინაძე. „სამმაგი სპირალის“ მოდელი ჰენრი ეტკოვიცის მიხედვით: „სახელმწიფო, ინდუსტრია, აკადემია“ // Lela Papava, Tamar Lominadze. Henry Etzkowitz's Triple Helix Model: State, industry, academy	47
➤ სოფიკო გოგოლაძე, თამარ ლომინაძე, მარიამ მარღიშვილი. სწრაფი გადახდის აპარატები საქართველოში და მათი მართვის სისტემის დიზაინი // Sopiko Gogoladze, Tamar Lominadze, Mariam Margishvili. FIRST PAYMANT MACHINES IN GEORGIA AND THEIR MENAGMENT SYSTEM DESIGN	51
➤ ნინო მჩედლიშვილი, ნოდარ ნარიმანაშვილი. Моделирование распределенных объектов // Nino Mchedlishvili, Nodar Narimanashvili. MODELING OF DISTRIBUTED OBJECTS	55
➤ დავით სონღულაშვილი, ქეთევან კოტრიკაძე, სალომე მუხაშავრია. ავტომატიზაციის ვირტუალური მოდელი თევზის წარმოებაში // David Songhulashvili, Ketevan Kotrikadze, Salome Mukhashavria. A VIRTUAL MODEL OF AUTOMATION IN FISH PRODUCTION	60
➤ ნინო თოფურია, თინათინ ქსოვრელი. ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემაში IoT გადაწყვეტილების ჩანერგვა // Tinatin Ksovreli, Nino Topuria. IMPLEMENTING IOT SOLUTIONS INTO THE FARMER SUPPORT STATE INFORMATION SYSTEM	64
➤ თეიმურაზ სუხიაშვილი, ირაკლი შურღაია. უნიფიცირებულ პროცესში ბიზნეს-პროცესების ანალიზისას მართვის ნაკადების მოდელირება // Sukhiashvili Teimuraz, Shurgaya Irakli. MODELING OF MANAGEMENT FLOWS IN THE UNIFIED PROCESS OF BUSINESS PROCESS ANALYSIS	68
➤ მედეა თევდორაძე, ეკატერინე დადიანი, მარიამ ნებიერიძე, დოდო აფციაური, ვერიკო გუდავა. ორგანიზაციაში ინფორმაციული ტექნოლოგიების მართვის თანამედროვე მეთოდები // Medea	71

Tevdoradze, Ekaterine Dadiani, Mariam Nebieridze, Dodo Aptsiauri, Veriko Gudava. MODERN METHODS OF INFORMATION TECHNOLOGY MANAGEMENT IN THE ORGANIZATION	71
➤ მედეა თევდორაძე, თამთა რუხაძე, მარიამ დარჩიაშვილი, თეონა ჭილაძე, თეონა მანაგაძე. იტ-პროცესები თანამედროვე ორგანიზაციაში // MedeaTevdoradze, Tamta Rukhadze, Mariam Darchiashvili, eona Chigladze, Teona Managadze. IT PROCESSES IN MODERN ORGANIZATION	75
➤ ეკატერინე დადიანი. შეზღუდული ტიპის სავაჭრო კომპანიის ბიზნეს-პროცესების დაპროექტება და მოდელირება //Ekaterine Dadiani. DESIGNING AND MODELING THE BUSINESS PROCESSES OF A LIMITED TYPE TRADING COMPANY	79
➤ მარიამ ნებერიძე. მენეჯერული აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელირება // Mariam Nebieridze. BUSINESS PROCESS MODELING FOR MANAGERIAL ACCOUNTING	84
➤ სერგი დოხნაძე, თეა თოდუა. მრავალფუნქციური ეგზოსკელეტის ტექნიკური კონცეფციის ასპექტები. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი // Sergi Dokhnadze, Tea Todua. ASPECTS OF THE TECHNICAL CONCEPT OF A MULTIFUNCTIONAL EXOSKELETON	88
➤ ბეკა ბენდიანიშვილი, ვლადიმერ კეკენაძე. პროგრამული ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის ზოგადი მახასიათებლები და ფორმები // Beka Bendianishvili, Vladimer Kekenadze. GENERAL CHARACTERISTICS AND FORMS OF LIBRARY MANAGEMENT SYSTEM	92
➤ ანზორი ქვეციშვილი. მოთხოვნებისა და დავალებების მართვის სისტემა // Anzori Kevkhishvili. REQUIREMENTS AND TASKS MANAGEMENT SYSTEM	95
➤ ოლღა ხუციშვილი, თეა ხუციშვილი, ბესარიონ ციხელაშვილი. ციფრული მოქალაქეობის ასპექტები // Olga Khutsishvili, Tea Khutsishvili, Besarion Tsikhelashvili. DIGITAL CITIZENSHIP ASPECTS	101
➤ ოლღა ხუციშვილი, თეა ხუციშვილი, თემურ მდივნიშვილი, გიორგი სულაშვილი. ეროვნული ვალუტის კურსის ცვლილების დინამიკა // Olga Khutsishvili, Tea Khutsishvili, Temur Mdivnishvili, Giorgi Sulashvili. DYNAMICS OF CHANGE IN THE NATIONAL CURRENCY EXCHANGE RATE	103
➤ ლაშა ნოზაძე, ნანი არაბული. MANET-ის ენერგოეფექტურობა და საიმედოობა და საიმედოობა // Lasha Nozadze, Nani Arabuli. MANET - Energy-Efficiency and Reliability	107
➤ ლაშა ნოზაძე . MANET-ის გამოყენება სამხედრო სფეროში // Lasha Nozadze. USE OF MANET IN THE MILITARY FIELD	112
➤ ზაზა ცოტნიაშვილი. საინფორმაციო ომის ტექნოლოგიების ზოგიერთი ასპექტი // Tsozniashvili Zaza. SOME ASPECTS OF INFORMATION WARFARE TECHNOLOGY	116
➤ ლევანი ჯულაყიძე, ზურაბ ქოჩლაძე, თინათინ კაიშაური, გიორგი მაისურაძე. ახალი სიმეტრიული Tweakable ბლოკური შიფრი // Levan Julakidze, Zurab Kochladze, Tinatin Kaishauri, Giorgi Maisuradze. NEW SYMMETRIC TWEAKABLE BLOCK CIPHER	122
➤ შოთა გრიგოლაშვილი. SCADA-სისტემის დანერგვა მილსაგანილავ საამქროში // Shota Grigolashvili. INTRODUCTION OF SCADA SYSTEM IN A PIPELINE WORKSHOP	128
➤ ცოტნე კორჩილავა. ღრუბლოვანი გამოთვლებზე დაფუძნებული ჰეალთკარის სისტემა // Tsozne Korchilava. CLOUD COMPUTING-BASED SMART HEALTHCARE SYSTEM	131
➤ Почовян Семён. ПОСТРОЕНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ АИС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИТ // Pochovyan Simon. BUILDING A CORPORATE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM USING MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES	136
➤ ქეთევან აბაშვილი, თეონა ბიძინაშვილი-რუსიშვილი. ქმედებათა მოტივაცია საინვესტიციო პოლიტიკის შემუშავებისას // Ketevan Abashvili, Teona Bidzinashvili-Rusishvili. MOTIVATION OF ACTIONS IN THE DEVELOPMENT OF INVESTMENT POLICY	140
➤ ნატო გაბოშვილი. პროფესიული საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმების ახალი მოდელის შესახებ // Nato Gaboshvili. A NEW MODEL OF EMPLOYMENT OF GRADUATES OF VOCATIONAL EDUCATION INSTITUTIONS	142
➤ ვერა შალიკიანი. ინფორმაციული ტექნოლოგიები ულტრაბგერით დიაგნოსტიკაში ელასტოგრაფიის ავტომატიზაციის მაგალითზე // Shalikiani Vera. INFORMATION TECHNOLOGY IN ULTRASOUND DIAGNOSTICS BASED ON THE EXAMPLE OF ELASTOGRAPHY AUTOMATION	147

- **Ekaterine Turkia, Sophio Stomadova.** IMPROVING BUSINESS PROCESS MANAGEMENT BY SYNTHESIZING PROCESS MINING TECHNOLOGY AND RISK INDICATORS // ეკატერინე თურქია, სოფიო სტომადოვა. ბიზნეს-პროცესების მართვის გაუმჯობესება პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიისა და რისკის მაჩვენებლების სინთეზით 151
- **Ekaterine Turkia, Tinatin Kachlishvili, Rezo Beradze.** XBRL IN REGULATORY BUSINESS REPORTING – CASE OF PILLAR 3 REPORT OF THE NATIONAL BANK OF GEORGIA // ეკატერინე თურქია, თინათინ ქაჩლიშვილი, რეზო ბერაძე. XBRL საზედამხედველო ანგარიშგების პროცესში - საქართველოს ეროვნული ბანკის ანგარიშგების Pillar 3-ის მაგალითი 155
- **სოფიკო პაპავაძე.** სასწავლო დაწესებულებებში გამოცდების შედეგების განხილვა და დამუშავება // Papavadze Sopiko. REVIEW AND PROCESS THE RESULTS OF EXAMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS 161
- **სოფიკო ქობულაშვილი, ეკატერინე თურქია.** საინფორმაციო სისტემების არქიტექტურის მართვა დისტრიბუციული და მონოლითური გადაწყვეტილებების ბაზაზე // Sopiko Kobulashvili, Ekaterine Turkia. MANAGEMENT OF INFORMATION SYSTEMS ARCHITECTURE BASED ON DISTRIBUTION AND MONOLITHIC SOLUTIONS 168
- **ბესიკ ბერიძე.** საინფორმაციო სისტემების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ზოგიერთი ასპექტი // Besik Beridze. SOME ASPECTS OF INFORMATION SYSTEMS SECURITY 174
- **ლევანი ჩუბინიძე, ციური ფხაკაძე.** მართვის ოპტიმიზაცია სამედიცინო სფეროში // Chubinidze Levani, Pkhakadze Tsiuri. SOFTWARE FOR MEDICAL FIELD MANAGEMENT OPTIMIZATION 178
- **გივი კაპანაძე, ლალიტა დარჩიაშვილი, ზურაბ ჩაჩხიანი.** აქტივობების მაგნიტური თვისებების თავისებურებათა ანალიზი // Givi Kapanadze, Lalita darchiashvili, Zurab Chackhiani. ANALYSIS OF MAGNETIC PROPERTIES OF ACTINIDES 182
- **Горгошидзе Александре, Церодзе Екатерина, Дарчиашвили Лалита.** УДЕЛЬНАЯ СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ // Aleksandre Gorgoshidze, Ekaterine Tserodze, Lalita Darchiashvili. SPECIFIC HEAT CAPACITY // ალექსანდრე გორგოშიძე, წეროძე ეკატერინე, ლალიტა დარჩიაშვილი. სპეციფიკური კუთრი სითბოტევადობა 185
- **ზურაბ ჩუბინიშვილი.** InAs, InP და InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> შენადნობების თერმული ანალიზი // Chubinishvili Zurab. THERMAL ANALYSIS OF INAS, INP AND INAS<sub>1</sub>-XPX ALLOYS 191
- **მალხაზ ბიბილური.** თერმულად დამუშავებული n-ტიპის სილიციუმის ელექტროფიზიკური თვისებები // Malkhaz Bibiluri. Electrophysical properties of Thermal annealed n-types Si 197
- **მაკა ტაბატაძე, ელენე ტურაშვილი.** ხელოვნური ინტელექტი და სამართალი // Tabatadze maka, Turashvili elene. ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LAW 201
- **სოფიკო პაპავაძე, გია სურგულაძე, გულბათ ნარეშელაშვილი.** სასწავლო დაწესებულების მენეჯმენტის პროცესების სრულყოფა ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით // Papavadze Sopiko, Surguladze Gia, Nareshelashvili Gulbaat. IMPROVING THE MANAGEMENT PROCESSES OF THE EDUCATIONAL INSTITUTION USING INFORMATION TECHNOLOGIES 206
- **გიორგი თევდორაშვილი.** უსადენო ქსელის რეპუტაციის მართვის სისტემა // Tevdorashvili Giorgi. WIRELESS NETWORK CONCEPTS IN MILITARY USE 212
- **მიხეილ დარჩაშვილი, იოსებ ქართველიშვილი, მაია ოხანაშვილი.** ვირტუალური კერძო ქსელის - VPN ტექნოლოგია და მისი გამოყენების უპირატესობანი ქსელში // Mikheil Darchashvili, Jiseb Kartvelishvili, Maia Okhanashvili. Virtual Private Network – VPN Technology and the Advantages of its use in the Network 215

**80** *Happy birthday!*

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

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

**აკადემიკოსი გოჩა ჩოგოვაძე**



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.



# ქალაქის ფუნქციურ-სივრცული სტრუქტურის ანალიზი არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე

მერაბ ახოზაძე, ელგუჯა კურცხალია  
m.akhobadze@gtu.ge, e.kurtskhalia@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

სისტემების სტრუქტურის ანალიზისათვის ერთ-ერთი გავრცელებული მეთოდია  $Q$  ანალიზის მეთოდი, რომელსაც ფართო, პრაქტიკული გამოყენების სპექტრი აქვს. გამოიყენება სოციალური, ეკონომიკური, ტექნიკური და სხვა სისტემების მათემატიკური მოდელირებისა და მართვისათვის. ნაშრომში, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე, გაფართოებულია  $Q$ -ანალიზის კლასიკური მეთოდი, აღნიშნული თეორიის საფუძველზე მოცემულია ალგორითმები  $Q$ -ანალიზის ძირითადი მახასიათებლების გამოსათვლელად.

**საკვანძო სიტყვები:** ურბანული სისტემა; არამკაფიო სიმრავლე; მოდელირება;  $Q$ -ანალიზი.

## 1. შესავალი

ქალაქური სისტემის მოდელირებისას, მისი სტრუქტურული და სისტემური ანალიზის დროს, საქმე გვაქვს ერთდროულად მიმდინარე, როგორც სტოქასტიკურ (მოსახლეობის, ტრანსპორტის საშუალებათა გადაადგილება და ა.შ. სხვა) ასევე აგრეგირებულ, დეტერმინირებულ (რომელიც შედეგია სტოქასტიკური ქმედებების ერთობლიობის, მაგალითად: სატრანსპორტო კომუნუკაციები, საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ობიექტები და ა.შ.) პროცესებთან. ანუ, ქალაქი მიეკუთვნება სტოქასტიკურ-დეტერმინირებულ სისტემათა კლასს. შესაბამისად მისი შესწავლა, მოდელირება უნდა განხორციელდეს შესაბამისი მათემატიკური აპარატის, კერძოდ მაკროსისტემური თეორიის საფუძველზე. სისტემას, რომელიც როგორც ერთიანი ავლენს სხვა ბუნებასა და თვისებებს, ვიდრე მისი შემადგენელი ნაწილები, ვუწოდებთ მაკროსისტემას [1].

## 2. ძირითადი ნაწილი

ზოგადად, მაკროსისტემა აღიწერება არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით:

$$x'(t) = f(x(t)) + \Delta y,$$

სადაც  $\Delta y$  ასახავს სისტემაში მიმდინარე სტოქასტიკურ პროცესებს. მდგრადობის არეები განისაზღვრება ენტროპიის მაქსიმიზაციის პრინციპით. მაკროსისტემის გარკვეული პარამეტრების მნიშვნელობებს დროს სისტემაში გვხვდება ბიფურკაციის, ქაოსისა და კატასტროფების წერტილები და არეები.

ქალაქში, ურბანულ სისტემაში მიმდინარე სხვადასხვა დინამიკური პროცესების თვისებებს, ხასიათს განსაზღვრავს ურბანული სისტემის ობიექტების სივრცულ-ფუნქციური სტრუქტურა, მაცხოვრებლები, მათი მოთხოვნები და მოთხოვნების დაკმაყოფილების დონე. აქედან გამომდინარე, ურბანული სისტემა შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ როგორც ერთობლიობა სასრული რაოდენობა ობიექტებისა: მაცხოვრებელთა სხვადასხვა ჯგუფების სიმრავლე ( $P$ ), ადამიანთა ინტერესების სიმრავლე ( $A$ ), შენობათა სიმრავლე ( $B$ ), ქუჩების სიმრავლე ( $S$ ) და სხვა. შესაბამისად ურბანული სისტემის სტრუქტურა, რომელიც განაპირობებს სხვადასხვა დინამიკურ პროცესებს, წარმოადგენს მათემატიკურ მიმართებათა  $A=\{\lambda, \mu, \dots\}$  სიმრავლეს, რომლებიც არსებობენ ამ  $A, B, S, P, \dots$  სიმრავლეთა შორის.

ჩვეულებრივ, იმის თვალსაჩინოდ ჩვენებისათვის, არსებობს თუ არა ამ სიმრავლეების რაიმე ელემენტებს შორის მოცემული მიმართება, ვსარგებლობთ ამ მიმართების შესაბამისი ინციდენტურობის მატრიცით - მატრიცით რომლის ყოველი ელემენტია ან 1 (როცა შესაბამის ელემენტებს შორის მოცემული მიმართება არსებობს), ან 0 (როცა შესაბამის ელემენტებს შორის მოცემული მიმართება არ არსებობს), ანუ



ვიყენებთ ე.წ.  $Q$ -ანალიზის მეთოდს [2]. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ორი სიმრავლის ელემენტებს შორის მოცემული მიმართების არსებობის თვალსაჩინოდ ჩვენებისათვის ვსარგებლობთ ამ სიმრავლების დეკარტული ნამრავლის რაიმე ქვესიმრავლის მახასიათებელი ფუნქციით.

მაგრამ, ხშირ შემთხვევაში, თუ ორი სიმრავლეთა გარკვეულ ელემენტებს შორის კავშირი არის უმნიშვნელო (მცირე) სხვა კავშირებთან შედარებით, მაშინ,  $Q$ -ანალიზის მეთოდის გამოყენებისათვის ასეთ კავშირს მიიჩნევენ ნულად [3]. ცხადია, ასეთი დაშვებით მიღებული მოდელის შემდგომი გამოყენების დროს იკარგება უამრავი ინფორმაცია, რამაც შეიძლება მიგვიყვანოს არასწორ შედეგებამდე, შესაძლებელია კატასტროფამდეც. მაგალითად, როდესაც ჩვენ ვსწავლობთ სისტემის წონასწორობის მდგომარეობებს და ვადგენთ მდგრადობის არებეს, მაშინ როდესაც მახასიათებელი პარამეტრის შესაბამისი წერტილი იმყოფება ორი არეს გამყოფ საზღვარზე, ან საზღვართან ძალიან ახლოს, მახასიათებელი პარამეტრების უმნიშვნელო ცვლილებამაც კი შესაძლებელია მოგვცეს თვისობრივად განსხვავებული შედეგი.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს დავძლიოთ აღნიშნული პრობლემა, კერძოდ, გავავრცოთ  $Q$ -ანალიზის მეთოდი არამკაფიო სიმრავლეების შემოტანით [4]. ამ შემთხვევაში, ინცინდენტურობის მატრიცის ელემენტები არიან არა 0 და 1 რიცხვები, არამედ არამკაფიო სიმრავლეთა მიკუთვნების ფუნქციები. რაც იგივეა, ორი სიმრავლის ელემენტებს შორის მიმართების, „კავშირის“ დასახასიათებლად ვისარგებლებთ არა ორი სიმრავლის დეკარტული ნამრავლის რაიმე ქვესიმრავლის მახასიათებელი ფუნქციით, არამედ დეკარტული ნამრავლის არამკაფიო ქვესიმრავლის მიკუთვნების ფუნქციით.

ვთქვათ  $A = \{a_1; a_2; \dots; a_s\}$  და  $B = \{b_1; b_2; \dots; b_R\}$  რაიმე სიმრავლეებია და ამ სიმრავლეებს შორის მიმართებას ვახასიათებთ რაიმე ლინგვისტური ცვლადით.  $X^1; X^2; \dots; X^p$  სიმბოლოებით აღვნიშნოთ განხილული ლინგვისტური ცვლადის შესაბამისი არამკაფიო ქვესიმრავლეები, ხოლო  $\mu_p: AxB \rightarrow [0; 1]$ -თი (ყოველი  $p \in \overline{[1; P]}$ -თვის) კი  $X^p$  არამკაფიო ქვესიმრავლის მიკუთვნების ფუნქცია. ვთვლით, რომ ყოველი  $(a_s; b_r)$  წყვილისათვის არსებობს ერთი მაინც  $p \in \overline{[1; P]}$  ისეთი, რომ  $\mu_p(a_s; b_r) = 1$ .  $X_0^p$  სიმბოლოთი აღვნიშნოთ  $\mu_p$  მიკუთვნების ფუნქციის მატარებელი - ყველა იმ  $(a; b) \in AxB$  წყვილების სიმრავლე, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას:  $\mu_p(a; b) > 0$ . რადგან ჩვენი მიზანია შევისწავლოთ კავშირი განსახილველი სისტემის სხვადასხვა ქვესიმრავლეებს შორის, ამიტომ ჩვენ განვიხილავთ შემთხვევას, როცა სრულდება პირობა:  $\bigcup_{p=1}^P X_0^p = AxB$ , ამასთან, შესაძლებელია  $X^p$  სიმრავლეების დალაგება დონეების მიხედვით, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუ  $p_1 > p_2$ , მაშინ  $X^{p_1}$  აღნიშნავს კავშირის უფრო მაღალ დონეს, ვიდრე  $X^{p_2}$  (მაგალითად, თუ ორი  $A$  და  $B$  სიმრავლის ელემენტებს შორის მიმართებას ვახასიათებთ ლინგვისტური ცვლადით „კავშირი“, არამკაფიო ქვესიმრავლეები შეიძლება იყოს:  $X^1$  - „კავშირი არ არსებობს“,  $X^2$  - „კავშირი სუსტია“,  $X^3$  - „კავშირი საშუალო სიძლიერისა“,  $X^4$  - „კავშირი ძლიერია“).

შევადგინოთ ამ მიმართების შესაბამისი „არამკაფიო მატრიცა“ -  $\Lambda$  შემდეგი წესით: ყოველი  $s \in \overline{[1; S]}$ ,  $r \in \overline{[1; R]}$ -თვის  $\Lambda$  მატრიცის შესაბამისი სტრიქონისა და სვეტის გადაკვეთაზე მდგომი ელემენტი (რომელსაც აღვნიშნავთ  $\overline{(a_s; b_r)}$  სიმბოლოთი) იყოს ვექტორი:

$$\overline{(a_s; b_r)} = (\mu_1(a_s; b_r); \mu_2(a_s; b_r); \dots; \mu_p(a_s; b_r)),$$

ანუ  $A$  და  $B$  სიმრავლის ელემენტებს შორის არსებული  $\lambda$  მიმართების შესაბამისი „არამკაფიო მატრიცა“:

$$\Lambda = \begin{pmatrix} \overline{(a_1; b_1)} & \overline{(a_1; b_2)} & \dots & \overline{(a_1; b_R)} \\ \overline{(a_2; b_1)} & \overline{(a_2; b_2)} & \dots & \overline{(a_2; b_R)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \overline{(a_S; b_1)} & \overline{(a_S; b_2)} & \dots & \overline{(a_S; b_R)} \end{pmatrix}.$$

ავაგოთ „არამკაფიო მატრიცის“ საშუალებით მოცემული არამკაფიო მიმართების შესაბამისი სტრუქტურის ვექტორი.

ჩვენ დაგვჭირდება  $\Lambda$  და  $\Lambda^T$  მატრიცების ნამრავლის გამოთვლა. ამისათვის კი პირველ რიგში დაგვჭირდება განვმარტოთ ორი ვექტორის „ზადესეული სკალარული ნამრავლი“ [4] (ამ ნამრავლს

ვუწოდეთ „ზადესეული სკალარული ნამრავლი“, რადგან მისი გამოთვლისას ვსარგებლობთ ზადეს მიერ შემოთავაზებული წესების შესაბამისად [5]):

$$\overline{(a_s; b_r)} \cdot \overline{(a_j; b_n)} = \max_{1 \leq p \leq P} \{ \min \{ \mu_p(a_s; b_r); \mu_p(a_j; b_n) \} \},$$

რადგან ჩვენ განვიხილავთ სასრულ რაოდენობის ელემენტების მქონე სიმრავლეებს, ამიტომ ყოველი  $s, j$  და  $r$ -თვის იარსებებს ერთი, ან რამდენიმე  $p \in \overline{1; P}$ , რომლისთვისაც მაქსიმუმი მიიღწევა.  $p_0(s, j, r)$ -ით აღვნიშნოთ ასეთ  $p$ -ებს შორის უდიდესი. განვიხილოთ არამკაფიო ქვესიმრავლე  $X^{p_0(s, j, r)}$ .  $\Lambda$  და  $\Lambda^T$  მატრიცების ნამრავლი ვუწოდოთ არამკაფიო მატრიცს, რომლის  $c_{sj}$  ელემენტი მოიცემა ფორმულით:

$$c_{sj} = \max_{1 \leq r \leq R} \{ X^{k_0(s, j, r)} \}.$$

რადგან  $X^p$  ქვესიმრავლეები დალაგებულია დონეების მიხედვით, ამიტომ  $c_{ss}$  ელემენტი ესაა არამკაფიო სიმრავლე  $X^p$ , რომლისთვისაც არსებობს ერთი მაინც  $b_r$  ელემენტი  $B$  სიმრავლიდან ისეთი, რომ  $\mu_p(a_s; b_r) = \max_{1 \leq k \leq P} \{ \mu_k(a_s; b_s) \}$ , ამასთან  $p$  არის ასეთ რიცხვებს შორის უდიდესი, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ,  $c_{ss}$  ელემენტი ესაა არამკაფიო ქვესიმრავლე  $X^p$ , რომელსაც რომელიღაც  $b_r$ -თვის ყველაზე დიდი „წონით“ ეკუთვნის  $(a_s; b_r)$  ელემენტი, ამასთან  $p$  არის ასეთ რიცხვებს შორის უდიდესი;

თუ  $s \neq j$ , მაშინ  $c_{sj}$  ესაა არამკაფიო ქვესიმრავლე  $X^p$ , რომლისთვისაც არსებობს ერთი მაინც  $b_r$  ელემენტი  $B$  სიმრავლიდან ისეთი, რომ  $\mu_p(a_s; b_r) = \max_{1 \leq k \leq P} \{ \mu_k(a_s; b_r) \}$  და  $\mu_p(a_j; b_r) = \max_{1 \leq k \leq P} \{ \mu_k(a_j; b_r) \}$ , ამასთან  $p$  არის ასეთ რიცხვებს შორის უდიდესი.

ვითქვით, რომ  $a_s$  და  $a_j$  ელემენტები არიან  $p$  ბმული, თუ არსებობს  $m \geq p$  ისეთი, რომ  $c_{sj} = X^m$ .

ყოველი  $p$ -თვის,  $0 \leq p \leq P$  ავავოთ  $A$  სიმრავლის  $A^p$  ქვესიმრავლე შემდეგი წესით:  $a_s \in A^p$ , თუ  $c_{ss} = X^m$  და  $m \geq p$ .  $A^p$  სიმრავლე დავყოთ თანაუკვეთ ქვესიმრავლეებად (ექვივალენტობის კლასებად) შემდეგი წესით:  $A^p$  სიმრავლის ორი  $a_s$  და  $a_j$  ელემენტი ეკუთვნის ერთსა და იმავე ექვივალენტობის კლასს მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა ისინი არიან  $p$  ბმული, ან თუ არსებობს რაიმე მიმდევრობა  $A^p$  სიმრავლის ელემენტებისა, რომელი მიმდევრობის პირველი წევრი არის  $a_s$  ელემენტი, ბოლო წევრი  $a_j$  ელემენტი, ამასთან ამ მიმდევრობის ნებისმიერი ორი ერთმანეთის მომდევნო წევრი არიან  $p$  ბმული.  $Q_p$ -თი აღვნიშნოთ  $A^p$  სიმრავლის ექვივალენტობის კლასების რიცხვი.

ვექტორს  $Q = (Q_0; Q_1; Q_2; \dots; Q_P)$  ეწოდება  $A$  და  $B$  სიმრავლეებს შორის მოცემული მიმართების შესაბამისი სტრუქტურის ვექტორი.

ყოველი  $0 \leq p \leq P$ -თვის სტრუქტურის ვექტორის კოორდინატი  $Q_p$  გვიჩვენებს  $A^p$  სიმრავლის ელემენტებს შორის  $p$  დონის ( $p$  ხარისხის) ინფორმაციის გაცვლისათვის არსებულ გეომეტრიულ წინააღმდეგობებს. რაც უფრო დიდია  $Q_p$  რიცხვი, მით მეტი წინააღმდეგობა გვხვდება  $A^p$  სიმრავლის ელემენტებს შორის  $p$  დონის ( $p$  ხარისხის) კავშირის განსახორციელებლად.

ვთქვათ  $p_0 \in \overline{1; P}$ . შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\hat{q}_s(p_0) = \# \{ r : \text{არსებობს } p \geq p_0, \text{ ისეთი, რომ } \mu_p(a_s; b_r) = 1 \},$$

$$\check{q}_s(p_0) = \max \{ q_{sj}(p_0), j \in \overline{1; S}, j \neq s \},$$

სადაც:

$$q_{sj}(p_0) = \begin{cases} \# \{ r : \text{არსებობს } p_1 \geq p_0, p_2 \geq p_0 \text{ ისეთი, რომ } \mu_{p_1}(a_s; b_r) = \mu_{p_2}(a_j; b_r) = 1 \} \\ 0, \text{ თუ ასეთი } r \text{ არ არსებობს} \end{cases}$$

სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ,  $\hat{q}_s(p_0)$  გვიჩვენებს  $p_0$  დონის, ან უფრო მაღალ დონის რამდენი სხვადასხვა არხით შეუძლია  $A$  სიმრავლის  $a_s$  ელემენტს კავშირი განახორციელოს (ინფორმაცია გაცვალოს)  $A$  სიმრავლის რომელიმე სხვა ელემენტთან, ხოლო  $\check{q}_s(p_0)$  კი გვიჩვენებს მაქსიმალურ რაოდენობას  $p_0$  დონის, ან უფრო მაღალ დონის არხებისა, რომლითაც ის რეალურად უკავშირდება  $A$  სიმრავლის რომელიმე სხვა ელემენტს.  $\hat{q}_s(p_0) > \check{q}_s(p_0)$  ნიშნავს, რომ გარკვეული აზრით  $a_i$  განსხვავდება სხვა ელემენტებისაგან, „განსაკუთრებული“.

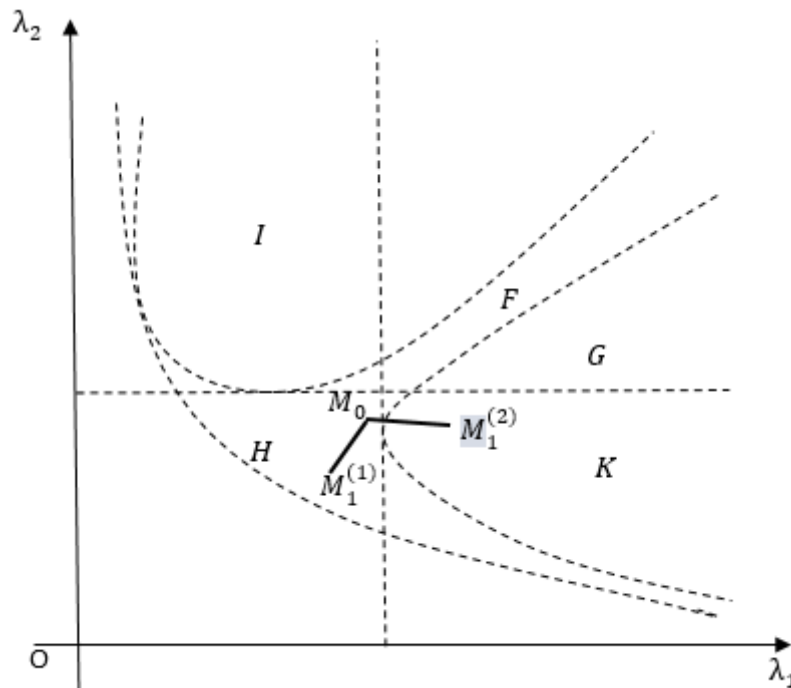
სიდიდეს, რომელიც მოიცემა ფორმულით:

$$Ecc_{p_0}(a_s) = \frac{\bar{q}_s(p_0) - \check{q}_s(p_0)}{\bar{q}_s(p_0)}$$

ვუწოდოთ  $A$  სიმრავლის  $a_s$  ელემენტის  $p_0$  დონის ექსცენტრისიტეტი.

$a_s$  ელემენტის  $p_0$  დონის ექსცენტრისიტეტი გვიჩვენებს  $a_s$  ელემენტის „განცალკავების“, „განსაკუთრებულობა“ ხარისხს. ცხადია, რომ  $a_s$  ელემენტის „განსაკუთრებულობა“, „განცალკავების“ ხარისხი უდიდესი იქნება მაშინ როცა  $\check{q}_s(p_0) = 0$  - როცა  $a_s$  ელემენტი სხვა ელემენტთან კავშირს (ინფორმაციის გაცვლას) ვერ ახერხებს  $p_0$  დონეზე კი.

1-ელ ნახაზი ასახავს ქალაქის ორ რაიონში მოსახლეობის რაოდენობის ზრდის ხასიათს, როდესაც იქ მიმდინარეობს სარეკონსტრუქციო სამუშაოები.  $\lambda_1$  და  $\lambda_2$  წარმოადგენს მოსახლეობის ერთგვაროვანი სოციალური ჯგუფების ინტერესების დაკმაყოფილების პარამეტრებს [1].



ნახ.1

ცხადია, აღნიშნული პარამეტრების სიდიდეები იცვლება სარეკონსტრუქციო სამუშაოების შესაბამისად.  $F, G, H, I, K$  არის მდგრადობის არეები. იმ შემთხვევაში, თუ გარკვეული სარეკონსტრუქციო სამუშაოების დროს, მოსახლეობის ინტერესების მახასიათებელი პარამეტრების სიდიდეები არ კვეთენ არეებს გამყოფ ზედაპირებს, მაშინ მოსახლეობის რაოდენობის მკვეთრ ზრდას არ ექნება ადგილი.  $M_0$  ახასიათებს სარეკონსტრუქციო სამუშაოების დაწყებას. როგორც ვხედავთ, ერთიდაიგივე სარეკონსტრუქციო სამუშაოების ჩატარების დროს, როდესაც ქალაქის სტრუქტურა აღწერილი იყო ინციდენტურობის მატრიცით, მიიღება  $M_0 M_1^{(1)}$  წირი, არამკაფიო სიმრავლეების შემოტანით კი  $M_0 M_1^{(2)}$  წირი.

გარკვეული ამოცანების განხილვის დროს,  $A, B, S, P$  სიმრავლეები შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც არამკაფიო სიმრავლეები, მაგალითად, როდესაც განვიხილავთ მიმართებას მოსახლეობის ერთგვაროვან სოციალურ ჯგუფებსა  $A = (A_1, A_2, \dots, A_n)$  და მათ შესაძლო ინტერესებს  $B = (B_1, B_2, \dots, B_k)$  შორის. პრაქტიკულად ყველა ერთგვაროვან  $A_i$  ჯგუფში არსებობს იერარქიული სტრუქტურები, პიროვნებათა ჯგუფები, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: ავტორიტეტით, ლიდერობის უნარით, გავლენით,

სამომავლო გეგმებით და ა.შ. სხვა. ამ შემთხვევაში ინციდენტურობის მატრიცის  $A=\{\lambda, \mu, \dots\}$  ელემენტები იქნებიან არამკაფიო სიმრავლეთა მიკუთვნების ფუნქციები. მას შემდეგ, როდესაც განისაზღვრება  $A \times B$  ( $A$  და  $B$  სიმრავლეების დეკარტული ნამრავლი) ურბანული სისტემის სტრუქტურის ანალიზი განხორციელდება ზემოთ აღწერილი პროცედურის მიხედვით.

### 3. დასკვნა

არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე შექმნილი  $q$ -ანალიზის მეთოდი და ალგორითმები საშუალებას იძლევიან გავაკეთოთ ზუსტი პროგნოზი, ურბანულ სისტემაში მიმდინარე დინამიკური პროცესებისა და ავიცილოთ კატასტროფები.

### ლიტერატურა – References :

1. Akhobadze M. (1997), Issues of mathematical modeling and management of macrosystems. Monograph, Tbilisi (in Geo).
2. Atkin R.H. (1972). From Cohomology in Physics to  $q$ -connectivity in social science. Inf. Machine studies, 4.
3. Akhobadze M., Kurtskhalia E., Mesabliashvili B. (2018), Structural analysis and management of difficult macrosystems. Publishing house `Technical University` Tbilisi (in Geo).
4. Merab Akhobadze and Elguja Kurtskhalia (2021). Fuzzy Relationships in an Urban System. BULLETIN OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, vol. 15, no. 1, 2021.
5. Zadeh L. A. (1974). Fundamentals of a new approach to the analysis of complex and processes. In the book: Mathematics today. - M.: Knowledge. - P. 5-49.

## ANALYSIS OF THE FUNCTIONAL-SPATIAL STRUCTURE OF THE CITY ON THE BASIS OF FUZZY SET THEORY

Merab Akhobadze, Elguja Kurtskhalia

m.akhobadze@gtu.ge, e.kurtskhalia@gtu.ge

Georgian Technical University

### Abstract

One of the most common methods for analyzing the structure of a system, is the Q-analysis method, which has a wide range of practical applications. It is used for mathematical modeling and management of social, economic, technical and other systems. In the article, based on the theory of fuzzy sets, the classical method of Q-analysis is expanded. On the basis of this theory, are presented algorithms for calculating the main characteristics of Q-analysis.

## „KVM” ჰიპერვიზორის სისუსტეების ანალიზი

ნიკოლოზ ბჟალავა, გიორგი იოსებიძე,  
 g.ioseb60@gmail.com, bzhhalavanikoloz08@gtu.ge  
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

გადმოცემულია KVM ჰიპერვიზორის მოწყვლადობების კვლევის შედეგები, გამშვები და სამიზნე სივრცეების მიხედვით. მონაცემთა ბაზაში მოწყვლადობების პარამეტრების დეტალური ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ საკამოდ დიდი წილი მოდის ისეთ მოწყვლადობებზე, რომელთა გამშვები სივრცე არის ვირტუალური გარემო, ხოლო სამიზნე - ძირითადი ოპერაციული სისტემა ან თვითონ ჰიპერვიზორი. ამასთანავე ამ მოწყვლადობების CVSS პარამეტრების შესწავლამ აჩვენა, რომ მათი უმეტესობის წვდომის ვექტორი არის ლოკალური, ხოლო ხელმისაწვდომობაზე გავლენა კი სრული. ყოველივე ეს გვაძლევს იმის დასკვნის საფუძველს, რომ მსგავსი ტიპის მოწყვლადობები განსაკუთრებით სახიფათოა ღრუბლოვანი გამოთვლებისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** KVM, ჰიპერვიზორის მოწყვლადობები. გამშვები სივრცე, სამიზნე სივრცე, ტრიგერი, CVSS.

### 1. შესავალი

ღრუბლოვანი გამოთვლები სულ უფრო პოპულარული ხდება ინფორმაციული ტექნოლოგიების ბიზნესებს შორის, თავის მოქნილობისა და რენტაბელურობის გამო. მათ შორის „IaaS“ (Infrastructure as a Service) წარმოადგენს სხვა დანარჩენი სერვისების (Paas, SaaS) საფუძველს. მისი მთავარი თვისება, ელასტიურობა წარმოუდგენელია ვირტუალიზაციის ტექნოლოგიის გარეშე. არსებობს მთელი რიგი უსაფრთხოების გამოწვევები, რომლებიც დაკავშირებულია ვირტუალიზაციის პროცესთან ღრუბლოვან გამოთვლებში. ვირტუალიზაციის ნებისმიერი შემადგენელი კომპონენტი შეიძლება გახდეს შეტევის სამიზნე და შეტევის ობიექტი.

ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა „KVM” ჰიპერვიზორის სხვადასხვა მოწყვლადობა, 2013 წლიდან დღემდე. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა სისუსტეების დეტალური ანალიზი, კერძოდ, იმის დადგენა თუ მოწყვლადობების საერთო რაოდენობის რა წილი მოდის ისეთი ტიპის სისუსტეებზე, რომლებიც იძლევიან იმის საშუალებას, რომ არასანქცირებული წვდომა, შეტევა განხორციელდეს ვირტუალური მანქანის, ვირტუალური გარემოს მხრიდან და რამდენად სახიფათოა ისინი სისტემისთვის.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ჩატარებული კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ საფრთხეების დიდი ნაწილი მომდინარეობს ვირტუალური გარემოდან, შედეგები მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

როდესაც საუბარია სისტემაში მოწყვლადობებზე, არსებობს ე.წ. სასხლეტი გარემო - ტრიგერი (trigger), სივრცე საიდანაც ხდება ამ მოწყვლადობის გაშვება, მოქმედებაში მოყვანა და არსებობს სამიზნე, ანუ სისტემის შემადგენელი კომპონენტი, რომლის დაზიანებაც ხდება. სასხლეტად შეიძლება გამოყენებული იქნას, როგორც ვირტუალური ოპერაციული სისტემა, ასევე

*ცხრ.1*

№	სასხლეტი	სამიზნე	რაოდენობა
1	Guest VM	Host OS	27
2	Guest VM	Hypervisor	7
3	Guest VM	Guest OS	19
4	Host OS	Host OS	26
ჯამი			79

ვირტუალური ოპერაციული სისტემის რომელიმე კონკრეტული მომხმარებლის გარემო. ჩვენს კვლევებში ამ ორი სივრცის, ვირტუალური ოპერაციული სისტემის და ვირტუალური ოპერაციული სისტემის რომელიმე კონკრეტული მომხმარებლის გარემო, როგორც ტრიგერი, გაერთიანებულია და მოცემულია „Guest VM“ სახით. ასევე სასხლეტად შეიძლება გამოყენებული იქნას ძირითადი ოპერაციული სისტემა -

Host OS. რაც შეეხება სამიზნე კომპონენტებს, ეს შეიძლება იყოს როგორც Host OS, ასევე თვითონ ვირტუალური ოპერაციული სისტემა (Guest OS) ან ჰიპერვიზორი (Hypervisor). ღრუბლოვანი გამოთვლების სპეციფიკიდან გამომდინარე განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, შეტევის მიმართულება:

სასხლეტი (ტრიგერი) „Guest VM“ და სამიზნეები ძირითადი ოპერაციული სისტემა, Host OS და ჰიპერვიზორი. კვლევის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ასეთი ტიპის მოწყვლადობების რაოდენობა, ანუ ტრიგერები ვირტუალური გარემო და სამიზნე ძირითადი ოპერაციული სისტემა, ან ჰიპერვიზორი, ჯამში არის 34. მათი სრული ჩამონათვალი მოცემულია me-2 ცხრილში.

ცხრ.2

№	CVE- ID	CVSS		წვდომის ვექტორი (Access Vector, AV)	გავლენა ხელმისაწვდომობაზე (Availability Impact, A)
		V 3.1	V 2		V3.1/V2
1	CVE-2012-2119		5.2 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
2	CVE-2013-1796		6.8 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
3	CVE-2013-1797		6.8 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
4	CVE-2013-1798		6.2 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
5	CVE-2010-0430		6.2 მაღალი	ქსელი	სრული
6	CVE-2013-6376		5.2 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
7	CVE-2013-6367		5.7 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
8	CVE-2013-1935		5.7 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
9	CVE-2014-8481		4.9 საშუალო	ლოკალური	სრული
10	CVE-2014-8480		4.9 საშუალო	ლოკალური	სრული
11	CVE-2014-8369	7.8 მაღალი	4.6 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/ნაწილობრივ
12	CVE-2014-3611	4.7 საშუალო	4.7 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული
13	CVE-2014-3610	5.5 საშუალო	4.9 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული
14	CVE-2014-3601		4.3 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
15	CVE-2014-0155		5.5 საშუალო	მომიჯნავე ქსელი	სრული
16	CVE-2014-0049		7.4 მაღალი	მომიჯნავე ქსელი	სრული
17	CVE-2016-3713	7.1 მაღალი	5.6 საშუალო	ლოკალური	სრული
18	CVE-2016-0749	9.8კრიტიკული	10.0 მაღალი	ქსელი/ლოკალური	მაღალი/სრული
19	CVE-2015-5260	7.8 მაღალი	7.2 მაღალი	ქსელი/ლოკალური	მაღალი/სრული
20	CVE-2016-4020	6.5 საშუალო	2.1 დაბალი	ლოკალური	-
21	CVE-2015-7513	6.5 საშუალო	4.9 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული
22	CVE-2015-8104		4.7 საშუალო	ლოკალური	სრული
23	CVE-2015-5307		4.9 საშუალო	ლოკალური	სრული
24	CVE-2018-12904	4.9 საშუალო	4.4 საშუალო	ლოკალური	დაბალი/ნაწილობრივ
25	CVE-2017-12154	7.1 მაღალი	3.6 დაბალი	ლოკალური	-
26	CVE-2017-1000252	5.5 საშუალო	2.1 დაბალი	ლოკალური	მაღალი/ნაწილობრივ
27	CVE-2017-12168	6.0 საშუალო	4.9 საშუალო	მომიჯნ. ქსელ/ლოკალ.	მაღალი/სრული
28	CVE-2017-8106	6.0 საშუალო	4.9 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული
29	CVE-2017-2596	6.5 საშუალო	4.9 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული
30	CVE-2016-9777	7.8 მაღალი	6.9 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული
31	CVE-2018-16882	8.8 მაღალი	7.2 მაღალი	ლოკალური	მაღალი/სრული
32	CVE-2019-7221	7.8 მაღალი	4.6 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/ნაწილობრივ
33	CVE-2019-3887	5.6 საშუალო	4.7 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული
34	CVE-2020-8834	6.5 საშუალო	4.9 საშუალო	ლოკალური	მაღალი/სრული

ჩვენი კვლევისთვის განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია სწორედ ამ სისუსტეების შესწავლა. მათი დეტალური ანალიზის შედეგად გამოიკვეთა მეტად მნიშვნელოვანი გარემოება, როგორც ცხრილი 2-დან ჩანს, მათი CVSS შეფასება ძირითად მერყეობს საშუალო სიდიდეზე, (რამდენიმე გამონაკლისის გარდა) თუმცა საყურადღებოა შემდეგი ფაქტი: მათი უმეტესობის წვდომის ვექტორი (Access Vector არის

ლოკალური და ასევე გავლენა ხელმისაწვდომობაზე (Availability Impact, A) არის სრული (Complete, C), ანუ სისტემა ამ მოწყვლადობის გააქტიურების შემდეგ იქნება სრულიად მიუწვდომელი.

ლოკალური წვდომის ვექტორის მქონე სისუსტეების გაშვება, გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც სისტემაზე გვაქვს პირდაპირი წვდომა, ანუ არა დისტანციურად ქსელით, არამედ ლოკალური გარემოთი, (local, shell account). CVSS შეფასების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს სწორედ წვდომის ვექტორის ტიპს, ზუსტად აქედან გამომდინარეობს ჩვენს მიერ შესწავლილი მოწყვლადობების შედარებით დაბალი CVSS შეფასებები. ვინაიდან ლოკალური წვდომის ვექტორის მქონე სისუსტე, რიგ შემთხვევებში შეიძლება ჩაითვალოს ნაკლებად საშიშად სისტემისთვის. თუმცა ის გარემოება, რომ ჰიპერვიზორის სისუსტეებში ჭარბობს ისეთები, რომელთა წვდომის ვექტორიც არის ლოკალური და მათი ხელმისაწვდომობის ვექტორი კი სრული, განსაკუთრებულ საფრთხეს წარმოადგენს ღრუბლოვანი სერვისების შემთხვევაში, მათი სპეციფიკიდან გამომდინარე.

### 3. დასკვნა

ღრუბლოვანი სერვისები, ისეთები როგორცაა პლატფორმა როგორც სერვისი „PaaS: Platform as a Service“ და ინფრასტრუქტურა როგორც სერვისი „IaaS: Infrastructure as a Service“, მომხმარებელს, კლიენტს პირდაპირ აძლევს იმის საშუალებას, რომ ვირტუალიზაციის მეშვეობით, ჰიპერვიზორზე გაუშვას ნებისმიერი ოპერაციული სისტემა, ან უკვე მზა ვირტუალურ ოპერაციულ სისტემაზე შეასრულოს ნებისმიერი მოქმედება, რაც თავისთავად ნიშნავს, რომ მას აქვს ლოკალური წვდომა ამ ვირტუალურ სივრცეზე. მას აქვს საშუალება ლოკალური წვდომის სხვადასხვა მოწყვლადობა გამოიყენოს როგორც ძირითადი ოპერაციული სისტემის, ასევე ჰიპერვიზორის და ვირტუალური მანქანების დასაზიანებლად, ან არასანქცირებული წვდომის მოსაპოვებლად. იმისათვის, რომ ვირტუალიზაციის დროს, როგორც ძირითადი ოპერაციული სისტემა, ისე ჰიპერვიზორი და ვირტუალური მანქანები იყოს დაცული ასეთი მოწყვლადობის მავნე ზემოქმედებისგან, აუცილებელია, რომ ისინი მაქსიმალურად იქნას ერთმანეთისგან იზოლირებული. ამ ამოცანის გადაჭრა სხვადასხვა ჰიპერვიზორებში ხდება განსხვავებული მეთოდებით და უსაფრთხოების მექანიზმებით. KVM ჰიპერვიზორის შემთხვევაში, რომელიც წარმოადგენს Linux ბირთვის მოდულს, ასეთი უსაფრთხოების საუკეთესო მექანიზმად შეგვიძლია მივიჩნიოთ Selinux (Security Enhanced Linux) უფრო ზუსტად კი მისი ვირტუალიზაციის მხარდაჭერა - Svir (Secure Virtualization). Svirt-ის, როგორც საკამოდ მძლავრი უსაფრთხოების მექანიზმის დეტალური შესწავლა და ანალიზი, მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს ღრუბლოვანი გამოთვლებისათვის, ვინაიდან ე.წ. ღია კოდის პროდუქტები და მათ შორის განსაკუთრებით KVM ჰიპერვიზორი, საკამოდ მზარდი პოპულარობით სარგებლობს უკვე სხვადასხვა ღრუბლოვანი სერვისების მომწოდებლებში.

### ლიტერატურა – References :

1. Perez-Botero D., Szefer J., Lee R.B. (2013). Characterizing Hypervisor Vulnerabilities in Cloud Computing Servers.
2. A Complete Guide to the Common Vulnerability Scoring System, <https://www.first.org/cvss/v2/guide>
3. National Vulnerability Database, Internet resource: <https://nvd.nist.gov/>

## ANALYSES OF „KVM” HYPERVISOR VULNERABILITIES

Bzhalava Nikoloz, Iosebidge Giorgi

Georgian Technical University

### Summary

The paper discusses the vulnerability study of the KVM hypervisor according to trigger and target spaces. A detailed analysis of the vulnerability features in the database showed that large proportion is from the vulnerabilities where the trigger space is virtual environment and target is host operation system or the hypervisor itself. In addition, a study of the CVSS parameters of these vulnerabilities showed that their «Access Vector» is local and «Availability Impact» is complete. All of this leads us to conclude that these types of vulnerabilities are particularly dangerous for cloud computing.

# კიბერტექნოლოგიების გამოყენების რისკების ანალიზი და კიბერუსაფრთხოების უზრუნველყოფის მეთოდები

ავთანდილ ბარდაველიძე<sup>1</sup>, ხათუნა ბარდაველიძე<sup>2</sup>, ირაკლი ბაშელიშვილი<sup>1</sup>

bardaveli@yandex.ru, bardaveli54@mail.ru, bashelishvili.irakli@gmail.com

1-აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

2-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია პროფესიული უსაფრთხოების მართვის სისტემების მდგრადობის კვლევის სალითხები კიბერუსაფრთხის და კიბერშეტევების კონტექსტში. წარმოდგენილი მიზნის მიღწევასათვის ფორმულირებული და გადაწყვეტილია შემდეგი ამოცანები: კიბერუსაფრთხის მასშტაბების განსაზღვრა; კიბერშეტევების ძირითადი წყაროებისაგან დაცვის არსებული ტექნოლოგიის იდენტიფიცირება; კიბერუსაფრთხოების გავლენის ანალიზი პროფესიულ და კომპანიის უსაფრთხოებაზე; კიბერარაკომპენენტურობის გავლენის ანალიზი მომხმარებლების და გარემოს უსაფრთხოებაზე. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე გაკეთებულია დასკვნები.

**საკვანძო სიტყვები.** კიბერუსაფრთხოება. პროფესიული უსაფრთხოება. კომპიუტერიზაცია. კიბერშეტევა.

## 1. შესავალი

კიბერუსაფრთხოების გავრცელების მთავარი თავსატეხი საკითხი 21-ე საუკუნეში მსოფლიოში ჯერ კიდევ რჩება მართვა და ტექნოლოგიები. მართვასა და ტექნოლოგიებში კიბერუსაფრთხოება მთავარ პრობლემად 1980 წლიდან რჩება. უსაფრთხოების პრობლემა წარმოდგენილია მთლიანად საწარმოს უსაფრთხოების კონტექსტში და ასევე თანამშრომელთა უსაფრთხოების და ჯამრთელობის დაცვაზე. კიბერუსაფრთხოები მოდის არა მარტო გარე პროგრამული პროდუქტის გავლენებიდან, არამედ წარმოების უსაფრთხოებიდანაც, რომლებიც არ აკმაყოფილებს ნორმატიულ მოთხოვნებს, რამაც შეიძლება სამუშაო ადგილის მოშლა გამოიწვიოს [1].

ნაშრომის აქტუალობა განისაზღვრება იმით, რომ დღეისათვის კიბერუსაფრთხე გამოვიდა ინფორმაციული ტექნოლოგიების სპეციალისტების შესაძლებლობებიდან და მათი პრობლემები ეროვნულ პრობლემებთან გახა შეხებაში. ვითვალისწინებთ რა საწარმოების, ბანკების, ეკონომიკის და სოციალური სექტორების კომპიუტერიზაციის და ასევე კომპიუტერებისა და კომპიუტერული ტექნოლოგიების გავრცელება საზოგადოებაში, ის პრობლემაა, რომელიც დღითიდღე იზრდება. ერთის მხრივ ხელმისაწვდომობა, სიმარტივე და მოხერხებულობა, მეორე მხრივ მომხმარებელთა ჯამრთელობა და უსაფრთხოების მეორე პლანზე გადატანა დაუშვებელია. ამიტომ აუცილებელია კიბერტექნოლოგიების გამოყენების რისკების ანალიზი და კიბერუსაფრთხოების უზრუნველყოფის მეთოდების და საშუალებების პოვნა.

კვლევის ობიექტია კომპანიების პროფესიული უსაფრთხოების მართვის სისტემა. პროფესიონალური უსაფრთხოება ხასიათდება მრავალი ვექტორით, მათ შორის კიბერუსაფრთხოებითაც, რომელიც შეიძლება გახდეს უბედური შემთხვევის ან კატასტროფის მიზეზი წარმოებაში. პროფესიული უსაფრთხოების მართვის სისტემა (**პუმს**) წარმოადგენს რთულ და მრავალდონიან კომპოზიციას, რომლის ფუნქციონირება დამოკიდებულია კომპიუტერული პროგრამების და კომპანიის ინჟინერი და ხელმძღვანელი პერსონალის შემადგენლობის მომზადების დონეზე. **პუმს** - ის მუშაობის ეფექტურობისათვის უნდა გამოვიყენოთ პროფესიონალური უსაფრთხოების აუდიტი, რომელიც იხილავს შრომითი საქმიანობის ორგანიზაციულ, ტექნიკურ, ფსიქოფიზიოლოგიურ და სხვა ასპექტებს. **პუმს** წარმოადგენს საწარმოს საერთო მართვის სისტემის განუყოფელ ნაწილს, რომელიც უზრუნველყოფს საწარმოს მთავარი ელემენტის - ადამიანის უწყვეტ და ეფექტურ საქმიანობას.



პროფესიული უსაფრთხოების მართვის სისტემის მთავარ ნაკლს წარმოადგენს ადამიანის არაპროგნოზირებადი ფსიქოფიზიოლოგიური მდგომარეობა, მისი დამოკიდებულება შიგა და გარე ფაქტორებზე, მათ შორის კომპიუტერიდანაც. ადამიანზე კომპიუტერის გავლენა მქადავდება მრავალი მაჩვენებლით, რაც ხშირ შემთხვევაში მედიკოსების მიერ პროგნოზირდება როგორც ავადმყოფობა. ამიტომ დღეისათვის აუცილებელია კომპანიების ხელმძღვანელებმა, ყველა დონის ინჟინერ-ტექნიკურმა პერსონალმა, რომლებიც დაკავებული არიან **კუმს**-ით აიმაღლოს ცოდნა კიბერუსაფრთხოების და ორგანიზაციის კიბერშეტევებისაგან დაცვის თანამედროვე სისტემების სრულყოფის შესახებ [1,2].

ნაშრომში განხილულია კომპანიების და ადამიანთა ცხოვრების კომპიუტერიზაციის პროცესის პრობლემები, კიბერუსაფრთხოების უზრუნველყოფის შესაძლებლობის საჭიროების და ადამიანების პროფესიული უსაფრთხოების კონტექსტში. ნაჩვენებია, რომ კიბერტექნოლოგიების მასშტაბები იწვევს მომხმარებლების კომპიუტერის გამოყენების რისკის კიბერუსაფრთხისგან დაცვის საჭიროებას. ძირითადი ყურადღება ექცევა ადამიანების უსაფრთხოებას, როგორც მთავარი ელემენტი, რომელიც განსაზღვრავს საფრთხეების წყაროს და მისი დაცვის აუცილებლობას. ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს პროფესიონალურ უსაფრთხოებაზე კიბერუსაფრთხის გავლენის ანალიზი.

სრულყოფილი ხდება რა პროგრამული უზრუნველყოფა, ზიანმატარებელი პროგრამები, ახალი ჯაშუშური და ჰაკერული პროგრამები - კომპანიების ყველა დონის სპეციალისტი და ხელმძღვანელობა იძულებული ხდება სრულყოფს თავისი კომპიუტერული და კიბერუსაფრთხოების გარემოს შესახებ ცოდნა [1,2].

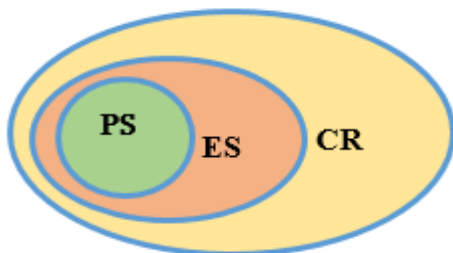
## 2. ძირითადი ნაწილი

დღეისათვის კიბერსაშიშროება მოიცავს კიბერსივრცის ყველა ასპექტს ინდივიდუალური მომხმარებლებიდან სახელმწიფოთა ნაციონალურ ინტერესებამდე. ეს სასწრაფოდ თხოულობს შეიცვალოს არსებული პრობლემის ფორმულირება, რომელიც წარმოგვიდგება კომპიუტერებით და კომპანიების კომპიუტერიზაციით, არსებული რთული და ახალი ფაქტორების კომპლექსით - ეს ერთის მხრივ საზოგადოების პროგრესია, მეორეს მხრივ მას აყენებს ზიანს [2].

ვითარდება რა კომპიუტერის პროგრამული უზრუნველყოფა, შესაბამისად სრულყოფილი ხდება ზიანმომტანი პროგრამები. მუშავდება რა ახალი და ახალი ჯაშუშური და ჰაკერული პროგრამები, კომპანიის ნებისმიერი დონის მენეჯერი-სპეციალისტი დამოკიდებული ხდება კიბერსივრცეზე და იძულებულია უფრო სრულყოფს ინფორმატიკის და კიბერუსაფრთხოების სფეროში თავისი ცოდნა.

ანალიზის შედეგები გვიჩვენებს თუ რამდენად საშიშია კიბერშეტევები: სამწუხაროა, მაგრამ უნდა ვაღიაროთ, რომ კიბერუსაფრთხოება 21-ე საუკუნის ერთ-ერთ დამახასიათებელ პრობლემად იქცა. კიბერშეტევების მსხვერპლი პირდაპირ თუ ირიბად ყოველწლიურად მილიონობით ადამიანი ხდება. ვარაუდის მიხედვით 2021 წლისთვის კიბერშეტევები 6 ტრილიონი დოლარის ზარალს გამოიწვევს [3].

კიბერშეტევებით გამოწვეული ზარალის შემცირებას მოცემულ ეტაპზე უზრუნველყოფს სისტემა, რომელიც შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ელერის წრეების სახით (ნახ.1). სიმრავლეთა თეორიის გამოყენებით, შეიძლება ავსახოთ ქვესიმრავლეების სახით:  $PS \in ES \in CR$ .

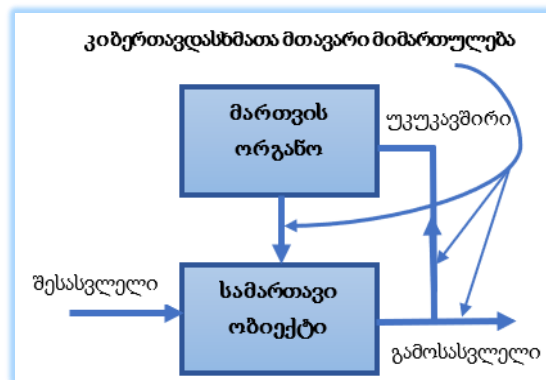


ნახ.1. კიბერსივრცეში კომპანიის უსაფრთხოების კომპლექსური ზომების სქემა: PS - პროფესიული უსაფრთხოება; ES - საწარმოს უსაფრთხოება; CR - კიბერუსაფრთხოება

ვითვალისწინებთ რა კიბერსივრცის პროგრამაში მონაწილე პიროვნებაზე მავნე ზემოქმედებების შედეგების სიმძიმეს, საჭიროდ მივიჩნევთ, სამოქალაქო განათლების სპეციალისტების მომზადებისას გავითვალისწინოთ კიბერუსაფრთხოების საკითხები. ამ პროფილის სპეციალისტები დაკავებულები უნდა იყვნენ საწარმოს შრომის დაცვის მართვის სისტემის საკითხებით, რომელიც საწარმოს მართვის სისტემის ძირითად ნაწილს წარმოადგენს. ამ სისტემაში განიხილება პროცესის მდგომარეობის და სამუშაო ადგილის, ინფორმაციის გადაცემის, მისი დამუშავების და კომპიუტერის მონაცემთა ბაზაში დაგროვების და ხელმძღვანელ ორგანოებში მისი გადაცემის კონტროლის სისტემები.

საწარმოს თანამშრომლის შრომის დაცვის მართვის სისტემა (შდმს) - ნებისმიერი დარგის საწარმოს თანამედროვე მართვის სისტემის ქვესისტემაა, რომლის ძირითადი ფუნქციებია [4,5]: შრომის დაცვის ორგანიზაცია, კოორდინაცია, მდგომარეობის კონტროლი, მაჩვენებლების აღრიცხვა, ანალიზი და შეფასება; შენობების, ტექნოლოგიური პროცესების, დანადგარების და ა.შ. უსაფრთხოება.

ამრიგად, დღეისათვის საქართველოს და ყოფილი საბჭოთა კავშირში შემავალი ქვეყნების კომპანიების და ორგანიზაციების უსაფრთხოების მაუზრუნველმყოფელი სისტემები ვერ პასუხობენ OHSAS 18000, 27000 და 31000 სტანდარტის სერიის საერთაშორისო მოთხოვნებს. სამეცნიერო მიდგომისას უსაფრთხოების მართვის სისტემა წარმოდგენილია როგორც სხვადასხვა დონის ქვესისტემათა ერთობლიობა. მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია კიბერშეტევის მთავარი მიმართულებები, რომლებიც არღვევს სისტემის ფუნქციონირების ერთიანობას და გამოყავს ის მწყობრიდან.

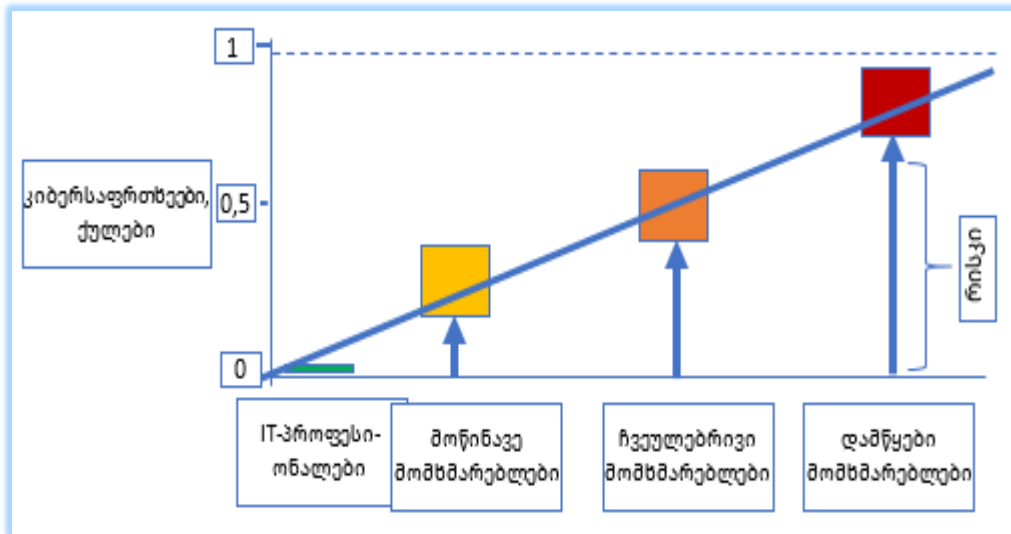


ნახ.2. მართვის სისტემაში კიბერშეტევისას კავშირის დარღვევის სქემა

ამიტომ საწარმოს მართვის სისტემაში და მის უსაფრთხოებაში უნდა განიხილებოდეს კიბერსივრცეში კიბერუსაფრთხისაგან და კიბერშეტევებისაგან დაცვის ტექნოლოგიები. პირობითად კიბერ საფრთხეები დაყოფთ შემდეგი მაჩვენებლებით: პროგრამის მაჩვენებლებით, დისლოკაციით, მასშტაბებით, ხასიათით და ადამიანური ფაქტორით.

კიბერუსაფრთხეების რეალიზაციის რისკების განსაზღვრისათვის აუცილებელია შევასრულოთ აპრიორული და აპოსტერიორული ფაქტორების და წყაროების ანალიზი [5]:

- კიბერუსაფრთხეების აპრიორული ფაქტორების და წყაროების წარმოქმნის მოქმედების მიმართულებით აუცილებელია გამოვიდეთ იქედან რომ, ყველა პროგრამები, რომლებიც გამოიყენებიან კიბერსივრცეში, ის შეიძლება შევაფასოთ ბალებში (0 – 1) როგორც 0. ინტერნეტში კიბერუსაფრთხის რისკი ყველაზე დიდია. ამ შემთხვევაში, არსებობს კომპიუტერში დიდი შეღწევადობის შესაძლებლობა და პაროლის გატეხვა, რაც ზრდის კიბერშეტევის დონეს 0,5-დან 0,9 - ბალამდე. ჩვეულებრივი - ძირითადი მომხმარებლებთა კატეგორია ძალზე გავრცელებულია. დამწყები მომხმარებლის კატეგორია ყველაზე საშიშია კიბერსივრცისათვის. მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია კიბერუსაფრთხის პირობითი სკალა;



ნახ.3. პროგრამულ მომხმარებელთა ციბერუსაფრთხოების შემთხვევითი დარღვევის რისკის პირობითი დონეები

- დისლოკაციის მიხედვით ციბერსივრცე არსებობს ვირტუალური და მატერიალური. ვირტუალური ციბერსივრცე (კომპიუტერის პროგრამული უზრუნველყოფა და ინტერნეტი) ხასიათდება მავნე და შპიონური პროგრამებით, რომელიც დამიზნებულია მომხმარებელთა და კომპანიების ციბერსივრცის პროგრამული უზრუნველყოფის დარღვევისაკენ;
- მასშტაბების მიხედვით ციბერსაფრთხე იყოფა ლოკალურ, ობიექტურ, რეგიონალურ და გლობალურ ციბერსაფრთხეებად, რომლებიც განისაზღვრებიან ციბერშეტევის დამაზიანებელი ზემოქმედების შედეგებით;
- ხასიათის და მიზნის მიხედვით ციბერსაფრთხეები კლასიფიცირდება როგორც ეკონომიკური, მენეჯერული, ფინანსური, ტერორისტული, ხულიგნური და ა.შ.

დედამიწაზე კომპიუტერის მომხმარებელთა საერთო რაოდენობა მიახლოებით 2,5 მილიარდია, რომელიც დინამიკურად მზარდია. ბოლო 10 წელი შეინიშნება პერსონალური კომპიუტერების მნიშვნელოვანი ზრდა და შესაბამისად იზრდება კომპიუტერთა მომხმარებლების რაოდენობა, რომლებიც პოტენციურად მდებარეობენ ციბერსივრცეში.

მომხმარებელთა და სპეციალისტთა კომპიუტერულ ტექნოლოგიებთან მუშაობისას ყოველთვის მოქმედებენ მავნე და საშიში ფაქტორების ნაკრები, რომლებიც ნეგატიურად მოქმედებენ ადამიანის ჯამრთელობაზე. ამიტომ არსებობს მოთხოვნათა და ნორმათა ერთობლიობა, რომელიც არეგულირებს მომხმარებელთა კომპიუტერთან მუშაობას. კომპიუტერის გავლენა ადამიანის ჯამრთელობაზე ხასიათდება: მუდმივი მჯდომარე მდგომარეობით; დიდი მხედველობითი დამაბულობით; ხელებზე ერთი სახის განმეორებითი დატვირთვით, აგრეთვე ნევრო-ემოციური დამაბულობით, რომელიც დაკავშირებულია ადამიანის ფსიქიკასთან.

კომპიუტერთან მუშაობისას ადამიანის ჯამრთელობაზე გავლენას ახდენს შემდეგი ფაქტორები: მონიტორის ციმციმი, ელექტრომაგნიტური გამოსხივება, ხმაური, ფსიქიკაზე ზემოქმედება; პოზა, რომელიც მოქმედებს ზურგზე; გარემოს მიკროკლიმატი და მუშაობის რეჟიმი. ადამიანები, რომლებიც პროფესიულად მუშაობენ კომპიუტერთან, მათთვის ყველაზე რთული საკითხი დაკავშირებულია კუნთების და სახსრების დაავადებასთან. ჩვენ უნდა წარვმართოთ ჯანსაღი და აქტიური ცხოვრების წესი [6].

### 3. დასკვნა

კვლევის შედეგად დადგინდა კიბერსაფრთხის მასშტაბები, რომლებიც გასცდა ინფორმაციული ტექნოლოგიების სპეციალისტების ზღვრებს და ცდილობენ პრობლემები გადაწყვიტონ ნაციონალური უსაფრთხოების დონეზე. იდენტიფიცირებულია არსებული ტექნოლოგიური დაცვები კიბერშეტევების ძირითადი წყაროებისაგან - ტექნიკური, ორგანიზაციული და ფსიქოფიზიოლოგიური. შესრულებულია კიბერუსაფრთხოების გავლენის ანალიზი პროფესიულ და საწარმოს უსაფრთხოებაზე. გაანალიზებულია კიბერარაკომპეტენტურობის გავლენა მომხმარებლების და გარემოს უსაფრთხოებაზე.

### ლიტერატურა – References :

1. Svanadze V., Gotsiridze A. (2015). Cyber-protection and the main actors in a cyber-space. Cyber security policies, strategy and challenges (Collected papers). (In Georgian)
2. Burchuladze D., Maisuradze G., Qitiashvili T. (2015). Information Society and Credit Security. Transactions. Georgian Technical University. Automated control systems - No 1(19), 2015, pp. 168-171 (In Georgian)
3. Cybercrime as an important 21-st century problem (12.08.2019). Internet resource: <https://on.ge/story/41807> (In Georgian, checked in 20.04.2021)
4. Cyber-attacks began to affect the real life of people and organizations (21.11.2015). Internet resource: <http://internetua.com/kiberataki-stali-okazivat-vliyanie-na-realnuua-jizn-luadei-i-organizacii> (In Russian)
5. Berezutsky V.V. (2014). Introduction to the specialty. Text of lectures for students in the direction of training 6.170202 - Labor protection [Text]/ V. Berezutsky. - М.: Щедрая усадьба плюс, -208 с. (in Ukrainian)
6. Berezutsky V.V. (2005). Production risk and the human factor. Proceedings of the IV scientific-practical conference "Safety of life and human activity-education, science, practice", Kiev (in Ukrainian).

## **RISK ANALYSIS OF THE USE OF CYBER TECHNOLOGIES AND METHODS OF ENSURING CYBER SECURITY**

Bardavelidze Avtandil<sup>1</sup>, Bardavelidze Khatuna<sup>2</sup>, Irakli Basheleishvili<sup>1</sup>

1-Akaki Tsereteli State University,

2-Georgian Technical University,

### **Summary**

The aim of this paper is to study sustainability of occupational safety management systems in the context of cyber security and cyber-attacks, which have become an essential element of the 21st century. To achieve the presented goal, the following objectives have been formulated and solved: determining the extent of cyber security; identifying the existing technology for protecting against major sources of cyber-attacks; analysis of the impact of cyber security on professional and company security; analysis of the Impact of cyber-incompetence on consumer and environmental safety. Conclusions have been made based on the research conducted.

## საინვესტიციო პროცესების დინამიკური განსაკუთრებულობები

ნინო ვარძიაშვილი, მარია ბრეგვაძე, მკა ქვლივიძე  
n.vardziashvili@gtu.ge, m.bregvadze@gtu.ge, m.qvlividze@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

თანამედროვე ეკონომიკა – სივრცული, ევოლუციური (შეუქცევადი) ეკონომიკაა. სივრცული ეკონომიკის დროს საქმე გვაქვს ურთიერთდამოკიდებულ და ურთიერთმოქმედ დინამიკურ ეკონომიკურ პროცესებთან, რომლებიც მიმდინარეობს დროის სხვადასხვა მასშტაბებში. ამ პროცესების აღმოჩენა და მათზე დაკვირვება მეტად რთულია, როგორც წონასწორულ მდგომარეობაში, ასევე მეგასისტემასთან ურთიერთობისას. მოხსენებაში განხილულია შესაბამისი კვლევის შედეგები, კერძოდ ენტროპიის მაქსიმიზაციის პრინციპის საფუძველზე დადგენილია სივრცული ევოლუციური სისტემების განსაკუთრებულ მდგომარეობათა არეები და წერტილები. ეს ინვესტიორებს საშუალებას აძლევს მიიღონ ოპტიმალური და მდგრადი გადაწყვეტილებები.

**საკვანძო სიტყვები:** საინვესტიციო პროცესები. დინამიკური განსაკუთრებულობები. სივრცული ეკონომიკა. ენტროპიის მაქსიმიზაციის პრინციპი.

### 1. შესავალი

თანამედროვე ეკონომიკა – სივრცული, ევოლუციური (შეუქცევადი) ეკონომიკაა. სივრცული ეკონომიკის დროს საქმე გვაქვს ურთიერთდამოკიდებულ და ურთიერთმოქმედ დინამიკურ ეკონომიკურ პროცესებთან, რომლებიც მიმდინარეობენ დროის სხვადასხვა მასშტაბებში. ამ პროცესების აღმოჩენა და მათზე დაკვირვება მეტად ძნელია, როგორც წონასწორულ მდგომარეობაში, ასევე მეგასისტემასთან ურთიერთობისას. ზოგადად, როდესაც გარემო პირობები მნიშვნელოვნად იცვლება, ხშირად საბაზრო მექანიზმები უკვე უძლებს არიან შეინარჩუნონ ეკონომიკური სისტემის წონასწორობა “ძველი” მდგომარეობის ან “ახლის” მიმართ.

აქედან გამომდინარე, მეტად მნიშვნელოვანია ეკონომიკური პროცესების იმიტაციური მოდელების შექმნა, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ ეკონომიკური პარამეტრების პროგნოზირება და მოვახდინოთ პროცესის მართვისათვის მიღებული ჩვენი გადაწყვეტილების შეფასება.

ნაშრომში სივრცული ევოლუციური ეკონომიკის მოდელის სტრუქტურა აიგება მაკროსისტემური მიდგომის საფუძველზე [1], სადაც ინვესტიციების ნაკადის ფორმირება ხდება ენტროპიის მაქსიმიზაციის პრინციპის გამოყენებით. ენტროპიის მაქსიმიზაციის პრინციპი საშუალებას გვაძლევს კლასიკური იდეა – წონასწორული ბაზრისა, ტრანსფორმირებული იქნას ლოკალურ საბაზრო წონასწორობათა პრინციპად, რომლებიც ერთმანეთს ენაცვლებიან ძირითადი ევოლუციური ეკონომიკური პროცესის განვითარებისას.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ვთქვათ, განსახილველ რეგიონში ფუნქციონირებს  $M$  ურთიერთდაკავშირებული ქვესისტემა (საწარმო).  $I_m(t)$ -თი აღვნიშნოთ ინვესტიციების სიდიდე, რომელიც დროის  $t$  მომენტში იდება  $m$  საწარმოში.  $\alpha_m$ -ით აღვნიშნოთ  $m$  საწარმოს მოგების კოეფიციენტი.  $\mu$  აღნიშნავს რეგიონის მახასიათებელ პარამეტრს,  $0 \leq \mu \leq 1$ .  $\mu$  გვიჩვენებს თუ რამდენად კარგად არიან დაკავშირებული საწარმოები ერთმანეთთან. თუ ყოველი საწარმო არის იზოლირებული (ანუ არც ართი საწარმო არაა კავშირში სხვა რომელიმე საწარმოსთან – მაგალითად, არა ჰყავთ საერთო მომწოდებელი) მაშინ  $\mu = 0$ , ხოლო თუ ყოველ საწარმოს კავშირი აქვს ყოველ მომწოდებელთან, მაშინ  $\mu = 1$ . სხვა შემთხვევაში  $0 < \mu < 1$ .

განვიხილავთ შემთხვევას, როცა რეგიონი ღია ინვესტიციების მიმართ (შესაძლებელია რეგიონის გარედან ინვესტიციების შემოდინება და ინვესტიციების გადინება რეგიონის გარეთ). რეგიონის გარე არე ჩავთვალოთ ნულოვანი ნომრის მქონე საწარმოდ. თუ  $x_{sm}(t)$ -თი აღვნიშნოთ ინვესტიციის სიდიდე,

რომელიც დროის  $t$  მომენტში  $s$  საწარმოდან იდება  $m$  საწარმოში, მაშინ თითოეულ საწარმოში ინვესტიციის სიდიდის გამოსათვლელად გვექნება დიფერენციალურ განტოლებათა შემდეგი სისტემა:

$$\frac{dI_m(t)}{dt} = \alpha_m \cdot I_m(t) + \mu \cdot \left( \sum_{s=0}^M x_{sm}(t) - \sum_{s=0}^M x_{ms}(t) \right), \quad m \in \overline{[1; M]} \quad (1)$$

განვიხილავთ შემთხვევას, როცა  $m$  საწარმოდან სხვა საწარმოებში განხორციელებული ჯამური ინვესტიცია პროპორციულია  $I_m(t)$ -სი:

$$\sum_{s=0}^M x_{ms}(t) = h_m \cdot I_m(t), \quad m \in \overline{[1; M]} \quad (2)$$

(2)-ის გათვალისწინებით (1) დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა მიიღებს სახეს:

$$\frac{dI_m(t)}{dt} = (\alpha_m - \mu \cdot h_m) \cdot I_m(t) + \mu \sum_{s=0}^M x_{sm}(t), \quad m \in \overline{[1; M]} \quad (3)$$

თუ  $v_{sm}(t)$  აღნიშნავს  $s$  საწარმოსთვის  $m$  საწარმოს მიზიდვის ფუნქციას, მაშინ ენტროპიის მაქსიმიზაციის პრინციპის თანახმად [2] უაღბათესია  $x_{sm}(t)$  სიდიდეების ის მნიშვნელობები, რომლისთვისაც სრულდება (2) პირობა და რომლისთვისაც ფუნქცია

$$S(t) = \sum_{s=0}^M \sum_{m=0}^M x_{sm}(t) \cdot \ln \frac{x_{sm}(t)}{v_{sm}(t)} \quad (4)$$

აღწევს მაქსიმუმს.

$x_{sm}(t)$  სიდიდეების ის მნიშვნელობები, რომლებიც აკმაყოფილებენ (2) პირობას და რომელზედაც  $S(t)$  ფუნქცია აღწევს მაქსიმუმს, მოიცემა ფორმულით

$$x_{sm}(t) = \frac{v_{sm}(t) \cdot h_s}{\sum_{k=0}^M v_{sk}(t)} \cdot I_s(t) \quad (5)$$

თუ  $x_{sm}(t)$  სიდიდეების მიღებულ მნიშვნელობებს შევიტანთ დიფერენციალური განტოლებების (3) სისტემაში, მივიღებთ:

$$\frac{dI_m(t)}{dt} = (\alpha_m - \mu \cdot h_m) \cdot I_m(t) + \mu \sum_{s=0}^M \frac{v_{sm}(t)}{v_{sk}(t)} \cdot h_s \cdot I_s(t), \quad m \in \overline{[1; M]} \quad (6)$$

განვიხილავთ შემთხვევას, როცა  $v_{sm}(t)$  ფუნქცია არის ლოგისტიკური ფუნქცია:

$$v_{sm}(t) = \delta_{sm} \cdot I_m(t) \cdot (V_m - I_m(t)), \quad s, m \in \overline{[1; M]} \quad (7)$$

სადაც  $\delta_{sm}$  არის  $s$  საწარმოსთვის  $m$  საწარმოს მიმზიდველობის მახასიათებელი პარამეტრი.

თუ დიფერენციალური განტოლებების (6) სისტემაში  $v_{sm}(t)$  -ს ნაცვლად შევიტანთ მის (7) მნიშვნელობას, მივიღებთ დიფერენციალურ განტოლებათა ცხად სისტემას  $I_m(t)$  ცვლადების მიმართ:

$$\frac{dI_m(t)}{dt} = (\alpha_m - \mu \cdot h_m) \cdot I_m(t) + \mu \sum_{s=0}^M \frac{\delta_{sm} \cdot I_m(t) \cdot (V_m - I_m(t))}{\sum_{k=0}^M \delta_{sk} \cdot I_k(t) \cdot (V_k - I_k(t))} \cdot h_s \cdot I_s(t), \quad m \in \overline{[1; M]} \quad (8)$$

მიღებული დიფერენციალური განტოლების ამონახსნი (საზოგადოდ, ჩვენ არ შეგვიძლია ამ ამონახსნის ჩაწერა ცხადი სახით) საშუალებას გვაძლევს ვიცოდეთ ყოველ საწარმოში ჩადებული ინვესტიციების უაღბათესი მნიშვნელობა დროის  $t$  მომენტისათვის.

თუ (8) ტოლობების მარჯვენა მხარეებს გავუტოლებთ 0-ს და ამოვხსნით მიღებულ განტოლებათა სისტემას, ამით ვიპოვით რეგიონში არსებულ წონასწორობის მდგომარეობების შესაძლო მნიშვნელობებს. საზოგადოდ მიღებულ განტოლებათა სისტემას ექნება რამდენიმე (ერთი, ან მეტი) არაუარყოფითი ამონახსნი. შესაბამისად, რეგიონში გვექნება რამდენიმე წონასწორობის მდგომარეობა.

ყოველივე ზემოთქმულის თვალსაჩინოდ ჩვენებისათვის ჩვენ განვიხილავთ შემთხვევას, როცა  $M=2$  (გვაქვს 2 საწარმო),  $\delta_{sm}$  არის დამოკიდებული მხოლოდ  $m$  –ზე და რეგიონის გარე არის მიზიდვის ფუნქცია  $v_o(t) = V^2$ .

ორი საწარმო შემთხვევაში დიფერენციალურ განტოლებათა (8) სისტემა ასე გადაიწერება:

$$\begin{cases} \frac{dI_1(t)}{dt} = (\alpha_1 - \mu \cdot h_1) \cdot I_1(t) + \frac{\mu \delta_1 \cdot I_1(t) \cdot (V_1 - I_1(t))}{V^2 + \delta_1 \cdot I_1(t) \cdot (V_1 - I_1(t)) + \delta_2 \cdot I_2(t) \cdot (V_2 - I_2(t))} (h_1 \cdot I_1(t) + h_2 \cdot I_2(t)) \\ \frac{dI_2(t)}{dt} = (\alpha_2 - \mu \cdot h_2) \cdot I_2(t) + \frac{\mu \delta_2 \cdot I_2(t) \cdot (V_2 - I_2(t))}{V^2 + \delta_1 \cdot I_1(t) \cdot (V_1 - I_1(t)) + \delta_2 \cdot I_2(t) \cdot (V_2 - I_2(t))} (h_1 \cdot I_1(t) + h_2 \cdot I_2(t)) \end{cases} \quad (9)$$

შევნიშნოთ, რომ თუ რომელიმე  $m$ -თვის ( $m = 1$ , ან  $m = 2$ )  $\alpha_m \geq \mu h_m$ , მაშინ (9)-სისტემას  $m$  -ის შესაბამისი განტოლების მარჯვენა მხარე არის დადებითი, ამ შემთხვევაში  $m$ -ურ საწარმოში ინვესტიცია უსასრულოდ იზრდება, ამიტომ ჩვენთვის საინტერესოა შემთხვევა, როცა  $\alpha_m < \mu h_m$ .

დიფერენციალური განტოლებების (9) სისტემას ზღვრული ციკლები არ გააჩნია [2] და (9)-ის ამონახსნები მიისწრაფვიან მუდმივი ამონახსნებისაკენ - წონასწორობის მდგომარეობისაკენ. ჩვენი მიზანია ( $\delta_1; \delta_2$ ) საკოორდინაციო სიბრტყის I მეოთხედში ვიპოვოთ არაუარყოფითი წონასწორობის მდგომარეობები. ამისათვის საჭიროა ვიპოვოთ შემდეგი განტოლებათა სისტემის ყველა არაუარყოფითი ამონახსნი:

$$\begin{cases} \frac{\delta_1 I_1 (V_1 - I_1) (\mu h_1 I_1 + \mu h_2 I_2)}{V^2 + \delta_1 I_1 (V_1 - I_1) + \delta_2 I_2 (V_2 - I_2)} = (\mu h_1 - \alpha_1) I_1 \\ \frac{\delta_2 I_2 (V_2 - I_2) (\mu h_1 I_1 + \mu h_2 I_2)}{V^2 + \delta_1 I_1 (V_1 - I_1) + \delta_2 I_2 (V_2 - I_2)} = (\mu h_2 - \alpha_2) I_2 \end{cases} \quad (10)$$

განვიხილოთ მხოლოდ შემდეგი შემთხვევა

$I_1 = 0; I_2 \neq 0$ . (10)-ის მეორე განტოლებიდან:

$$\frac{\delta_2 \mu h_2 I_2 (V_2 - I_2)}{V^2 + \delta_2 I_2 (V_2 - I_2)} = \mu h_2 - \alpha_2$$

რადგან ჩვენ განვიხილავთ შემთხვევას, როცა  $\mu h_2 - \alpha_2 > 0$ , ამიტომ იმისათვის, რომ განტოლებას გააჩნდეს დადებითი ამონახსნი, აუცილებელი და საკმარისია, რომ დისკრიმინანტი იყოს არაუარყოფითი:

$$D_2 = V_2^2 - \frac{4(\mu h_2 - \alpha_2)V^2}{\alpha_2 \delta_2} \geq 0 \quad (11)$$

(11)-დან ვლესულობთ, რომ რეგიონში არსებობს  $(0; I_2)$  სახის წონასწორობის მდგომარეობა მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა

$$\delta_2 \geq \frac{4(\mu h_2 - \alpha_2)V^2}{\alpha_2 V_2^2} \quad (12)$$

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნებს:

$$K_i = \alpha_i (\mu h_i - \alpha_i), \quad i = 1; 2, \quad (13)$$

$$e_i = \frac{V_i}{V}, \quad i = 1; 2, \quad (14)$$

მაშინ (12) პირობა ასე ჩაიწერება:

$$\delta_2 \geq \frac{4K_2}{(\alpha_2)^2 e_2^2} \quad (15)$$

(წირს, რომლის წერტილები აკმაყოფილებენ პირობებს:  $\begin{cases} \delta_1 > 0 \\ \delta_2 = \frac{4K_2}{(\alpha_2)^2 e_2^2} \end{cases}$ , დავარქვათ  $l_1$  წირი)

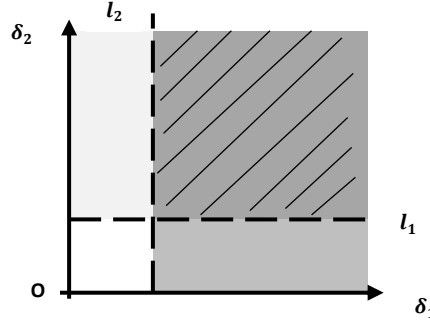
მაშასადამე, თუ სრულდება (15) პირობა, მაშინ რეგიონში გვაქვს  $(0; I_2^\pm)$  სახის წონასწორობის

მდგომარეობა, სადაც  $I_2^\pm = \frac{V_2}{2} \pm \frac{V}{2\alpha_2} \sqrt{(\alpha_2)^2 e_2^2 - \frac{4K_2}{\delta_2}}$  ანალოგიურად მივიღებთ, რომ თუ სრულდება პირობა

$$d_1 \geq \frac{4K_1}{(\alpha_1)^2 e_1^2} \quad (16)$$

(წირს, რომლის წერტილები აკმაყოფილებენ პირობებს:  $\begin{cases} \delta_2 > 0 \\ \delta_1 = \frac{4K_2}{(\alpha_2)^2 e_2^2} \end{cases}$ , დავარქვათ  $l_2$  წირი)

მაშინ რეგიონში გვაქვს  $\left( \begin{smallmatrix} \pm \\ I_1; 0 \end{smallmatrix} \right)$  სახის წონასწორობის მდგომარეობა, სადაც  $I_1 = \frac{V_1}{2} \pm \frac{V}{2\alpha_1} \sqrt{(\alpha_1)^2 e_1^2 - \frac{4K_1}{\delta_1}}$



ნახ. 1.  $\left( \begin{smallmatrix} \pm \\ I_1; 0 \end{smallmatrix} \right)$  სახის წონასწორობის არეები

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თუ დისკრიმინანტი არის არაუარყოფითი, მაშინ არსებობს და ამასთან აუცილებლად  $I_1 > 0$ , ამიტომ დამატებით იმის გარკვევა, თუ კიდევ რა პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს  $\delta_i$  პარამეტრები იმისათვის, რომ  $I_i$  იყოს დადებითი, აღარაა საჭირო.

### 3. დასკვნა

სისტემური ანალიზის საფუძველზე შესწავლილია ინვესტორების, ეკონომიკური აგენტების ინოვაციური ქმედებების გავლენა წონასწორობის ბაზრის პარამეტრებზე.

ენტროპიის მაქსიმიზაციის პრინციპის საფუძველზე დადგენილია სივრცული ევოლუციური სისტემების განსაკუთრებულ მდგომარეობათა არეები და წერტილები.

შექმნილია ალგორითმი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს სივრცული ეკონომიკური პროცესების, საინვესტიციო პოლიტიკის და სხვა პროცესების პროგნოზირება გავაკეთოთ რეგულირებადი, ჩვენს მიერ მართვადი პარამეტრების საშუალებით.

### ლიტერატურა – References :

1. Popkov Yu.S. (2021). Theory of macrosystems. -M; -336 p. ISBN 978-5-9710-8587-4 (in Ru)
2. Akhobadze M. (2006) Mathematical modeling and management issues of macrosystems, monograph. Technical University, Tbilisi, 180 p., (in Geo)

## DYNAMIC FEATURES OF INVESTMENT PROCESSES

Vardziashvili Nino, Bregvadze Marika, Kvividze Maka  
 n.vardziashvili@gtu.ge, m.bregvadze@gtu.ge, m.qvlividze@gtu.ge  
 Georgian Technical University

### Summary

Modern Economy is the spatial, evolutionary (irreversible) economy. Spatial Economics is dealing with interdependent and interactive dynamic economic processes, which are implemented at different time scales. It is more difficult to identify and observe these processes, as a steady-state, as well as communicating with megasystems. Based on the principle of entropy maximization, the paper identifies areas and points of special states of spatial evolutionary systems that enable investors to make optimal and sustainable decisions.



## ქალაქში კლასტერების ფორმირებისა და მართვისათვის

მაია დოლიძე

mmdolidze@mail.ru

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ქალაქების დაგეგმარებისა თუ რეკონსტრუქციის დროს აუცილებელია შეფასებული იქნას სხვადასხვა კლასტერების მდგრადობა გარკვეულ სოციალურ შემოფარებებზე (მოსახლეობის რაოდენობის ზრდა, პროდუქტებზე მოთხოვნილების ცვლილება და ა.შ. სხვა). სისტემის სტრუქტურის მდგრადობის შეფასებისათვის ხშირად იყენებენ ალგებრული ტოპოლოგიის q-ანალიზის მეთოდს. აღნიშნული მეთოდის გამოყენებისას თუ ორ სიმრავლეთა (ჩვენს შემთხვევაში კლასტერებს შორის) გარკვეულ ელემენტებს შორის კავშირი არის უმნიშვნელო (მცირე), სხვა კავშირებთან შედარებით, მაშინ, q-ანალიზის მეთოდის გამოყენებისათვის ასეთ კავშირს მიიჩნევენ ნულად. ცხადია, ასეთი დაშვებით მიღებულმა მოდელმა შეიძლება მიგვიყვანოს არასწორ შედეგებამდე, არასწორ გადაწყვეტილებათა მიღებამდე. ნაშრომში, არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიის საფუძველზე შექმნილია მეთოდი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, განვსაზღვროთ კლასტერის სტრუქტურის მდგრადობა, ქალაქში წარმოქმნილ ე.წ. სოციალურ შემოფარებათა ისეთი „მცირე“ სიდიდის მიმართ, რომელთა გათვალისწინება შეუძლებელია q-ანალიზის კლასიკური მეთოდის დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** ჭკვიანი ქალაქი. მოდელირება. სისტემა. კლასტერების მდგრადობა. Q-ანალიზი. არამკაფიო სიმრავლეები.

### 1. შესავალი

სივრცული ეკონომიკური პროცესები ძირითადად განსაზღვრავენ ეკონომიკური სისტემის სტრუქტურას, რადგანაც ეკონომიკური განვითარების ევოლუციური პროცესი, ძირითადად, ხორციელდება რესურსების და მოხმარების სივრცული არეალის გაფართოების გზით. ამ საკითხს, ახლა მრავალი ლიტერატურა და კვლევა ეძღვნება, რომელთა მნიშვნელოვანი ნაწილი ამოდის ვ. ბრემანისა და ტ. პუს შრომებიდან [1].

სავაჭრო ეკონომიკური პროცესები სხვადასხვა ინტენსიობისაა, დამოკიდებული ტერიტორიაზე და მოსახლეობაზე. სხვაგვარად, ადგილი აქვს სივრცის სისტემურ კლასტერიზაციას და კავშირებს კლასტერებს შორის. აქვე აუცილებელია შევნიშნოთ, რომ გაცვლითი ვაჭრობითი პროცესები, სივრცული კლასტერების შიგნით სწრაფად რელაქსირებენ ლოკალური წონასწორობის მდგომარეობამდე, ვიდრე პროცესები კლასტერებს შორის. ეს საშუალებას გვაძლევს გამოყენებული იქნას მაკროსისტემური მიდგომა სივრცული ეკონომიკური პროცესების მოდელირებისა და მართვისათვის [2].

### 2. ძირითადი ნაწილი

შიდა კლასტერული პროცესები დავახასიათოთ (i,j) ეკონომიკური აგენტებით. სადაც i არის ერთერთი მწარმოებელი, j კი მოხმარებელი. ვთვლით, რომ აგენტებს შორის პროდუქციის მიმოცვლა ხორციელდება  $x_{ij}$  პორციობით, რომელთა ალბათობები  $C_{ij}$  ტოლია. ნაკადებისათვის  $x_{ij}$  გვაქვს მატრიცა, რომლის ელემენტები შემთხვევითი სიდიდეებია. ამასთანავე, ვითვალისწინებთ, რომ წარმოებისა და მოხმარების სიდიდეებზე არსებობს გარკვეული შეზღუდვები  $x \in G, \sum_j x_{ij} = P_i$  მიღებული ჰიპოთეზების პირობებში, ლოკალურ-სტაციონალურ ურთიერთობებს (i,j) -აგენტებს შორის ექნება, მაშინ როდესაც ინფორმაციული ენტროპიის სიდიდე იქნება მაქსიმალური [3].

$$S(x) = - \sum_{i,j=1}^n x_{ij} \frac{\ln x_{ij}}{C_{ij} e}$$

სადაც n -როგორც მწარმოებელთა, ასევე მოხმარებელთა რაოდენობაა, ხოლო  $e=2.71$ .

თუ გამოვიყენებთ ლაგრანჟის მეთოდს [4] ლოკალური-სტაციონალური მნიშვნელობები განისაზღვრებიან შემდეგი გამოსახულებებით:  $x_{ij} = C_{ij} \cdot P_i$   $i=1,2,\dots,k$ ; სადაც  $C_{ij}$  -ნორმირებული სიდიდეებია.

ქალაქების დაგეგმარებისა თუ რეკონსტრუქციის დროს, აუცილებელია შეფასებული იქნას, არა მარტო ბიზნეს პროცესების ლოკალურ-სტაციონალური მდგომარეობები, მწარმოებლებსა და მომხმარებლებს შორის პროდუქციების მიმოცვლის ნაკადები მოცემული პირობების დროს, არამედ იმ კლასტერების მდგრადობა, გარკვეულ სოციალურ შემოთავაზებზე (მოსახლეობის რაოდენობის ზრდა, პროდუქტზე მოთხოვნილების ცვლილება და ა.შ. სხვა), რომლებიც განაპირობებენ აღნიშნულ პროცესებს. სტრუქტურის მდგრადობის შეფასებისათვის, ჩვენ ვიყენებთ ალგებრული ტოპოლოგიის  $q$ -ანალიზის მეთოდს [5], რომელიც მდგომარეობს შემდეგში.

ყოველი  $\lambda$  მიმართება  $X$  და  $Y$  სასრულ სიმრავლეებს შორის წარმოადგენს  $Y \times X$  დეკარტული ნამრავლის ქვესიმრავლეს. ანუ,  $\lambda \subset Y \times X$ ,  $(y_i, x_j) \in \lambda$ , თუ  $y_i$  არის  $\lambda$  მიმართებაში  $x_j$ -თან.

ეს მიმართება შეიძლება ჩავწეროთ ინციდენტურობის მატრიცის სახით,

$$\lambda = (\lambda_{ij}) \text{ სადაც}$$

$$\lambda_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{თუ } (y_i, x_j) \in \lambda \\ 0, & \text{თუ } (y_i, x_j) \notin \lambda \end{cases}$$

ყოველი  $\lambda$  მიმართება გვაძლევს  $K_\lambda(x, y)$  სიმპლექციალურ კომპლექსს, რომელსაც ეწოდება „ $\lambda$  მიმართების სტრუქტურა“. რ. ეტკინი [5] განიხილავს ამ ვექტორის სტრუქტურულ ვექტორს  $Q = (Q_0, \dots, Q_n)$ , რომლის კოორდინატები ხასიათდება სხვადასხვა განზომილებების კომპლექსების კავშირით. ამასთან, ნაჩვენებია, რომ რაც უფრო ნაკლებია სტრუქტურული ვექტორის კოორდინატები, მით უფრო სისტემის სტრუქტურა მდგრადია გარე შემოთავაზების მიმართ.

დინამიკური პროცესები, რომლებიც ვითარდება  $A, B, S, P, \dots$  კლასტერთა სიმრავლეთა შორის, განპირობებულია მათი სტრუქტურებით, რომლებიც ხასიათდებიან მათ შორის არსებულ მათემატიკურ მიმართებათა  $A = \{\lambda, \mu, \dots\}$  სიმრავლით. ჩვენს შემთხვევაში დინამიკური პროცესები,  $A, B, S, P$  კლასტერებში, განპირობებულია პროდუქციის მწარმოებლებსა და მომხმარებლებს შორის მიმდინარე გაცვლითი პროცესებით, როგორც თითოეული კლასტერის შიგნით ასევე კლასტერებს შორის.

თუ ორ სიმრავლეთა გარკვეულ ელემენტებს შორის კავშირი არის უმნიშვნელო (მცირე) სხვა კავშირებთან შედარებით, მაშინ,  $q$ -ანალიზის მეთოდის გამოყენებისათვის ასეთ კავშირს მიიჩნევენ ნულად [6,7]. ცხადია, ასეთი დაშვებით მიღებული მოდელის შემდგომი გამოყენების დროს იკარგება უამრავი ინფორმაცია, რამაც შეიძლება მიგვიყვანოს არასწორ შედეგებამდე, არაეფექტურ მართვამდე.

ნაშრომში [6,7], წარმოდგენილია მიდგომა, რომელიც საშუალებას იძლევა დავძლიოთ აღნიშნული პრობლემა, არამკაფიო სიმრავლეების შემოტანით. ამ შემთხვევაში, ინციდენტურობის მატრიცის ელემენტებია არა 0 და 1 რიცხვები, არამედ არამკაფიო სიმრავლეთა მიკუთვნების ფუნქციები. სხვანაირად, სიმრავლის ელემენტებს შორის მიმართების, „კავშირის“ დასახასიათებლად გამოყენებულია არა ორი სიმრავლის დეკარტული ნამრავლის რაიმე ქვესიმრავლის მახასიათებელი ფუნქცია, არამედ დეკარტული ნამრავლის არამკაფიო ქვესიმრავლის მიკუთვნების ფუნქცია.

ვთქვათ, ორი  $A$  და  $B$  სიმრავლის ელემენტებს შორის არსებულ  $\lambda$  მიმართებას ვახასიათებთ არამკაფიო ცვლადით „კავშირი“, რომლის შესაძლო მნიშვნელობებია: „ძალიან ძლიერი“, „ძლიერი“, „არც ისე ძლიერი“, „საშუალო სიმძლიერის“, „არც ისე სუსტი“, „სუსტი“, „ძალიან სუსტი“, „კავშირი არ არსებობს“. როგორ შევადგინოთ ამ მიმართების შესაბამისი „არამკაფიო მატრიცა“? ამისათვის მოვიქცეთ შემდეგნაირად:  $A$  და  $B$  სიმრავლეების ელემენტების ყოველი  $(a; b)$  წყვილისათვის ერთმანეთს ვადარებთ სხვადასხვა არამკაფიო ქვესიმრავლის მიკუთვნების ფუნქციის მნიშვნელობებს  $(a; b)$ -ზე. „არამკაფიო მატრიცის“ ელემენტი იყოს ის არამკაფიო ქვესიმრავლე, რომლის მიკუთვნების ფუნქციის მნიშვნელობა  $(a; b)$ -ზე იქნება უდიდესი. თუ ორი, ან მეტი არამკაფიო ქვესიმრავლის მიკუთვნების ფუნქციები  $(a; b)$ -ზე დებულობენ ერთსა და იმავე მნიშვნელობებს, მაშინ მატრიცის ელემენტი იყოს „კავშირის“ უფრო მაღალი ხარისხის მჩვენებელი არამკაფიო ქვესიმრავლე. მაგალითად, ვთქვათ ელემენტთა რაიმე წყვილზე

არამკაფიო ქვესიმრავლე „მალიან ძლიერი“-ს მიკუთვნების ფუნქციის მნიშვნელობა ტოლია 0-ის, „ძლიერი“ - 0,2, „არც ისე ძლიერი“ - 0,4, „საშუალო სიძლიერის“ - 0,8, „არც ისე სუსტი“ - 0,3, „სუსტი“ -0,2, „მალიან სუსტი“ - 0, „კავშირი არ არსებობს“ - 0, მაშინ მატრიცის შესაბამისი ელემენტი იქნება „საშუალო სიძლიერის“.

დაუშვათ, ასეთი წესით უკვე აგებულია „არამკაფიო მატრიცა“ და კონკრეტულ მაგალითის დახმარებით ავხსნათ როგორ შევადგინოთ „არამკაფიო მატრიცის“ საშუალებით სტრუქტურის ვექტორი [5].

ვთქვათ, ორი  $A$  და  $B$  სიმრავლის ელემენტებს შორის არსებული  $\lambda$  მიმართება მოცემულია შემდეგი „არამკაფიო მატრიცით“ (ჩანაწერის შემოკლების მიზნით ვსარგებლობთ აღნიშვნებით: „მალიან ძლიერი“ - ძმ, „ძლიერი“ - ძლ, „არც ისე ძლიერი“ - აძლ, „საშუალო სიძლიერის“ - საშ, „არც ისე სუსტი“ - ასტ, „სუსტი“ - სტ, „მალიან სუსტი“ - მსტ, „კავშირი არ არსებობს“ - არკ):

$$\Lambda = \begin{pmatrix} ძმ & ძლ & მსტ & არკ & სტ & ასტ & აძლ \\ ძლ & სტ & არკ & ძმ & სტ & მსტ & სტ \\ სტ & ასტ & აძლ & ძლ & არკ & ძმ & მსტ \\ საშ & აძლ & ასტ & საშ & ძმ & სტ & ძლ \\ ძმ & სტ & მსტ & ძლ & ასტ & არკ & სტ \\ სტ & ძლ & ძმ & სტ & საშ & ასტ & ასტ \end{pmatrix}$$

შევადგინოთ მოცემული მატრიცის ტრანსპონირებული მატრიცა:

$$\Lambda^T = \begin{pmatrix} ძმ & ძლ & სტ & საშ & ძმ & სტ \\ ძლ & სტ & ასტ & აძლ & სტ & ძლ \\ მსტ & არკ & აძლ & ასტ & მსტ & ძმ \\ არკ & ძმ & ძლ & საშ & ძლ & სტ \\ სტ & სტ & არკ & ძმ & ასტ & საშ \\ ასტ & მსტ & ძმ & სტ & არკ & ასტ \\ აძლ & სტ & მსტ & ძლ & სტ & ასტ \end{pmatrix}$$

[7] მიხედვით, განსაზღვრულია არამკაფიო სიმრავლეების ნამრავლი (თანაკვეთა) და ჯამი (გაერთიანება) ზადეს [8] წესების შესაბამისად: თუ  $A$  და  $B$  არამკაფიო სიმრავლეებია და უნივერსალური სიმრავლის ყოველი  $x$  ელემენტისათვის  $A(x), B(x), (A \cap B)(x)$  და  $(A \cup B)(x)$  აღნიშნავს შესაბამისი მიკუთვნების ფუნქციის მნიშვნელობას  $x$ -ზე, მაშინ  $(A \cap B)(x) = A(x) \wedge B(x)$ ,  $(A \cup B)(x) = A(x) \vee B(x)$ , სადაც  $A(x) \wedge B(x) = \min \{ A(x), B(x) \}$ ,  $A(x) \vee B(x) = \max \{ A(x), B(x) \}$ . აქედან გამომდინარე, შეგვიძლია დავწეროთ:

**ძმ·ძმ=ძმ; ძმ·ძლ=ძლ; ძმ·აძლ=აძლ; ...; მსტ·არკ=არკ.**

**ძმ+ძმ=ძმ; ძმ+ძლ=ძმ ძმ+აძლ=ძმ; ...; მსტ·არკ=მსტ.**

ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მივიღებთ:

$$\Lambda \cdot \Lambda^T = \begin{pmatrix} ძმ & ძლ & ასტ & აძლ & ძმ & ძლ \\ ძლ & ძლ & ძლ & საშ & ძლ & სტ \\ ასტ & ძლ & ძმ & საშ & ძლ & აძლ \\ აძლ & საშ & საშ & ძმ & საშ & აძლ \\ ძმ & ძლ & ძლ & საშ & ძმ & ასტ \\ ძლ & სტ & აძლ & აძლ & ასტ & ძმ \end{pmatrix}$$

ადვილი მისახვედრია, რომ  $\Lambda \cdot \Lambda^T$  მატრიცის  $c_{ij}$  ელემენტი გვიჩვენებს  $A$  სიმრავლის  $i$ -ურ ელემენტსა და  $B$  სიმრავლის  $j$ -ურ ელემენტს შორის კავშირის ხარისხს.

ფაქტიურად ჩვენ ვახდენთ ორი სიმრავლის ელემენტებს შორის მიმართების რანდომიზაციას დონეების მიხედვით:

$$\lambda = \lambda_{ძმ} \oplus \lambda_{ძლ} \oplus \lambda_{აძლ} \oplus \lambda_{საშ} \oplus \lambda_{ასტ} \oplus \lambda_{სტ} \oplus \lambda_{მსტ} \oplus \lambda_{არკ}$$

ორი  $A$  და  $B$  სიმრავლის ელემენტებს შორის არსებული არამკაფიო  $\lambda$  მიმართების ყოველი დონისათვის  $A$  სიმრავლის  $a_i$  ელემენტი შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც სიმპლექსი, რომლის წვეროებია  $B$  სიმრავლის ის ელემენტები, რომლებიც მოცემული, ან უფრო მაღალი დონის მიმართებაშია  $a_i$ .

$Q_{(*)}$ -ით აღვნიშნოთ რიცხვი ექვივალენტობის კლასებისა, რომლებადაც იყოფა  $\lambda_{(*)}$  დონის შესაბამისი სიმპლექსების სიმრავლე.  $\lambda$  მიმართების შესაბამისი სტრუქტურის ვექტორი ვუწოდოთ ვექტორს:

$$Q = (Q_{არვ}; Q_{მსტ}; Q_{სტ}; Q_{ასტ}; Q_{საშ}; Q_{აძლ}; Q_{ძლ}; Q_{ძძ})$$

მაგალითად,  $\lambda_{ძძ}$  მიმართების შესაბამისი სიმპლექსებიდან მხოლოდ  $a_1$  და  $a_5$  არიან „ძძ“ ბმული, ამიტომ სიმპლექსების სიმრავლე იყოფა 5 ექვივალენტობის კლასად

$$Q_{ძძ} = 5: \{a_1; a_5\}, \{a_2\}, \{a_3\}, \{a_4\}, \{a_6\};$$

$$Q_{ძლ} = 2: \{a_1; a_2; a_3; a_5; a_6\}; \{a_4\};$$

$$Q_{აძლ} = Q_{საშ} = Q_{ასტ} = Q_{სტ} = Q_{მსტ} = Q_{არვ} = 1: \{a_1; a_2; a_3; a_4; a_5; a_6\}.$$

$$Q = (1; 1; 1; 1; 1; 1; 2; 5).$$

### 3. დასკვნა

აღნიშნული მეთოდი საშუალებას გვაძლევს, განვსაზღვროთ კლასტერის სტრუქტურის მდგრადობა, ქალაქში წარმოქმნილ ე.წ. სოციალურ შეშფოთებათა ისეთი „მცირე“ სიდიდის მიმართ, რომელთა გათვალისწინება შეუძლებელი იყო q-ანალიზის კლასიკური მეთოდის დროს.

### ლიტერატურა – References :

1. Beckmann M.I., Puu T. Spatial Economics: Potential, Deensity and Flow. Amsterdam.1985
2. Akhobadze M. (1997). Mathematical modeling and management issues of macrosystems. Monograph. Tbilisi
3. Landau L.D. (1964). Lifshits EM Statistical physics. Moscow; "Science"
4. Wilson A.G. (1970). Entropy in Urban and Regional Modeling. London
5. Atkin R.H. (1972) From Cohomology in Physics to q-connectivity in social science. Inf. Machine studies.
6. Akhobadze M., Kurtskhalia E. (2019) Estimation method and algorithm for propagating disturbances in the system. GTU, 2 (512): 55-63.
7. Akhobadze M., Kurtskhalia E. (2021). Fuzzy Relationships in an Urban System. Bulletin of the Georgian National Academy of sciencee. Vol.15.no.1
8. Zadeh L.A. (1974) Fundamentals of a new approach to the analysis of complex and processes. In the book: Mathematics today, -M. pp. 5-49.

## FOR FORMING AND MANAGING CLUSTERS IN THE CITY

Dolidze Maia

mmdolidze@mail.ru

Georgian Technical University

### Summary

In planning and restructuring the cities, the resistance of different clusters to certain social instabilities (population growth, changing product demand, etc.) must be assessed. The resistance of a system structure is often assessed by using the  $q$ -analysis method of algebraic topology. When using this method, if the link between two sets (the clusters in our case) is insignificant (little) as compared to other relations, it is considered zero. Clearly, the model obtained with such an assumption may yield wrong results or lead to wrong decisions. The article describes the method developed based on the theory of implicit sets that allows determining the stability of a cluster structure to such a “small” values of so-called social disturbances occurring in the city, which cannot be taken into account by the classical method of  $q$ -analysis.

## ფინანსური რისკების შეფასების მეტრიკა და მისი გამოთვლის მეთოდები

დალი მაგრაქველიძე

d.Magrakvelidze@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ფინანსური რისკების მართვის ეფექტიანობისათვის აუცილებელია სამეცნიერო კვლევებზე დაყრდნობა. რისკების შეფასება და ხარისხის დაწევა უნდა მოხდეს წარმოდგენილი მეთოდების გამოყენებით. ამისათვის აუცილებელია გაიზომოს თვითონ რისკი. სწორედ VaR წარმოადგენს რისკის მეტრიკას, რისკის მაჩვენებელს, რისი მეშვეობითაც შესაძლებელი იქნება განუზღვრელობის სიდიდის დადგენა. სანდოობის ინტერვალი და დროითი ჰორიზონტი ძირითადი პარამეტრებია, რომელთა გარეშე VaR-ის არც გაანგარიშებაა შესაძლებელი და არც ინტეგრაცია. *value at risk* -ის ისტორიული არსი განუყოფლადაა დაკავშირებული ამ მაჩვენებლის დელტა-ნორმალურ მეთოდთან. ეს მეთოდი (historical simulation) მიეკუთვნება სრული შეფასების მეთოდთა ჯგუფს და არაპარამეტრულია. იგი ეფუძნება უახლოეს მომვალში საბაზრო ფასების სტაციონალური ქცევის შესახებ ვარაუდს. მისგან განსხვავებით, მონტე კარლოს მეთოდში (*Monte Carlo Simulation*), აქტივების ფასების ცვლილება გენერირდება ფსევდომთხვევითი სახით განაწილების მოცემული პარამეტრების შესაბამისად, მაგალითად  $\mu$  მათემატიკური ლოდინის და  $\sigma$  ვოლატულობისა.

**საკვანძო სიტყვები:** რისკის მეტრიკა. VaR. მონტე კარლოს მეთოდი. დელტა-ნორმალური განაწილება. რისკის შეფასება.

### 1. შესავალი

სამყაროში უამრავი რისკია. ზოგიერთი რისკი ცალკეულ ადამიანზე ახდენს გავლენას, ზოგი რისკი მთელს საზოგადოებას უქმნის საფრთხეს, ზოგიერთი სპეციფიკური რისკი მხოლოდ გარკვეული სფეროსა თუ საქმიანობაზე ახდენს გავლენას. რისკით განპირობებული ზარალის გამო დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მისგან დაცვას, მისი შედეგების თავიდან აცილებას.

რისკის მართვა ნებისმიერი ეკონომიკური პროცესის აუცილებელი და შემადგენელი ნაწილია, რადგან რისკის ზომა გავლენას ახდენს ადამიანის, ორგანიზაციის შემოსავლებთან. რისკის მართვის მიზანია ადამიანზე ან ორგანიზაციაზე მოქმედი საფრთხეებზე აქტიური კონტროლი. იგი საშუალებას იძლევა რათა მინიმუმამდე შემცირდეს სხვადასხვა რისკების ზემოქმედების შედეგად გამოწვეული ზარალი, კატასტროფული დანაკარგების დადგომის ალბათობა. რაც უფრო მოულოდნელია რისკი მით უფრო მეტი რესურსია საჭირო მისი თავიდან აცილებისათვის ან მის მიერ განპირობებული შედეგების თავიდან აცილებისათვის. და რაც უფრო მეტი ცოდნა გვაქვს რისკის შესახებ, მით უფრო მეტი საშუალებაა მისი მართვისათვის. ამიტომ, რისკის მართვის პროცესი რაც უფრო ეფექტურად არის ორგანიზებული, მით უფრო ეფექტურია ადამიანის ან ორგანიზაციის საქმიანობა. რისკის მართვის პრობლემა არსებობს ეკონომიკის ნებისმიერ სექტორში – სოფლის მეურნეობიდან და წარმოებიდან დაწყებული ვაჭრობამდე და ფინანსებამდე დამთავრებული, რაც ხსნის მის მუდმივ აქტუალობას.

## 2. ძირითადი ნაწილი

რისკის მართვა ასოცირდება როგორც ნეგატიურ, ასევე ხელსაყრელ შედეგებთან. მისი არსი არის დაგეგმილი შედეგებიდან პოტენციური გადახრების იდენტიფიცირება და ამ გადახრების მართვა პერსპექტივების გაუმჯობესების, ზარალის შემცირებისა და გადაწყვეტილებების სიზუსტის გაუმჯობესების მიზნით. რისკების მართვა გულისხმობს პერსპექტივების ამოცნობას და საქმიანობის გაუმჯობესების შესაძლებლობების იდენტიფიცირებას, აგრეთვე მოვლენების არასასურველი კურსის ალბათობის თავიდან აცილებას ან შემცირებას.

თანამედროვე საბაზრო ურთიერთობაში რისკების მართვისათვის საკმარისი არ არის მხოლოდ ინტუიციასე დაყრდნობა, არამედ რისკების მართვას უნდა ჰქონდეს თავისი სტრატეგია და ტაქტიკა. ფინანსური რისკების მართვის ეფექტურობისათვის აუცილებელია დაყრდნობა სამეცნიერო კვლევებზე. რისკების შეფასება და ხარისხის დაწევა უნდა მოხდეს წარმოდგენილი მეთოდების გამოყენებით. ამისათვის აუცილებელია გაიზომოს თვითონ რისკი. რისკები დაკავშირებულია განუზღვრელობასთან, რომელთა სიდიდის დადგენა წარმოადგენს მნიშვნელოვან პრობლემას.

სწორედ VaR წარმოადგენს რისკის მეტრიკას, რისკის მაჩვენებელს, რისი მემშვეობითაც შესაძლებელი იქნება განუზღვრელობის სიდიდის დადგენა. VaR სიდიდე მოცემული სტრუქტურის მქონე პორტფელისათვის – ეს არის უდიდესი ზარალი, რომელიც განპირობებულია ფინანსურ ბაზარზე ფასების რხევით და რომელიც გამოიანგარიშება: მომავალში დროის განსაზღვრული მანძილით (დროითი ჰორიზონტი); მოცემული ალბათობით მის გადაუჭარბებლობით (სანდოობის ინტერვალი); ბაზრის ქცევის ხასიათის მოცემული ვარაუდის დროით (გაანგარიშების მეთოდი).

სანდოობის ინტერვალი და დროითი ჰორიზონტი წარმოადგენენ ძირითად პარამეტრებს, რომელთა გარეშე VaR-ის არც გაანგარიშებაა შესაძლებელი და არც ინტერპრეტაცია.

VaR-ის გამოსაანგარიშებლად დროითი ჰორიზონტი (*holding period*) ხშირად შეირჩევა ამ ინსტრუმენტის პორტფელში შენარჩუნების ვადიდან ან მისი ლიკვიდურობიდან გამომდინარე, ე.ი. იმ მინიმალური რეალური ვადიდან გამომდინარე, რომლის განმავლობაშიც შეიძლება ამ ინსტრუმენტის რეალიზება ბაზარზე მნიშვნელოვანი ზარალის გარეშე, ვინაიდან სწორედ ამ პერიოდის განმავლობაში ტრეიდერებს არ შეუძლიათ რამის გაკეთება ზარალის დასაწევად. VaR-ის გამოსაანგარიშებელი ჰორიზონტისაგან უნდა განვასხვავოთ VaR-ის დაკვირვების პერიოდის სიღრმე (*observation period*) – რეტროსპექტიული ან ხელოვნურად მოდელირებული მონაცემები, რომელთა საფუძველზე ხდება VaR-ის გაანგარიშება.

სანდოობის დონე (*confidence level*) ანუ ალბათობა, შეირჩევა იმ რისკის მიმართ უპირატესობის მინიჭებასთან დამოკიდებულებით, რომლებიც მაკონტროლებელი ორგანოების რეგლამენტებულ დოკუმენტებში ან კორპორატიულ პრაქტიკაშია გამოსახული და ასახავს მენეჯერთა შეფასებებს. მაგალითად, საბანკო ზედამხედველობის ბაზელის კომიტეტი 99%-იანი დონის რეკომენდაციას იძლევა, რომელზედაც ორიენტაციას ახდენენ მაკონტროლებელი ორგანოები; პრაქტიკაში ყველაზე პოპულარულია 95%-იანი დონე, მაგრამ ასევე გვხვდება სხვა დონეებიც (ჩვეულებრივ 95-სა და 99%-ს შორის).

რისკის სიდიდე მაჩვენებელი (VaR) არის ერთ ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და ფართოდ გამოყენებული სტატისტიკა, რომელიც ზომავს ეკონომიკური ზარალის პოტენციალს. იგი პრაქტიკულად ყველა ძირითადი ფინანსური ინსტიტუტის და რეგულირების მენეჯმენტის მიერ მიღებული იქნა, როგორც რისკის ქვაკუთხედი და საერთო ენა. VaR ზომავს პორტფელის მაქსიმალური დანაკარგის მნიშვნელობის ალბათობის განსაზღვრულ დონეს გარკვეული პერიოდის განმავლობაში.

ანუ VaR არის ასეთი რიცხვი:

ალბათობა (ზარალის აბსოლუტური მნიშვნელობა > VaR) <(1 - მოცემული ალბათობა).

რისკის გაზომვის ტრადიციული მეთოდებისგან განსხვავებით, VaR მეთოდს უფრო მეტი ადაპტაცია გააჩნია და უფრო მეცნიერულია.

value at risk -ის ისტორიული არსი განუყოფლადაა დაკავშირებული ამ მაჩვენებლის დელტა-ნორმალურ მეთოდთან, რომელიც პირველად რეალიზებული იყო J.P. Morgan ბანკის მიერ თავის ცნობილ RiskMetrics სისტემაში, რომელმაც ფუნქციონირება დაიწყო 1994 წლის ოქტომბრის ბოლოს და დაიმსახურა საყოველთაო აღიარება დარგობრივი სტანდარტის სახით.

VaR სიდიდის გაანგარიშების დელტა-ნორმალური (delta-normal) მეთოდი საშუალებას იძლევა მივიღოთ VaR-ის შეფასება ჩაკეტილი სახით. მის საფუძველში ძვეს საბაზრო რისკის ფაქტორების ლოგარითმული შემოსავლიანობების განაწილების ნორმალური კანონის შესახებ წინაპირობა (პირველადი „დაუნაწევრებელი“ აქტივების ფასები, რომლებზედაცაა დამოკიდებული უფრო რთული ინსტრუმენტების, პოზიციების და მთლიანად პორტფელის ღირებულებები):

$$r_t = \ln(P_t / P_{t-1}) \sim N(\mu, \sigma^2).$$

რისკი ფაქტორების ცვლილებების ნორმალური განაწილების შესახებ ვარაუდი მნიშვნელოვნად აიოლებს სიდიდის გამოანგარიშებას, რამდენადაც ამ შემთხვევაში ინსტრუმენტების შემოსავლიანობების განაწილება, რომელიც წარმოადგენს რისკის ფაქტორების წრფივ კომბინაციას, ასევე იქნება ნორმალური.

ისტორიული მოდელირების მეთოდი (historical simulation) მიეკუთვნება სრული შეფასების მეთოდთა ჯგუფს და წარმოადგენს არაპარამეტრულს. ის ეფუძნება უახლოეს მომავალში საბაზრო ფასების სტაციონალური ქცევის შესახებ ვარაუდს. თავიდან ხდება დროის  $T$  სიღრმის პერიოდის არჩევა (მაგალითად 200 სავაჭრო დღე), რომლის განმავლობაშიც ხდება ისტორიულ ცვლილებებზე (მაგალითად დღიურ) პორტფელში შემავალი ყველა  $N$  აქტივის  $P$  ფასზე დაკვირვება:

$$\Delta P_{i,t} = P_{i,t} - P_{i,t-1}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, \dots, T.$$

VaR-ის გაანგარიშების ყველა აღწერილ მეთოდს შორის მონტე-კარლოს მეთოდი წარმოადგენს ტექნიკურად ყველაზე რთულს. გარდა ამისა გამოთვლების სრული მოცულობით ჩასატარებლად საჭიროა მნიშვნელოვანი გამოთვლითი სიმძლავრეები და დროითი რესურსები. რა თქმა უნდა, თანამედროვე კომპიუტერები რამდენჯერმე უფრო სწრაფად მუშაობენ, მაგრამ ჯერ კიდევ ძალიან შორს არიან ინფორმაციის რეალური დროის რეჟიმში დამუშავებისაგან

მონტე-კარლოს მეთოდი, ანუ სტოქასტური მოდელირების მეთოდი (Monte Carlo Simulation), ეფუძნება მოცემული მახასიათებლების მქონე შემთხვევითი პროცესების მოდელირებას. ისტორიული მოდელირების მეთოდისაგან განსხვავებით, მონტე-კარლოს მეთოდში აქტივების ფასების ცვლილება გენერირდება ფსევდომშემთხვევითი სახით განაწილების მოცემული პარამეტრების შესაბამისად, მაგალითად  $\mu$  მათემატიკური ლოდინის და  $\sigma$  ვოლატილობისა.

მონტე-კარლოს მეთოდში შემთხვევითი რიცხვების გენერაცია შედგება ორი ბიჯისაგან. თავიდან შეიძლება ვისარგებლოთ 0 და 1 ინტერვალს შორის თანაბრად განაწილებული შემთხვევითი რიცხვების გენერატორით. შემდეგ, იყენებენ რა როგორც არგუმენტებს მიღებულ შემთხვევით რიცხვებს, ითვლიან მოდელირებადი განაწილებების ფუნქციის მნიშვნელობებს. ამასთან, შემთხვევითი რიცხვების გენერატორი მუშაობს დეტერმინირებულ ალგორითმებზე და წარმოქმნიან ე.წ. „ფსევდომშემთხვევით რიცხვებს“, მაგრამ რამდენადაც გარკვეული მომენტიდან ამ ფსევდომშემთხვევით რიცხვების მიმდევრობები გამოიხატება იწყებენ, ე.ი. ისინი არ წარმოადგენენ დამოუკიდებლებს. დამოუკიდებლებს. უმარტივეს გენერატორებში ეს უკვე რამდენიმე ათასი გენერაციის შემდეგ იწყება, ხოლო შედარებით რთულში – მილიარდი გენერაციის შემდეგ. თუ შემთხვევითი რიცხვების მასივი

იწყებს გამეორებას ძალიან სწრაფად, მაშინ მონტე-კარლოს მეთოდი წყვეტს შემთხვევითი, დამოუკიდებელი სცენარების მოდელირებას და *VaR* შეფასება იწყებს გენერატორის შეზღუდულობის ასახვას და არა პორტფელის თვისებების.

### 3. დასკვნა

*VaR*-ის გასაზომი მეთოდების ადგილობრივ შეფასებად და სრულ შეფასებად დაყოფა ასახავს კომპრომისს გამოთვლების სიჩქარესა და შეფასების სიზუსტეს შორის. ადგილობრივი შეფასების მოდელს შორის დელტა – ნორმალურ მოდელში იყენებენ დელტას ან ხაზოვან ექსპოზიციებს კოვარიაციული მატრიცით. სრულ-შეფასების მოდელს შორის, ისტორიული მოდელირება ყველაზე მარტივი განსახორციელებელია. იგი იყენებს რისკ-ფაქტორების უახლეს ისტორიას ჰიპოთეტური სცენარების შექმნის მიზნით, რომლების მიმართაც გამოიყენება სრული შეფასება. და ბოლოს, ყველაზე სრულყოფილ მოდელს, მაგრამ განხორციელებლად ყველაზე რთულს წარმოადგენს მონტე-კარლოს მოდელირების მიდგომა. ზოგადად იგი აღიარებულია საუკეთესოდ, რამდენადაც გააჩნია მთელი რიგი უდავო ღირსებები, კერძოდ არ გამოიყენება ჰიპოტეზა შემოსავლიანობების ნორმალური განაწილებების შესახებ, აჩვენებს მაღალ სიზუსტეს არაწრფივი ინსტრუმენტებისათვის და მდგრადია რეტროსპექტივის არჩევანის მიმართ. თუმცა, მეთოდის ნაკლს წარმოადგენს გაანგარიშების ტექნიკური სირთულე, მოდელური რისკი და ანარჩევის დიდი მოცულობა.

ზემოთ განხილული მეთოდები ადვილად რეალიზებადია, თუ ხელმისაწვდომია რისკის ყველა იმ ფაქტორის შესახებ განახლებადი ყოველდღიური მონაცემთა ბაზა, რომლის ზემოქმედებასაც განიცდიან პორტფელის ინსტრუმენტები. როგორც წესი, რაც უფრო დიდია ფასების მოდელირებისათვის გამოყენებული რეტროსპექტივის სიღრმე, მით უფრო მაღალია - *VaR* -ის შეფასებების სიზუსტე, მაგრამ ამავდროულად ისტორიული მონაცემების მოძიება ხშირად პრობლემატურია. ამიტომ საჭიროა გამოთვლებისათვის საჭირო მონაცემების მიღების ალტერნატიული მეთოდის გამოძებნა.

### ლიტერატურა – References :

1. Alexander C. (2008). Value at Risk Models. John Wiley&Sons, ltd.
2. Jorion Ph. (2007). Value at Risk. The New Benchmark for Managing Financial risk, 3<sup>rd</sup>. ed.

## FINANCIAL RISK ASSESSMENT METRIC AND ITS CALCULATION

### METHODS

Dali Magrakvelidze  
Georgian Technical University

#### Abstract

It is important for financial risk management effectiveness to rely on scientific researches. Risk assessment and quality reduction should be done by using the presented methods. For this it is necessary to measure the risk itself. It is *VaR* that is a risk metric, an indicator of risk, what makes possible to determine the amount of uncertainty. The confidence interval and time horizon are the basic parameters without which it's impossible to compute or interpret *VaR*. The historical nature of the value at risk is inextricably linked to the delta-normal method of this indicator, which was first implemented by the *J.P. Morgan* bank. The historical simulation method belongs to the group of complete evaluation methods and is non-parametric. It is based on assumptions about the stationary behavior of market prices in the near future. In contrast, in the Monte Carlo simulation the asset price changes are generated pseudo-randomly according to given distribution parameters such as mathematical expectation  $\mu$  and volatility  $\sigma$ .



## რისკის შეფასების მონტე კარლოს მოდელში ფაზი სიმრავლის გამოყენება

დალი მაგრაქველიძე, ნინო ჭამიაშვილი  
d.Magrakvelidze@gtu.ge, nini.chamiashvili@gmail.com  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

მონტე კარლოს მოდელირება არის სასარგებლო ინსტრუმენტი რისკიანი საინვესტიციო პროექტები ანალიზისთვის. თუ ჩვენთვის საინტერესო  $Y$  ცვლადი არის რამდენიმე სხვა გაურკვეველი ცვლადის რთული ფუნქცია. მაშინ  $Y$ -ის მოსალოდნელი მნიშვნელობა ზოგადად არ უტოლდება ფუნქციის მნიშვნელობას განუზღვრელი ცვლადების მოსალოდნელ მნიშვნელობისათვის. მონტე კარლოს გამოყენების საშიშროებას წარმოადგენს არა ცდომილების შეფასების ალბათური ხასიათი, არამედ ის, რომ ცდომილების ალბათური შესფასება უფრო ხშირად ხდება იმ შემთხვევითი რიცხვების სენსორების თვისებების გათვალისწინებით, რომლებსაც სინამდვილეში ადგილი არ აქვს. წარმოდგენილია, რომ სანდოობის ინჟინერიისა და რისკის შეფასების ფარგლებში, დიდი რაოდენობით სამუშაოები ჩატარების მიუხედავად, მონტე-კარლოს ანალიზი, რომელშიც გამოყენებულია ალბათობის სიმკვრივის ფუნქციის მიხედვით გაანგარიშება, კვლავ შეზღუდულია. შემოთავაზებულია ამ შეზღუდვის ალტერნატივა - ფაზი რიცხვების გამოყენება, რაც მიზანშეწონილია უკიდურესად გაურკვეველი პირობების ამოხსნისას, ე.ი. როდესაც სტატისტიკური მონაცემები არასაკმარისია და როდესაც მონაცემების მიღების დროს ადამიანური სუბიექტობაა ჩართული.

**საკვანძო სიტყვები:** მონტე კარლოს ანალიზი, ფაზი სიმრავლეები.

### 1. შესავალი

მონტე კარლოს მეთოდი შეიძლება განვიხილოთ, როგორც გამოთვლითი მეთოდების ნაკრები (ჩვეულებრივ მიახლოებული) მათემატიკური ამოცანების გადასაჭრელად, რომლებშიც გამოიყენება შემთხვევითი ანარჩევი. ყველაზე ხშირად ამ ჩარჩოებში განხილულია სტატისტიკური პრობლემის ორი კალსი: ინტეგრაცია და ოპტიმიზაცია.

მონტე კარლოს მეთოდი დაახლოებით 1944 წლისთვის გამოჩნდა. მან მრავალი ინტერპრეტირება განიცადა, მიიღო სხვადასხვა განსაზღვრება, ანუ მეთოდმა გაიარა განვითარებისა და ევოლუციის ხანგრძლივი პროცესი. თავდაპირველად მეთოდის (ვონ ნიუმენი, 1951) მათავარი ამოცანა იყო შემთხვევითი რიცხვების დიდი სერიების გენერირება. პირველ ეტაპზე, გამოიყენებოდა ფსევდო-შემთხვევითი რიცხვები, და შემდეგ, კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად ეს ბარიერიც მოიხსნა.

ერთ-ერთი ყველაზე მეტად საინტერესო შრომა მონტე კარლოს მეთოდის მეთოდით საინვესტიციო პროექტების შერჩევაში არის დანახარჯების განუზღვრელობის შეფასება

მონტე-კარლოს მეთოდის ღირსებები: გაანგარიშებების მაღალი სიზუსტე; არაწრფივი ფასისმიერი მახასიათებლების მქონე ინსტრუმენტების მიმართ მისაღები მაღალი სიზუსტე; ნებისმიერი ისტორიული და ჰიპოთეტური განაწილების მოდელირების შესაძლებლობა, „მსხვილი კუდების“ ეფექტურობის და ფასების ზრდების (ვეგა-რისკი) გათვალისწინება.

მონტე კარლოს მეთოდის ნაკლოვანებები: მოდელის მაღალი სირთულე და შესაბამისდ მოდელის არაადეკვატურობის რისკი; გამოთვლის ჩასატარებლად გამოთვლითი სიმძლავრების მიმართ მაღალი მოთხოვნები და მნიშვნელოვანი დროითი ხარჯები.

## 2. ძირითადი ნაწილი

მოსაზრება, რომ მონტე კარლოს მოდელირება არის სასარგებლო ინსტრუმენტი რისკიანი საინვესტიციო პროექტები ანალიზისთვის ბიზნეს-საზოგადოებისთვის პოპულარიზებული იქნა ჰერცის მიერ. მთავარი გზავნილი იყო, რომ თუ ჩვენთვის საინტერესო  $Y$  ცვლადი (იქნება ეს წმინდა მიმდინარე ღირებულება, შიდა მოგების მაჩვენებელი, ან რაიმე სხვა შესაბამისი საინვესტიციო ღონისძიება) არის რამდენიმე სხვა გაურკვეველი ცვლადის რთული ფუნქცია:

$$Y = g(X_1, X_2, \dots, X_k),$$

მაშინ  $Y$ -ის მოსალოდნელი მნიშვნელობა ზოგადად არ უტოლდება ფუნქციის მნიშვნელობას განუზღვრელი ცვლადების მოსალოდნელ მნიშვნელობისათვის

$$E(Y) \neq g[E(X_1), E(X_2), \dots, E(X_k)].$$

ჰერცმა შემოგვთავაზა მონტე კარლოს სიმულაცია, როგორც  $Y$ -ს საშუალო შეფასების საშუალება  $k$  შემავალი ცვლადების ალბათობების განაწილების მოცემული ნაკრებისათვის. სიმულაციის დამატებითი უპირატესობა ის არის, რომ იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნას  $Y$  ალბათობების მთლიანი განაწილების შესაფასებლად. ამრიგად, სიმულაცია აიოლებს სარისკო კაპიტალური ინვესტიციების შეფასებას მოსალოდნელი შემოსავლის, ასევე რისკის ზუსტი შეფასებით. მრავალფეროვანი კომერციულად ხელმისაწვდომი პროგრამული უზრუნველყოფა განსაზღვრავს რისკის ანალიზისთვის მონტე კარლოს ტექნიკის ამჟამინდელ პოპულარობას.

მონტე კარლოს მეთოდის გამოყენებისთვის აუცილებელია გვექონდეს მოცემული განაწილების კანონის მქონე დამოუკიდებელ  $P_j$  წერტილთა მიმდევრობა. ჩვეულებრივ მომხმარებელს გააჩნია შემთხვევითი ანუ ე.წ. ფსევდოშემთხვევითი რიცხვების სენსორები, თანაბრად განაწილებული  $[0,1]$  შუალედში; ასეთი შემთხვევითი სიდიდეების გარდაქმნით მიიღება შემთხვევითი რიცხვები მოთხოვნილი განაწილების კანონით. პირველ ელექტრო გამომთვლელ მანქანებზე (ეგმ) შემთხვევითი რიცხვების სენსორები იყო ზოგიერთი მოწყობილობა, მაგალითად ისეთები, რომლებიც იყენებდნენ რადიაციული დაშლის მოვლენას შემთხვევითი სიდიდეების მიმდევრობის მისაღებად და ზოგჯერ ერთობლიობაში დამოუკიდებლობის მოთხოვნასაც აკმაყოფილებდნენ. თუმცა ასეთი მოწყობილობები მუშაობენ არც თუ ისე მაღალი სიჩქარით და ამიტომ მუშაობის სიჩქარის გამო ამ მოწყობილობებს უარი ეთქვა. შემთხვევითი რიცხვების სენსორის ნაცვლად გამოიყენება ფსევდოშემთხვევითი რიცხვების სენსორი - ზოგიერთი პროგრამები, რომლებიც იძლევიან რიცხვების მიმდევრობას, რომელიც რეკომენდებულია განვიხილოთ როგორც შემთხვევითი. ფსევდოშემთხვევითი რიცხვების სენსორის გამოყენება იყო პროგრესული ნაბიჯი, რომელიც ალბათური მეთოდების ფართოდ გამოყენების საშუალებას იძლეოდა. თუმცა ამ სენსორების გამოყენებისას ყოველთვის მხედველობაში უნდა გვექონდეს, თუ რომელი თვისებები გააჩნია ამ სენსორებით მოცემულ რიცხვთა მიმდევრობას. მაგალითად, ზოგიერთი ფსევდოშემთხვევითი რიცხვების ზოგიერთი სენსორი გამოიმუშავებს რიცხვთა მიმდევრობას, რომელთა განხილვა შესაძლებელია მხოლოდ წყვილ-წყვილად დამოუკიდებლების, და არა როგორც ერთობლიობაში დამოუკიდებლების.

მრავალფეროვანი კომერციულად ხელმისაწვდომი პროგრამული უზრუნველყოფა განსაზღვრავს რისკის ანალიზისთვის მონტე კარლოს ტექნიკის ამჟამინდელ პოპულარობას, მაგრამ მონტე კარლოს გამოყენების საშიშროებას წარმოადგენს არა ცდომილების შეფასების ალბათური ხასიათი, არამედ ის, რომ ცდომილების ალბათური შესაფასება უფრო ხშირად ხდება იმ შემთხვევითი რიცხვების სენსორების თვისებების გათვალისწინებით, რომლებსაც სინამდვილეში ადგილი არ აქვს.

მონტე კარლოს ანალიზი რისკის გამოთვლის ძლიერი მეთოდია. რაც შეეხება რისკის ფაქტორების, მათთვის ის საკმარისად მოქნილი იმისათვის, რომ გათვალისწინებული იყოს

ვოლატულობის დროის ცვალებადობას ან მოსალოდნელი შემოსავლიანობა, მსხვილი კუდები და ექსტრემალური სცენარები. პორტფელის ინსტრუმენტებისთვის მას შეუძლია აღრიცხოს არაწრფივი ფასების შემოქმედების დროს ვეგას რისკი და ფასწარმოქმნის რთული მოდელები.

მონტე კარლოს სიმულაციას შეუძლია ჩაურთოს დროის მიმდინარეობა, რომელიც სტრუქტურულ ცვლილებას შეიტანს პროტფელში. იგი მოიცავს ოფციონების დროის მიღევას; ფიქსირებული, მცურავი ან ხელშეკრულებით განსაზღვრული ფულადი ნაკადების ყოველდღიური გაანგარიშებას; და წინასწარ განსაზღვრული სავაჭრო ან ჰეჯირების სტრატეგიების ეფექტს. ეს ეფექტები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დროის ჰორიზონტის გაზრდისას, რომელსაც ადგილია ქვს საკრედიტო რისკის გაზომვის დროს.

მეთოდის ყველაზე დიდი ნაკლოვანებაა მისი გამოთვლის დრო. თუ 1000 ნიმუშის ტრაექტორია იქმნება პორტფელის 1000 აქტივისაგან, შეფასების ჯამური რაოდენობა 1 მილიონს შეადგენს. გარდა ამისა, თუ მიზნობრივი თარიღისათვის აქტივების შეფასება გულისხმობს სიმულაციას, მეთოდი მოითხოვს "სიმულაციას სიმულაციის ჩარჩოებში". ეს ძალიან სწრაფად ხდება საშიში ხშირი განხორციელებისათვის. ეს მეთოდი ყველაზე ძვირია განსახორციელებლად ინფრასტრუქტურის სისტემების და განსაკუთრებით ინტელექტუალური განვითარების თვალსაზრისით. მონტე კარლოს სიმულაციას სჭირდება ძლიერი კომპიუტერული სისტემები. ის ასევე მოითხოვს მნიშვნელოვან ინვესტიციას ადამიანურ კაპიტალში, თუ განვითარებას ნულიდან იწყებს. ალბათ, ასეც უნდა იყოს შექმნილი გარე მომწოდებლებისაგან. მეორეს მხრივ, როდესაც უკვე შექმნილია სიმულაციის გამოყენებით რთული სტრუქტურების მოდელირებისათვის სისტემა, მონტე კარლოს სიმულაციის დანერგვა ნაკლებად ძვირია, რადგან საჭირო ექსპერტიზა ადგილზეა. ასევე, ეს არის სიტუაციები, როდესაც კომპლექსური პოზიციების სწორად მართვა აუცილებელია.

მეთოდის კიდევ ერთი პოტენციური სისუსტეა მოდელის რისკი. მონტე კარლოს მეთოდი ემყარება სპეციფიკურ სტოქასტურ პროცესებს ძირითადი რისკ-ფაქტორებისთვის, რაც შეიძლება არასწორი იყოს. იმის შესამოწმებლად, თუ რამდენად მდგრადია შედეგები მოდელის ცვლილებების დროს, სიმულაციის შედეგები უნდა შეავსოთ გარკვეული მგრძობელობაზე ანალიზით. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მიდგომა ჰგავს შავ ყუთს, რომელიც არ იძლევა შედეგების.

დაბოლოს, რისკის შეფასებები მონტე კარლოს სიმულაციიდან დამოკიდებულია შერჩევის ცვალებადობაზე, რაც განპირობებულია განმეორებების შეზღუდული რაოდენობით. განვიხილოთ, მაგალითად, შემთხვევა, როდესაც რისკის ფაქტორები ურთიერთნორმალურია და ყველა გადახდა წრფივია. მონტე კარლოს სიმულაციები იგივე კოვარიაციული მატრიცის საფუძველზე მხოლოდ მიახლოებას მოგვცემს, თუმცა სულ უფრო და უფრო კარგს, რადგან გამეორებების რაოდენობა იზრდება.

მრავალი მიდგომა იქნა გამოყენებული ამგვარი განუზღვრელობის თავიდან ასაცილებლად. მონტე კარლოს მეთოდი არის ყველაზე ხშირად გამოყენებული მიდგომა იმ მიზნისთვის, როდესაც მონაცემთა გაურკვევლობის დამუშავება ემყარება შერჩევას მოცემული ალბათობის სიმკვრივის ფუნქციის მიხედვით. მიუხედავად იმისა, რომ სანდოობის ინჟინერიისა და რისკის შეფასების ფარგლებში, დიდი რაოდენობით სამუშაოები ჩატარდა, მონტე კარლოს ანალიზი, რომელშიც გამოყენებულია ალბათობის სიმკვრივის ფუნქციის მიხედვით გაანგარიშება, კვლავ შეზღუდულია. ამის ალტერნატივა არის ფაზი რიცხვების გამოყენება, რაც მიზანშეწონილია უკიდურესად გაურკვეველი პირობების ამოხსნისას, ე.ი. როდესაც სტატისტიკური მონაცემები არასაკმარისია და როდესაც მონაცემების მიღების დროს ადამიანური სუბიექტობაა ჩართული.

მრავალი კვლევა ჩატარებული განუზღვრელობის შემცირებაში ფაზი სიმრავლების თეორიის გამოყენების სახეობაზე. ზემოთ აღინიშნა, რომ მონტე კარლო სიმულაცია შესაფერისი იარაღია განუზღვრელობის გადასაჭრელად, როდესაც ისტორიული მონაცემები მნიშვნელოვნად დიდია. მაშინ როდესაც წარმოდგენილი მონაცემები წარმოადგენენ არამკაფიოს და ზედმეტად სუბიექტურს, ფაზი სიმრავლების გამოყენება გეთავაზობს განუზღვრელობის დაძლევის უფრო ეფექტურ ხერხს.

ფაზი სიმრავლები განსაზღვრული იქნა ლ. ზადეს მიერ 1965, როგორც ბუნებრივ ენაზე გამონათქვამების დამუშავებისათვის ფორმალური აპარატი. ეს თეორია საშუალებას იძლევა ფრაზებს „პროექტის რისკი საკმაოდ დიდია, ან „პროექტის შემოსავალი მცერედით აღემატება 15 000 ლარს“, რომელიც შეიძლება წარმოიშვას ექსპერტული შეფასებისას, მივანჭოთ კონკრეტული მათემატიკური აზრი. ამგვარად, ჩნდება შესაძლებლობა ხარისხობრივი ექსპერტული შეფასებები დავიყვანოთ რაოდენობრივზე, რიცხვითზე (მართალია, ფაზი რიცხვებზე).

ფაზი სიმრავლები კლასიკური სიმრავლეთა თეორიის გაგრძელებაა და გამოიყენება ფაზი ლოგიკაში. სიმრავლეთა კლასიკურ თეორიაში ელემენტების წევრობა სიმრავლესთან დაკავშირებით ორობითი თვალსაზრისით ფასდება მკაცრი პირობის შესაბამისად - ელემენტი ან ეკუთვნის ან არ ეკუთვნის სიმრავლეს. ამის საპირისპიროდ, ფაზი სიმრავლების თეორია იძლევა ელემენტების სიმრავლის წევრობის ეტაპობრივი შეფასების საშუალებას; ეს აღწერილია მიკუთვნების ფუნქციის დახმარებით, რომელიც იღებს მნიშვნელობებს ნამდვილ რიცხვთა ერთეულოვან ინტერვალში (0, 1). ფაზი სიმრავლები კლასიკური სიმრავლეთა თეორიის გაფართოებაა, ვინაიდან, გარკვეული სივრცისათვის მიკუთვნების ფუნქციამ შეიძლება იმოქმედოს, როგორც ინდიკატორულმა ფუნქციამ, რომელიც ყველა ელემენტს ასახვს 1 ან 0 – ზე, როგორც კლასიკურ ცნებაშია წარმოდგენილი. კერძოდ, ფაზი სიმრავლე არის ნებისმიერი სიმრავლე, რომელიც საშუალებას აძლევს მის წევრებს ჰქონდეთ სხვადასხვა ხარისხის მიკუთვნება (მიკუთვნების ფუნქცია) ინტერვალში (0,1). ფაზი სიმრავლე კლასიკურ X სიმრავლეზე განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$A = \{x, \mu_A(x) | x \in X\}$$

### 3. დასკვნა

მონტე კარლოს მეთოდში აქტივების ფასების (პროექტიდან მისაღები შემოსავლების) ცვლილება გენერირდება ფსევდო-შემთხვევითი სახით განაწილების მოცემული პარამეტრების შესაბამისად, მაგალითად  $\mu$  მათემატიკური ლოდინის და  $\sigma$  ვოლატულობისა. იმიტირებული განაწილება, პრინციპში, შეიძლება ნებისმიერი იყოს, ხოლო სცენარების რაოდენობა – ძალიან დიდი (ათიათასამდეც). მაგრამ მეთოდის პოტენციური სისუსტეა მოდელის რისკი. MC ემყარება სპეციფიკურ სტოქასტურ პროცესებს ძირითადი რისკ-ფაქტორებისთვის, რაც შეიძლება არასწორი იყოს. იმის შესამოწმებლად, თუ რამდენად მდგრადია შედეგები მოდელის ცვლილებების დროს, სიმულაციის შედეგები უნდა შევავსოთ გარკვეულ მგრძობელობაზე ანალიზით. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მიდგომა ჰგავს შავ ყუთს, რომელიც არ იძლევა შედეგებისათვის საჭირო ინფორმაციას. მონტე კარლოს მეთოდი ზოგადად აღიარებულია საუკეთესოდ, რამდენადაც გააჩნია მთელი რიგი ღირსებები, კერძოდ, არ გამოიყენება ჰიპოთეზა შემოსავლიანობების ნორმალური განაწილებების შესახებ, აჩვენებს მაღალ სიზუსტეს არაწრფივი ინსტრუმენტებისათვის და მდგრადია რეტროსპექტივის არჩევანის მიმართ. მეთოდის ნაკლს შეიძლება მივაკუთვნოთ გამოთვლების ტექნიკური სირთულე და მოდელური რისკი.

იმისათვის, რომ გადავლახოთ რეალურ დაკვირვებებში შეზღუდული რაოდენობით გამოწვეული პრობლემები, ჩვენ შეგვიძლია დამატებითი დაკვირვების გენერირება. როგორც წესი, ამ დამატებითი დაკვირვების მოდელირება ან გენერაცია ხორციელდება მონტე კარლოს მოდელირების მიდგომის გამოყენებით, ისე რომ შემოსავლიანობა ასახავდეს ალბათობას, რომლითაც ისინი მოხდა უახლოეს ისტორიულ პერიოდში. პირველ ნაბიჯზე გამოითვლება რისკის ცვლილებების ისტორიული დისპერსია-კოვარიაციის მატრიცა, მაგრამ როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ეს ჩვენი ქვეყნის სინამდვილეში თითქმის შეუძლებელია და სწორედ ამ პრობლემის გადაჭრას ემსახურება მონტე კარლოს მეთოდში ჩვენს მიერ შემოტანილი ახალი მიდგომა, რომელიც ფაზი-რიცხვებზეა დაფუძნებული. ეს მიდგომა ასევე ამარტივებს გამოთვლების ტექნიკურ მხარეს და ზოგავს ფინანსებსაც.

#### ლიტერატურა – References :

1. Saunders A., Cornett M.M. (2010). Credit Risk: Individual Loan Risk. In: Financial Institutions Management: A Risk Management Approach. McGraw-Hill/Irwin: 282 p.
2. Nedosekin A. (2003). Fuzzy Financial Management. AFA Library, Moscow.

## USAGE OF FUZZY SET IN MONTE CARLO RISK ASSESSMENT MODEL

Dali Magrakvelidze, Nino Chamiashvili

d.Magrakvelidze@gtu.ge, nini.chamiashvili@gmail.com

Georgian Technical University

#### Summary

Monte Carlo modeling is a useful tool for analyzing risky investment projects. If the variable  $Y$ , in which we are interested, is a complex function of several other undefined variables, then the expected value of  $Y$  is usually not equal to the function value for the expected value of the undefined variables. The danger of using Monte Carlo method is not the probable nature of the error estimation, but the fact that the probable error of estimation occurs more often by considering the properties of random number sensors that do not actually occur. In the paper within the framework of reliability engineering and risk assessment we present fact, that despite a large amount of work performed, the Monte Carlo analysis which uses the calculation of the probability density function is still limited. An alternative to this limitation is proposed - the use of phase numbers, which is advisable when solving extremely uncertain conditions, i.e. when statistics are not enough and people are involved in obtaining data.

## ფორმალიზებული მოდელები CAD/BIM ტექნოლოგიაში

ზურაბ კიკნაძე, ელინა ქრისტესიაშვილი, ვახტანგ არჩვაძე,

ლეილა ქრისტესიაშვილი

z.kiknadze@gtu.ge, e.kristesiashvili@gtu.ge, vakharchvadze@gmail.com, l.kristesiashvili@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

არქიტექტურულ-სამშენებლო საქმიანობის ძირითადი დანიშნულება გარემოს (ფართო გაგებით) გამოწვევების (არამარტო ენერგეტიკული) ადეკვატური პასუხის გაცემაში გამოიხატება. მოსალოდნელია თუ რეალიზებული შესაბამისობა მრავალი ასპექტით შეიძლება განვიხილოთ, რომელთაგან არსებითია მეთოდოლოგიური და ტექნიკური, ისტორიული და ლოგიკური. დღევანდელი მე-4 ტექნიკური რევოლუციის ეპოქა (Industry) არქიტექტურულ სამშენებლო შემოქმედებითი საწარმოო სფეროს ე.წ. ინფორმაციული მოდელირების სტანდარტს სთავაზობს, რომლის ჩამოყალიბებაში ფორმალიზებული მოდელების როლს შეეხება წარმოდგენილი სტატია. არსებითია, რომ პროექტირების ავტომატიზაცია მეთოდურ-პრაგმატული მიდგომა მდგომარეობს იმაში, რომ პროექტირების ავტომატიზაცია, ოპტიმიზაცია არ განიხილება, როგორც თვითმიზანი - საპროექტო დოკუმენტაციის ფორმირება, არამედ, როგორც განვითარების ოპტიმალური, ოპერაციული მართვა-მენეჯმენტი ობიექტის სასიცოცხლო ციკლის ყველა ეტაპზე.

**საკვანძო სიტყვები:** დინამიური პროგრამირება. იმიტაციური მოდელირება. CAD. BIM. დისკრეტული პარამეტრული რიგი. ოპტიმალური უნიფიკაცია, პროექტის მართვა, მდგრადი განვითარება. JavaScript. ფასწარმოქმნა.

### 1. შესავალი

არქიტექტურულ-სამშენებლო მეთოდოლოგია და პრაქტიკა, როგორც წესი სრულ შესაბამისობაშია ეპოქის სამეცნიერო-ტექნიკურ განვითარების დონესთან და სოციალურ-ეკონომიკურ და კულტურულ-იდეოლოგიურ წყობასთან. ამ პრობლემის ისტორიულ-ლოგიკური ასპექტების პარადოქსული ზიგზაგები ამ კანონზომიერებას, მხოლოდ ამტკიცებს, თუმცა გვიტოვებს კანონზომიერებისა და შემთხვევითობის გამოვლენის ფენომენის განცდას.

თანამედროვე პარადიგმის მომხრეები ძნელად თუ დაიჯერებენ, რომ ინდუსტრიულ (ტიპიურ) მშენებლობის ეპოქაში დირექტიული (ოფიციალური) სლოგანი ასე ჟღერდა: მინიმალური დანახარჯებით მაქსიმალური ეფექტის მიღწევა, ხოლო საუწყებო მეთოდოლოგიურ დებულებებში (რეკომენდაციებში) ხაზგასმული იყო კონსტრუქციულ-გეგმარებითი პარამეტრების, სტრუქტურული ელემენტების ნომენკლატურის მინიმიზაციის კატეგორიული მოთხოვნა ჩვეულებრივი მოვლენა იყო. თუ პირველ შემთხვევაში უარყოფითი ემოციური შეფასებიდან ძნელია თავის შეკავება (“პროფანაცია”), მეორე შემთხვევაში დავკმაყოფილებით მიღებული ტექნიკური ტერმინით - „სიმპლიფიკაცია“, რაც არანაირად არ ნიშნავს ოპტიმალურს ეკონომიკურ-მათემატიკური გაგებით.

### 2. ძირითადი ნაწილი

მე-XX საუკუნის ბოლო წლები და XXI-ის დასაწყისი, ახალი ტექნოლოგიების შესწავლის მხრივ, ადამიანთა საქმიანობაში მრავალფეროვნებითა და ინოვაციურებით გამოირჩევა, რამაც დიდი პერსპექტივა დაუახა თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვის პროცესს. ეს ეხება ყველაზე ეფექტიან საქმიანობის სფეროებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ პროდუქციის ბაზარზე გამოტანის (ე.ი. რეალიზაციის ვადების შემოკლებას, მის თვითღირებულების შემცირებას და ხარისხის ამაღლებას). საბოლოო ჯამში ეს ნიშნავს ოპტიმალურ მართვას-მენეჯმენტს პროექტირების და წარმოების ეტაპზე. მშენებლობის სფეროში ამას ემსახურებიან CAD, CAM და BIM სისტემები.

უფრო ადრეულ ეტაპზე მიღებული იყო ტერმინი CAIP. ამ სისტემების მნიშვნელოვან კომპონენტს

წარმოადგენდა გეომეტრიული მოდელირება, რომლის საფუძველზე იქმნება გრაფიკული დოკუმენტაცია, ხორციელდება ობიექტების სტრუქტურული აგებულების კონტროლი, საილუსტრაციო და საპრეზენტაციო მასალები (შეთანხმება, დამტკიცების, რეკლამის და სამარკეტინგო საქმიანობაში).

აღსანიშნავია, რომ გეომეტრიული გარდაქმნების ერთ-ერთი ჯგუფის ეკვიაფინური (ჰიპერბოლური) გარდაქმნის პრინციპი ჩვენ გამოვიყენეთ გეგმარებითი/კონსტრუქციული ელემენტებისა და სტრუქტურების დასაშვები (სუბოპტიმალური, ოპტიმალური) პარამეტრების დასადგენად.

ნიმანდობლივია, რომ CAD პაკეტებში ცხრილის (როგორც პრიმიტივის) შემოტანამ პრინციპული საშუალება გააჩინა „საინტერესო“ მათემატიკური ობიექტების (მონაცემთა ბაზა, ბიუჯეტი, სპეციფიკაცია, ექსპლიფიკაცია, სხვათა შორის - განტის დიაგრამაც) ოპერირებისა. ეს გარემოება, ადრე არსებულ საშუალებებთან (OLE ტექნოლოგია, HIPERLINK, DOWNLOADS) ერთად იგი აფართოებს პროგრამული პაკეტების გამოყენების და ინფორმაციის გაცვლის შესაძლებლობებს.

ჩვენ მიერ შესრულებული CAD პაკეტის ადაპტაცია, დამატებითი პროგრამული პაკეტის დამუშავებით და ჩატვირთვით, არქიტექტურულ-სამშენებლო პროექტის ოპტიმიზაციის - მენეჯმენტის სრულყოფის ერთერთი მაგალითია.

განხილულია „Allianc Highline Tbilisi“ შენობის ფასადის მოწყობის პრაქტიკული მაგალითი, სამონტაჟო სამუშაოების ოპტიმალური მართვის თვალსაზრისით (ნახ.1).

**კომპანია „მოდერნ ლაინი“ს მშენებარე პროექტი ფასადის მოპირკეთების სამუშაოები**

მრავალფუნქციური კომპლექსი "ალიანს ჰაილაინი" (Alliance Highline) საქართველოს დედაქალაქში, თბილისში მშენებარე პროექტია, რომელსაც დეველოპერული კომპანია "ალიანს ჯგუფი" (Alliance Group) ახორციელებს. ექსკლუზიური არქიტექტურის მქონე კომპლექსი მოიცავს სამ კომპს: პირველი 40-სართულიანია, მეორე 33-სართულიანი, მესამე კი 26-სართულიანი. ყველაზე პატარა კომპში საერთაშორისო სასტუმრო ბრენდი "ვინდეამ გარდენი" (Wyndham Garden), ხოლო დანარჩენ კომპებში პრემიუმ კლასის აპარტამენტები განთავსდება. პროექტის საინვესტიციო ღირებულება 75 მილიონი აშშ დოლარია



ნახ.1

დამკვეთის მოთხოვნების (ტექნიკურ და კომპოზიციურ-ესთეტიური) შესაბამისად შერჩეულ იქნა ფასადის მოპირკეთების ვენტილირებადი სისტემა - AGROB BUCHTAL Keratwin k20 (კერამიკული ფილა) ალუმინის ქვეკონსტრუქციაზე.

ფასადზე მოსაპირკეთებელი მასალების ხარჯვის მინიმიზაციის მიზნით შემუშავებულია ოპტიმიზაციის მოდელი ფილების ზომების „დისკრეტული პარამეტრული რიგის ოპტიმალური უნიფიკაციის ამოცანის“ სახით (ნახ.2).

$$\sum_{j=1}^n C_j + X_j + \sum_{j=1}^n D_j Y_j \rightarrow \min$$

სადაც:  $C_{ij}$  –  $ij$  ტიპის (სორტიმენტიდან) ნაწარმის ღირებულება;

$C_{ij}$  –  $ij$  ტიპის ნაწარმის რაოდენობა;

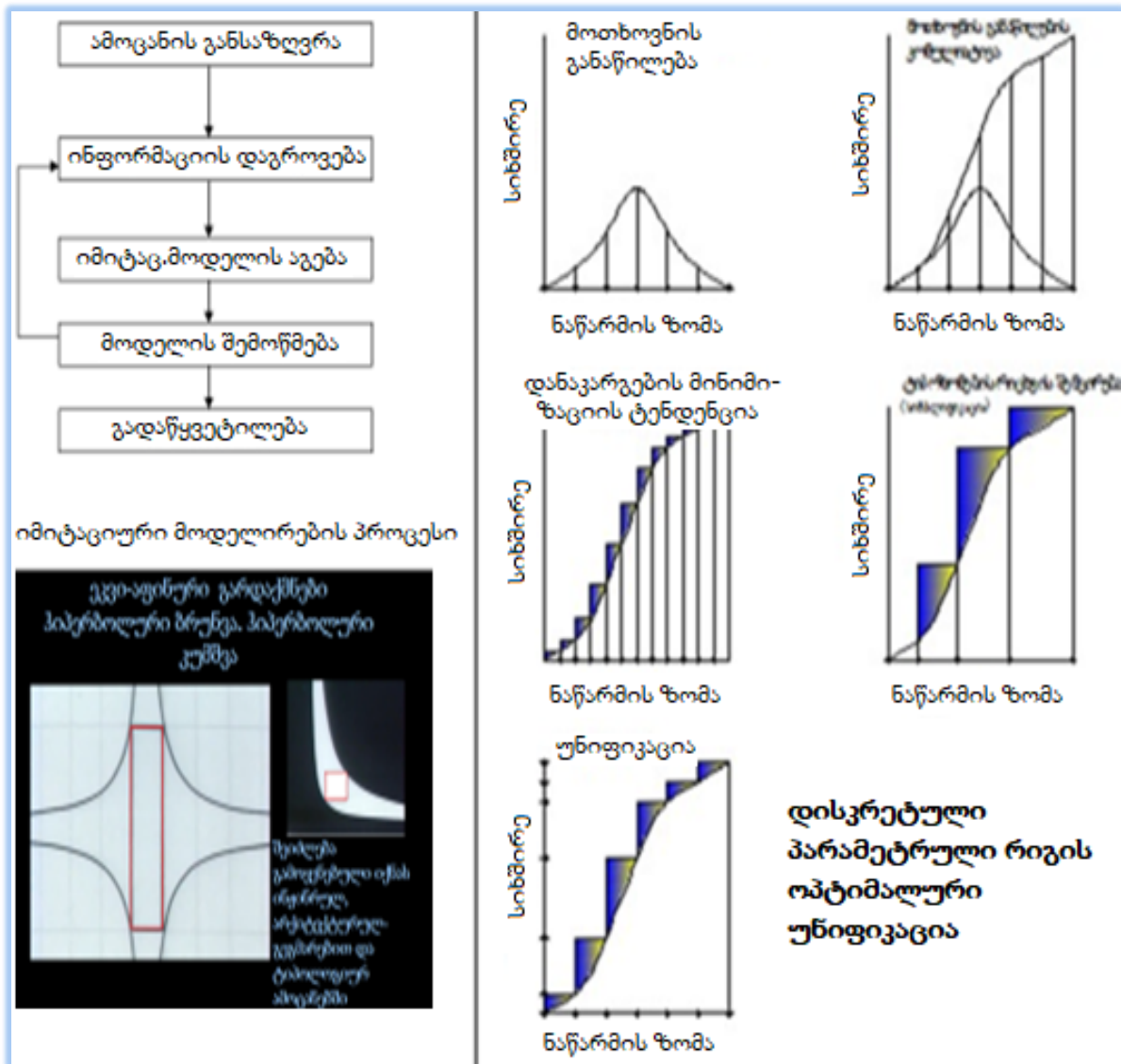
$Y_{ij}$  – ე. წ. ბულის ცვლადია, რომლის ინტერპრეტაცია შემდეგია:

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{– თუ სორტამენტში გამოიყენება } j \text{ ტიპის ნაწარმი.} \\ 0 & \text{– სხვა შემთხვევაში (როდესაც არ გამოიყენება).} \end{cases}$$

$D_{ij}$  – ფიქსირებული დანახარჯი, რომელიც საჭიროა  $j$  ტიპის ნაწარმის ასათვისებლად.

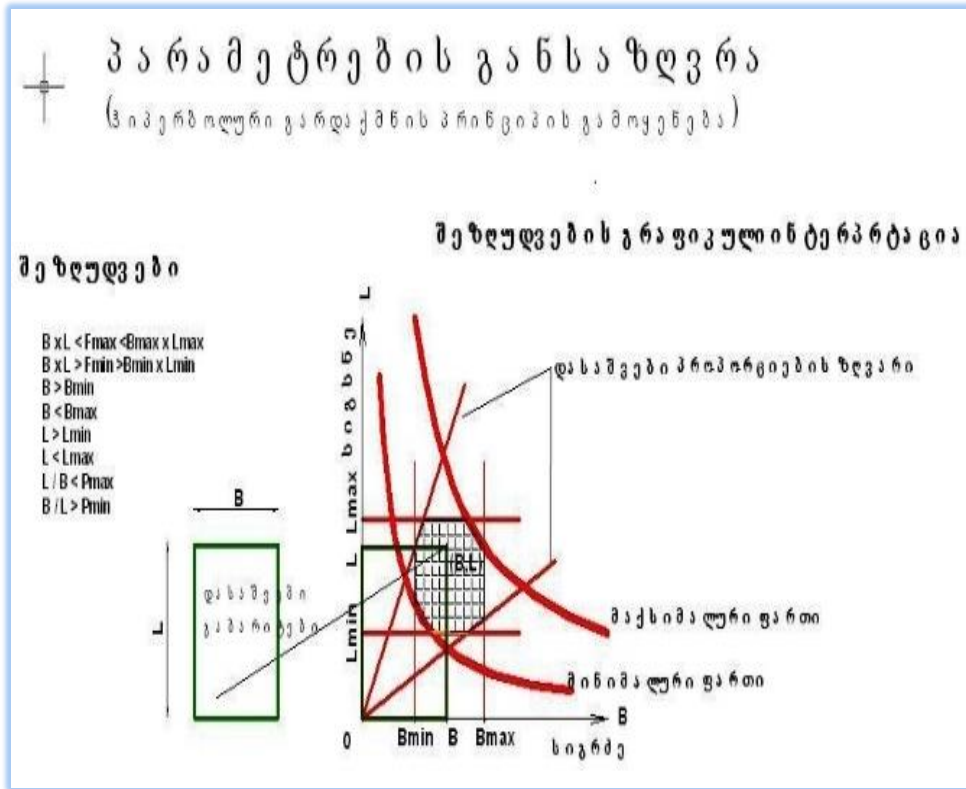
დაპროექტებული ობიექტის არარეგულარული სტრუქტურის ხასიათის გამო (ტურბოსომა რანდომიზებული პარამეტრებით) საჭირო გახდა ფასადის განშლების დეტალიზაცია და მოწყობის ალგორითმის შემუშავება.

მოდულური კოორდინაციის გართულებისა და კლასიკური ოპტიმიზაციის მეთოდებით მათემატიკური მოდელის შეუსაბამობის გამო შერჩეულ იქნა ე.წ. იმიტაციური მოდელირების მეთოდი, რომელმაც საშუალება მოგვცა გათვალისწინებულიყო მწელად ფორმალიზებული (ადამიანური „კაპრიზები“) მოთხოვნები (ნახ.2-ა,ბ).



ნახ.2-ა

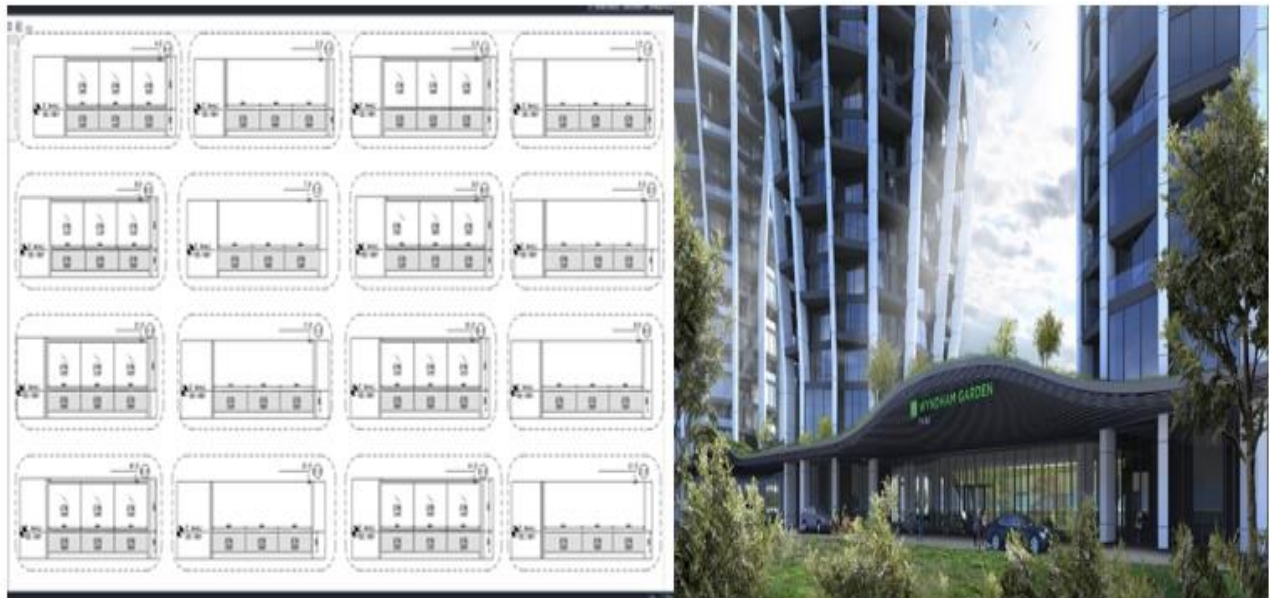




ნახ.2-ბ

ოპტიმალური განშლისა და ვარიანტების გადათვლის ალგორითმის გამოყენებით, პროგრამა უზრუნველყოფს ნებისმიერი მითითებული წახნაგის მოპირკეთებისთვის საჭირო შესაბამისი ფილების შერჩევას, განთავსებისა და დამუშავების (ჩამოჭრის) მოდელირებას. კომპიუტერული პროგრამა დაწერილია JavaScript ენაზე (ფრეიმვორკი „GatsbyJS“).

პროგრამა - Alliance Highline Algorithm, (JavaScript). ალგორითმი უზრუნველყოფს, ფილების დაჯგუფებას, რომელთა კომბინაცია ოპტიმალურად მიესადაგება შენობის ფასადის კონკრეტულ წიბოებს, ჯამური სიგრძეების დამთხვევისა, მინიმალური დანაკარგებისა და მომიჯნავე ფილების ვიზუალურ ტოლობის დაცვით (ნახ.3).



ნახ.3

ერთ-ერთი წახნაგისთვის კონკრეტული მაგალითი:

- მოცემულია ფილების ნომენკლატურა სიგრძეებით (სმ): 120; 125; 130; 135; 140.
- ფასადზე სამონტაჟო წახნაგის სიგანე: 4001სმ
- შერჩეული ფილების კომბინაცია (სმ): 135; 135; 135.
- ჩამოსაჭრელი ზომა ფილიდან: 4 სმ.

შედეგი, ფაქტობრივად, სამონტაჟო გეგმის ციფრული პროტოტიპია, რომელიც შეიძლება იყოს გამოყენებული ციფრულად, გრაფიკულად და მომავალში 3D რობოტული ტექნოლოგიისთვის.

### 3. დასკვნა

მნიშვნელოვანი მეთოდურ-პრაგმატული მიდგომა მდგომარეობს იმაში, რომ პროექტირების ავტომატიზაცია, ოპტიმიზაცია არ განიხილება, როგორც თვითმიზანი - საპროექტო დოკუმენტაციის ფორმირება, არამედ, როგორც განვითარების ოპტიმალური, ოპერაციული მართვა-მენეჯმენტი ობიექტის სასიცოცხლო ციკლის ყველა ეტაპზე.

### ლიტერატურა – References:

1. Archvadze V., Kiknadze Z., Kristesiashvili E. (2018). Modern Paradigm of Architectural-Construction Design Management (Analysis, Synthesis and Evaluation Based on Information Technologies). Scientific-Technical Journal Construction, N4 (in Geo)
2. Kiknadze Z., Vardosanidze L., Chigogidze T. (2015). Expert System for Evaluation of Competitive Projects. Modern problems of architecture and urban planning. Scientific-Technical Journal ISSN 2233-3266. GTU (in Geo)
3. Etenko V. (2015). Management in Architecture (translation from Russian by N. Tevzadze). GTU (in Geo)
4. Beridze T. (2009). Quantitative Methods of Business Analysis. "Technical University". ISBN 978-9941-14-519-3 (in Geo)
5. Khmaladze G. (2006). Functional Basics of Design (Methodical Instructions). "Technical University" Press. ISBN 99940-56-71-9 (in Geo)
6. Kiknadze N., Zubiashvili M., Soselia B. (2011). Commercial Management. Georgian Technical University, ISBN 978-9941-20-003-8, pp.1-206 (in Geo)
7. Kublashvili M., Philphani N., Chankotadze V. (2008). Fundamentals of Computer Graphics. Publishing House, "Technical University ", (in Geo).

## FORMALIZED MODELS IN CAD/BIM TECHNOLOGY

Kiknadze Zurab, Kristesiashvili Elina, Archvadze Vakhtang, Kristesiashvili Leila

[z.kiknadze@gtu.ge](mailto:z.kiknadze@gtu.ge), [e.kristesiashvili@gtu.ge](mailto:e.kristesiashvili@gtu.ge), [vakhoarchvadze@gmail.com](mailto:vakhoarchvadze@gmail.com), [l.kristesiashvili@gtu.ge](mailto:l.kristesiashvili@gtu.ge)

Georgian Technical University

### Summary

The main purpose of architectural-construction activities is reflected in the adequate response to environmental (in a broad sense) challenges (not only energy). Expected or realized relevance can be considered in many aspects, of which methodological and technical, historical and logical are essential. Today, the era of the 4th Technical Revolution (Industry) in the field of architectural construction and creative production. Offers an information-modeling standard, in the formation of which the role of formalized models will be addressed in the presented article. It is essential that the design automation methodological-pragmatic approach lies in the fact that design automation, optimization is not considered as an end in itself - the formulation of project documentation, but as the optimal development, operational management at all stages of the life cycle of the object.

# მულტისერვისული ქსელის თავისებურებები და ტელეტრაფიკი თეორიის კლასიკური შედეგების გამოყენების შესაძლებლობა

ელვირა ბჟინავა

elvirabzhinava@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განალიზებულია მოქმედი სატელეკომუნიკაციო სისტემის სტატისტიკური მონაცემების დამუშავების საფუძველზე, რამდენად შესაძლებელია ტელეტრაფიკის თეორიის კლასიკური შედეგების გამოყენება, ანუ მოთხოვნათა ნაკადების ერთგვაროვან ჯგუფებად დაშვება. უპირატესობა ეძლევა “ბერნული-პუასონი-პასკალის” მოდელის გამოყენება, რაც იძლევა საშუალებას განვიხილოთ მოთხოვნათა ნაკადის პარამეტრების არსებული კომბინაცია და მოვახდინოთ რეალური ნაკადის რეკონსტრუქცია ნაკადის ინტენსიურობისა და შემჭიდროების კოეფიციენტის საფუძველზე.

**საკვანძო სიტყვები:** მულტისერვისული; ბერნული; პუასონი; პასკალი; დისპერსია.

## 1. შესავალი

მულტისერვისულ, ანუ პაკეტური კომუტაციის კავშირგაბმულობის ქსელებში, პაკეტების ნაკადი მნიშვნელოვნადაა განსხვავებული პუასონის ტიპის ნაკადისაგან, ვინაიდან აქ არსებული ნაკადი ფორმირებულია ერთმანეთისაგან სრულიად განსხვავებული მოთხოვნათა წყაროების დიდი სიმრავლისაგან. ნებისმიერი პაკეტური ტრაფიკი წარმოადგენს კომპიუტერული დამუშავების პროდუქტს, რასაც ასრულებს პროცესორი მომსახურების ამოცანის გადასაწყვეტად.

## 2. ძირითადი ნაწილი

დღეისათვის დასაბუთებულია რომ მოთხოვნის დამუშავების ხანგრძლიობის განმავლობაში შემოსულ მოთხოვნათა რიცხვის დისპერსია და კორელაციური თვისებები ახდენენ განმსაზღვრელ ზეგავლენას წარმოქმნილი რიგის საშუალო სიგრძეზე. მოთხოვნათა რიცხვის განაწილების კანონი განაპირობებს დამუშავებისათვის საჭირო დროის ინტერვალზე მულტისერვისული ნაკადის თავისებურებებს. კვლევების საფუძველზე [1], ცხადი გახდა, რომ მულტისერვისული ქსელის ტრაფიკის აპროქსიმაცია განაწილების ნორმალური კანონით, არ შეესაბამება რეალობას. რეალური განაწილებები ხასიათდებიან მნიშვნელოვანი ასიმეტრიით, მაშინ როდესაც შემთხვევითი სიდიდეების განაწილების ნორმალურ კანონს შეესაბამება სიმეტრიული განაწილება. მულტისერვისულ ქსელში მოთხოვნათა ნაკადი ხასიათდება მნიშვნელოვანი არათანაბრობით. დროის მცირე შუალედებშიც კი შეიმჩნევა მაღალი აქტივობების პერიოდები, შემცირებული აქტივობების პერიოდები და პერიოდები, როდესაც მოთხოვნები საერთოდ არ არსებობს. მოთხოვნათა ნაკადის მნიშვნელოვან შეჯგუფებებს თან ახლავს ისეთი ინტერვალები, რომლებშიც მოთხოვნები არ არსებობს. ასეთი მდგომარეობების არსებობის მაღალი ალბათობები განაპირობებს განაწილების ნორმალური კანონიდან რეალური განაწილების კანონის მნიშვნელოვან განსხვავებას. ცალკეული ხაზებისა და კვანძების გამტარუნარიანობის შესაფასებლად აუცილებელია იმ კანონზომიერების განსაზღვრა, რომლებითაც დადგენილი იქნება ინფორმაციული ნაკადების მიმოცვლის პროცესი ქსელში. აღნიშნული კანონზომიერებანი, მომსახურების ყოველი სახეობისათვის, იძლევა საშუალებას ქსელის ნებისმიერ წერტილებს შორის ტრაფიკის განაწილების მატრიცა გარდაისახოს ყოველ კვანძში ან ხაზზე რესურსის გამოყოფისათვის საჭირო მოთხოვნათა ნაკადად [1,2,3]. შესაბამისად, ცალკეული ხაზებისა და კვანძების გამტარუნარიანობის განსაზღვრის პრობლემა განაწილებულია (ცხრილი 1).

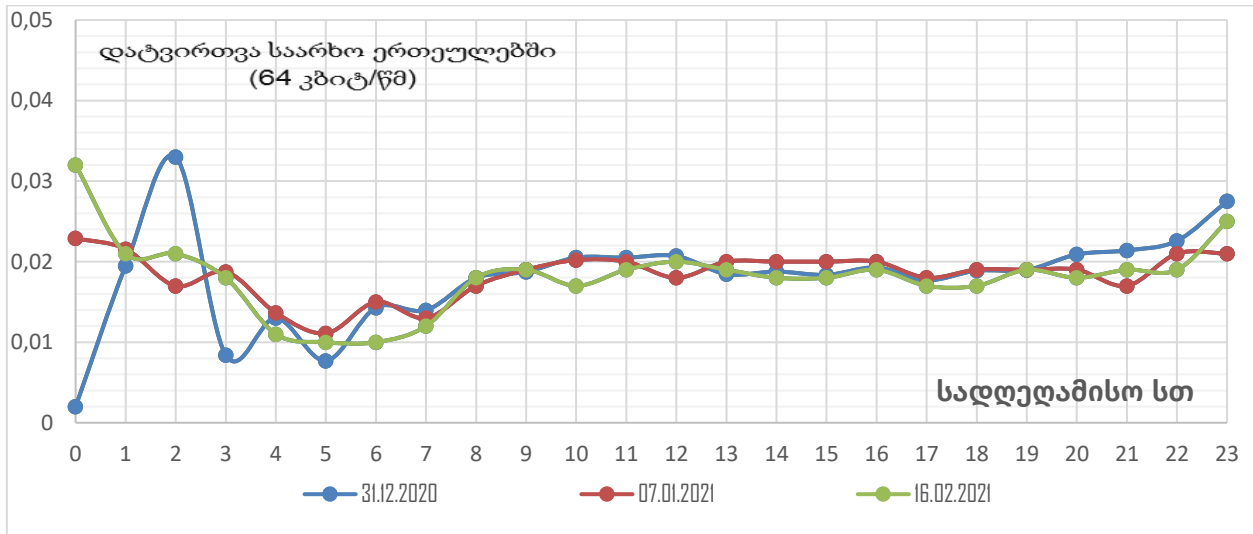
მულტისერვისული სატელეკომუნიკაციო ქსელის კვანძის გამტარუნარიანობის შეფასების ეტაპები ცხრ.1

ეტაპი	I	II	III	IV
ეტაპის მახასიათებელი	გადაცემის ეფექტური სიჩქარის შეფასება	მომსახურების რეალური დროის სახეობისათვის რესურსის განსაზღვრა	მონაცემთა ინტერაქტიური მომსახურების სახეობისათვის რესურსის განსაზღვრა	დაყოვნებისადმი თავსებად მონაცემთა გადაცემის შესაბამისი მომსახურების სახეობისათვის რესურსების განსაზღვრა
მომსახურების სახეობის ტიპი	რეალური დროის, მონოსერვისული სატელეკომუნიკაციო მომსახურებები	რეალური დროის მულტისერვისული სატელეკომუნიკაციო მომსახურებები	მონაცემთა ინტერაქტიური და ნაკადური გადაცემის მომსახურებების სახეობები	მონაცემთა გადაცემის შესაბამისი მომსახურების სახეობები, რომელთათვისაც დასაშვებია დაყოვნებები
მომსახურების ხარისხის მაჩვენებელი Q	დაკარგული პაკეტების წილი	შეერთებების დამყარებაზე უარების წილი	მომხმარებლის ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე (დოკუმენტის “გადმოქაჩვის” სიჩქარე)	მომხმარებლის ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე, (დოკუმენტის “გადმოქაჩვის” სიჩქარე)
ეტაპის შესრულების შედეგი	მომსახურების ყოველი სახეობისათვის გადაცემის ეფექტური სიჩქარის მნიშვნელობა	რეალური დროის მულტისერვისული ტრაფიკის მომსახურებისთვის საჭირო რესურსზე მოთხოვნილება	საჭირო რესურსზე მოთხოვნილების სრული ან დამატებითი მნიშვნელობები	საჭირო რესურსზე მოთხოვნილების სრული ან დამატებითი მნიშვნელობები

მაგალითად, გადაცემის ეფექტური სიჩქარის შეფასების ეტაპის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ინფორმაციის გადაცემისათვის საჭირო შეერთებების მაქსიმალური რიცხვის განსაზღვრა, რომელთა გავლითაც, რეალური დროის მომსახურების სახეობების შესაბამისი ინფორმაციის გადაცემა ხორციელდება პაკეტების კარგვის დადგენილი ალბათობით. ამ ამოცანის შესასრულებლად მიზანშეწონილია გადაცემის ეფექტური სიჩქარის გამოყენება, რომლის მნიშვნელობა განსაზღვრულია მომხმარებლის ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარის საშუალო და პიკურ მნიშვნელობებს შორის და იცვლება ფართო ფარგლებში. გადაცემის ეფექტური სიჩქარის სიდიდე საშუალებას იძლევა განისაზღვროს სტატისტიკური მულტიპლექსირების სიჩქარის რიცხობრივი მნიშვნელობა, რაც პაკეტური ტექნოლოგიის საფუძველზე წარმოადგენილი ინფორმაციული ნაკადების ერთობლივად მომსახურების პროცესის თავისებურებას წარმოადგენს. მულტისერვისულ ქსელში მოთხოვნათა ნაკადების ცალკეული ჯგუფების მომსახურების პროცესი განიხილება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. შესაბამისად საქმე გვაქვს მრავალნაკადიანი მოდელების შესწავლის აუცილებლობასთან ამიტომ საჭირო გახდა გავგანალიზებინა რეალური სისტემის მონაცემების დამუშავების შედეგად, თუ რამდენად შესაძლებელი იქნებოდა ტელეტრაფიკის თეორიის კლასიკური შედეგების გამოყენება, ანუ შემომავალი მოთხოვნების ნაკადების ერთგვაროვან მოვლენათა ჯგუფებად დაშვება. ამ მიზნით შევარჩიეთ მოთხოვნათა ორი, ჩვენს ქვეყანაში ყველაზე აქტიურად გამოყენებადი მომსახურების სახეობები - მოთხოვნები სატელეფონო მომსახურებაზე და მოთხოვნები ინტერნეტ მომსახურებაზე (ნახ.1).

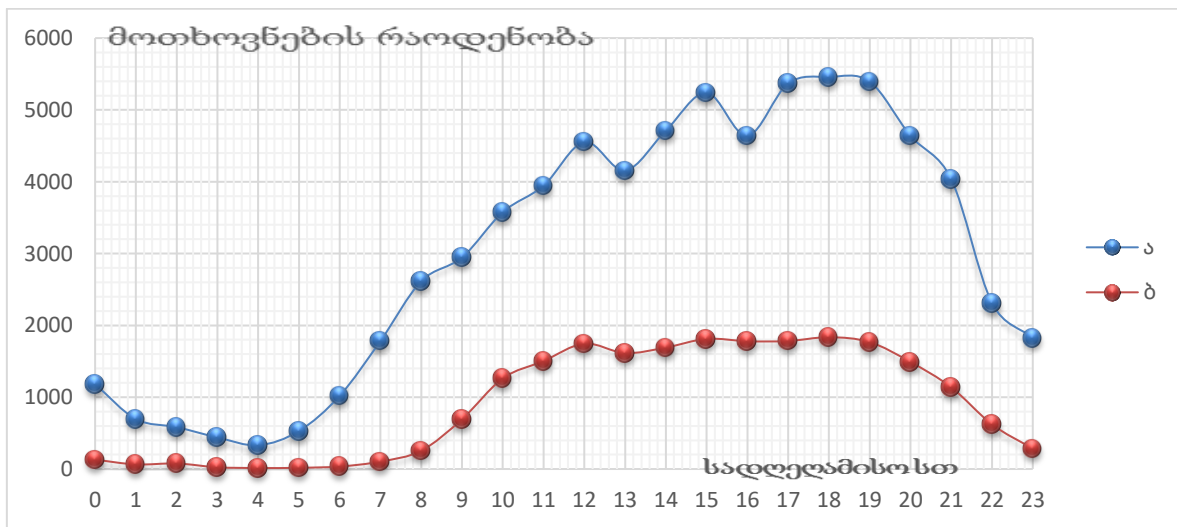
როგორც სატელეფონო ტრაფიკის სადღეღამისო ცვლილების ხასიათიდან ჩანს, მოთხოვნები მომსახურებისათვის იყენებს არსებული საარხო რესურსის მხოლოდ მეოთხედს.

ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების დამუშავებამ მოგვცა საშუალება გამოგვეთვალა საარხო რესურსების გამოყენების კოეფიციენტი, რომელიც მოცემულ პერიოდში არ აღემატება 76%, ანუ საარხო რესურსების 24% გამოუყენებელია, რაც ოპერატორის პოციზიიდან რესურსების გამოყენების დაბალი მაჩვენებელია. მეორეს მხრივ, საარხო რესურსის სიჭარბის გამო, არსებულ ეპიდემიოლოგიურ პერიოდში შესაძლებელი გახდა ინტერნეტ ტრაფიკის მომსახურება მაღალი ხარისხით, მაშინ როდესაც არსებულ ეპიდემიოლოგიურ პერიოდში, ძირითადი დატვირთვა მოდის ინტერნეტის გამოყენებაზე.



ნახ.1. სატელეფონო ტრაფიკის სადღელამისო ცვლილების სახე 2020 წლის 3 დღის (31.12.2020; 07.01.2021; 16.02.2021), მონაცემებით - “სილქნეტის” რადიომიერთების ქსელი

შესწავლილია მოთხოვნების შემოსვლის პროცესი “სილქნეტის” რადიომიერთების ქსელში, ინტერნეტ-მომხმარებლებისა და სატელეფონო-მომხმარებლების მხრიდან (ნახ.2).



ნახ.2. მიწოდებული მოთხოვნების რაოდენობა დღე-ღამის განმავლობაში - “სილქნეტის” რადიომიერთების ქსელი – 13.07.2020

“ა” - ინტერნეტ-მომხმარებლები; “ბ” - სატელეფონო მომხმარებლები

0-დან 6 საათამდე ინტერნეტტრაფიკის შედარება გვიჩვენებს, რომ სატელეფონო მომსახურებაზე მოთხოვნათა რაოდენობა მცირეა, მაშინ, როდესაც ინტერნეტტრაფიკი მნიშვნელოვანია, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ არსებული რესურსების რაოდენობა, მიუხედავად დაბალი გამოყენებისა, გამართლებულია. უკეთეს ეკონომიკურ პირობებში ეს რესურსები სრულად იქნება გამოყენებული. ამას ადასტურებს ის ფაქტი, რომ მოთხოვნების რაოდენობა ინტერნეტ მომხმარებლების მხრიდან 3,3-ჯერ აღემატება მოთხოვნების მომსახურებას სატელეფონო მომხმარებლების მხრიდან, მაშინ როდესაც “სმარტფონების” რაოდენობა გაცილებით აღემატება ქსელში ჩართული კომპიუტერების რაოდენობას.

მულტისერვისული სატელეკომუნიკაციო მომსახურების სისტემის მოდელი შეიძლება შეიცვალოს რეალური სატელეკომუნიკაციო სისტემების გარკვეული თავისებურებების დაზუსტების საფუძველზე.

ზემოგანხილულ საბაზო მოდელში ვითვალისწინებდით, რომ  $k$ -ური ნაკადი მომსახურების სისტემაში შემოდის ექსპონენციალურად განაწილებული დროის ინტერვალებით,  $\lambda_k$ - პარამეტრით, ამასთან  $\lambda_k$ -ს მნიშვნელობა არ არის დამოკიდებული საარხო რესურსის დატვირთულობის სიდიდეზე. ექსპონენციალური განაწილებული დროის შუალედები დამოკიდებულებაა  $i_k$  სიდიდეზე – მომსახურებისათვის შემოსული მოთხოვნების რაოდენობაზე.

$$\lambda_k(i_k) = \psi_k + i_k \zeta_k$$

სადაც  $\psi_k$  და  $\zeta_k$  - არის სიდიდეები, რომლებიც ითვალისწინებენ გარკვეული შეზღუდვების პირობებს, რათა შენარჩუნებული იქნას საარხო რესურსის დაკავებათა შემთხვევით პროცესში, სტაციონალური რეჟიმი.

შემომავალი ნაკადის ასეთ მოდელს ტელეტრაფიკის თეორიაში ეწოდება BPP (Bernoulli \_ Poisson \_ Pascal) - ბერნული-პუასონი-პასკალის ნაკადი, შეუზღუდავი რაოდენობის საარხო რესურსებით, მომსახურებებისათვის შემოსული ნაკადების სტაციონალური განაწილების სამი ტიპის კანონზომიერებათა შესაბამისად:

1. ბინომიალური, ანუ ბერნულის ტიპის ნაკადი, რომლისთვისაც  $\zeta_k < 0$ , შესაბამისად  $n_k = \frac{\psi_k}{\zeta_k}$  უნდა იყოს დადებითი, მთელი რიცხვი. მაშინ  $\lambda_k(i_k) = (n_k - i_k)(\zeta_k)$ . აქ  $n_k$  -ს მნიშვნელობა შეესაბამება მომხმარებლების იმ რაოდენობას, რომელიც განსაზღვრავს საარხო რესურსზე მოთხოვნების ნაკადს, ხოლო  $\gamma_k = -\zeta_k$  - არის ერთი მომხმარებლის მიერ შექმნილი, მოთხოვნებს შორის დროის ექსპონენციალური განაწილების კანონის პარამეტრი. ბერნულის ტიპის ნაკადისათვის  $k$ -ური ნაკადის მოთხოვნათა მაქსიმალური რაოდენობა, რომელიც მომსახურების პროცესშია, შეზღუდულია  $n_k$  სიდიდით. ბერნულის ტიპის ნაკადში მოთხოვნათა შემოსვლის ინტენსიობა მცირდება მომსახურების პროცესში მოთხოვნების რაოდენობის ზრდის პროპორციულად.  $n_k = \frac{\psi_k}{\zeta_k}$

2. პუასონის ნაკადისათვის უნდა სრულდებოდეს პირობა  $\zeta_k = 0$ , მაშინ მოთხოვნათა შემომავალი ნაკადის ინტენსიობა განისაზღვრება  $\lambda_k(i_k) = \psi_k$  სიდიდით. პუასონის ტიპის ნაკადი წარმოიქმნება უსასრულო რაოდენობის მომხმარებელთა არსებობის შემთხვევაში. ცხადია ასეთ მოდელში, შემოსულ მოთხოვნათა ინტენსიობის სიდიდე არ იქნება დამოკიდებული. იმაზე, თუ რა რაოდენობის მოთხოვნებია უკვე მიღებული მომსახურებაზე.

3. პასკალის ნაკადისათვის, ანუ უარყოფითი ბინომიალური ნაკადისათვის, უნდა დავუშვათ, რომ  $n_k = \frac{\psi_k}{\zeta_k}$  - არის დადებითი მთელი რიცხვი, ხოლო  $\zeta_k$  - ყოველთვის დადებითი რიცხვი. მაშინ  $\lambda_k(i_k) = (n_k + i_k)\zeta_k$  და  $\gamma_k = \zeta_k$ . მოთხოვნათა რიცხვის განაწილების ასეთი მოდელისათვის, შემოსული მოთხოვნების რიცხვი იზრდება მომსახურების პროცესში არსებული მოთხოვნების რიცხვის ზრდასთან ერთად, ვინაიდან ქსელის რესურსებთან შექმნილია მოთხოვნათა რიგები.

“ბერნული-პუასონი-პასკალის” ტიპის ნაკადების ერთობლიობის გამოყენება ტელეტრაფიკის თეორიაში დაკავშირებულია შემოსული მოთხოვნების ნაკადების დახასიათების შესაძლებლობასთან ერლანგებში გამოხატული ნაკადის ინტენსიობისა და შემჭიდროვების (დისპერსიის) კოეფიციენტის გამოყენებით.  $k$ -ური ნაკადისათვის ეს პარამეტრი აღვნიშნოთ  $a_k$  და  $z_k$  შესაბამისად.

დავუშვათ, რომ შესასწავლ მოთხოვნათა ნაკადის მომსახურება ხორციელდება შეუზღუდავი რაოდენობის საარხო რესურსების მქონე არხით. თუ  $P_i$  - არის  $i$ -ური მოთხოვნის მომსახურებაზე მიღების სტაციონალური ალბათობა, მაშინ მოთხოვნების შემოსვლის  $a_k$  ინტენსიობა და  $z_k$  შემჭიდროვების კოეფიციენტი განისაზღვრება შემდეგი ცნობილი გამოსახულებებით:

$$a_k = \sum_{i=0}^{\infty} iP_i$$

$$z_k = \frac{1}{a_k} \left( \sum_{i=0}^{\infty} i^2 P_i - a_k^2 \right)$$

შემომავალი ნაკადისათვის შერჩეულ მოდელში გამოყენებული პარამეტრის ურთიერთდაკავშირება შესაძლებელია გამოსახულებებით:

$$a_k = \frac{\psi_k}{\mu_k - \zeta_k}; z_k = \frac{\mu_k}{\mu_k - \zeta_k};$$

$$\psi_k = \frac{\mu_k a_k}{z_k}; \zeta_k = \frac{\mu_k(z_k - 1)}{z_k}$$

სადაც  $\mu_k$  - არის k-ური ნაკადის მოთხოვნის მომსახურების დროს ექსპონენციალური განაწილების კანონის პარამეტრი. ბერნულის ნაკადისათვის  $z_k = 1$  პუასონის ნაკადისათვის  $z_k < 1$  და პასკალის ნაკადის შემთხვევაში  $z_k > 1$ .

### 3. დასკვნა

„ბერნული-პუასონი-პასკალის“ მოდელის გამოყენება მოთხოვნათა შემომავალი ნაკადისათვის გვადლევს საშუალებას განვიხილოთ ნაკადის პარამეტრების სასურველი კომბინაცია და შესაბამისად შესაძლებელია რეალური ნაკადის რეკონსტრუქცია საარხო რესურსის მოთხოვნაზე ორი პარამეტრის - ნაკადის ინტენსიობისა და დისპერსიის მნიშვნელობების საფუძველზე.

### ლიტერატურა – References :

1. Stepanov S.N. (2020). Basics of teletraffic of multiservice networks. -M; ECO Trends (in Russian)
2. Costing and Pricing in a Packet Switched Environment//Telecommunications Policy. 2004, №28.
3. Stepanov S.N. (2015), Teletraffic theory. Concept, models, applications. - M: Hotline - Telecom (in Russian) Davies G., Hadzt M. Kelly F. Come the revolution-Network Dimensioning Service

## CHARACTERISTIC OF MULTI-SERVICE NETWORKS AND POSSIBILITIES OF USING CLASSIC METHOD OF TELETRAFFIC THEORY

Bzhinava Elvira

elvirabzhinava@gmail.com

Georgian Technical University

### Summary

This thesis present, analysis based on statistical data obtained from operating telecommunication systems to determine possibility of using well known methods of teletraffic theory, i.e. perceiving all request flows as homogenous. Priority is given to Bernoulli – Poisson - Pascal model, this model allows us to consider existing combination of parameters for request flows and reconstruct real flow based on flow intensity and dispersion.

## „სამმაგი სპირალის“ მოდელი ჰენრი იცკოვიცის მიხედვით: „სახელმწიფო, ინდუსტრია, აკადემია“

ლელა პაპავა, თამარ ლომინაძე

l.papava@gtu.ge, t.lominadze@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

მიმდინარე სტატიაში განხილულია სამი ინსტიტუციის: სახელმწიფო, ინდუსტრია, აკადემია - ურთიერთანამშრომლობის განუსაზღვრელად დიდი როლი და სასიცოცხლო მნიშვნელობა როგორც თანამედროვე საზოგადოებისთვის მის ყოველდღიურ ყოფაში, ასევე საზოგადოების სამომავლო განვითარების ურთულეს და უმნიშვნელოვანეს გზაზე. აღნიშნულ სტატიაში ურთიერთანამშრომლობის ეს ფორმა განხილულია როგორც წარსულის ჭრილში, ასევე წამოჭრილია მისი სამომავლო განვითარების გზები და ხედვები, როცა ექსპერტების აზრით და რეკომენდაციით ადგილი უნდა ჰქონდეს ე.წ. „ოთხმაგი სპირალის“ ჩამოყალიბებას და სადაც ზემო აღნიშნულ სამ ძირითად ინსტიტუციას დაემატება მეოთხე - უმნიშვნელოვანესი: სამოქალაქო საზოგადოება

**საკვანძო სიტყვები:** სახელმწიფო. ინდუსტრია. აკადემია. ხელისუფლება. ბიზნესი. უნივერსიტეტი.

### 1. შესავალი

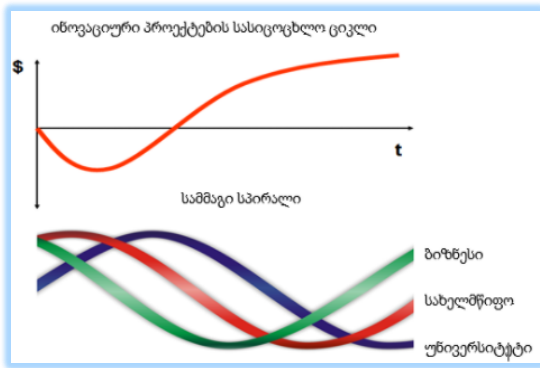
„სამეწარმეო უნივერსიტეტი“. ჰენრი იცკოვიცი, პროფესორი სტენფორდის უნივერსიტეტიდან, წარმოადგენს „სამეწარმეო უნივერსიტეტის“ [1] (The Tale Behind the Triple Helix: An Interview with Professor Henry Etzkowitz) მოდელს, როგორც პასუხს ცოდნის ეკონომიკის გამოწვევაზე და როგორც უნივერსიტეტების შემოსავლების დივერსიფიკაციის გადაჭრის გზას. ამ მოდელის ჩარჩოში უნივერსიტეტი ხდება წარმოების ცენტრი, სადაც მიიღება პრაქტიკული ცოდნა და მოხდება მისი აქტიური ჩართვა რეგიონის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პროცესში. ხოლო კურსდამთავრებულები ხდებიან პროფესიონალები არა მხოლოდ სპეციალიზირებულ სფეროებში, არამედ ხელმძღვანელი პირები, რომლებიც ქმნიან ახალ სამუშაო ადგილებს.

### 2. ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე მკვლევარების აზრით, უნივერსიტეტი აღარ უნდა წარმოადგენდეს ჩაკეტილ და სახელმწიფოსაგან იზოლირებულ სივრცეს (განვითარებულ ქვეყნებში ასეც არის) ჰენრი იცკოვიცი თავის ზემო აღნიშნულ ნაშრომში, ეხება სწორედ სახელმწიფოს, უნივერსიტეტებისა და წარმოების, ანუ კერძო სექტორის, მჭიდრო თანამშრომლობას და ურთიერთქმედებას [1].

საზოგადოებისთვის, რომლის განათლების საფუძველიცაა სამეცნიერო ცოდნა, დამახასიათებელია უნივერსიტეტების განუსაზღვრელად დიდი როლი, რომლიც თანამშრომლობს როგორც ბიზნესთან, ასევე ხელისუფლებასთან. ეს სამი ინსტიტუცია (უნივერსიტეტი, ბიზნესი, ხელისუფლება) მიისწრაფვის ურთიერთთანამშრომლობისკენ, ხოლო ინოვაციური კომპონენტები წარმოიშობა სწორედ ამ ურთიერთქმედების ხარჯზე და არა სახელმწიფოს ინიციატივით. ტრადიციულ ფუნქციებთან ერთად, თითოეული ინსტიტუტი დამატებით თავისთავზე ნაწილობრივ იღებს მეორის როლს. ინსტიტუციები, რომლებსაც შეუძლია შეასრულონ არა მხოლოდ ტრადიციული ფუნქციები, ინოვაციების უმთავრეს წყაროებად გვევლინება. ჰენრი იცკოვიცის მიხედვით, სამმაგი სპირალი წარმოადგენს იღბლიან აღმოჩენას, (ნახ.2) ვინაიდან ნათელი ხდება ინოვაციური სისტემის, ცოცხალ ორგანიზმსა და ეკოსისტემას შორის პარალელების არსებობა. ასევე ნათელი ხდება რომ აუცილებელია მოხდეს „სპირალის“ ცალკეული კომპონენტების ურთიერთდამოკიდებულების ჰარმონიზაცია და მათი სწრაფვა საერთო მიზნისაკენ.





ნახაზი 2. სამშაგი სპირალის მოდელი

დღეს, მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის ეკონომიკისთვის, მთავარი გამოწვევაა ეფექტური, ნაციონალური და ამავდროულად ინოვაციური სისტემების აგება. სწორედ პირველი ასეთი სისტემების შექმნა იქცა უზარმაზარ სოციალურ – ეკონომიკურ ინოვაციად, რომლის რეალიზების დროსაც, ავტორებმა გამოუშვეს უამრავი საცდელი ნიმუში. ამასთანავე, როგორც მოსალოდნელი იყო გარდაუვალი აღმოჩნდა შეცდომების არსებობაც. მაგრამ, მიუხედავად წარმოშობილი ხარვეზებისა, გასული საუკუნის ათასწლეულის ბოლოს, კაცობრიობამ წარმატებით განახორციელა სხვადასხვა ინოვაციური სისტემების აგების ძალზედ საინტერესო ექსპერიმენტები

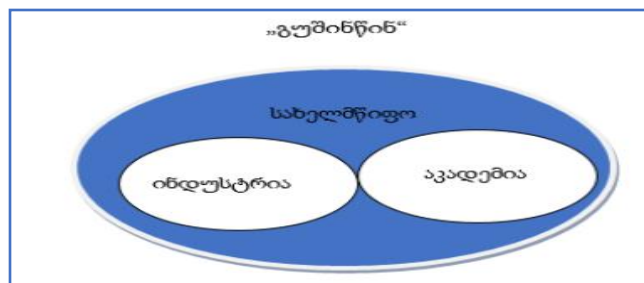
ანალოგიური მოვლენები ვითარდება დღემდე, მთელი მსოფლიოს მასშტაბით. ქვეყნებისთვის, რომლებიც გამოთქვამენ სურვილს გაერთიანდნენ ინოვაციურ კლუბში, ხელმისაწვდომია ყველა მასალა როგორც წარმატებული, ასევე წარუმატებელი საქმიანობების შესახებ. თავის მხრივ XXI საუკუნის დასაწყისში აიგოს ნაციონალური ინოვაციური სისტემა გაცილებით ადვილია, ვინაიდან წინამორბედებმა უკვე აჩუქეს მსოფლიოს საკუთარი გამოცდილება.

ინსტიტუციონალური თვალსაზრისით ნაციონალური ინოვაციური სისტემების ასაგებად აუცილებელ პირობას წარმოადგენს სამშაგი სპირალის ძირითადი მონაწილეების ურთიერთდამოკიდებულება, კერძოდ: ბიზნესისა, უნივერსიტეტისა და სახელმწიფოს ჩართულობას. არ არსებობს არც ერთი მაგალითი მსოფლიოში, როცა ნაციონალური ინოვაციური სისტემა ეფექტურად მოქმედებს სამშაგი სპირალის პრინციპებს გარეთ და რაც ყველაზე მთავარია: როცა უნივერსიტეტები არ იმყოფებიან ამ მოვლენების ცენტრში.

უნივერსიტეტების მნიშვნელობის გაანალიზება ძალზედ მარტივია, თუკი გავიაზრებთ რომ მხოლოდ ახალგაზრდა ადამიანების ძალისხმევითაა შესაძლებელი ახალი ეკონომიკის აგება. ასეთი ახალგაზრდა ადამიანები კი მხოლოდ და მხოლოდ უნივერსიტეტებში მოიძევიან. უპირველეს ყოვლისა, სწორედ ახალგაზრდებშია საჭირო იმ რესურსების კონცენტრირება, რომლებიც სასიცოცხლოა ინოვაციური პროცესების განვითარებისათვის [2,3].

### 2.1. სამშაგი სპირალის მოდელები წარსულიდან

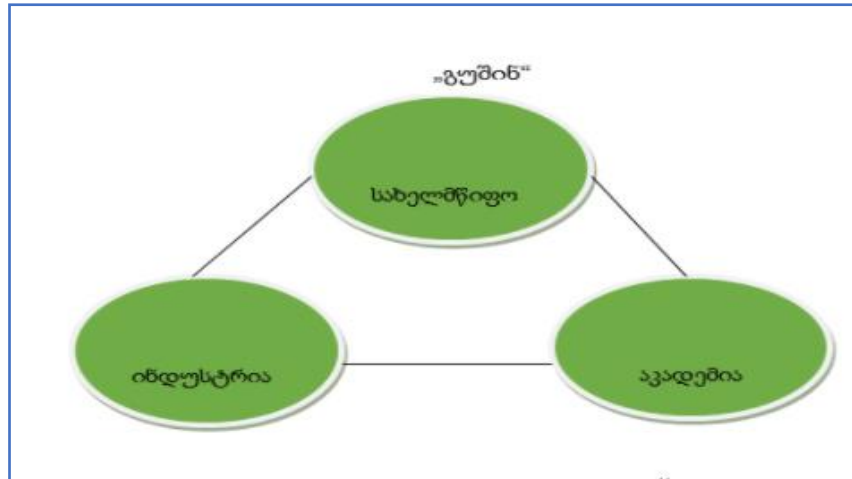
იდეა აიგოს ინოვაციური საზოგადოება წინასწარ არჩეულ რეზერვაციებში, მოხდეს მისი სრული იზოლაცია, და ამ იზოლაციის პირობებში მოახერხოს მსოფლიო მაღალტექნოლოგიური პროდუქციის უდიდესი ნაწილის უზრუნველყოფა, თავიდანვე მარცხისთვისაა განწირული [2].



ნახ.3. სამშაგი სპირალის მოდელი „გუმინწინ“

სამმაგის სპირალი „გუშინწინ“ (ნახ.3) მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნებისთვის უკვე შორეულ წარსულში დარჩა. ესაა პერიოდი, როცა სახელმწიფო თავისთავში მოიცავს ინდუსტრიასაც და აკადემიასაც.

სამმაგი სპირალი „გუშინ“ (ნახ.4) (წარმატებული მსოფლიოსთვის, მაგრამ საქართველოსთვის სამწუხაროდ ეს დღევანდელი ვითარებაა) როცა სახელმწიფო, აკადემია და ინდუსტრია ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირშია, მაგრამ ერთმანეთს არ კვეთენ, ანუ არ იჭრებიან ერთმანეთის ფუნქციებში.



ნახ.4. სამმაგი სპირალი „გუშინ“

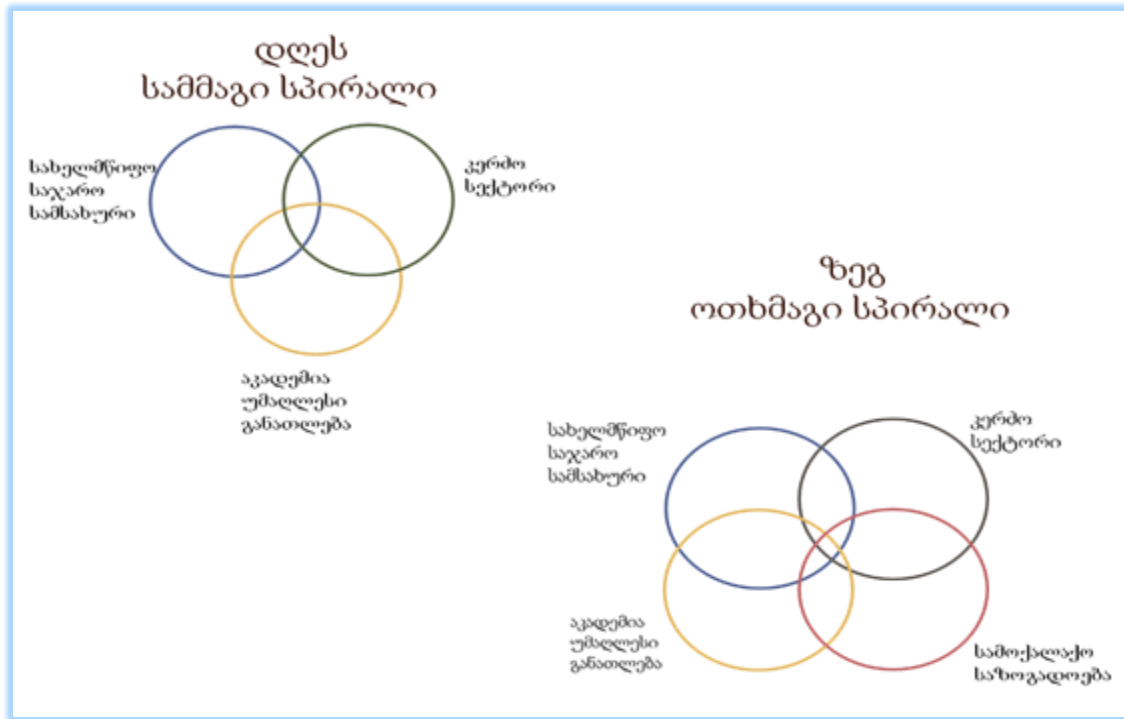
## 2.2. ხელისუფლება, ბიზნესი, უნივერსიტეტი დღეს და მისი სამომავლო პერსპექტივა

სამმაგი სპირალის მოდელი დღეს, (ნახ.5) ესაა სამივე ინსტიტუტის მჭიდრო კავშირი, როცა ურთიერთთანამშრომლობის პროცესში ხდება მათი თანაკვეთა და იქმნება კოლაბორაცია, სადაც ხორციელდება არა მხოლოდ ურთიერთთანამშრომლობა, არამედ ერთმანეთის ფუნქციების შეთავსებაც. სწორედ ამ გადაკვეთის არეალში ხორციელდება ჰიბრიდული ორგანიზაციების წარმოშობა, სადაც წამყვანი როლი უჭირავს სასწავლო, სამეცნიერო ინსტიტუტებს, რადგანაც საუბარია ინოვაციურ გარემოზე, სადაც წამყვანი როლი უჭირავს ახალგაზრდებს [3].

დღეისათვის ექსპერტები ფიქრობენ თუ რა იქნება ხვალ და ზეგ, ანუ კოლაბორაციის რა მოდელთან გვექნება შეხება. მათი აზრით მივიღებთ ოთხმაგი სპირალის მოდელს, (ნახ.5) ანუ უკვე მრავალგზის ნახსენებ სამ ინსტიტუტს დაემატება მეოთხე და უმნიშვნელოვანესი: სამოქალაქო საზოგადოება. სამოქალაქო საზოგადოება - როგორც ძირითადი მომხმარებელი ამ კოლაბორაციით მიღებული ეკონომიკური წარმატებისა და ეკონომიკური განვითარებისა.

## 3. დასკვნა

განვიხილოთ, სამი ინსტიტუტის: სახელმწიფო, ინდუსტრია, აკადემია - ურთიერთთანამშრომლობის როლი და სასიცოცხლო მნიშვნელობა როგორც თანამედროვე საზოგადოებისთვის მის ყოველდღიურ ყოფაში. წამოვჭერთ მათი სამომავლო განვითარების გზები და ხედვები, რის საფუძველზეც შევიშუშავთ ე.წ. „ოთხმაგი სპირალის“ ჩამოყალიბების იდეა, სადაც ზემო აღნიშნულ სამ ძირითად ინსტიტუტს დაემატება მეოთხე - სამოქალაქო საზოგადოება



ნახ.5. სამმაგი სპირალი „დღეს“ და ოთხმაგი სპირალი „ზევ“ - მომავლის პროგნოზი

#### ლიტერატურა - References:

1. The Tale Behind the Triple Helix: An Interview with Professor Henry Etzkowitz
2. [https://www.stanford.edu/search/?q=Triple+Helix+Henry+Etzkowitz&search\\_type=web&submit=](https://www.stanford.edu/search/?q=Triple+Helix+Henry+Etzkowitz&search_type=web&submit=)
3. <https://www.leydesdorff.net/spp98/>
4. Shamatva L. (2014). Triple spiral. <https://www.youtube.com/watch?v=eOxmtErm0lA>

## Henry Etzkowitz's Triple Helix Model: State, industry, academy

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

### Summary

In the current article three institutions are discussed: the state, industry, academy - the infinitely great role and the vital importance of cooperation for the modern society in its daily life and for the most difficult and important path of the future development of society. This article discusses the form of cooperation, both from the past perspective and it also presents the ways and visions of its future development when according to the expert opinion and recommendations, the formation of the so-called "Quadruple Spiral" should take place, and when to the above mentioned three main aspects, the fourth - the most important: civil society is added.

## სწრაფი გადახდის აპარატები საქართველოში და მათი მართვის სისტემის დიზაინი

სოფიკო გოგოლაძე, თამარ ლომინაძე, მარიამ მარლიშვილი  
s\_gogoladze@gtu.ge, t.lominadze@gtu.ge, m.marghishvili@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია თვითმომსახურების ტერმინალები, მათი სახეები და გამოყენება საქართველოში. აგებულია მათი გამოყენების Use Case მოდელი, თუ როგორ შეიძლება წარმართოს წარმატებული გადახდის ერთი კონკრეტული მაგალითი, მასში შემავალი თანმიმდევრული ბიზნეს-პროცესებით. თვითმომსახურების ტერმინალების მართვის სისტემა (TMS), რომელსაც აქვს მონაცემთა ბაზაზე დამყარებული მარტივი ინტერფეისი. შედეგად იძლევა მოქნილ შესაძლებლობას, რომ ამ სისტემის მეშვეობით გამარტივებულ იქნას ტერმინალების დისტანციური მართვა. ასევე მათზე შესრულებული ოპერაციებისა და გადარიცხვების მონიტორინგი, ტერმინალების მდგომარეობის ლოგირება და შესაბამისი ფილტრაცია. ჩვენ მიერ სტატიაში აღწერილი TMS-ის კომპონენტების გათვალისწინებით შესაძლებელია, მართვის სისტემების ეფექტიანობის გაზრდა.

**საკვანძო სიტყვები:** სწრაფი გადახდის აპარატი, ტერმინალი, მართვის სისტემა TMS (Terminal Management System).

### 1. შესავალი: თვითმომსახურების ტერმინალის განვითარების ეტაპები

პირველი თვითმომსახურების ტერმინალი შეიქმნა 1977 წელს ილინოისის უნივერსიტეტში სტუდენტის Murray Lappe-ს მიერ. კონტენტი შექმნილი იყო PLATO კომპიუტერულ სისტემაზე და იმართებოდა თაჩსქრინის საშუალებით. Plasma Display Panel ეკრანი პირველად შეიქმნა ილინოისის უნივერსიტეტში Donald L. Bitzer -ის მიერ. ამ ტერმინალს თავიდან ეწოდებოდა The Plato Hotline, რომელიც სტუდენტებს საშუალებას აძლევდა მოემდებნათ ფილმები, რუკა, მიმართულებები ავტობუსის განრიგები, დამატებითი აქტივობები და კურსები. ტერმინალების პირველი წარმატებული ქსელი გამოიყენებოდა კომერციული მიზნებისთვის რომელიც 1985 წლისათვის გაეშვა ფართო მასშტაბისთვის. ინტერაქციული ტერმინალის დიზაინი შეიქმნა და დამუშავდა ByVideo Inc -ის მიერ.

პირველი ქსელი მოიცავდა 600 ტერმინალს და მომხმარებელს აწვდიდა ტანსაცმლის შეკვეთის სერვისს, მათ შეეძლოთ აერჩიათ სასურველი ფეხსაცმელი, ფერი, ზომა და ადგილზევე გადაეხადათ. ამის შემდეგ ტრანზაქცია იგზავნებოდა Florsheim -ის მეინფრეიმში. ტერმინალი, როგორც მოწყობილობა (მიკროკომპიუტერი, გამომსახველი ეკრანი და „თაჩსქრინი“) დაპროექტებული იყო ByVideo-ს მიერ მაშინ, როდესაც სხვა კომპონენტები როგორცაა: CRT, floppy disk, printer, keyboard and physical housing მოწოდებული იყო სხვა კომპანიებისგან.

1991 წელს გამოჩნდა პირველი ინტერნეტის ქსელში ჩართული კომერციული ტერმინალი. 1997 წლიდან დაიწყო სავაჭრო მიმწოდებელი შეხვედრები ოპრგანიზაციებისთვის, რომელთაც სურდათ ამ ტერმინალების გამოყენება, მათთვის ტარდებოდა სასწავლო სადემონსტრაციო სწავლებები [1].

2007 წელს მოხდა ტერმინალების დამონტაჟება ვირჯინიის შტატის 31 ლოკაციაზე, სადაც მოცემული იყო პარკების მიმოხილვა, რუკა, მარშრუტები ვიდეო ტურები და სხვა. კიოსკების განთავსება დაიწყო ასევე სკვერებში შენიშვნების მისათითებლად. დღევანდელი ტერმინალები მკვეთრად განსხვავებულია ძველისგან. ისინი თვითმომსახურების ტერმინალებია, ძირითადად ელექტრონული და მათი ნახვა ყოველ ფეხის ნაბიჯზეა შესაძლებელი.

## 2. ტერმინალები საქართველოში

საქართველოში სწრაფი ჩარიცხვის აპარატები რამდენიმე წლის წინ გამოჩნდა და მალევე მოიპოვა პოპულარობა. დღეს უკვე ბაზარზე ათამდე კომპანია ოპერირებს, რომელიც მომხმარებელს საშუალებას აძლევს მოხერხებული და ოპერატიული გზით განახორციელოს სხვადასხვა ტიპის გადახდები, თუ თანხის გადარიცხვები. როგორც კვლევებმა აჩვენა საქართველოში კონკურენციის ზრდასთან ერთად, სწრაფი ჩარიცხვის აპარატებით სარგებლობა საკმაოდ გავრცელებული ქცევაა. იზრდება შემოთავაზებული სერვისების მრავალფეროვნებაც – მოცემულ ეტაპზე უკვე შესაძლებელია სწრაფი ჩარიცხვის აპარატებით არა მხოლოდ სხვადასხვა ტიპის გადასახადის გადახდა, თუ სამომხმარებლო ბალანსის შევსება, არამედ ქველმოქმედებაში მონაწილეობაც კი.

თავდაპირველად, როდესაც ტერმინალების ქსელში დიდი რაოდენობით არ იყვნენ პროვაიდერები ჩართულნი, ისინი ტერმინალის ეკრანზე კატეგორიებად არ იყო დაყოფილი და პირდაპირ იყო გამოტანილი, მომხმარებელს ყოველგვარი კატეგორიის შექმლა აერჩია სერვისი და გადაეხადა. თუმცა, დროთა განმავლობაში საკმაოდ გაიზარდა იმ პროვაიდერების რაოდენობა, რომლებმაც სურვილი გამოთქვეს მიეღოთ თანხები სწრაფი ჩარიცხვის აპარატების გზით. შესაბამისად, გაზრდილი რაოდენობა ფიზიკურადაც ვერ დაეტეოდა ეკრანზე, ხოლო ე.წ. სქოლი საკმაოდ მოუხერხებელია მომხმარებლისთვის და ასევე იწვევდა სერვისების არაკონკურენტულ მდგომარეობაში ყოფნას. ამისათვის, პროვაიდერები დაიყო კატეგორიებად და სწორედ კატეგორიების შესაბამისი ლოგოები დარჩა მონიტორზე და მათში განთავსდა ყველა დანარჩენი პროვაიდერი.

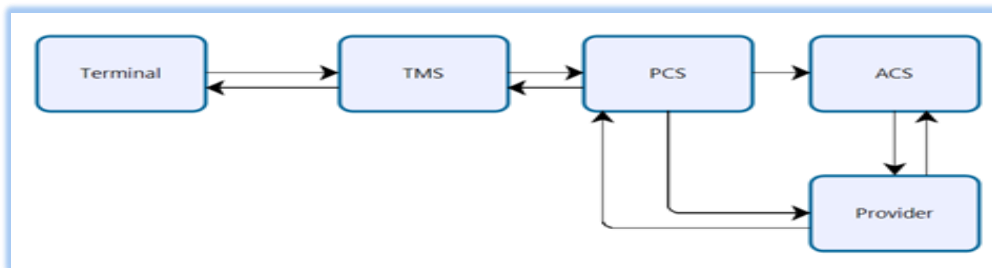
ეს არის ერთ მარტივი და დეტალური გადახდის ვარიანტი, თუმცა პრაქტიკიდან გამომდინარე შეგვიძლია ვთქვათ რომ გადახდების დაახლოებით 1-5 % მდე ხარვეზით სრულდება. ეს პროცენტული მაჩვენებელი დამოკიდებულია ტერმინალების ტექნიკურ გამართულობაზე, პროგრამულ ხარვეზებზე, ინტერნეტის კავშირზე, პროვაიდერის მხარეს ტექნიკურ პრობლემებზე. იმისათვის, რომ გადახდა წარმატებით შესრულდეს მომხმარებლისგან დამოუკიდებლად კიდევ რამდენიმე სხვა პროცესი უნდა წარიმართოს. ტერმინალი მასში მიმდინარე მოვლენებს გადასცემს მისი მართვის სისტემას პირობითად TMS (Terminal Management System) (რომელსაც ქვემოთ დეტალურად განვიხილავთ), სადაც ხდება მოვლენების, გადახდები, ტერმინალების მდგომარეობის ლოგირება და შესაბამისი ფილტრაცია (ნახ.1) [2].



ნახ.1

განვიხილოთ, ზემოთ მოცემული მარტივი გადახდის პროცესი, რომელიც შეგვიძლია პირობითად ორ ნაწილად დავყოთ. ესენია: ვერიფიკაცია და გადახდა. მომხმარებელმა ტერმინალზე აირჩია სერვისი აკრიფა აბონენტის ნომერი და დააწვა ღილაკს დავალიანების შემოწმება, ამ დროს ტერმინალი მითითებულ ყველა მონაცემს კრებს და უგზავნის თანხივე მართვის სისტემა TMS-ს, რომელიც თავის მხრივ მონაცემებს უგზავნის პროვაიდერთან ურთიერთობის პროგრამას, რომელსაც პირობითად PCS (პროვაიდერთან კავშირის სერვისი), PCS მიაკითხავს პროვაიდერს ამ მონაცემებით გადასამოწმებლად. თუ აბონენტი პროვაიდერის მხარეს მოიძებნა, ის აცხადებს თანხმობას გადახდაზე, ხოლო PCS მისცემს თანხმობას და შესაბამისად დავალიანებას. ასევე შესაძლებელია მომხმარებლის სახელი და გვარი, ან რაიმე სხვა მაიდენტიფიცირებელი მონაცემიც დააბრუნოს, ამ ინფორმაციას PCS ისევ გადაცემს TMS-ს და ის ტერმინალს და მომხმარებელიც შედეგს ხედავს ეკრანზე, ანუ ის გადაიხის თანხის შეტანის გვერდზე, რომლის ტერმინალში

მოთავსების შემდეგ დააჭერს გადახდა ღილაკს ხელს ამ დროს TMS ისევ PCS -ის გავლით პროვაიდერს ატყობინებს, რომ ამ მომხმარებელს გაუნულოს დავალიანება ან ჩაურიცხოს შესაბამისი თანხა, ანუ მომხმარებლის თანხა ჩარიცხული აქვს და მის მხარეს პროცესი დასრულებულია. გადახდა წარმატებულია, მომხმარებელმა კმაყოფილმა დატოვა ტერმინალი და პროვაიდერმაც მას ანგარიშზე თანხა აუსახა. ხოლო PCS -ს შესაბამისი თანხის ვალდებულება გაუჩნდა. პროვაიდერის მიმართ ანგარიშსწორებისთვის ის იყენებს კიდევ ერთ პროგრამას, რომელსაც პირობითად ვუწოდოთ ACS, რომელიც პროვაიდერთან თანხის ჩარიცხვაზე პასუხისმგებელი. სწორედ მას მიაკითხავს PCS და მისცემს შესაბამის ბრძანებას, რომ მითითებულ პროვაიდერს მითითებული გადახდის საფუძველზე ჩაურიცხოს შესაბამისი თანხა. თანხის გადარიცხვის შემდეგ პროვაიდერი ACS-ს უბრუნებს დასტურს თანხის მიღებაზე და ტრანზაქციაც წარმატებულია ACS-ში (ნახ.2)[2].



ნახ.2

### 3. ტერმინალის მართვის სისტემა (TMS)

ტერმინალების მართვის სისტემა (TMS) არის მონაცემთა ბაზაზე დამყარებული ინტერფეისი, რომლის საშუალებითაც თვითმომსახურების ტერმინალების თანამშრომლები სარგებლობენ. სისტემა მათ სთავაზობს სასურველი მონაცემების ბაზიდან მარტივად ამოღებას და სტანდარტული ფორმით წარმოდგენას. ის შედგება სხვადასხვა ლოგიკურად დაყოფილი ჩანართებისგან და მომხმარებლებისგან. განვიხილოთ დეტალურად მისი ჩანართები. [2]

**მომხმარებლები:** ამ ჩანართში ჩანს ყველა ის მომხმარებელი რომელსაც წვდომა აქვს გაწერილი TMS-ზე. შედგება ველებისგან: მომხმარებლის სახელი; მომხმარებლის სტატუსი ;

**მომხმარებლის ჯგუფი:** წინასწარ განისაზღვრება მომხმარებელთა ჯგუფები რომლებსაც შემდეგ გამოიყენებენ ახალი მომხმარებლების გაწერისას „მომხმარებლის ჯგუფი“ ველში გაწერისას. ჯგუფები იქნება საჭიროებებიდან გამომდინარე, თუ რამდენი სახის წვდომის გახსნაა საჭირო, ანუ რამდენი ტიპის მომხმარებელ ეყოლება შემდეგ სისტემას. ეს ჩანართი შედგება შემდეგი ველებისგან : ჯგუფის სახელი; საძიებო ველები;

**ტერმინალი** - ამ გვერდზე წარმოდგენილია ყველა ინფორმაცია თითოეული ტერმინალის ჭრილში. შედგება შემდეგი ველებისგან : Id; ქალაქი; უბანი ;მისამართი; თანხა; ვერსია; IP მისამართი;

**ტექნიკოსები-** ამ ჩანართში მოცემულია ტექნიკოსების სია , რომლებიც მუშაობენ ტერმინალებზე. ველები : კოდი ; სახელი და გვარი; ტელეფონი; მდებარეობა; სტატუსი;

**მონიტორინგი** : ამ ჩანართში ნაჩვენებია ტერმინალის შესახებ ინფორმაცია დეტალურად მას ძირითადად ტექნიკოსები იყენებენ:ტერმინალის იდენტიფიკატორი: ტერმინალის უნიკალური ნომერი; ტექნიკოსი;ტექნიკოსის დრო; მონეტის დრო; კუპიურის დროს; ქვითრის ზომა; ქვითრის რაოდენობა; მისამართი;მინიშნება;

**მოვლენები** - ჩანართი სადაც ისახება ტერმინალზე მომხმარებელი ყველა მოვლენა. იქნება ეს ვერიფიკაცია , თანხის შეტანა თუ გადახდა. ველები: ტერმინალის მოვლენის იდენტიფიკატორი;ტერმინალის id ;მოვლენის თარიღი;მოვლენის სერვერზე ასახვის დრო; ტიპი;

ინფორმაცია; სერვისი; აბონენტი; სტატუსი, მაგალითად გადახდილი , უარყოფილი მოლოდინში ან სხვა;

**გადახდები** - ჩანართი სადაც მხოლოდ გადახები ჩანს, ძირითადი მონაცემებით და სტატუსით. გადახდის იდენტიფიკატორი; ტერმინალის გადახდის იდენტიფიკატორი;PCS იდენტიფიკატორი; აბონენტი; თანხა; საკომისიო; პროვაიდერის საკომისიო; ვალუტა; ენა; სერვისი;პროდუქტის კოდი;ტერმინალი;ქალაქი;გადახდის დრო;პარამეტრები;სტატუსი.

### 3. დასკვნა

ვასკვნით, რომ სწრაფი გადახდის აპარატების შექმნამ დიდი როლი ითამაშა მომხმარებელთა საგადახდო ქცევის სისტემაში, ასევე საბანკო სერვისების უწყვეტობასა და ხელმისაწვდომობაზე. ამავდროულად შესაძლებლობა მისცა მოსახლეობის იმ ნაწილს, რომლებიც არ არიან ბანკის კლიენტები ესარგებლად სხვადასხვა მომსახურებით სერვისით ცენტრებში მიუსვლელოდ. ტერმინალის მართვის სისტემა(TMS), რომელიც არის მონაცემთა ბაზაზე დამყარებული ინტერფეისი, რითიც თვითმომსახურების ტერმინალების მხარდაჭერის ჯგუფის თანამშრომლებს შეუძლიათ ისარგებლონ უწყვეტი და შეუფერხებელი პროცესების უზრუნველსაყოფად,რომელიც მათ სთავაზობს სასურველი მონაცემების ბაზიდან მარტივად ამოღებას და სტანდარტული ფორმით წარმოდგენას. განხილულია მისი სხვადასხვა ლოგიკურად დაყოფილი ჩანართები და ძირითადი მაიდენტიფიცირებელი პარამეტრები. მართვის სისტემა(TMS) გამოყენებით მარტივდება თითოეული ტერმინალის დისტანციური მონიტორინგი, გარკვეული ცვლილებების შეტანა. ის ასევე საშუალებას გვაძლევს დავაგენერიროთ როგორც ტრანზაქციული ასევე დაჯგუფებული რეპორტები.

### ლიტერატურა - References :

1. Interactive kiosk - Wikipedia
2. Krienk R., Covelo S.. (). RFP No. CS17-0145F. Tacoma Public Utilities Remote Pay Station Kiosks
3. FINANCIAL SERVICES WHITEPAPER-Utility payment kiosks Banking inclusivity through diversity and choice in payment
4. Business Applications – Unixfor
5. Indoor Self-Service Bill Payment Kiosk With Touch Screen Manufacturers and Suppliers - Factory Price - SZ KMY (kmychinakiosk.com)
6. Kiosk Management and Remote Kiosk Management Features (kioware.com)
7. Touch-screen kiosks (payment terminals, self-service terminals) - Arsis (arsis-it.com)
8. Payment Terminal Banking ATM Kiosk Manufacturers Manufacturers and Suppliers - Factory Price - SZ KMY (kmychinakiosk.com)
9. opt2-outdoor-payment-terminal.pdf (questpaymentsystems.com)

## FIRST PAYMENT MACHINES IN GEORGIA AND THEIR MANAGEMENT SYSTEM DESIGN

Sopiko Gogoladze, Tamar Lominadze, Mariam Margishvili  
s\_gogoladze@gtu.ge, t.lominadze@gtu.ge, m.margishvili@gtu.ge  
Georgian Technical University

### Summary

Self-service terminals, their types and use in Georgia are discussed. The specific Use Case for its use is given below, as can one specific example of a successful payment be made through the consistent processes involved. Self-service terminal management system (TMS), which has a simple database-based interface. As a result, this system simplifies the remote management of terminals, as well as monitoring the operations and transfers performed on them, logging the status of terminals and appropriate filtering. By considering the TMS components described in this article, it is possible to increase the efficiency of management systems.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Нино мchedlishvili, Нодар Нариманашвили

Грузинский технический университет

nino.mchedlishvili@gtu.ge, n.narimanashvili@gtu.ge

### Резюме

Исследуется вопрос моделирования объектов с распределенными параметрами, решения описывающих эти объекты дифференциальных уравнений в частных производных, рассматриваются технические трудности при идентификации таких объектов. Представлен, выделенный среди множества программных обеспечений, пакет PDE Toolbox, представляющий расширение компьютерной моделирующей системы Matlab/Simulink. Пакет имеет множество возможностей для исследования и моделирования систем с распределенными параметрами, для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Пакет имеет графический интерфейс, позволяющий довольно просто моделировать распределенные объекты, получать эффектные изображения визуализации результатов, а также множество функции, с помощью которых составляется код программы моделирования и решения многочисленных прикладных задач в указанной области.

**Ключевые слова:** дифференциальные уравнения. Частные производные. Система. Распределенные параметры. Идентификация. Компьютерные системы. Моделирование.

### 1. Введение

Основная особенность большинства реальных физических процессов в том, что они по своей природе распределены как во времени, так и в пространстве. Описание таких процессов обыкновенными дифференциальными уравнениями в какой-то степени всегда является идеализацией, упрощением, которое позволяет с удовлетворяющей точностью найти решение соответствующей задачи. Однако во многих технических объектах с тепловыми, диффузионными, гидро- и газодинамическими, колебательными и другими процессами, пространственное распределение энергетических и материальных потоков препятствуют их описанию обыкновенными дифференциальными уравнениями. Состояние таких объектов необходимо задавать не только в каждый момент времени  $t$ , но и в каждой точке той геометрической области физического пространства, которую занимает данный объект. Совокупность объектов с пространственно-временной динамикой составляет класс объектов с распределенными параметрами. Математически, распределенные объекты описываются дифференциальными и интегро-дифференциальными уравнениями в частных производных и связанных с ними краевыми условиями. Это обстоятельство усложняет процедуру идентификации [1].

### 2. Методы

Параметры процессов, входящие в описывающие системы управления дифференциальные уравнения, функционально зависят от свойств веществ (теплопроводность, плотность, удельная теплоемкость и т.п.), от величин, характеризующих протекание процесса (скорость перемещения веществ, скорость химической реакции), также от размеров объекта. Вследствие этих причин непосредственное измерение этих параметров невозможно и эксперимент практически становится единственным источником получения данных о величине параметров.

Для определения адекватной модели объекта необходимо по полученным экспериментальным данным, применив определенный метод идентификации, получить частично структуру и оценить параметры модели. Для решения этой задачи нужно подобрать наилучшее по определенным



соображениям программное обеспечение. Существует множество программных средств для компьютерного моделирования объектов с распределенными параметрами и решения дифференциальных уравнений в частных производных. Одним из важных и распространенных среди них является пакет расширения системы компьютерного моделирования Matlab - Partial Differential Equations Toolbox (PDE Toolbox), предназначенный для решения краевых задач для дифференциальных уравнений в частных производных в двумерных областях методом конечных элементов (МКЭ). Приведем краткое описание его возможностей. Пакет состоит из набора функций, автоматизирующих реализацию МКЭ для решения различного типа дифференциальных уравнений в частных производных 2-го порядка и их систем: эллиптических, параболических и гиперболических. В состав пакета входит также приложение pdeTool с графическим интерфейсом пользователя, использование которого упрощает доступ к набору функций пакета. Пакет дает эффективные средства для решения указанных выше систем уравнений. Команды и графический интерфейс пакета могут быть использованы для математического моделирования уравнений в частных производных применительно к широкому классу инженерных и научных приложений, включая задачи идентификации объектов систем управления рассматриваемого в работе класса [2].

Основные возможности пакета: полноценный графический интерфейс для обработки уравнений с частными производными второго порядка; автоматический и адаптивный выбор сетки; задание граничных условий: Дирихле, Неймана и смешанных; гибкая постановка задачи с использованием синтаксиса MATLAB; полностью автоматическое сеточное разбиение и выбор величины конечных элементов; нелинейные и адаптивные расчетные схемы; возможность визуализации полей различных параметров и функций решения, демонстрация принятого разбиения и анимационные эффекты.

### 3. Результаты и обсуждение.

Рассмотрим решение краевой задачи, а именно задачи о стационарном распределении температуры в прямоугольной области с круговым отверстием в центре. Левая  $\Gamma_1$  и правая  $\Gamma_3$  границы прямоугольной области теплоизолированы. На верхней  $\Gamma_2$ , нижней  $\Gamma_4$  и внутренней  $\Gamma_5$  границе области поддерживается постоянная температура (разная на разных участках границы). Источников тепла нет [3].

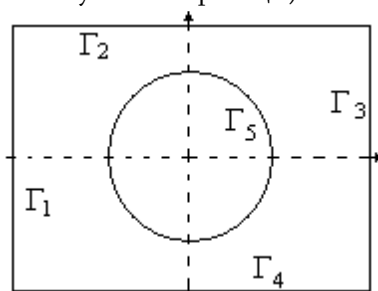


Рис. 1

Стационарное распределение температуры описывается дифференциальным уравнением:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

с граничными условиями  $u|_{\Gamma_2} = u_2$ ,  $u|_{\Gamma_4} = u_4$ ,  $u|_{\Gamma_5} = u_5$ ,  $\frac{\partial u}{\partial x}|_{\Gamma_1} = 0$ ,  $\frac{\partial u}{\partial x}|_{\Gamma_3} = 0$ .

Включим систему Matlab и вызовим пакет PDE, для чего внесем с командного окна: pdeTool. В открывшемся окне нарисуем прямоугольник и круг. Заранее изменим величину поля, где будем рисовать объекты. Для этого в меню *Options* → *Axes Limits* введем нужные координаты. Затем нарисуем прямоугольник и круг и внесем соответствующие размеры.

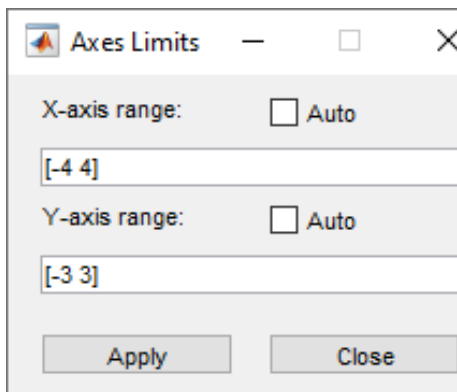


Рис. 2

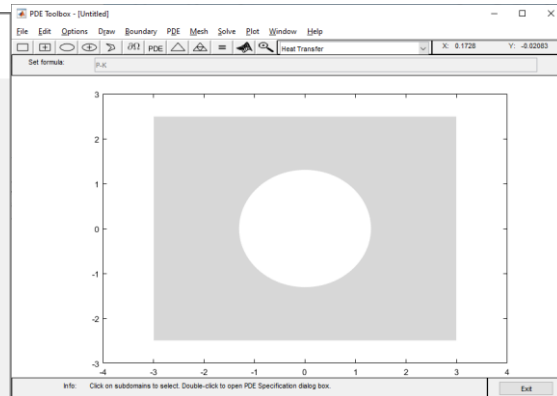


Рис. 3

В строке Set formula появиться по умолчанию знак плюс, заменим на минус. В меню *Options* → *Application* выберем Heat Transfer, что соответствует распределению тепла. Сейчас внесем дифференциальное уравнение, для этого выберем *PDE* → *Mode*. В окне появится прямоугольник с отверстием (рис. 3). После этого выбираем *PDE* → *Specification*. Выйдет окно, в которое надо ввести коэффициенты уравнения:  $k$  коэффициент состояния температуры,  $Q$  – источник тепла,  $h$  – конвективная теплопередача,  $Text$  – внешняя температура. Эти параметры можно менять при необходимости.

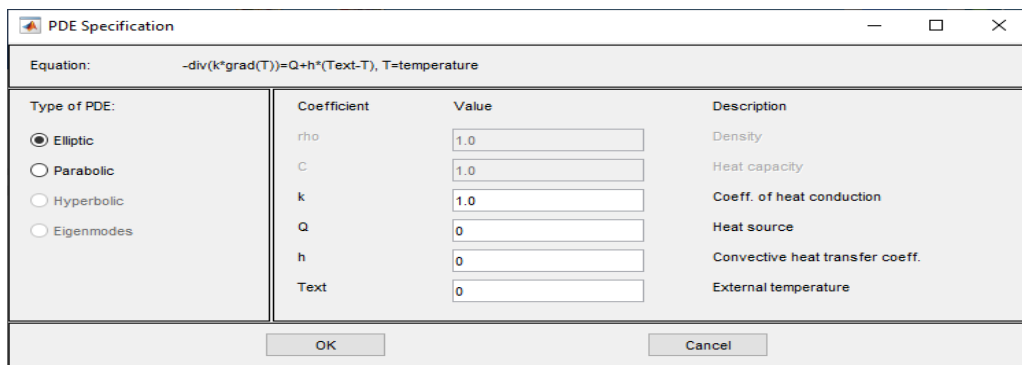


Рис. 4

Зададим граничные условия. Выберем *Boundary* → *Mode*. Сделаем верхнюю сторону прямоугольника текущей, кликнув на нее, и выберем *Boundary* → *Specify Boundary Conditions*. Выйдет окно, в которое внесем граничные условия.

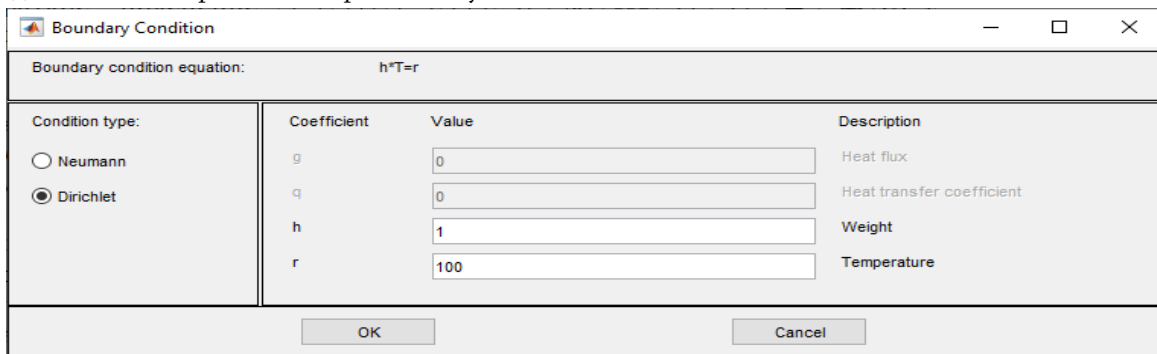


Рис. 5

Аналогично для нижней стороны прямоугольника. На левой и правой сторонах прямоугольника поток тепла равен нулю, это соответствует условию Неймана, поэтому переключаем переключатель Condition на Neumann. Установим на границе отверстия нулевую температуру.

Покроем область сеткой треугольников. Это можно сделать выбрав *Mesh* → *Mode* или нажав кнопку  $\Delta$ . Для увеличения точности надо выбрать *Refine* → *Mesh*. Решение уравнения можно нажатием кнопки “ = ”.

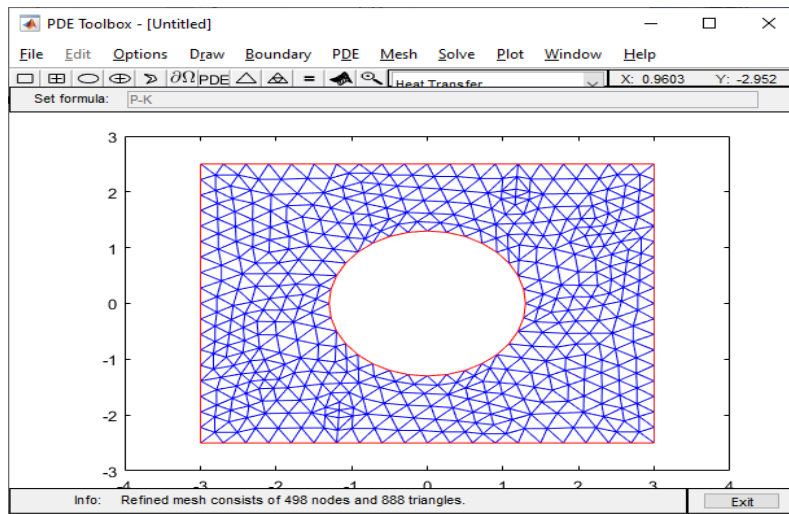


Рис. 6

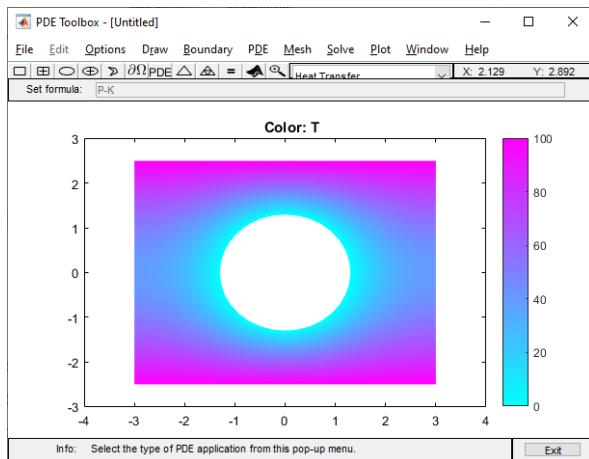


Рис. 7

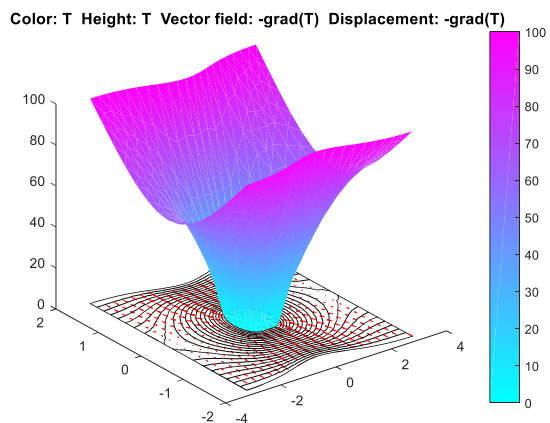


Рис.8

При помощи представленного пакета можно решать другие задачи, связанные с дифференциальными уравнениями в частных производных всех видов.

#### 4. Заключение

Исследование объектов с распределенными параметрами является актуальной сложной задачей, связанной со значительными техническими и математическими трудностями. Сложность решения дифференциальных уравнений в частных производных обуславливает сложности при идентификации таких объектов. Развитие и усовершенствование программного обеспечения дает новые возможности и перспективы для преодоления этих трудностей. Среди множества программных обеспечений был выбран пакет PDE Toolbox, представляющий расширение компьютерной моделирующей системы Matlab/Simulink, который имеет множество возможностей для исследования и моделирования систем с распределенными параметрами, для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Среди них графический интерфейс, позволяющий довольно просто моделировать распределенные

объекты, получать эффективные изображения визуализации результатов, а также множество функции, с помощью которых составляется код программы моделирования и решения многочисленных прикладных задач.

#### ლიტერატურა –References – Литература:

1. Mchedlishvili N., Narimanashvili N. (2009). Identification of non-linear dynamic control systems. Georgian Technical University, Tbilisi
2. Mark S. Gockenbach. (2010). Matlab Tutorial to accompany Partial Differential Equations: Analytical and Numerical Methods, 2<sup>nd</sup> edition, SIAM. <https://pages.mtu.edu/~msgocken/pdebook2/tutorial.pdf>
3. Dolia P.G. (2011). Using Matlab. Solution of partial differential equations. PDE Toolbox, Kh., Kharkiv National University. [https://www.studmed.ru/dolya-p-g-osnovy-raboty-v-sisteme-matlab\\_72d900e3d43.html](https://www.studmed.ru/dolya-p-g-osnovy-raboty-v-sisteme-matlab_72d900e3d43.html)

## MODELING OF DISTRIBUTED OBJECTS

Nino Mchedlishvili, Nodar Narimanashvili

Georgian Technical University

### Summary

The topic of this study is modeling of objects with distributed parameters and visualization of solutions of their PDEs. Technical difficulties of identification of such objects is reviewed. Package PDE Toolbox, an extension of Matlab/Simulink, is employed. This package has numerous functionalities to study and model systems with distributed parameters. For solution of PDEs, the package has a graphical interface, that enables one to easily model objects with distributed parameters and to visualize effectively the obtained results. The package includes many functions to write the code that can be used to model and solve various applied problems that arise in this domain.

## განაწილებული ობიექტების მოდელირება

ნინო მჭედლიშვილი, ნოდარ ნარიმანაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.

### რეზიუმე

ნაშრომის კვლევის საგანია განაწილებულპარამეტრებიანი ობიექტების მოდელირების და მათი აღმწერი კერძოწარმოებულაიანი დიფერენციალური განტოლებების ამონახსნების ვიზუალიზაციის საკითხები. განიხილება ასეთი ობიექტების იდენტიფიკაციის ტექნიკური სირთულეები. პროგრამული უზრუნველყოფის სიმრავლიდან შერჩეულია PDE Toolbox პაკეტი, რომელიც Matlab/Simulink მოდელირების კომპიუტერული სისტემის გაფართოებაა. ამ პაკეტს გააჩნია განაწილებულ-პარამეტრებიანი სისტემების კვლევისა და მოდელირების მრავალმხრივი შესაძლებლობები. კერძოწარმოებულაიანი დიფერენციალური განტოლებების ამონახსნელად პაკეტი აღჭურვილია გრაფიკული ინტერფეისით, რომელიც იძლევა საშუალებას მარტივად მოვახდინოთ განაწილებული ობიექტების მოდელირება და მიღებული შედეგების ეფექტური ვიზუალიზაცია. ეს პაკეტი შეიცავს აგრეთვე მრავალრიცხოვან ფუნქციას, რომელთა დახმარებით შესაძლებელია პროგრამის კოდის შედგენა, აღნიშნულ სფეროში სხვადასხვა გამოყენებითი ამოცანების ამოხსნისა და მოდელირებისათვის.

## ავტომატიზაციის ვირტუალური მოდელი თევზის წარმოებაში

დავით სონღულაშვილი, ქეთევან კოტრიკაძე, სალომე მუხაშავრია  
songul.david17@gmail.com k.kotrikadze@gtu.ge mukhashavria\_sa@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია თევზის წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის მოდელის აგება. იგი მოიცავს რეალური პროცესის ანალოგ ვირტუალურ მოდელს. შექმნილი მოდელის მიზანია დროისა და ფინანსური რესურსების მაქსიმალურად დაზოგვა. დაინტერესებულ პირს მიეცეს საშუალება ტექნოლოგიური პროცესი შეისწავლოს რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებული სიმულაციური მეთოდებით, ცვალოს პარამეტრები და ჩაატაროს ექსპერიმენტი.

**საკვანძო სიტყვები:** ვირტუალური მოდელი. სიმულაცია. წარმოება. ავტომატიზაცია. ტექნოლოგიები.

### 1. შესავალი

საწარმოო პროცესების ავტომატიზაცია აქტუალური საკითხია. ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად, სამუშაო პროცესში ადამიანის ჩართულობა მინიმუმამდე მცირდება. ოპტიმალური შედეგების მისაღწევად, მნიშვნელოვანია საწარმოში არსებული დანადგარებით, პროდუქციის მაქსიმალური რაოდენობის წარმოება, მინიმალური დანახარჯებით. ექსპერიმენტების საშუალებით, სხვადასხვა დაშვებების შედეგად, შესაძლებელია მივიღოთ ჩვენთვის სასურველი პარამეტრები [1].

ქარხანაში დანადგარების პარამეტრების გასაუმჯობესებლად საჭიროა ჩატარდეს ძვირადღირებული ექსპერიმენტები და გამოცდები. ვირტუალური ლაბორატორიების მიზანია შეიქმნას ისეთი პლატფორმა, რომელიც იქნება საწარმოში არსებული დანადგარის ანალოგი; შესაძლებელია შემუშავდეს ალგორითმი, რომლის საშუალებითაც აღიწერება რეალური პროცესი. აღნიშნულ მოდელს ექნება რეაქცია ნებისმიერ გარე ფაქტორზე, ექნება იგივე პარამეტრები, რაც აქვს რეალურს და ამ პარამეტრების ცვლილება მოგვცემს ვირტუალურად იგივე შედეგს, რასაც მოგვცემდა რეალური დანადგარი [2,3]. თანამედროვე საზოგადოების განვითარების სწრაფი ტემპი, შესაბამისს განვითარებას მოითხოვს განათლების სფეროში, ამიტომ სწავლის პროცესში საჭიროა თანამედროვე საშუალებებისა და აღჭურვილობის გამოყენება [4].

XXI-ე საუკუნეს ციფრული ტექნოლოგიების ერა უწოდეს. ახალმა ტექნოლოგიებმა ახალი ეპოქა შექმნა; გაჩნდა ახალი შესაძლებლობები შესწავლის პროცესში.

დღესდღეობით, ბევრი განვითარებული ქვეყანა იყენებს ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიებს განათლების სფეროში. ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენებით, დიდი დროის დაზოგვაა შესაძლებელი.

ვირტუალური მოდელირება წარმოადგენს ფიზიკური ექსპერიმენტის ერთგვარ ნაირსახეობას, რომელშიც დაინტერესებული პირი ექსპერიმენტის და ცდის ჩატარების ძირითად პრინციპებს და ტექნოლოგიებს დაამუშავებს. მასში შედის ექსპერიმენტის ყველა ძირითადი ეტაპი: ძირითადი საკვლევი ამოცანის ფორმულირება, დასახული მიზნების მისაღწევად გზებისა და მეთოდების ძიება, ექსპერიმენტისთვის აუცილებელი აღჭურვილობის გამოყენება [5].

### 2. ძირითადი ნაწილი

ვირტუალურ მოდელთან მუშაობისას დაინტერესებული პირი ეუფლება ცოდნას ექსპერიმენტული მონაცემების მოპოვებისა და ანალიზის საფუძველზე: სწავლობს ობიექტის ფიზიკურ მახასიათებლებს, მოვლენებს და პროცესებს, რომლებიც ადასტურებენ ან უარყოფენ ექსპერიმენტის თეორიას და სხვ.

ვირტუალური მოდელის ანიმაციის ალგორითმის შემუშავება საშუალებას მისცემს მომხმარებელს მიახლოებით გაანალიზოს რეალურ მოდელში მიმდინარე პროცესები. ვირტუალურ მოდელს აქვს რეაგირება გარე ფაქტორებზე; აქვს იგივე პარამეტრები, როგორც რეალურს; ვირტუალური მოდელის პარამეტრების ცვლილებები, იგივე შედეგს გვაძლევს, რაც აქვს რეალურ მოდელს.

ვირტუალურ მოდელს აქვს მონაცემთა ბაზა, რომელის საშუალებითაც შესაძლებელია პარამეტრების მონიტორინგი, შეცვლა და შედეგების შენახვა. ვირტუალურ მოდელში გამოყენებულია სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფა და რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებული ვირტუალური ეფექტები.

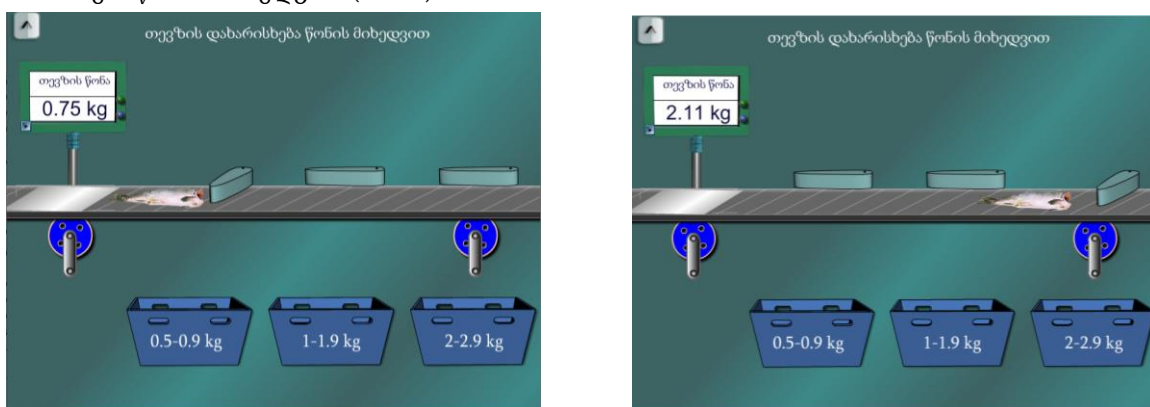
ვირტუალური მოდელის შესაქმნელად გამოყენებულია კომპიუტერული მოწყობილობები - მიკროკონტროლერი, პროგრამირების ენები და Adobe Animate პლატფორმა. ეს უკანასკნელი საშუალებას გვაძლევს მოწყობილობაში მიმდინარე პროცესების მონაცემების გადაცემა მოხდეს, ვირტუალურ მოდელთან. ასეთი დაკავშირების შემდეგ, მონაცემთა ბაზის შექმნის შედეგად, შესაძლებელი გახდება რეალურ პროცესზე დაკვირვება და ანალიზი.

წინამდებარე ნაშრომში განხილულია თევზის წარმოების პროცესის ვირტუალური მოდელი.

საქართველოში მნიშვნელოვანია თევზის მოშენების, თევზჭერის პროცესების განვითარება, დამუშავების ტექნოლოგიური პროცესები. თევზის წარმოება, მცირე და საშუალო და დიდი ზომის საწარმოების განვითარება მნიშვნელოვანია საქართველოს ეკონომიკისთვის. როგორც აღნიშნულია ოფიციალურ მონაცემებში, საქართველოში თევზის მოხმარება არა მარტო საერთაშორისო, არამედ ჩვენივე ჯანდაცვის სამინისტროს სტანდარტებსაც კი რამდენჯერმე ჩამორჩება. გაეროს სურსათისა და სოფლის მეურნეობის ორგანიზაციის (FAO) მონაცემებით, საქართველოში ერთი ადამიანი საშუალოდ წელიწადში 8,2 კგ თევზის პროდუქტს მიირთმევს, მაშინ როცა ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის რეკომენდაციით, ეს მაჩვენებელი 23 კგ-ს უნდა შეადგენდეს, ქვეყნის ოფიციალურ საარსებო მინიმუმში კი 14,4 კგ-ია გათვალისწინებული. თევზეულის ჩანაცვლება სხვა ცხოველური ცილებით რეკომენდებული არ არის, რადგან აუცილებელ მჟავას ომეგა 3-ს შეიცავს. მისი ნაკლებობა კი ადამიანის ორგანიზმში ფიზიოლოგიურ და ბიოლოგიურ დარღვევებს იწვევს [6].

როგორც ცნობილია, ასევე ევროკავშირის ბაზარზე საქართველოდან შავი ზღვის თევზისა და თევზის პროდუქტების შეტანა უკვე შესაძლებელია. ბიზნეს-ოპერატორები შეძლებენ ევროკავშირის ქვეყნებში შავი ზღვის თევზისა და თევზის პროდუქტების ექსპორტის განხორციელებას.

ნაშრომში წარმოდგენილია წარმოების პროცესების ვირტუალური მოდელი - თევზის დახარისხება წონის მიხედვით (ნახ. 1).



ნახ.1 თევზის დახარისხება წონის მიხედვით

რეალური დანადგარიდან (ნახ.2) ინფორმაციის ასაღებად გამოიყენება შემდეგი საშუალებები: მდებარეობის განმსაზღვრელი სენსორი, ელექტრონულ ციფრული სასწორი, დახარისხების

მექანიზმი, სერვომრავები და სხვ. მიღებული ინფორმაცია ვირტუალურ მოდელს გადაეცემა მიკროკონტროლერი - Arduino Leonardo (ნახ.3) საშუალებით, მიკროკონტროლერიდან მიღებული ინფორმაციის ვიზუალიზაცია ხდება Actionscript პლატფორმის გამოყენებით (ნახ.4) [7].

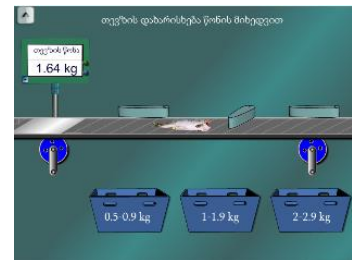
ვირტუალური მოდელის შესაქმნელად გამოყენებული კომპონენტებია: თევზის დამხარისხებელი მოწყობილობა, მიკროკონტროლერი Arduino Leonardo და ActionScript საშუალებით წარმოდგენილი ვირტუალური მოდელი (ნახ. 2, 3, 4).



ნახ.2. თევზის დამხარისხებელი მოწყობილობა



ნახ.3. მიკროკონტროლერი Arduino Leonardo



ნახ.4. ActionScript საშუალებით წარმოდგენილი ვირტუალური მოდელი

რეალურ დანადგარს და მიკროკონტროლერს შორის კავშირის დასამყარებლად გამოყენებულია Serial communication (სურ. 5) მისი საშუალებით ხდება დანადგარიდან ინფორმაციის წაკითხვა და შეგროვება, შეგროვებული ინფორმაცია გადაეცემა ActionScript (სურ. 6) პროგრამული უზრუნველყოფით ვირტუალურ მოდელს და ჩვენ შეგვიძლია ვიხილოთ უკვე ვირტუალური მოდელი რეალური სისტემის მსგავსი ფუნქციებით [8]. ვირტუალურ მოდელში მიკროკონტროლერის საშუალებით შეგვიძლია ვაკონტროლოთ რეალური სისტემის ანალოგიური პარამეტრები, მაგალითად, დანადგარის მოძრავი კომპონენტის სიჩქარე და ა.შ.

```
File Edit Sketch Tools Help
RobMan_aconva2 $

//Stepper Driver connection
//connect 1A and 1B to stepper coil 1 normally black and green wire
//connect 2A and 2B to stepper coil 2 normally red and blue wire
#include <Makeblock.h>
#include <Arduino.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <HX711.h>
//Dt -3
//SCK -4
HX711 cell(13,12);
long r0=-1134; //ჩვენება ტვირთის გარეშე
long rk=9999; //ჩვენება ეტალონური ტვირთით (მაგ. 1კგ)
float met=0.3; //ეტალონი
int m=0; // ესაზომი
float k=21.88;
```

ნახ.5. მიკროკონტროლერის პროგრამული კოდი

```
Actions
Code Snippets

1 var k:Number=0;
2 var speed:Number=2;
3 var cona:Number=0;
4 var fix:Array=new Array();
5
6 fix[1]=false;
7 fix[2]=false;
8 fix[3]=false;
9
10 var registr:Array=new Array();
11
12 registr[1]=false;
13 registr[2]=false;
14 registr[3]=false;
15
16 var tx0:Array=new Array();
17
18 tx0[1]=_root["tevz"+1]_k;
19 tx0[2]=_root["tevz"+2]_k;
20 tx0[3]=_root["tevz"+3]_k;
21
22 var conA:Array=new Array();
23 var conB:Array=new Array();
24 var conC:Array=new Array();
25
```

ნახ.6. ActionScript პროგრამული კოდი

### 3. დასკვნა

თანამედროვე სწავლების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიმართულება გახდა დისტანციური და ელექტრონული სწავლება. ვირტუალური მოდელის შექმნა დაეხმარება, ამ დარგით დაინტერესებულ პირებს, გაეცნონ ტექნოლოგიურ პროცესებს; უსაფრთხო გარემოში შეძლონ ადაპტაცია იმ სამეწარმეო გარემოსთან, რომელთანაც მათ მოუწევთ მუშაობა; გამოუმუშავდებან ანალიტიკური აზროვნების უნარი სამეწარმეო მიმართულებით და ვირტუალური კვლევების და დაკვირვებების საფუძვლებზე შეძლებენ მიიღონ საწარმოო პროცესისათვის ოპტიმალური

გადაწყვეტილება. ეს ხელს შეუწყობს, როგორც მათ პროფესიულ ზრდას, ასევე საწარმოს წარმატებით ფუნქციონირებას.

ვირტუალური მოდელის გამოყენება შესაძლებელია, როგორც საგანმანათლებლო სფეროში - სიმულაციური ლექციების სახით, ასევე ის წარმატებით იმუშავებს ნებისმიერი მიმართულების წინასწარი მომზადება/გადამზადების ცენტრისთვის, რომელსაც სურს კადრები მოამზადოს საწარმო პროცესებში ჩართულობისათვის. პროფესიონალი კადრების მომზადება, წარმოადგენს არამხოლოდ კონკრეტული საწარმოს ინტერესს, არამედ მას გააჩნია სახელმწიფო დონის მნიშვნელობა, რადგანაც მცირე და დიდი ზომის წარმოებების განვითარება ჩვენი ქვეყნის ეკონომიკური სტაბილურობის გარანტია.

#### ლიტერატურა –References :

1. [https://www.researchgate.net/publication/306428363\\_Evaluation\\_of\\_the\\_production\\_process\\_and\\_the\\_company\\_strategic\\_position](https://www.researchgate.net/publication/306428363_Evaluation_of_the_production_process_and_the_company_strategic_position)
2. [https://www.researchgate.net/publication/45816685\\_Virtual\\_Laboratories\\_in\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/45816685_Virtual_Laboratories_in_Education)
3. Jacob Bregnballe, A Guide to Recirculation Aquaculture An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems, Food and Agriculture of the United Nations. Eurofish international organisation. 2015 pp. 9 -32
4. [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-13293-8\\_17](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-13293-8_17)
5. [https://www.researchgate.net/publication/325427207\\_A\\_Space\\_Design\\_Teaching\\_Model\\_Using\\_Virtual\\_Simulation\\_Technology](https://www.researchgate.net/publication/325427207_A_Space_Design_Teaching_Model_Using_Virtual_Simulation_Technology)
6. <https://bpi.ge/qartuli-tevzis-warmoeba-eqsporti-da-damabrcolebeli-faqtoebi/>
7. [https://helpx.adobe.com/pdf/animate\\_reference.pdf](https://helpx.adobe.com/pdf/animate_reference.pdf)
8. მოსაშვილი ი., ონიანი ს., ARDUINO პროგრამირების საფუძვლები. თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2016 წ.

## A VIRTUAL MODEL OF AUTOMATION IN FISH PRODUCTION

David Songhulashvili, Ketevan Kotrikadze, Salome Mukhashavria  
songul.david17@gmail.com k.kotrikadze@gtu.ge mukhashavria\_sa@gtu.ge  
Georgian Technical University

### Summary

Automation of production processes is an actual issue. With the development of technology, human involvement in the work process is reduced to a minimum. To achieve optimal results, it is important to produce the maximum number of products with the equipment available in the enterprise, with minimum costs. Through experiments, because of different assumptions, it is possible to get the desired parameters. Expensive experiments and tests need to be performed to improve factory equipment settings. The purpose of the virtual laboratories is to create a platform that will be similar to the equipment in the factory; It is possible to develop an algorithm that describes the real process. This model will have a reaction to any external factor, will have the same parameters, as the real one, and changing these parameters will give us virtually the same result as the real machine would give us. In this article, we will discuss one such model, the model is built on the technological process of fish production and includes a virtual model similar to the real process. The aim of the created model is to save time and financial resources as much as possible, to enable the interested person to study the technological process with simulation methods as close as possible to the real one, to change the parameters and to conduct an experiment.



# ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემაში IoT გადაწყვეტილების ჩანერგვა

ნინო თოფურია, თინათინ ქსოვრელი  
nintopuria@gmail.com, tinatin\_ksovreli@gmail.com  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

გადმოცემულია ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემაში IoT გადაწყვეტილების ჩანერგვის კონცეფციის აღწერა. წარმოდგენილი სისტემა ფერმერს მისცემს საშუალებას დანერგოს მართვის კომპლექსური სისტემები, რომლებიც გულისხმობს ფერმის ტერიტორიაზე მრავალფეროვანი IoT სენსორებისა და მოწყობილობების განთავსებას სამეთვალყურეო პანელთან ერთად, რომელსაც თავის მხრივ ანალიტიკის, აღრიცხვისა და ანგარიშგების ფუნქციები აქვს. აღნიშნული გადაწყვეტილება რეალიზებულია Azure IoT Central-ის საშუალებით. მონაცემების სიმულაციისთვის შერჩეულია Azure Sphere Sample Device შაბლონი.

**საკვანძო სიტყვები:** საინფორმაციო სისტემა, ფერმერი, IoT, Azure IoT Central Application,

## 1. შესავალი

სოფლის მეურნეობა მატერიალური წარმოების ერთერთი ძირითადი დარგია, რომელიც მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული გარემო პირობებზე: ნიადაგზე, კლიმატზე, სეზონებზე, მდებარეობაზე და სხვა. ნოყიერი ნიადაგების, წყლის რესურსებისა და კლიმატის გათვალისწინებით, საქართველოში იდეალური ბუნებრივი პირობები გვაქვს სოფლის მეურნეობის განვითარებისათვის. ამავე დროს, სოფლის მეურნეობის წილი ქვეყნის ეკონომიკაში ყოველწლიურად კლებულობს და ამჟამად მხოლოდ 7.7%-ს წარმოადგენს. ბოლო ხუთი წლის განმავლობაში საქართველოში 5.9 მილიარდი დოლარის აგროსასურსათო პროდუქციის იმპორტი განხორციელდა, ე.ი. ჩვენ ყოველწლიურად საშუალოდ 1.2 მილიარდ დოლარს ვხარჯავთ უცხო ქვეყნების სოფლის მეურნეობის დარგში დასაქმებული ხალხის ხელფასებში, საწარმოო ხარჯებსა და ამ უცხოური წარმოებების მოგებაში. საჭიროა გვესმოდეს თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და სისტემების მნიშვნელობა სოფლის მეურნეობაში და გავიაზროთ, რომ მოდერნიზაციის გარეშე, მხოლოდ ტრადიციული მეურნეობებით ვერ შევძლებთ ვუპასუხოთ დარგში არსებულ გამოწვევებს. შესაბამისად, აუცილებელია ფერმერებმა დანერგონ ინოვაციური მიდგომები წარმოებაში.

ბოლო ათწლეულებია შემოვიდა ცნება „smart agriculture” ან „smart farming” რაც მეურნეობის მართვის ჭკვიან კონცეფციას გულისხმობს. ამის ერთერთი მაგალითია IOT - ნივთების ინტერნეტი, თანამედროვე ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების სისტემა, რომელიც სენსორების დახმარებით ფერმერს ეხმარება საკუთარი მეურნეობის კონტროლში. ამ ეტაპზე ნივთების ინტერნეტი სოფლის მეურნეობის მიმართულებით ისეთი გავრცელებული არ არის, თუმცა მისი დანერგვის ხარისხი განუწყვეტლივ იზრდება [1-3].

## 2. ძირითადი ნაწილი

IoT ტექნოლოგიის შედარებით რთული მიდგომის მაგალითებია ფერმების მართვის კომპლექსური სისტემები, რომლებიც გულისხმობს ფერმის ტერიტორიაზე მრავალფეროვანი IoT სენსორებისა და მოწყობილობების განთავსებას სამეთვალყურეო პანელთან ერთად, რომელსაც თავის მხრივ ანალიტიკის, აღრიცხვისა და ანგარიშგების ფუნქცია აქვს. ყველაფერი ეს

ერთობლიობაში ფერმერს საშუალებას აძლევს დისტანციურად მართოს საკუთარი ფერმა და ბიზნეს ოპერაციების უმეტესობა ჰქონდეს ავტომატიზირებული [4].

IoT ტექნოლოგიების დახმარებით სოფლის მეურნეობის მრავალი ასპექტის ტრანსფორმაცია შესაძლებელია, თუმცა ამ ეტაპზე გამოვყოთ ხუთი ძირითადი მიმართულება:

1. ინტელექტუალური სენსორების მეშვეობით მონაცემთა უდიდესი ბაზის დაგროვება: ინფორმაცია კლიმატური პირობების, ნიადაგის ხარისხის, მოსავლის ზრდის პროგრესის და საქონლის ჯანმრთელობის შესახებ;

2. შიდა პროცესების კონტროლი - საწარმოო რისკების შემცირება: პროდუქციის მოცულობის წინასწარი პროგნოზირება ფერმერს საშუალებას მისცემს უკეთესად დაგეგმოს დისტრიბუცია;

3. დანახარჯების მართვა და საწარმოო ნარჩენების შემცირება წარმოებაზე გაძლიერებული კონტროლის მეშვეობით. როგორც მოსავლის ზრდის პროცესის დაკვირვება, ასევე საქონლის ჯანმრთელობისა და მდგომარეობის კონტროლი და ა.შ. ;

4. ბიზნესის ეფექტიანობის გაზრდა საწარმოო ციკლში ავტომატიზირებული პროცესების ჩართვის მეშვეობით: ნიადაგის მორწყვა, ნიადაგის განოყიერება, მცენარეთა დაცვის საშუალებების შეტანა და ა.შ.

IoT Central არის IoT აპლიკაციების პლატფორმა, რომელიც გვამძლევს საშუალებას შევამციროთ გადაწყვეტების შემუშავებისა და მომსახურების ხარჯები კორპორატიულ დონეზე. მისი საშუალებით შესაძლებელია გარკვეული მოვლენების მონიტორინგი, ობიექტებზე თვალყურის დევნება და მართვა, ასევე ჩაშენებული აქვს მოწყობილობების ანალიტიკის ფუნქციონალიც.[5]

IoT Central-ის დოკუმენტაციაში აღწერილია ოთხი ტიპის მომხმარებელი, რომელსაც შეუძლია ამ სერვისზე მუშაობა:

- გადაწყვეტილების შემქმნელი, რომელიც პასუხისმგებელია აპლიკაციის შექმნაზე, წესებისა და მოქმედებების კონფიგურაციაზე და სხვა სერვისებთან ინტეგრაციის განსაზღვრაზე;
- ოპერატორი, რომელიც მართავს პროგრამასთან დაკავშირებულ მოწყობილობებს;
- ადმინისტრატორი პასუხისმგებელია ისეთ დავალებებზე, როგორცაა აპლიკაციის ფარგლებში მომხმარებლის როლებისა და ნებართვების მართვა;
- მოწყობილობის შემქმნელი, რომელიც მუშაობს აპლიკაციასთან დაკავშირებულ მოწყობილობაზე ან IoT Edge მოდულზე.

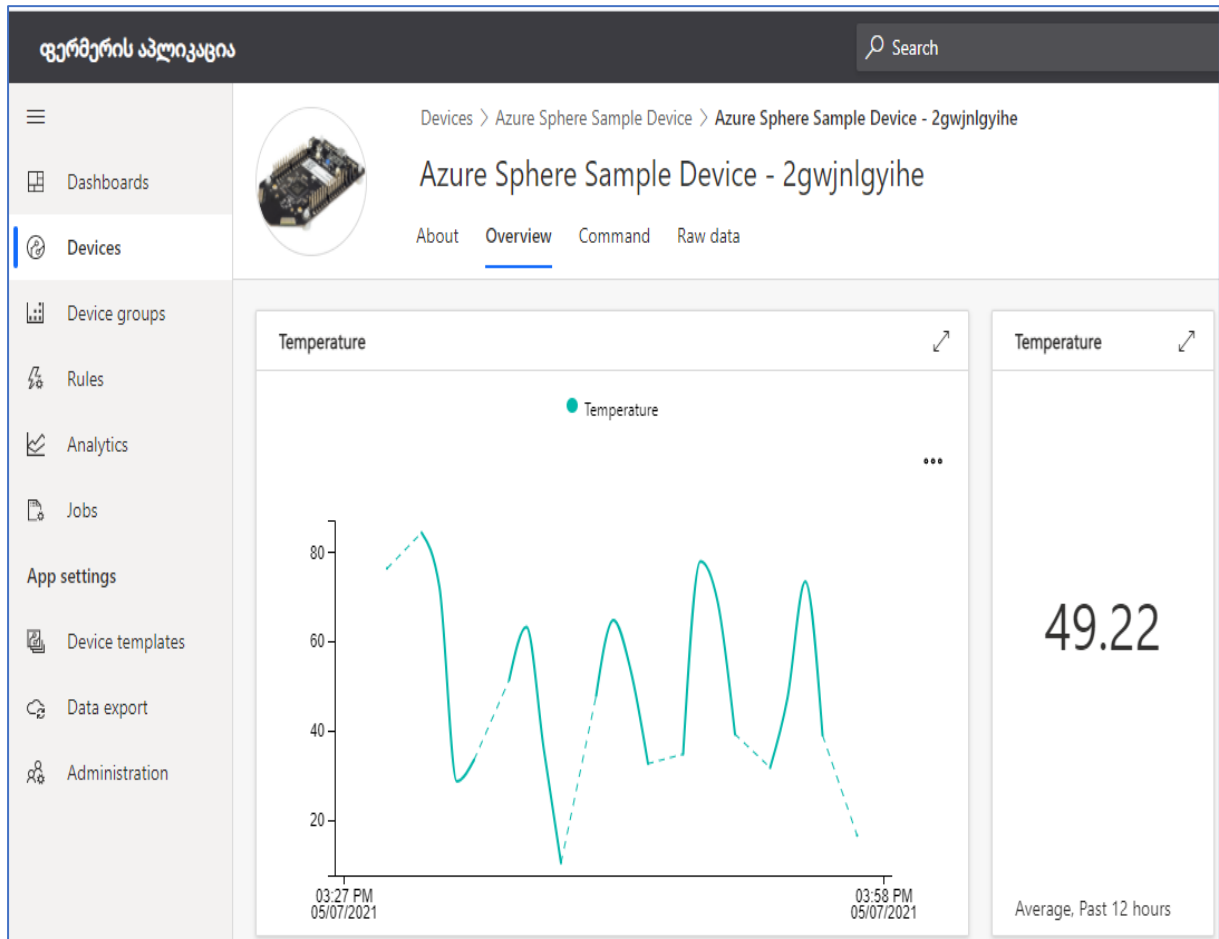
მოწყობილობის შაბლონი არის გეგმა, რომელიც განსაზღვრავს მოწყობილობის ისეთ მახასიათებლებს და ქცევას, როგორცაა:

- ტელემეტრია ანუ მონაცემების ნაკადი, რომელსაც იგი აგზავნის. მაგალითად, ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვა;
- ბიზნეს თვისებები, რომელთა შეცვლაც შეუძლია ოპერატორს. მაგალითად, მომხმარებლის მისამართი და ბოლო მომსახურების თარიღი;
- მოწყობილობის თვისებები, რომლებსაც ადგენს მოწყობილობა. მაგალითად, სარქვლის მდგომარეობა ღია ან დახურული;
- ოპერატორი ადგენს თვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავს მოწყობილობის ქცევას. მაგალითად, მოწყობილობის სამიზნე ტემპერატურა;
- ბრძანებები, რომლითაც ოპერატორი მუშაობს მოწყობილობაზე. მაგალითად, ბრძანება მოწყობილობის დისტანციური გადატვირთვის შესახებ.

მაგალითისათვის, სტატიაში წარმოდგენილია მოწყობილობის შაბლონი, რომელიც განსაზღვრავს მოწყობილობის შესაძლებლობებს და უკავშირდება IoT Central Application-ს. შესაძლებლობებში შედის ტელემეტრია, რომელსაც აგზავნის მოწყობილობა, ასევე ის თვისებები და ბრძანებები, რომლებზეც რეაგირებს მოწყობილობა. მოწყობილობის შაბლონის საშუალებით აპლიკაციაში შესაძლებელია როგორც რეალური, ისე სიმულაციური მოწყობილობების დამატება.

იმიტირებული მოწყობილობები სასარგებლოა IoT Central Application-ის ქცევის შესამოწმებლად, სანამ მოხდება რეალურ მოწყობილობებთან დაკავშირება.

Azure IoT Central გვადლევს საშუალებას შევქმნათ IoT Central Application და ასევე ავირჩიოთ რომელიმე მოწყობილობა მონაცემების სიმულაციისთვის.



ნახ.1. ფერმერის IoT central Application

### 3. დასკვნა

ამგვარად, სტატიაში გადმოცემულია ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემაში IoT გადაწყვეტილების ჩანერგვის კონცეფციის აღწერა. წარმოდგენილი სისტემა ფერმერს მისცემს საშუალებას დანერგოს მართვის კომპლექსური სისტემები, რომლებიც გულისხმობს ფერმის ტერიტორიაზე მრავალფეროვანი IoT სენსორებისა და მოწყობილობების განთავსებას სამეთვალყურეო პანელთან ერთად, რომელსაც თავის მხრივ ანალიტიკის, აღრიცხვისა და ანგარიშგების ფუნქცია აქვს.

აღნიშნული გადაწყვეტილება რეალიზებულია Azure IoT Central-ის ბაზაზე, რომელიც გვადლევს საშუალებას შევამციროთ გადაწყვეტილებების შემუშავებისა და მომსახურების ხარჯები. IoT Central application საშუალებით შესაძლებელია გარკვეული მოვლენების მონიტორინგი, თვალყურის დევნება და მართვა უშუალოდ აპლიკაციის საშუალებით ნებისმიერი ადგილიდან და მობილური მოწყობილობიდან.

## IMPLEMENTING IOT SOLUTIONS INTO THE FARMER SUPPORT STATE INFORMATION SYSTEM

Topuria Nino, Ksovreli Tinatin,  
nintopuria@gmail.com, tinatin\_ksovreli@gmail.com  
Georgian Technical University

Thus, the article describes the concept of implementing IoT Solutions into the Farmer Support State Information System. The described system gives the farmer ability to implement complex management systems, which include the installation of a variety of IoT sensors and devices on the farm along with a control panel, which in turn has the function of analysis, accounting, and reporting. This solution is implemented on the basis of Azure IoT Central, which allows us to reduce the cost of developing solutions and services. With the IoT Central application, it is possible to monitor, track and manage certain events directly through the app from any location and from a mobile device.

### ლიტერატურა –References :

1. Georgia rural development strategy - <http://enpard.ge>
2. European Neighbourhood Program Third phase - <https://www.ge.undp.org>
3. Rural Development Agency Farms/Farmers Registry - <http://arda.gov.ge>
4. Topuria N. (2017). Business process automation using Sharepoint Server. Monograph, GTU, Tbilisi. ISBN 978-9941-20-912-3
5. Azure IoT Central Applications monitoring, <https://www.dynatrace.com/support/help/technology-support/cloud-platforms/microsoft-azure-services/supporting-services/monitor-azure-iot-central-applications/>

# უნიფიცირებულ პროცესში ბიზნეს - პროცესების ანალიზისას მართვის ნაკადების მოდელირება

თეიმურაზ სუხიაშვილი, ირაკლი შურღაია

t.sukhiashvili@gtu.ge, i.shurgaia@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია პროგრამული სისტემის დამუშავების უნიფიცირებული პროცესის ანალიზის ეტაპზე მოთხოვნებს შორის მართვის ნაკადების მოდელირების საშუალებები UML ტექნოლოგიის საფუძველზე. წარმოდგენილია ანალიზისას UML2-ში ბიზნეს-პროცესების მოდელირების სრულიად ახალი სემანტიკა, რომელიც ბაზირდება პეტრის ქსელების ტექნოლოგიაზე. ეს უზრუნველყოფს მეტ მოქნილობას სხვადასხვა ტიპის ნაკადების მოდელირებისას მათი შემდგომი პროგრამული რეალიზაციის თვალსაზრისით. გამოყენებული მოთხოვნებს - პრეცედენტებს შორის მართვის ნაკადების მოდელირების საშუალებები აპრობირებული და ტესტირებულია მრავალი საპრობლემო სფეროს ბიზნეს-პროცესის მართვისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** უნიფიცირებული პროცესი. ობიექტ-ორიენტირებული ანალიზი. ბიზნეს-პროცესი. მოდელირება. პეტრის ქსელი.

## 1. შესავალი

უნიფიცირებულ პროცესში ანალიზის ეტაპზე ბიზნეს-პროცესების მოდელირებისათვის ძირითადად გამოიყენება მოდელის(აქტიურობის) და ურთიერთქმედების დიაგრამები. მოდელის დიაგრამებს ხშირად უწოდებენ “ობიექტ-ორიენტირებულ ბლოკ-სქემებს”. ისინი საშუალებას გვაძლევენ მოვახდინოთ პროცესის მოდელირება როგორც მოდელის, რომელიც შედგება წახნაგებით დაკავშირებული კვანძების ერთობლიობისაგან. მოდელის ელემენტები ეს კვანძები (მოქმედების, მართვის, ობიექტური) სისტემაა, დაკავშირებულნი წახნაგებით.

მოდელირება შესაძლებელია დაუმატოთ მოდელის ნებისმიერ ელემენტს მისი ქცევის მოდელირებისათვის მაგრამ მნიშვნელოვანია ისინი გამოყენებულ იქნან ბიზნეს-პროცესებისა და სამუშაო პროცესების მოდელირებისათვის. აგრეთვე, მას იყენებენ უნიფიცირებული პროცესის(UP) სამუშაო ნაკადებში. კერძოდ, ანალიზის პროცესში პრეცედენტის ნაკადის გრაფიკული მოდელირებისათვის და პრეცედენტებს შორის ნაკადის მოდელირებისათვის. UML1- ში მოდელის დიაგრამები ფაქტიურად წარმოადგენდნენ მდგომარეობის დიაგრამების განსაკუთრებულ შემთხვევას, სადაც ყოველ მდგომარეობას ქონდა შემავალი მოქმედება, რომელიც განსაზღვრავდა გარკვეულ პროცესს ან ფუნქციას, რომლებსაც ადგილი აქვთ მდგომარეობაში შესვლისას. აღნიშნული სემანტიკა ართულდება მაღალი დონის მართვის ნაკადების მოდელირებას ბიზნეს პროცესებში, განსაკუთრებით მოთხოვნებს - პრეცედენტებს შორის მართვის ნაკადების მოდელირებას.

პრეცედენტი, გარდა მოდელის კვანძისა, შესაძლებელია გამოვსახოთ ურთიერთქმედებით, რომელიც ახდენს მის რეალიზებას. შესაბამისად მოდელის დიაგრამებზე კვანძები(პრეცედენტები) გადასვლებისას მიმართავენ სხვა ურთიერთქმედებებს და მართვის ნაკადი პრეცედენტებს შორის გვიჩვენებს ნაკადს ურთიერთქმედებებს შორის.

UML2- ში მოდელის დიაგრამები დაფუძნებულია პეტრის ქსელების ტექნოლოგიაზე და პეტრის ქსელების ფორმალიზმი უზრუნველყოფს მეტ მოქნილობას სხვადასხვა ტიპის ნაკადების მოდელირებისას.

UML-ში ამჟამად არის მკაფიო გამიჯვნა მოდელის და მდგომარეობის დიაგრამებს შორის. ჩვეულებრივ შემკვეთები უფრო ადვილად გებულობენ მოდელის დიაგრამებს, რამდენადაც მათ უმრავლესობას ასე თუ ისე წარმოდგენა აქვთ ბლოკ-სქემებზე.

## 2. ძირითადი ნაწილი

UML2- ში მოღვაწეობის დიაგრამები დაფუძნებულია პეტრის ქსელების ტექნოლოგიაზე. ქცევის მოდელირება აქ ხდება მარკერების “თამაშის” საშუალებით. ეს თამაში აღწერს მარკერების ნაკადს, რომლებიც მოძრაობენ კვანძებისა და წახნაგების ქსელში განსაზღვრული წესით. მარკერები მოღვაწეობის დიაგრამაზე შეიძლება წარმოადგენდნენ მართვის ნაკადს, ობიექტს, გარკვეულ მონაცემებს. სისტემის მდგომარეობა დროის ნებისმიერ მომენტში განისაზღვრება მისი მარკერების განლაგებით.

მარკერები გადაადგილდებიან წახნაგების გასწვრივ საწყისი კვანძიდან მიზნობრივ კვანძამდე. მარკერების გადაადგილება ხდება ყველა აუცილებელი პირობის შესრულებისას. პირობები იცვლება კვანძის ტიპის შესაბამისად.

მართვის კვანძებს აქვთ განსაკუთრებული სემანტიკა, რომელიც მართავს თუ როგორ გადაეცემა მარკერები შემავალი წახნაგებიდან გამოსასვლელს. მაგალითად, საწყისი კვანძი იწყებს მოღვაწეობას, დასრულების კვანძი ასრულებს მოღვაწეობას, გაერთიანების კვანძი შეთავაზებს მარკერს მის ერთადერთ გამოსასვლელ წახნაგზე მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მარკერები შემოვიდნენ მის ყველა შემავალ წახნაგზე. ობიექტური კვანძები წარმოადგენენ კვანძებს, რომლებიც არსებობენ სისტემაში.

მოქმედების კვანძები სრულდებიან იმ შემთხვევაში თუ:

- მარკერები ერთდროულად შედიან ყველა შემავალ წახნაგებზე;
- შემავალი მარკერები აკმაყოფილებენ მოქმედების კვანძების ყველა ლოკალურ წინაპირობებს.

მოქმედების კვანძები ანხორციელებენ ლოგიკურ და ოპერაციას მათ შემავალ მარკერებზე – კვანძი არ არის მზად შესრულებისათვის მანამდე, სანამ მარკერები არ იქნებიან ყველა შემავალ წახნაგებზე. მოქმედების კვანძის შესრულების დასრულებისას მოწმდება ლოკალური შედეგი. თუ ის კმაყოფილდება, კვანძი ერთდროულად სთავაზობს მარკერებს ყველა მის გამომავალ წახნაგებზე.

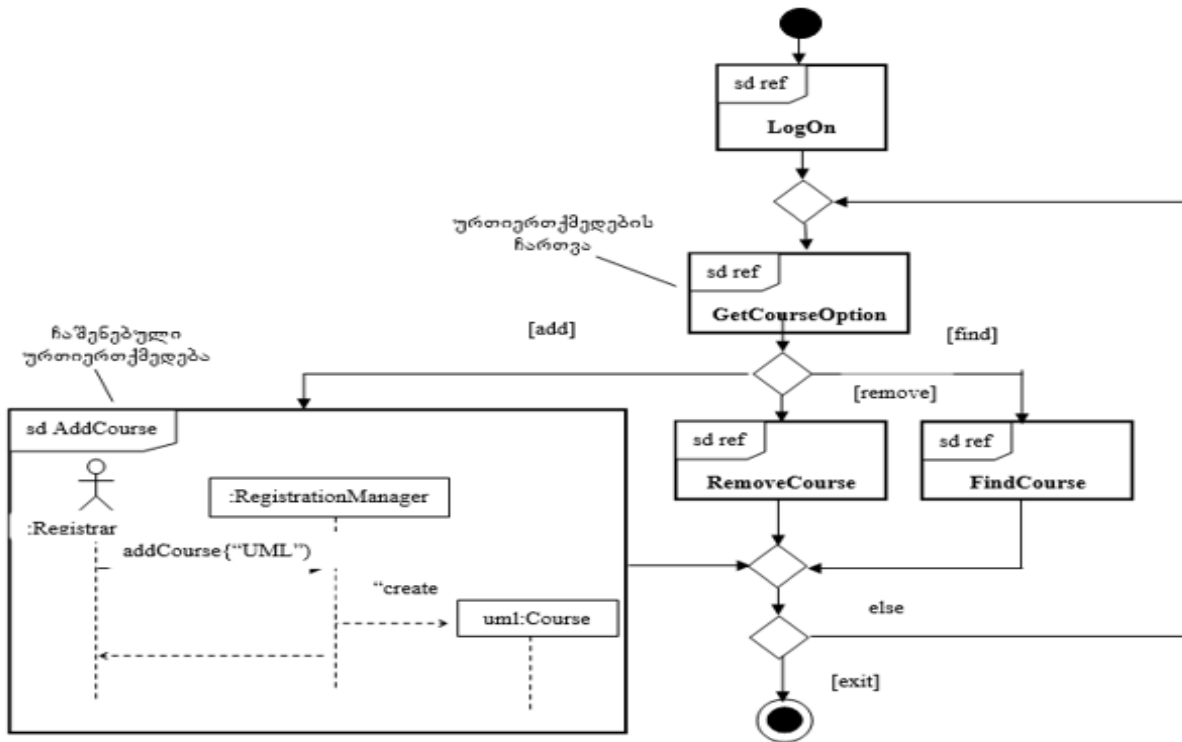
ობიექტების კვანძები ეს სპეციალური კვანძებია, რომლებიც გვიჩვენებენ, რომ კონკრეტული კლასიფიკატორების ეგზემპლარები მისაღებია მოღვაწეობის მოცემულ წერტილში. ისინი აღინიშნებიან კლასიფიკატორის სახელით და წარმოადგენენ მის ეგზემპლარებს. ობიექტების ნაკადი წარმოადგენს ობიექტების მოძრაობას მოღვაწეობაში. მოთხოვნებს - პრეცედენტებს შორის მართვის ნაკადების მოდელირებისათვის UML2- ში გამოიყენება მოღვაწეობის დიაგრამის განსაკუთრებული ფორმა. იგი გვიჩვენებს ურთიერთქმედებებს და ურთიერთქმედების ჩართვას. იგი გამოიყენება მაღალი დონის მართვის ნაკადების მოდელირებისათვის ურთიერთქმედებებით მათ შორის. მისი გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია პრეცედენტებს შორის მართვის ნაკადის აღწერისას. მისი სინტაქსის ანალოგიურია მოღვაწეობის დიაგრამის სინტაქსის, იმის გამოკლებით, რომ აქ გამოისახება ჩაშენებული ურთიერთქმედებები და ურთიერთქმედების ჩართვა, და არა მოღვაწეობები და ობიექტური კვანძები. ამიტომ, მას კიდევ ურთიერთქმედების მიმოხილვის დიაგრამას უწოდებენ.

მაგალითისათვის 1-ელ ნახაზზე მოყვანილია ურთიერთქმედების მიმოხილვის დიაგრამა ManageCourses (კურსების ორგანიზება), რომელიც გვიჩვენებს ნაკადს დაბალდონიან ურთიერთქმედებებს შორის Logon (შევიდეთ), GetCourseOption (მივიღოთ კურსების ვარიანტები), FindCourse (ვიპოვოთ კურსი), RemoveCourse (ამოვიღოთ კურსი) და AddCourse (დავამატოთ კურსი). ref ოპერატორია, რომლითაც კომბინირებული ფრაგმენტი მიმართავს სხვა ურთიერთქმედებას. ყოველი ამ ურთიერთქმედებიდან წარმოადგენს პრეცედენტს. მაშასადამე, ურთიერთქმედების მიმოხილვის დიაგრამა აფიქსირებს მართვის ნაკადს პრეცედენტებს შორის.

პრეცედენტების რეალიზებაში ურთიერთქმედებებით აღიწერება ქცევა, რომელიც განსაზღვრულია პრეცედენტით. შესაბამისად, ამისა ურთიერთქმედების მიმოხილვის დიაგრამა გამოიყენება ბიზნეს-პროცესების აღწერისათვის, წარმოდგენილი პრეცედენტების სახით.

### 3. დასკვნა

პროგრამული სისტემის დამუშავების უნიფიცირებული პროცესის (UP) ანალიზის ეტაპებზე გამოყენებული მოთხოვნებს შორის მართვის ნაკადების მოდელირების განხილული საშუალებები აპრობირებული და ტესტირებულია მრავალი საპრობლემო სფეროს ბიზნესპროცესის მართვისათვის. მიღებული შედეგები დამაკმაყოფილებელია. გარდა ამისა, უნიფიცირებული პროცესის იტერაციული და ინკრემენტული პრინციპიდან გამომდინარე ყოველთვისაა შესაძლებელი მოდელის შემდგომი დაზუსტება, საუკეთესო მიახლოების გაკეთება და პროცესის ლოგიკურ დასასრულამდე მიყვანა.



ნახ.1.

#### ლიტერატურა – References:

1. Sukhiashvili T. (2020). Unified Modeling Language (UML2) and Unified Software Development Process (UP). Georgian Techn. Univ., (in Georgian). Internet resource: <https://gtu.ge/book/uml2.pdf>.
2. Sukhiashvili T., Shurgaia I. (2019). Modeling of processing of exceptions at management of business processes. Georgian Technical University. Automated Control Systems, No 3(27),Tb., pp. 83-86

## MODELING OF MANAGEMENT FLOWS IN THE UNIFIED PROCESS OF BUSINESS PROCESS ANALYSIS

Sukhiashvili Teimuraz, Shurgaya Irakli  
 t.sukhiashvili@gtu.ge, i.shurgaia@gtu.ge  
 Georgian Technical University

#### Summary

The tools for modeling control flows between requirements at the stage of analysis of software systems development are considered. based on UML technology. It seems in the analysis, a completely new semantics of modeling business processes in UML2, which is based on the technology of Petri networks. This provides much greater flexibility in modeling different types of flows in terms of their subsequent programmatic implementation. Applicable tools for modeling control flows between precedent requirements have been tested and tested in many problem areas for business process management.

## ორგანიზაციაში ინფორმაციული ტექნოლოგიების მართვის თანამედროვე მეთოდები

მედეა თევდორაძე<sup>1</sup>, ეკატერინე დადიანი<sup>1</sup>, მარიამ ნებიერიძე<sup>1</sup>,

დოდო აფციაური<sup>1</sup>, ვერიკო გუდავა<sup>2</sup>

medeat@gtu.ge, dadiani.eka@gmail.com, mariamnebidze90@gmail.com,

dodoaptsiauri@gmail.com, vgudava14@gmail.com

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

2- ს.ს., „გერმანული ჰოსპიტალი“

### რეზიუმე

განხილულია ერთ-ერთი თანამედროვე მიდგომა ორგანიზაციაში ინფორმაციული ტექნოლოგიების (იტ) მართვისადმი – ITSM-ი, რომელიც ორიენტირებულია ორგანიზაციის ბიზნეს-პროცესების საუკეთესო სახით მხარდაჭერაზე. წარმოდგენილია ITIL-ის ბიბლიოთეკა, რომელიც მხარს უჭერს ITSM-ს. მოყვანილია იტ-სერვისის განმარტება და იტ-სერვისების კლასიფიკაცია, პროცედურა, რომელიც უნდა განხორცილდეს, რათა იქნას განსაზღვრული ესა თუ ის იტ-სერვისი და შეიქმნას მათი კატალოგი. მოყვანილია იტ-სერვისები ღირებულების გაანგარიშების მეთოდიკა. ასევე დახასიათებულია სერვისის მიწოდების ხარისხის დონის ცნებება, რომელსაც ენიჭება უპირველესი მნიშვნელობა იტ-სერვისების განსაზღვრის და რეალიზების დროს. გარდა ამისა, სტატიაში დახასიათებულია ინფორმაციული სისტემის ხარჯების გაანგარიშების თანამედროვე მიდგომა ITSM/ITIL.

**საკვანძო სიტყვები:** ინფორმაციული ტექნოლოგიების პროცესებზე ორიენტირებული მართვა, იტ-სერვისები

### 1. შესავალი

დღეს იტ-ის მართვის ორგანიზების პროცესში გამოიყენება სხვადასხვა მიდგომები: ეს შეიქმნა იყოს ტრადიციული (ფუნქციონალურ/რესურსული მიდგომა), სისტემური არქიტექტურის მიდგომა და ITSM-მიდგომა [1,2]. შეიძლება ითქვას, რომ უპირატესობა ენიჭება ITSM-მიდგომას, ვინაიდან ის ყველაზე მეტად ითვალისწინებს ბიზნესის და ბიზნეს-პროცესების მოთხოვნებს. ITSM-ის ძირითადი იდეა იმაში მდგომარეობს, რომ იტ-ის განყოფილება არ უნდა იყოს დამხმარე ელემენტი კომპანიის ძირითადი ბიზნესისათვის, რომელიც მხოლოდ იმაზეა პასუხისმგებელი, თუ როგორ მუშაობენ ცალკეული სერვერები, ქსელები და დანართები. იტ-ის დეპარტამენტი უნდა იყოს ბიზნესის სრულყოფილებიანი მონაწილე ვინაიდან ის ხდება სერვისების მიწოდებელი ბიზნეს-განყოფილებებისათვის, მათ შორის ურთერთობები ფორმალიზდება როგორც ურთიერთობა „სერვისების მომწოდებელი - სერვისების მოხმარებელი“. ბიზნეს-განყოფილებები აფორმირებენ თავის მოთხოვნებს სერვისების გარკვეული სპექტრის და მათი ხარისხის მიმართ, ხოლო იტ-განყოფილებები მხარს უჭერენ და განავითარებენ ინფორმაციული ტექნოლოგიების ინფრასტრუქტურას ისეთნაირად, რომ მას შეეძლოს უზრუნველყოს მოთხოვნილი სერვისის მოთხოვნილი ხარისხით. იტ-განყოფილების სრული გადასვლა სერვისულ საფუძველზე საშუალებას აძლევს მას ხარჯების ცენტრიდან გარდაქმნას მოგების მიღების ცენტრად, და ასევე შეთავაზოს თავისი მომსახურება საკუთარი ორგანიზაციის ფარგლებს გარედ, ანუ ხდება დამოუკიდებელი ბიუჯეტის მფლობელი.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ბიზნესის წარმატება დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად ეფექტურად იქნება დალაგებული პროცესები კომპანიის შიგნით და ასევე რეალიზებული გარე კომუნიკაცია კლიენტებთან და მომწოდებლებთან. ზუსტად ამ მოთხოვნების უზრუნველყოფას ემსახურება



ორგანიზაციის იტ-ი - ეს არის ღერძი, რომლის გარეშეც კომპანიის არსებობა წარმოუდგენელია. ITSM-მიდგომა იტ-ის მართვისადმი უზრუნველყოფს პროცესულ მიდგომას, რაც აუმჯობესებს ხარისხს და ამცირებს ხარჯებს [3]. ITSM აბიევიატურა იმიფრება შემდეგნაირად - ინფორმაციული ტექნოლოგიების სერვისის მენეჯმენტი. ასეთი მართვა გულისხმობს IT-სამსახურისადმი სერვისულ მიდგომას, როცა IT-განყოფილების სპეციალისტები უზრუნველყოფენ სხვა დეპარტამენტებისათვის შეთანხმებულ მომსახურებას შესაბამის დონეზე. ასეთი მიდგომის ასაგებად ჩასატარებელი სამუშაოები აღწერილია ინფორმაციული ტექნოლოგიების ინფრასტრუქტურის ბიბლიოთეკაში (ITIL). აღნიშნულ ბიბლიოთეკაში იწინახება იმ დოკუმენტების ნაკრები, რომლებიც გამოიყენება ITSM პრინციპების პრაქტიკული დანერგვისათვის. ITIL-ის საფუძველზე შემუშავდა სტანდარტი ISO 20000, IT-სერვისების მართვისა და მომსახურებისათვის. ITIL აღწერს ისეთ პროცესებს როგორცაა [4]: **1. პრობლემების და ინციდენტების მართვა;** ინციდენტი არის სიტუაცია, რომელიც ითხოვს სწრაფ რეაგირებას. ეს შეიძლება იყოს მომხმარებლებისგან მოთხოვნები, სისტემაში ჩავარდნები. ამ პროცესების მთავარი დანიშნულებაა პრობლემის აღმოჩენა და მოგვარება კომპანიის შიგნით, შემდგომში მსგავსი შემთხვევის რისკის მინიმალიზაცია; **2. კონფიგურაციების მართვა.** ეს პროცესი ეხმარება მიღებულ იქნას სწორი და აქტუალური ინფორმაცია IT-ინფრასტრუქტურის შესახებ; **3. ცვლილებების მართვა.** ამ პროცესის მიზანია, დაუშვას მხოლოდ საჭირო და გონივრული ცვლილებები; **4. რელიზების მართვა.** ეს არის ცვლილებების რეალიზაცია და IT-ინფრასტრუქტურის შენარჩუნების კონტროლი მათი დანერგვისას; **5. სერვისის დონის მართვა.** ამ პროცესის მიზანია გამოავლინოს სერვისის ოპტიმალური დონე, არ დაუშვას მომსახურების დონის გაუარესება, ამავდროულად აღმოფხვრას უხარისხო სერვისი; **6. ფინანსების მართვა.** ფინანსური ბიზნეს-პროცესების მხარდაჭერის უზრუნველყოფა; **7. სიმძლავრეების მართვა.** ამ პროცესის მიზანია - ოპტიმალური სიმძლავრეების მოძებნა მთავარი ამოცანების რეალიზაციისთვის. თუ სიმძლავრე მცირეა, მაშინ სიჩქარე არაა საკმარისი, რაც თავის მხრივ აფერხებს მუშაობას. თუ პირიქით, ძალიან დიდია - მაშინ ის არ არის გამოყენებული სრულად და ფული ტყუილად არის გადაყრილი; **8. უწყვეტობის მართვა.** საგანგებო სიტუაციების შემთხვევაში IT-ინფრასტრუქტურა უნდა აგრძელებდეს მუშაობას. ასეთი სიტუაცია, მაგალითად, ხანძარი, კვების გათიშვა, წყალდიდობა და ა.შ; **9. ხელმისაწვდომობის მართვა.** ხელმისაწვდომობა პირდაპირ მოქმედებს სერვისის ხარისხზე.

ISO/IEC 20000 „ინფორმაციული ტექნოლოგია. მომსახურების მენეჯმენტი“ სტანდარტის თანახმად ყველა პროცესი არის გაერთიანებული ხუთ მთავარ ჯგუფში: ა) სერვისების წარდგენა (სერვისის დონის მართვა, ხელმისაწვდომობის და უწყვეტობის მართვა, სიმძლავრეების მართვა, ასევე ინფორმაციული უსაფრთხოების მართვა, ბიუჯეტი და ხარჯების აღრიცხვა); ბ) ურთიერთქმედების მართვა (ურთიერთობა ბიზნესთან, მომწოდებლებთან და ა.შ.); გ) მოგვარების (გადაჭრის) პროცესები (ინციდენტების და პრობლემების მართვა); დ) კონტროლი (ცვლილებების და კონფიგურაციების მართვა); ე) რელიზების მართვა [5].

თავად სერვისები შეიძლება იყოს განხილული როგორც გარკვეული პროცესების ერთობლიობა. ასევე განიხილავენ სერვისის სასიცოცხლო ციკლის 5 ეტაპს: მომსახურების სტრატეგია, მომსახურების დაპროექტება, მომსახურების გარდაქმნა, მომსახურების ექსპლუატაცია, მომსახურების მუდმივი გაუმჯობესება. როდესაც საუბარია თანამედროვე ბიზნესზე, რომელიც ფუნქციონირებს მომატებული კონკურენციის პირობებში, შეუძლებელია არ იყოს გათვალისწინებული ხარისხის საკითხები. ITSM-ის შემთხვევაში არსებობს ორი ვარიანტი: ხარისხის საკითხები სერვისის გარე მომწოდებლებისათვის და ხარისხის საკითხები სერვისების შიდა მომწოდებლებისათვის. SLA - Service Level Agreement (შეთანხმება მომსახურების დონის შესახებ) - არის გარე დოკუმენტი, რომელიც აღწერს მოწოდებული სერვისის პარამეტრებს. ეს ტერმინი წარმოიშვა იტ-ში, მაგრამ დღეს ის უკვე გამოიყენება სხვადასხვა სახის მომსახურების

აღწერისათვის. ხოლო სერვისების შიდა მომწოდებლების შემთხვევაში ექსპლუატაციის დონის შეთანხმება (OLA).

სერვისების მიწოდების დროს ერთერთ სერიოზულ საკითხს წარმოადგენს სერვისების ღირებულების გაანგარიშება. აღნიშნული მოდელის საფუძველზე იტ-ის სერვისების ღირებულების განსაზღვრისათვის თავდაპირველად უნდა მოხდეს თავად იტ-სერვისების განსაზღვრა [6]. აქ გამოყოფენ შემდეგ ძირითად ეტაპებს: კომპანიის ძირითადი ბიზნეს-პროცესების განსაზღვრა, მათი მხარდამჭერი იტ-სერვისების განსაზღვრა, იტ-სისტემის ასახვა იტ-სერვისებში, იტ-კომპონენტების (იტ-კონფიგურაციის ელემენტების) ასახვა იტ-სისტემებში. იტ-სისტემასთან დაკავშირებით შეიძლება ითქვას, რომ ეს არის ინტეგრირებული წარმონაქმნი, რომელიც მოიცავს ერთ ან რამდენიმე პროცესს, აპარატურულ და პროგრამულ საშუალებებს, ადამიანებს და რომელიც იძლევა წარმოქმნილი მოთხოვნის ან მიზნის დაკმაყოფილების შესაძლებლობას.

ზემოდმოყვანილი თანმიმდევრობის ბოლო ნაბიჯის შესასრულებლად უნდა მოხდეს იტ-სერვისების მოდელირება. ეს მოდელირება ხორციელდება კონფიგურაციის მართვის მონაცემთა ბაზაში (CMDB). CMDB-ში კონფიგურაციის ელემენტების დონეზე ხორციელდება იტ-ის დანახარჯების ცალკეული ელემენტების აღწერა და მათი მიზმა იტ-სისტემებთან და იტ-სერვისებთან. კონფიგურაციის ელემენტი აქ წარმოადგენს იტ-ინფრასტრუქტურის კომპონენტს, რომელიც არის იტ-სისტემის ნაწილი. იმისათვის, რომ გამხროციელდეს იტ-სერვისების მოდელირება უნდა დამუშავდეს ობიექტური მოდელი და მონაცემთა მოდელი, რაც იძლევა იმის სურათს თუ როგორ გამოიყოფა კონფიგურირების ცალკეული ელემენტები, რა ატრიბუტები გააჩნიათ მათ და რა კავშირები არსებობს მათ შორის. მონაცემთა მოდელი კი იძლევა იტ-სერვისების CMDB-ში ასახვის ხერხს.

ყოველივე აღნიშნულის შემდეგ შესაძლებელია დანახარჯების მოდელის აგება იტ-სერვისების საფუძველზე. აქ უნდა იყოს ასახული სხვადასხვა სახის დანახარჯები: პირდაპირი, ირიბი, ზედნადები, დანახარჯები პროდუქტის ერთეულზე. ამა თუ იმ სერვისის ხარჯების აღრიცხვისათვის სერვისის ხარისხის დონის გათვალისწინებით უნდა განხორციელდეს შემდეგი ნაბიჯები: 1. განისაზღვროს იტ-სერვისები და იტ-სისტემები, 2. ჩატარდეს სერვისების კლასიფიკაცია, 3. ჩატარდეს სერვისებისა და სისტემების მოდელირება CMDB-ში, 4. ჩატარდეს იმ სერვისებისა და სისტემების შერჩევა, რომლებიც პირდაპირ მიიღებენ მონაწილეობას სერვისების მოთხოვნის დაკმაყოფილებაში, 5. განხორციელდეს იმ იტ-სერვისების გადანაწილება, რომლებიც ირიბად მიიღებენ მონაწილეობას მოთხოვნების დაკმაყოფილებაში, 6. განხორციელდეს დანახარჯების დანაწილების მეთოდოლოგიის განსაზღვრა კომპონენტური იტ-სერვისებისათვის, 7. განისაზღვროს მომხმარებლისთვის ხელმისაწვდომი სერვისებისათვის დანახარჯების ერთეულები მათი გამოყენების ხერხის საფუძველზე.

ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს ინფორმაციული სისტემების ხარჯების შეფასება, მათი ეფექტიანობის შეფასების მიზნით. დღეისათვის, ყველაზე ხშირად გამოიყენება ინფორმაციული სისტემების ხარჯების შეფასების მეთოდი - ITSM/ITIL [7]. ITSM/ITIL მეთოდში ITSM-ი განიხილავს ექვსი კატეგორიის და ექვსი ტიპის ხარჯებს. კატეგორიები: პირდაპირი, არაპირდაპირი, მუდმივი, მონაცვლეობითი, კაპიტალური და ოპერაციული. ხარჯების ტიპებში კი განიხილავენ: აღჭურვილობის ხარჯებს; პროგრამული უზრუნველყოფის ხარჯებს; ორგანიზაციულ ხარჯებს; განთავსების ხარჯებს; სატრანსფერო ხარჯებს; ფინანსური ხარჯების აღრიცხვას.

ITIL-ის მიხედვით უნდა იყოს გათვალისწინებული შემდეგი ხარჯები: პერსონალზე; პროგრამულ უზრუნველყოფაზე; მოწყობილობის „ცხელ“ რეზერვირებაზე; პერსონალის სწავლებასა და განათლებაზე; ტექნომსახურეობაზე; შენობების შენახვაზე; ინფორმაციული სისტემის აღდგენაზე მწყობრიდან გამოსვლის შემდეგ, რაც გამოწვეულია მომხმარებლის და პროგრამულ უზრუნველყოფაში დაშვებული შეცდომებით, ასევე ფორსმაჟორული სიტუაციებით.

ამასთან ერთად, რეკომენდირებულია გათვალისწინებულ იქნას შემდეგი სახის რისკები: შესაძლო დანაკარგები კომპიუტერული თაღლითობის, ვირუსებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის შემთხვევითი დაზიანებისაგან; დანაკარგები მომხმარებლის მოცდენის გამო; დანაკარგები ბოლო ვერსიაზე დაბრუნებასთან დაკავშირებით, ახალი ვერსიის გაუმართაობის გამო. ამრიგად, ხარჯების აღრიცხვის მეთოდი ITSM/ITIL საშუალებას გვაძლევს გავითვალისწინოთ ინფორმაციულ სისტემაზე გაწეული პრაქტიკულად ყველა დანახარჯი, რაც მნიშვნელოვანია ინფორმაციული სისტემის ეფექტიანობის შეფასებისას.

### 3. დასკვნა

ITSM-მეთოდი ორიენტაციას აკეთებს კლიენტებზე და მათ მოთხოვნებზე, იმ სერვისებზე, რომლებითაც იტ-ი უზრუნველყოფს მომხმარებელს. ამ დროს სერვისების მიწოდების პროცესული ორგანიზება და ხარისხის შეთანხმების არსებობა აძლევს საშუალებას იტ-განყოფილებას მიაწოდოს ხარისხიანი მომსახურება, გაზომოს და გააუმჯობესოს მისი ხარისხი. ITSM-ის პრინციპების განხილვისას მთავარ მომენტს წარმოადგენს სისტემურობის საკითხი. ITSM-ის თითოეული ელემენტის განხილვისას აუცილებლად თვალყური უნდა ედევნოს მის კავშირს და კოორდინაციას დანარჩენ ელემენტებთან.

### ლიტერატურა – References:

1. Donna Knapp. (2010). The ITSM Process Design Guide: Developing, Reengineering, and Improving IT Service Management . J. Ross Publishing, 15 – 256 p.
2. Aljanov V. (2019). IT architecture from A to Z: Theoretical foundations. First edition. Litres
3. Skripnik D.A. (2016). ITIL. IT Service Management according to V.3.1 standards. –M.: "INTUIT"
4. Free ITIL. First edition. YeSSoft. 2017. 260 p.
5. ITIL®4 Management Practices. <https://www.knowledgehut.com/tutorials/itil4-tutorial/itil-management-practices-processes>
6. DuMoulin T., Fine B., Flores R. (2017). Defining IT Success Through The Service Catalog: A Practical Guide, Second Edition.
7. Isaichenko D., Zhuravlev R. (2015). ITSM. Measurement Guide. LiveBook., 141 p., (in Russian).

## MODERN METHODS OF INFORMATION TECHNOLOGY' MANAGEMENT IN THE ORGANIZATION

Medea Tevdoradze<sup>1</sup>, Ekaterine Dadiani<sup>1</sup>, Mariam Nebieridze<sup>1</sup>,

Dodo Aptsiauri<sup>1</sup>, Veriko Gudava<sup>2</sup>

medeat@gtu.ge, dadiani.eka@gmail.com, mariamneberidze90@gmail.com,

dodoaptsiauri@gmail.com, vgudava14@gmail.com

1-Georgian Technical University,

2- JSC "German Hospital",

### Summary

The article describes one of the most modern approaches to information technology (IT) management in the organization – ITSM, which is focused on best supporting of the business processes in the organization. In this connection the essence of ITSM, the ITIL library that supports ITSM, the definition of IT services and the classification of IT services are discussed, also it is offered the procedure that must be followed to define IT service and create their catalog. Besides IT services costing methodology is given. The concept of quality of service delivery is also characterized, which has primary importance in the definition and implementation of IT services. A ITSM/ ITIL modern approach to calculating information system' costs is characterized.

## იტ-პროცესები თანამედროვე ორგანიზაციაში

მედია თევდორაძე<sup>1</sup>, თამთა რუხაძე<sup>1</sup>, მარიამ დარჩიაშვილი<sup>1</sup>,

თეონა ჭილაძე<sup>1</sup>, თეონა მანაგაძე<sup>2</sup>

medeat@gtu.ge, tamtarukhadze@gtu.ge, darchiashvilimariami@gmail.com,

t.chigladze@gtu.ge, teomanagadze@gmail.com

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2-ORIS-კომპანია

### რეზიუმე

თანამედროვე ორგანიზაციაში ინფორმაციული ტექნოლოგიები (იტ) მაქსიმალურად უნდა იყოს ორიენტირებული ბიზნესის და ბიზნეს-პროცესების მოთხოვნების დაკმაყოფილებაზე. ბიზნესის მიზნების და მოთხოვნების დაკმაყოფილებაზე ერთ-ერთი ყველაზე მეტად მორგებული არის იტ-ის მართვისადმი მიდგომა - ITSM. მისი მხარდაჭერის მიზნით შემუშავებულია მასთან შეთავსებადი მთელი რიგი სტანდარტი და რეკომენდაცია. ყოველივე აღიშნული იძლევა საშუალებას ორგანიზაციაში ჩამოყალიბდეს იტ-პროცესები ოპტიმალური სახით. ნაშრომში წარმოდგენილია ის ეტაპები, რომელიც უნდა განხორციელდეს ოპტიმალური იტ-ბიზნეს-პროცესების შესაქმნელად. ასევე დახასიათებულია იტ-ის ბიზნეს-პროცესების ჩამოყალიბების ორი მიდგომა. მოყვანილია ძირითადი კომპონენტები, რომელიც უნდა გააჩნდეს იტ ბიზნეს-პროცესს.

**საკვანძო სიტყვები:** ინფორმაციული ტექნოლოგია. ITSM. მართვა. იტ-ბიზნეს-პროცესი. იტ ბიზნეს-პროცესის პროცედურა.

### 1. შესავალი

ITSM -ი არის მიდგომა იტ-ის მომსახურების მართვისადმი, რომელშიც ძირითადი დარტყმა ხორციელდება ამ მომსახურების ეფექტიანობის ამაღლებაზე. მართვის მთავარი მიზანი ასეთი მიდგომის დროს - არა იტ-ინფრასტრუქტურის მხარდაჭერა, არამედ ბიზნესის ეფექტიანობის ამაღლება [1]. ამ მიდგომის დროს ორიენტაცია ხდება მართვის პროცესულ მიდგომაზე. უნა არიბიშნოს, რომ ITSM -კონცეპცია მხარდაჭერილია მრავალი მიდგომითა და მეთოდოლოგიით, როგორც არის: ITIL® (The Information Technology Infrastructure Library) - იტ-ის მართვის სფეროში მოწინავე გამოცდილების ბიბლიოთეკა; COBIT (Control Objectives for Information and Related Technology) - ინფორმაციული ტექნოლოგიების კონტროლის სფეროს სტანდარტი; S3M (The Software Maintenance Maturity Model) - პრიგრამული უზრუნველყოფის მომსახურების სიმწიფის მოდელები; ASL (Application Services Library) -სერვის-დანართების ბიბლიოთეკა; MOF (Microsoft Operations Framework) - იმ საწარმოო სისტემების გადაწყვეტილებების და სერვისების მხარდაჭერისა და მართვის ტექნიკური სახელმძღვანელო, რომლებიც აგებულია Microsoft-ის პროდუქტებზე და ტექნოლოგიებზე და სხვა.

### 2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია, ნებისმიერი ორგანიზაციის საქმიანობა რეალიზდება ბიზნეს-პროცესების მეშვეობით. ბიზნეს-პროცესი წარმოადგენს განმეორებადი მოქმედებების (ფუნქციების) თანმიმდევრობას, რომლებიც გარდაქმნიან შესასვლელ მასალა და ინფორმაციას საბოლოო პროდუქტად (შედეგად) წინასწარ დადგენილი წესების შესაბამისად. იტ-ის განყოფილება ამ შემთხვევაში არ წამრმოადგენს გამონაკლისს, და შეიძლება ითქვას, რომ იტ-ის სფეროში ბიზნეს-პროცესები ჯერ კიდევ აუთვისებელ და დიდი ინტერესის სფეროს წარმოადგენს. იტ-პროცესების ცნება გულისხმობს საქმიანობის სხვადასხვა სახეობებს, რომლებსაც გააჩნიათ საერთო დანიშნულება - ისინი მიმართულია კონკრეტული მიზნების მიღწევაზე. ასეთი საქმიანობის სახეობები ერთიანდება და მართვის სისტემის მიერ მიმართულია კონკრეტულ მიზნებისკენ, ამოცანებზე, აქტივობების ფორმულირებაზე, პროცედურების, გეგმების, კომპანიის იტ-სფეროში პოლიტიკის დოკუმენტირებაზე, როლებისა და პასუხისმგებლობების დანაწილებაზე, სისტემურ

საქმიანობაზე პროცესების ეფექტიანობის ასამაღლებლად. თითოეული პროცესისათვის განისაზღვრება სამუშაოების შესრულების თანმიმდევრობა, აუცილებელი რესურსები და დროის დანახარჯები, ავტომატიზაციის და ხარისხის კონტროლის საშუალებები [2]. გარდა ამისა თუ პროცესი მკაფიოდ განსაზღვრულია და დოკუმენტირებულია, შესასვლელი პარამეტრების და შესრულების შედეგების ჩათვლით, მაშინ შესაძლებელია მისი მწარმოებლურობის გაზომვა. ეს განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანია, როდესაც იტ-განყოფილების წინაშე დგას მოცემული ხარისხის და გარკვეული ღირებულების სერვისის რეალიზაციის ამოცანა [3]. ITSM -ის რეალიზაცია ასევე მოიცავს თანამშრომლების და იტ-განყოფილების მუშაობის რეგლამენტების ფორმალიზაციას, პერსონალის პასუხისმგებლობის და უფლებამოსილების ზონების განსაზღვრას, მუშაობის ხარისხის კრიტერიუმების და პროცესების მდგომარეობის კონტროლის და მონიტორინგის მექანიზმების ფორმირებას. როდესაც ყველა ეს ელემენტი რეალიზებულია, შესაძლებელია გაიზომოს პროცესის სიმწიფის დონე. რაც უფრო მაღალია სიმწიფის დონე, მით უფრო სტაბილურად მუშაობს პროცესი. იტ-ის მართვის პროცესების მთელი კომპლექსი წარმოადგენს იტ-ის მართვის სისტემას.

იტ-განყოფილების პროცესების აღწერა ხორციელდება ზემოდან-ქვევით, ჯერ განისაზღვრება ზედა დონის პროცესები, შემდეგ ხდება მათი დეტალიზება სამუშაო ადგილების დონემდე. ზედა დონის პროცესების გამოსაყოფად შეიძლება იყოს გამოყენებული ე.წ. რეფერენტული მოდელები: ITSM HP Reference Model (Hewlett-Packard), Microsoft Operations Framework (Microsoft), IT Process Model (IBM), ARIS ITIL Reference Model (IDS Scheer).

შესაძლებელია იტ-განყოფილების შემდეგი პროცესების გამოყოფა: იტ-სტრატეგიის მართვა, ბიზნეს-პროგნოზი და მომსახურების დაგეგმვა, დაგეგმვა და ბიუჯეტირება, კონტროლინგი, სერვისების შეთავაზება, სერვისის მხარდაჭერა, პროექტების მართვა (დაორიენტება და დანერგვა), ინფორმაციული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, ინფრასტრუქტურის მართვა, პერსონალის მართვა. პროცესების გამოყოფისას უნდა ჩატარდეს მიზნების და პროცესების ვერიფიკაცია, მათი შეთანხმებულობის მიღწევის მიზნით. თითოეული მიზნისათვის უნდა იყოს გამოყოფილი პროცესები, მიმართული ამ მიზნების მიღწევაზე, და თითოეული პროცესი უნდა იყოს მიმართული გარკვეული მიზნების მიღწევაზე. პროცესების გამოყოფა საკმარისი არ არის - აუცილებლად უნდა დაინიშნოს თითოეული პროცესის პასუხისმგებელი პირი - პროცესის მფლობელი, რომელიც პასუხისმგებელია პროცესის ყველა პარამეტრზე და რომელიც აქტიურად უნდა მონაწილეობდეს მის შემუშავებაში და სრულყოფაში.

იმისათვის, რომ ოპტიმალურად იყოს აგებული იტ-დეპარტამენტის მუშაობა და იტ-ის ბიზნეს-პროცესები აუცილებელია შემდეგი ეტაპების განხორციელება: იტ-ის მისიის, ხედვის და მიზნების ჩამოყალიბება; იტ-სტრატეგიის შემუშავება; იტ-პროცესების ჩამოყალიბება. აქვე უნდა ავლნიშნოთ, რომ არსებობს იტ-ის ბიზნეს-პროცესების აღწერის (გამოყოფის) ორი გზა: პირველი - სტანდარტული მიდგომა, როდესაც პროცესში აისახება ფუნქციების შესრულების თანმიმდევრობა - ანუ ეს არის ხედვა მომხმარებლის მხრიდან; მეორე - მოიცავს მონაცეთა ნაკადების მეტ ფორმალიზაციას, რაც იძლევა ავტომატიზაციის უკეთეს საშუალებას - ანუ ხედვა თავად იტ-ის განყოფილების მხრიდან.

შემდეგ ეტაპზე განისაზღვრება ყველაზე მნიშვნელოვანი და საკვანძო პროცესები სრულყოფის მიზნით, რისი განხორციელებაც შესაძლებელია BSC მეთოდოლოგიის გამოყენებით. უმრავლეს შემთხვევაში, როგორც ჩანს კომპანიების გამოცდილების ანალიზიდან, პრობლემები დაკავშირებულია შემდეგ პროცესებთან: ბიზნეს-პროგნოზი და მომსახურების დაგეგმვა, იტ-სტრატეგიის მართვა, სერვისების შეთავაზება, (სერვისის დონის მართვა, ფინანსების მართვა), სერვისის მხარდაჭერა (ურთიერთქმედება მომხმარებლებთან, ინციდენტების მართვა, პრობლემების მართვა). მოცემული პროცესების სრულყოფა პირველ რიგში იძლევა იტ-

განყოფილების საქმიანობის ეფექტიანობის ზრდას, რაც უზრუნველყოფს ხელმძღვანელობის მხარდაჭერის მიღებას შემდგომი სრულყოფილებისათვის.

სრულყოფის ფარგლებში თითოეული პროცესისათვის უნდა განისაზღვროს შემდეგი პარამეტრები: პროცესის მიზანი, პროცესის მფლობელი, პროცესის შედეგიანობის კვანძოვანი მაჩვენებლები, პროცესის შედეგის მომხმარებლები, პროცესის მომწოდებლები, შეზღუდვები დროსა და რესურსებში, პროცესის ვარიანტები, პროცესის ლოგიკა [4].

დეტალური პროცესი შეიძლება ჩაითვალოს შემუშავებულად, თუ განსაზღვრულია მისი შესრულების ყველა პირობა, მონაწილეები (ბიზნეს-როლები), ფუნქციები, დოკუმენტები, ინფორმაციული სისტემები და ა.შ. პროცესების დეტალური აღწერის დროს შესაძლებელია მათი ანალიზი და ოპტიმიზაცია მეთოდის Activity-based costing (ABC) გამოყენებით.

სრულყოფის ეტაპი - პროცესის სრულყოფა მოითხოვს აუცილებელ მხარდაჭერას ხელმძღვანელობის მხრიდან და შესაბამისი გუნდის მონაწილეობას, რომელშიც ჩვეულებრივ შეყავთ იტ-განყოფილების პროცესების მართვის სპეციალისტები. ყურადღების მიღმა არ უდნა დარჩეს პროცესის მონაწილეების სწავლება, რაც გაამარტივებს პროცესების დანერგვის პროცედურას. ჩვეულებრივ პროცესების სრულყოფის დროს საჭირო ხდება ცვლილებების შეტანა იტ-განყოფილების ორგანიზაციულ სტრუქტურაში.

გარდა პროცესების სრულყოფისა, აუცილებლად უნდა ხორციელდებოდეს ბიზნესისა და იტ-ის ურთერთობის რეგლამენტირება, რაც მიიღწევა “მომსახურების დონის შეტანხმების“ (Service Level Agreement, SLA) შემუშავებით, რომელიც რეგლამენტირებას უკეთებს მომსახურებას იტ-ის სფეროში და ფორმალიზებას უკეთებს პროცესების მოთხოვნებს მათი შექმნის ეტაპზე. შემდეგ აუცილებელი ხდება შემუშავებული პროცესების მიხედვით მუშაობის განხორციელება.

თითოეული პროცესი მიმართულია გარკვეული ამოცანების გადაჭრაზე, და მისი მუშაობა ზეგავლენას ახდენს მთელი სისტემის მუშაობაზე [5]. ამიტომ არსებობს იტ-პროცესების რეალიზაციის ეფექტიანობის შეფასების კრიტერიუმები, როგორც არის: პროცესის დანიშნულება და მისი მიზნები, პროცესის ამოცანები, პროცესის შესასვლელ-გამოსასვლელები, პროცესის როლური მოდელი, პროცესის შეზღუდვები და მეტრიკები, პროცესის აქტივობების ნაკრები, პროცესის როლური ფუნქციების შესრულების პერსონალური პასუხისმგებლობა, დოკუმენტური თანხლება (რომელიც შემდგომში ანალოგიურ პროცესებში პრაქტიკის გამოყენების საშუალებას იძლევა), პროცესის პროდუქტიულობა და სხვა.

პროცესის რეალიზაციის შეფასების მიზნით, პირველ რიგში, უნდა შეფასდეს, რამდენად შეესაბამება პროცესი თავის დანიშნულებას. ანუ თითოეული პროცესისათვის უნდა არსებობდეს ამოცანების ნაკრები, რომლებიც სრულდება პროცესის რეალიზაციის დროს. მაგალითად: კონფიგურაციის პროცესი ორიენტირებულია იმაზე, რომ შეაგროვოს და სისტემატიზაცია გაუკეთოს მონაცემს იფრასტრუქტურის, იტ-სერვისების სხვადასხვა ელემენტების შესახებ; მომსახურების დონის კონტროლის პროცესი იძლევა საშუალებას შეგროვდეს მონაცემები და გამოვლინდეს შეუსაბამო მოთხოვნის მომსახურების დონესთან, დაგენერირდეს წინადადებები ხარისხის დონის გაუმჯობესების შესახებ და ასევე გაფორმდეს და ხელახლა გადაფორმდეს შეთანხმებები სერვისების შესახებ; სამომხმარებლო მოთხოვნების კონტროლის და იტ-სერვისების დარღვევების ფიქსაციის პროცესი იძლევა საშუალებას სწრაფად გამოვლინდეს და აღმოიფხვრას ინციდენტები და გადაჭრილ იქნას მოთხოვნები მომსახურებაზე და ა.შ.

ორგანიზაციის საქმიანობის ეფექტიანობის და მისი კონკურენტუნარიანობის ამაღლების მიზნით პერიოდულად საჭირო ხდება ბიზნეს-პროცესების ოპტიმიზაცია. ეს განპირობებულია ბაზრის ცვლილებებით, ახალი ტექნოლოგიების დანერგვით. არსებობს ბიზნეს-პროცესების ოპტიმიზაციის სხვადასხვა მიდგომები, ეს შეიძლება იყოს: ძლიერი და სუსტი მხარეების ანალიზი, ბენჩმარკინგი, ოპტიმიზაცია KPI-ის მიხედვით, ცვლილებები ფრაგმენტალურობის მიხედვით, ბიზნეს-ლოგიკის ანალიზის მიხედვით, ფუნქციონალურ-ღირებულებითი ანალიზის და სხვა

მეთოდებით. იტ-პროცესების ეფექტიანობა ანუ შედეგიანობა იძლევა საშუალებას დავინახოთ, თუ როგორ შეესაბამება მოცემული პროცესი დანიშნულებას და დასმულ მიზნებს. დანიშნულება არის უნივერსალური და პრაქტიკულად არ იცვლება. მათი ფორმულირება მოყვანილია სხვადასხვა სტანდარტების აღწერებში, რომლებიც გულისხმობს პროცესულ მიდგომას [5]. ხოლო მიზანი - იძლევა იმის განსაზღვრის საშუალებას, თუ რას იძლევა პროცესი დროის გარკვეულ პერიოდში.

### 3. დასკვნები

ყოველივე ზემოდ აღნიშნულის განზოგადოებით შეიძლება აღინიშნოს, რომ იტ-განყოფილების საქმიანობის სრულყოფა ITIL, BSC და პროცესებზე ორიენტირებული მიდგომის გამოყენებით მართვისადმი იძლევა საშუალებას გადაჭრილ იქნას იტ-ის განვითარების სტრატეგიული საკითხები და აიმაღლოს კომპანიის საქმიანობის ეფექტიანობა. ეს გავლენას ახდენს ზოგადად ბიზნესის განვითარებაზე და უზრუნველყოფს ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში დაბანდებული ინვესტიციების სწრაფ დაბრუნებას.

### ლიტერატურა – References:

1. Donna Knapp. (2010). The ITSM Process Design Guide: Developing, Reengineering, and Improving IT Service Management . J. Ross Publishing, M08 15 - 256 p.
2. Chekmarev, A.V. (2019). Management of IT projects and processes. Moscow: Yurayt Publishing House, . 228 p., (in Russian)
3. Bakaev M.A. (2018). IT service and content management. Novosibirsk State Technical University. page: 88 (in Russian)
4. Baraksanov D.N. , Yekhlakov Yu.P. (2015). IT service and content management. Publishing house Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. 144p. (in Russian)
5. Business model for leadership and management of IT in the enterprise: Cobit 5. (2012). Introduced. ISACA, 94 p. (in Russian).

## IT PROCESSES IN MODERN ORGANIZATION

MedeaTevdoradze<sup>1</sup>, Tamta Rukhadze<sup>1</sup>, Mariam Darchiashvili<sup>1</sup>,

Teona Chigladze<sup>1</sup>, Teona Managadze<sup>2</sup>

medeat@gtu.ge, tamtarukhadze@gtu.ge, darchiashvilimariami@gmail.com,

t.chigladze@gtu.ge, teomanagadze@gmail.com

1-Georgian Technical University,

2 –ORIS Company

### Summary

Modern IT should be maximally focused on satisfaction of the requirements of business and business-processes. The most oriented on this approach is the IT management method - ITSM. In order to support it, a number of compatible standards and recommendations have been developed, in addition this approach provides process orientation. The paper presents the main processes of IT in the case of ITSM. It is noted that in order to optimally build IT business processes, it is necessary to implement the following stages: establishing of IT mission, vision and goals; Development of IT strategy; IT-process design. The article describes two approaches to creation of IT business-processes and list of the main components that an IT business process should have.

# შეზღუდული ტიპის სავაჭრო კომპანიის ბიზნეს-პროცესების დაპროექტება და მოდელირება

ეკატერინე დადიანი

dadiani.eka@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის ფუნქციონირების ეფექტიანობის ამაღლების საკითხები. ქსელი ფუნქციონირებს გარკვეული შეზღუდვებით და მასში გამოიყენება ინფორმაციული ტექნოლოგიები, მაგრამ მოძველებული სახით (ინფრასტრუქტურა და ინფორმაციული სისტემა). ასეთი ტიპის სავაჭრო კომპანიის ინფორმაციული ტექნოლოგიების სტრატეგიის ასაგებად, მისი საქმიანობის შესასწავლად და მისი სასურველი მდგომარეობის განსაზღვრის მიზნით შემუშავებულია ბიზნეს-პროცესი, აღნიშნული ბიზნეს-პროცესისათვის შექმნილია მოდელი და ჩატარებულია სიმულაცია განსხვავებული სცენარებით, რაც საშუალებას იძლევა ანალიზი გაუკეთდეს კომპანიის ფუნქციონირებას და შერჩეულ იქნას მისი ფუნქციონირების საუკეთესო ვარიანტი.

**საკვანძო სიტყვები:** სავაჭრო ქსელი. ბიზნესპროცესი. მოდელირება. ანალიზი. ინფორმაციული ტექნოლოგია. სტრატეგია

## 1. შესავალი

როგორც ცნობილია, არსებობს სავაჭრო კომპანიები, რომლებიც მუშაობენ გარკვეული შეზღუდვებით სხვა ტიპის სავაჭრო ქსელებთან შედარებით. მათი ეფექტიანობის ამაღლების მიზნით, რომელიც ფრიად დამოკიდებულია თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებაზე, უნდა შემუშავდეს ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების სტრატეგია [1,2]. ამ სტრატეგიის შექმნისათვის, რომელიც უზრუნველყოფს კომპანიის ინფორმაციული ტექნოლოგიების არსებული მდგომარეობიდან სასურველ მდგომარეობაში გადასვლას, აუცილებლად უნდა ჩატარდეს ბიზნეს-ანალიზი, რისთვის საჭიროა ბიზნეს-პროცესების აგება და მათი მოდელირება [3].

## 2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ, შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის ბიზნეს-პროცესის აგება. აღნიშნული კომპანია ახდენს პროდუქციის შეკვეთას, დასაწყობებას და შემდგომ მის რეალიზაციას შეზღუდული ტიპის მომხმარებელზე. ახორციელებს ყველა ოპერაციის მართვას, აღრიცხვას და ანალიზს. აღნიშნული საქმიანობა ხორციელდება გარკვეული სახის ინფრასტრუქტურის არსებობის პირობებში. ქვემოთ მოცემულია შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის ბიზნეს-პროცესი (ნახ.1), შემუშავებული სავაჭრო ქსელის ფუნქციონირების შესწავლის შედეგად [4].

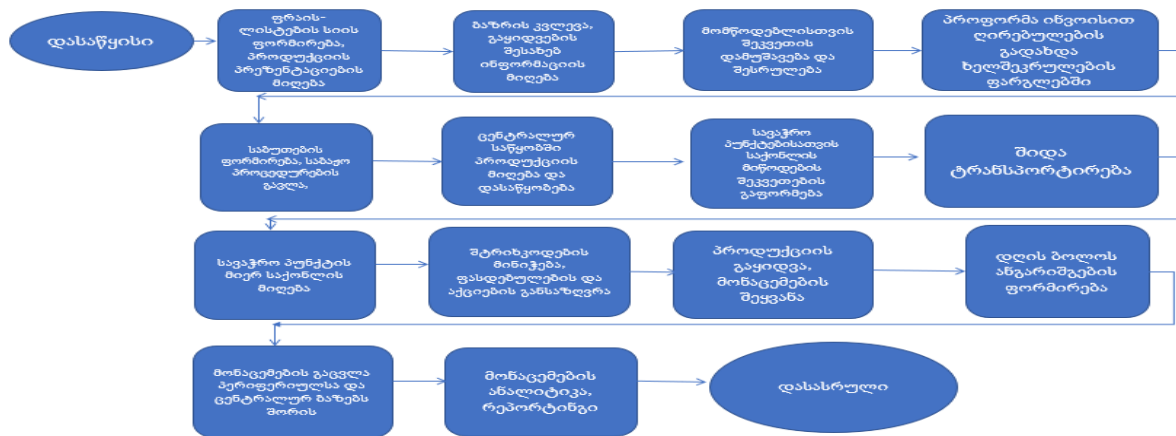


ნახ.1. შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის ბიზნეს-პროცესი



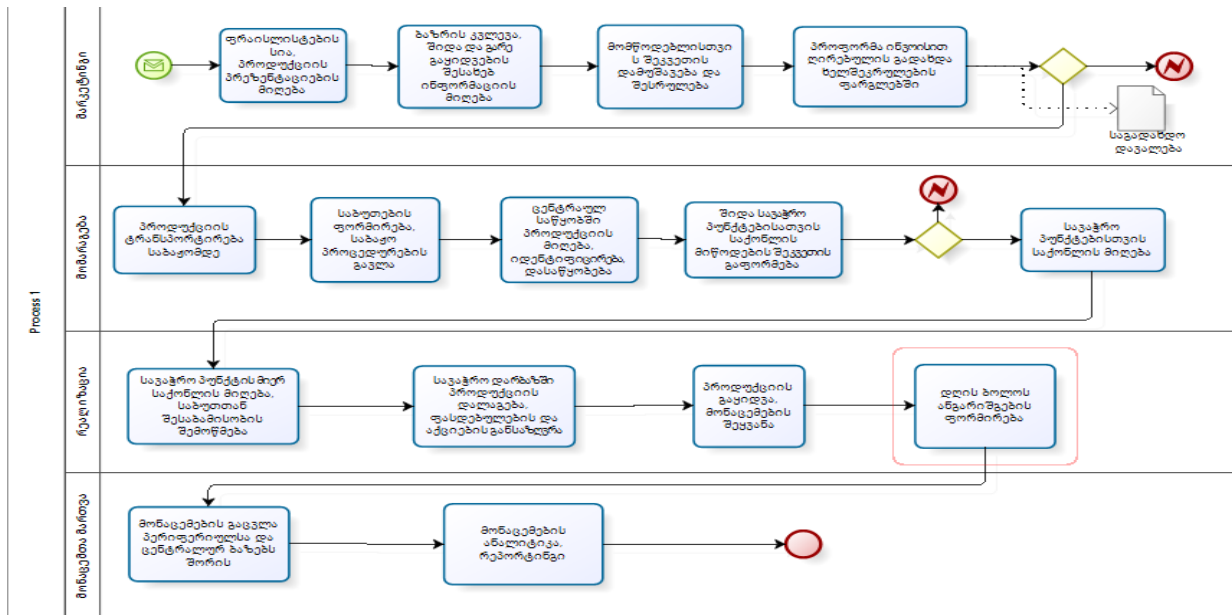
შემოთავაზებულ ბიზნეს-პროცესში ხორციელდება შემდეგი პროცედურები. მარკეტინგის პროცესში, პირველ რიგში, უნდა მოხდეს ფრაისლისტების და პროდუქციის პრეზენტაციების მიღება, მათი შერჩევა, ფასების შედარება ბაზრის კვლევის საფუძველზე. შემდეგ ხდება მომწოდებლისთვის შეკვეთის ფორმირება და ხელშეკრულების გაფორმება. მომარაგების პროცესში, ღირებულების გადახდა ხდება კონტრაქტის ფარგლებში: ავანსით (წინასწარ), სრული თანხით ან თანხის რაღაც ნაწილით. ამის შემდეგ იგეგმება პროდუქციის ტრანსპორტირების დეტალები და იწყება მათი ტრანსპორტირება. იმისათვის რომ პროდუქცია იქნას მიღებული, აუცილებელია საბაჟო პროცედურების გავლა და შესაბამისი საბუთების ფორმირება. ყველა პროცედურის მოგვარებისთანავე, შეკვეთილი პროდუქცია მიდის კომპანიის მიერ დაქირავებულ ცენტრალურ საწყობში და მანდ ხდება მისი მითვლა, იდენტიფიცირება და დახარისხება (რაოდენობრივად და ბრუტო წონის მიხედვით).

შემდეგ ხდება მიღებული შედეგის ასახვა მონაცემთა აღრიცხვის პროგრამაში. იმისათვის რომ ცენტრალური საწყობიდან მოხდეს სავაჭრო პუნქტისთვის შეკვეთის მიწოდება, ჯერ უნდა გაფორმდეს შეკვეთა და შემდგომ განხორციელდეს პროდუქციის სარეალიზაციო პუნქტების საწყობში გადატანა (ქვეყნის შიდა ტრანსპორტირება). სავაჭრო პუნქტმა უნდა მიიღოს საქონელი და შეამოწმოს საბუთთან შესაბამისობა. დასაწყობების შემდეგ, ხდება სარეალიზაციოდ გამზადებული პროდუქციის სავაჭრო დარბაზში დახლებზე დალაგება, მათთვის ფასდებულების და აქციების განსაზღვრა. პროდუქციის გაყიდვის გაფორმება ხორციელდება სააღრიცხვო პროგრამაში მონაცემების შეყვანით (საქონელსა და კლიენტის შესახებ) და მყიდველისთვის საბოლოოდ ჩეკის მიცემით. მონაცემების ანალიტიკის განსახორციელებლად, დღის ბოლოს ხდება ანგარიშგების ფორმირება IC-ის მონაცემთა სააღრიცხვო პროგრამაში, მონაცემების გაცვლა პერიფერიულსა და ცენტრალურ ბაზებს შორის, მათი ანალიტიკა და რეპორტირება. შესაბამისად აგებული იყო სავაჭრო ქსელის ფუნქციონირების დეტალიზებული ბიზნეს-პროცესი (ნახ.2).



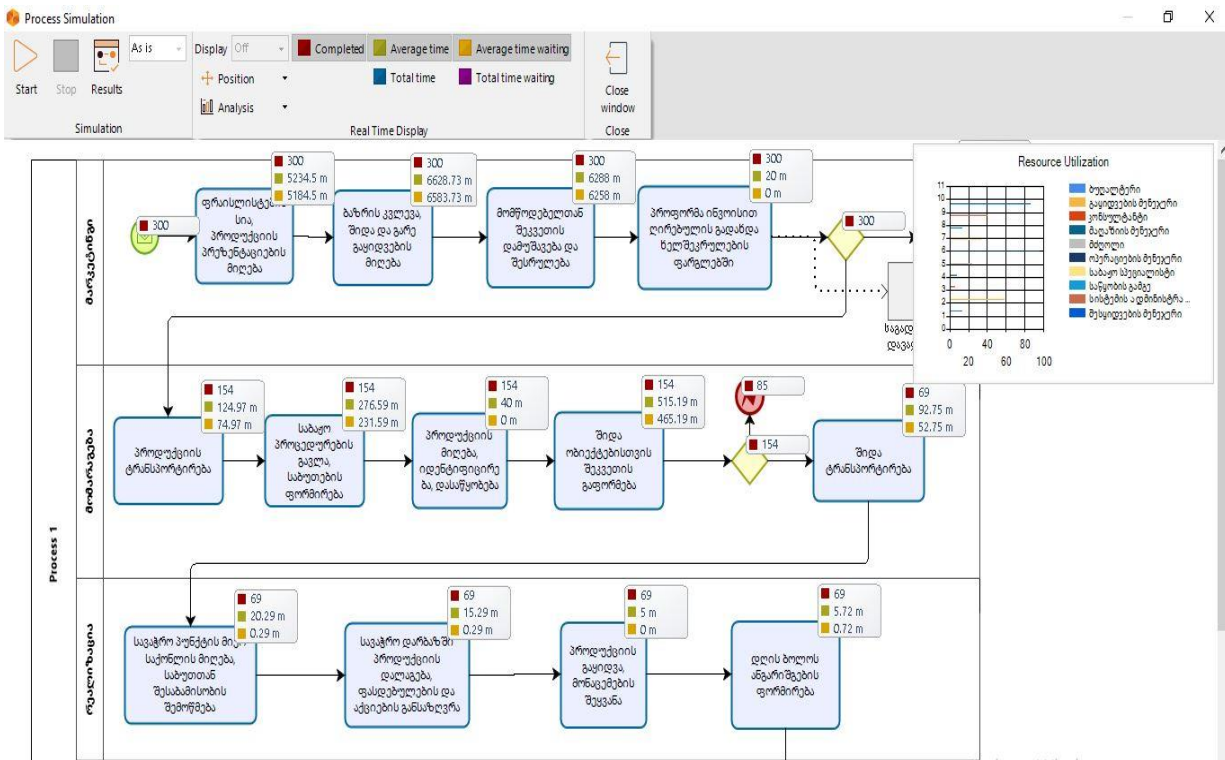
ნახ.2. შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის დეტალიზებული ბიზნეს-პროცესი

შემდეგ, შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის, მისი ბიზნეს-პროცესების შესწავლის, და მათი სასურველი მდგომარეობის დადგენის მიზნით ჩატარებულია შემუშავებული ბიზნეს-პროცესის მოდელირება Bizagi Process Modeler-ის საშუალებით და BPMN ნოტაციის გამოყენებით [5]. ამ მიზნით აგებულია ბიზნეს-პროცესების მოდელები, განსაზღვრულია ამ მოდელების ძირითადი პარამეტრები, შექმნილია სცენარები, სადაც განსაზღვრულია გარკვეული რესურსები და მათი მნიშვნელობები. შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის ბიზნეს-პროცესის მოდელი წარმოდგენილია მე-3 ნახაზზე.



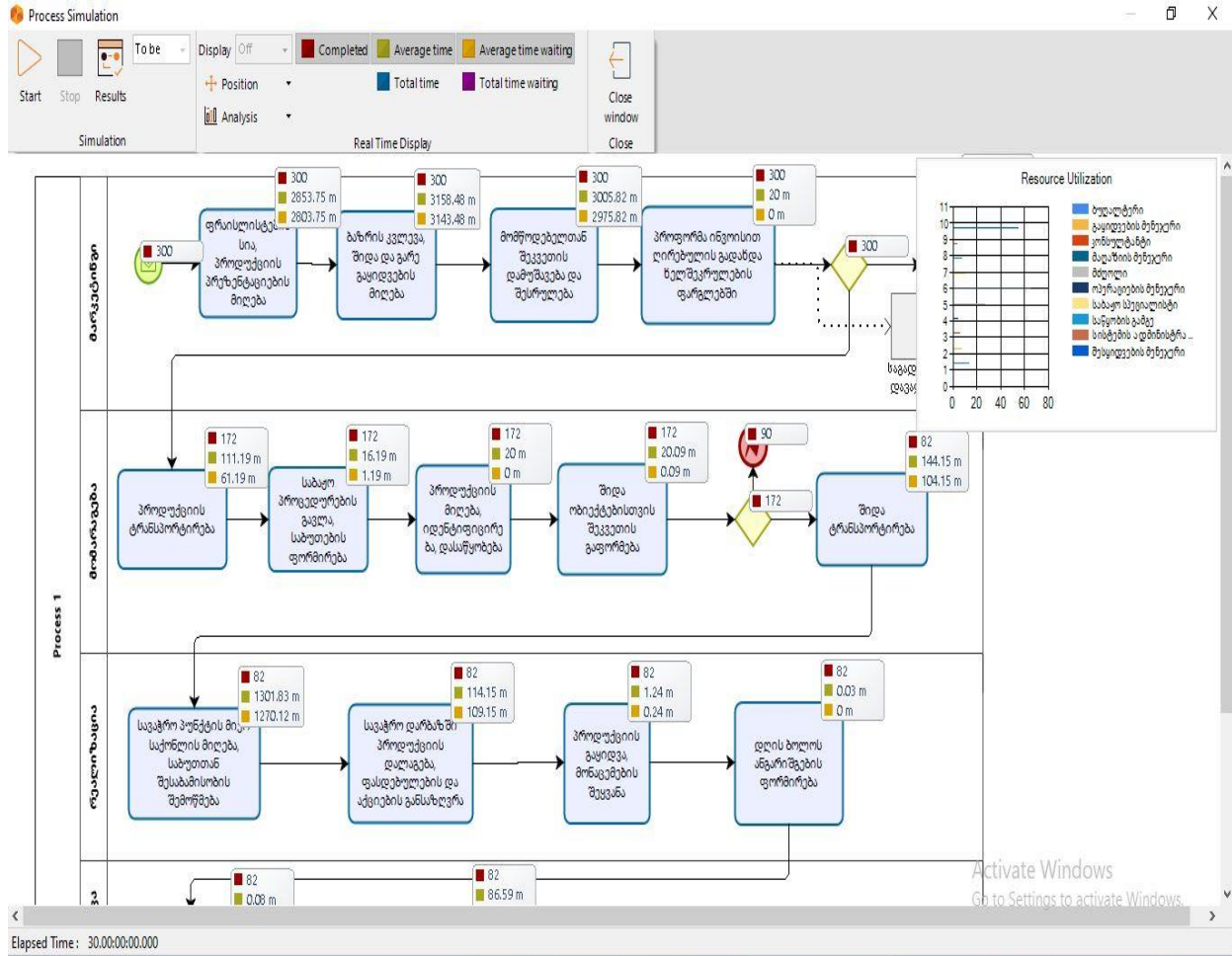
ნახ.3. შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის ბიზნეს-პროცესის მოდელი

პროგრამის (Bizagi Process Modeler) საშუალებით მიღებულია შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაციის შედეგები სცენარი 1-სთვის - “როგორი არის - As Is” (მომხდებელი IT-ის გამოყენებით), რომელიც წარმოდგენილია მე-4 ნახაზზე.



ნახ.4. შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის ბიზნეს-პროცესის მოდელის 1-ელი სცენარით “როგორი არის - As Is” (მომხდებელი IT-ის გამოყენებით) სიმულაცია

ამავ მოდელისთვის შემუშავდა სცენარი 2 – „როგორი უნდა იყოს - To Be“, რომელიც ასახავს ბიზნეს-პროცესის მსვლელობისას გაუმჯობესებული IT-ის გამოყენებას, რაც განისაზღვრება ცვლილებებში: ადამიანურ რესურსში და ოპერაციების შესრულების დროში, დამატებით ხარჯებში (აპარატურისა და პროგრამული უზრუნველყოფის შეძენასთან დაკავშირებით, მომსახურება და სხვა) წარმოდგენილია მე-5 ნახაზზე.



ნახ.5. შეზღუდული ტიპის სავაჭრო ქსელის საქმიანობის ბიზნეს-პროცესის მოდელის მე-2 სცენარით “როგორი უნდა იყოს - To Be” (გაუმჯობესებული IT-ის გამოყენებით) სიმულაცია

### 3. დასკვნები

დამუშავებული ბიზნეს-პროცესების მოდელის განსხვავებული სცენარებით სიმულაცია, საშუალებას იძლევა შერჩეულ იქნას სავაჭრო ქსელის ფუნქციონირების (ადამიანური და ფინანსური რესურსის თვალსაზრისით) საუკეთესო ვარიანტი.

**ლიტერატურა – References:**

1. Lokhin G.N. (2013). Link of IT strategy and business strategies. Place of IT Strategies in Business Administration. Business process management systems. Выпуск №10 (in Russian)
2. Danilin A. V. , Slusarenko A. I. (2016). IT strategy. Moscow: National Open University "INTUIT", 232 p. (in Russian)
3. N. Tsulukidze, M. Tevdoradze, E. Dadiani, A. Bajiashvili, M. Saltkhutsishvili. (2018). The Impact of Information Technology Strategies on Business. International Scientific-Technical Conference "Information Society and Education Intensification Technologies UNESCO" (ISITE 18). Works - Automated Management Systems N2 (26) GTU, Georgia Tbilisi. 319-323 p. (in Georgian)
4. Tevdoradze M., Tsulukidze N., Dadiani E., Bajiashvili A, Rukhadze T, Darchiashvili M. (2019). Design and analysis of industrial business processes to study the impact of information technology on them. GTU, Automated Management Systems, Papers, # 1 (28), p. (in Georgian)
5. Tevdoradze M., Nebieridze M., Dadiani E., Bajiashvili A., Lolashvili N., Saltkhutsishvili M. (2020). Application of models and modeling in business process theory. International Scientific Journal, Intellect. 1 (66) Tbilisi, p. 25-29 (in Georgian)

**DESIGNING AND MODELING THE BUSINESS PROCESSES OF  
A LIMITED TYPE TRADING COMPANY**

Ekaterine Dadiani

dadiani.eka@gmail.com

Georgian Technical University

**Summary**

The paper deals with the issues of increasing the efficiency of the operation of a limited type of trade network. This network operates with some limitations and uses information technologies, but in an outdated form (infrastructure and information system). Business processes (using outdated and updated information technologies) of this type of trading company have been developed to build the IT strategy, to study its activities and to determine its desired condition. Model have been created for this business-processes and simulations with relevant scenarios have been conducted, which allows to provide analysis of the company and to select the best option for its functioning.

# მენეჯერული აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელირება

მარიამ ნებერიძე

mariamneberidze90@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

თანამედროვე საწარმოსთვის ფრიად მნიშვნელოვანია მმართველობითი აღრიცხვის სწორი წარმოება, თუმცა ეს დაკავშირებულია მრავალ სირთულესთან. სწორი მმართველობითი აღრიცხვის განხორციელებისათვის, სასურველია რომ ის იყოს აგებული პროცესებზე ორიენტაციით და შესაბამისი ინფორმაციული სისტემების გამოყენებით. აღნიშნულიდან გამომდინარე წარმოდგენილ ნამუშევარში შემოთავაზებულია მმართველობითი აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის აგება, ასევე წარმოდგენილია მისი მოდელის შემუშავება, სიმულაციის პროცესი და სიმულაციის შედეგები, რომელიც იძლევა საშუალებას შეფასდეს მმართველობითი აღრიცხვის წარმოება ორგანიზაციაში და განხორციელდეს მისი გაუმჯობესება.

**საკვანძო სიტყვები:** მმართველობითი აღრიცხვა. ბიზნესპროცესი. მოდელირება.

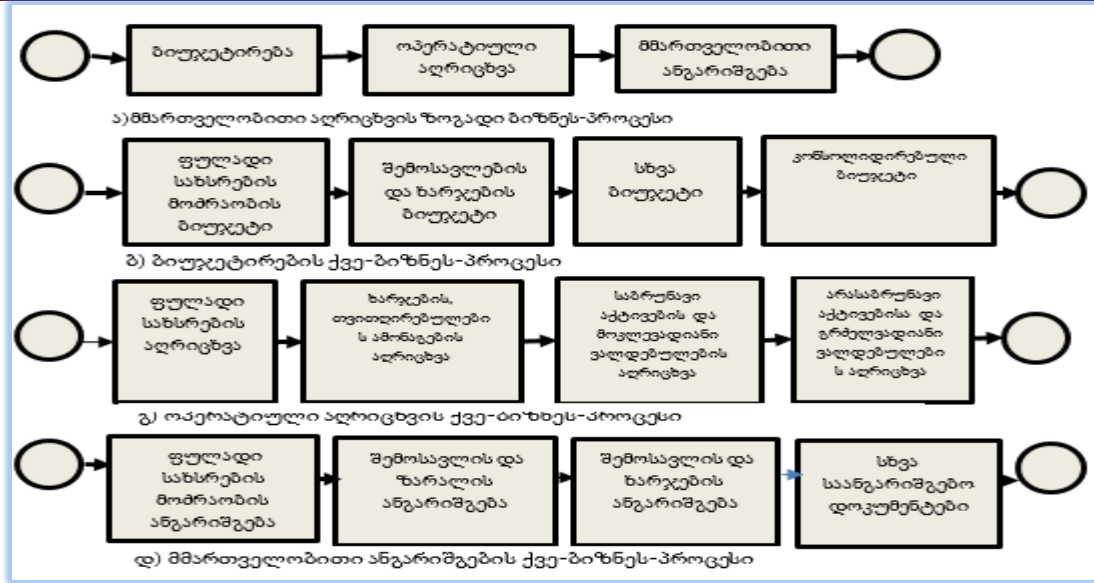
## 1. შესავალი

მმართველობითი აღრიცხვის ჩატარება თანამედროვე წარმოებაში წარმოადგენს ერთ-ერთ უპირველეს ამოცანას, ვინაიდან მმართველობითი აღრიცხვა ემსახურება მმართველობითი გადაწყვეტილებების სწორ და დროულ მიღებას [1,2]. მმართველობითი აღრიცხვის ორგანიზება წარმოადგენს ძალიან რთულ და მძიმე პროცესს, მისი ორგანიზების დროს საჭიროა მრავალი ამოცანის გადაჭრა, მაღალკვალიფიციური კადრების ჩართვა და სხვადასხვა სახის ხარჯის გაწევა. თავად მმართველობით აღრიცხვას ასევე ახასიათებს გარკვეული სირთულეები [3], მათი ერთი ნაწილი დაკავშირებულია თავად მმართველობითი აღრიცხვის ამოცანების და ორგანიზების სირთულეებთან, ხოლო მეორე ნაწილი მჭიდროდ არის დაკავშირებული მის ინფორმაციულ უზრუნველყოფასთან და იმ მოთხოვნებთან, რომელსაც ადგილი აქვს მმართველობით აღრიცხვაში გამოყენებული და მის მიერ გენერირებული ინფორმაციის მიმართ [4]. აღნიშნული პრობლემების გადაჭრა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მმართველობით აღრიცხვაში ბიზნეს-პროცესების დანერგვით და ინფორმაციული სისტემების სწორი გამოყენებით.

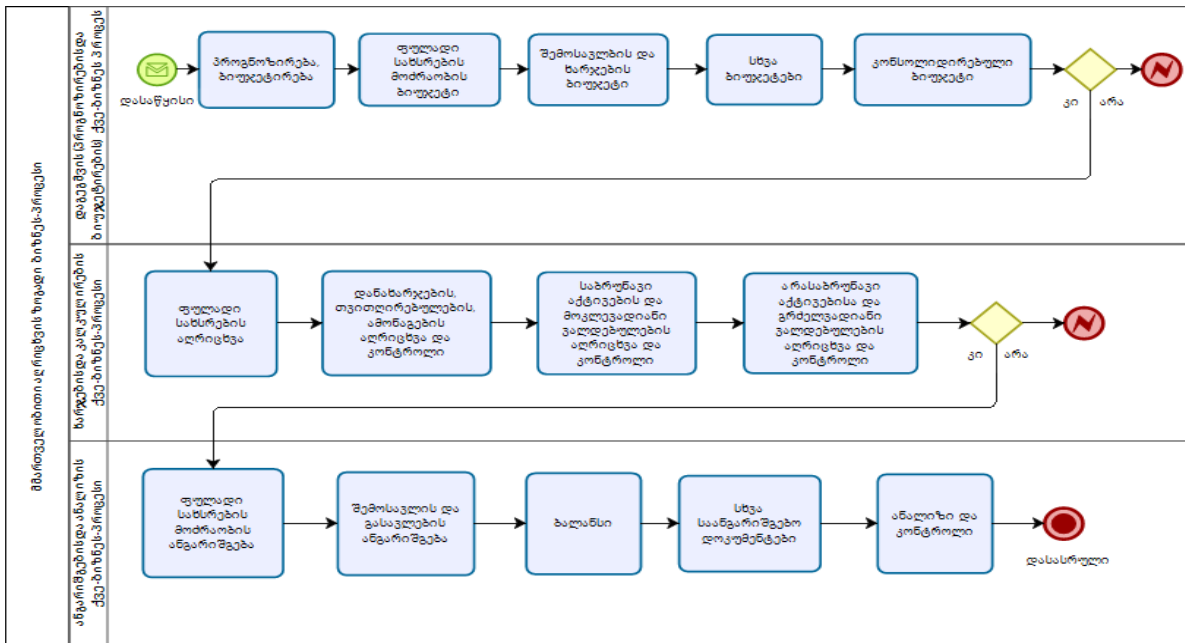
## 2. ძირითადი ნაწილი

იმისათვის, რომ მმართველობითი აღრიცხვის სისტემა იყოს აგებული სწორად, საჭიროა მისი წარმოდგენა პროცესულ დონეზე და მისი ოპტიმიზაციის მიზნით შემდეგ უნდა განხორციელდეს პროცესის მოდელირება. სტატიაში შემოთავაზებულია მმართველობითი აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესი, რომელიც მოიცავს ისეთ ამოცანებს, როგორც არის ბიუჯეტირება და პროგნოზირება, ხარჯების აღრიცხვა და კალკულირება და ანგარიშგება (ნახ.1) [5]. დამუშავებული ბიზნეს-პროცესების საფუძველზე აგებულია მოდელები და ჩატარებულია მათი სიმულაცია შედეგების ანალიზით. ამოცანის გადასაჭრელად მოდელის გრაფიკული სახით წარმოდგენისათვის გამოყენებულია - BPMN ნოტაცია, ხოლო ინსტრუმენტულ საშუალების როლში - Bizagi BPMN Modeler. იგი ცნობილი პროგრამაა, რომელიც სხვა შესაძლებლობებთან ერთად მოდელის დოკუმენტირებისა და სიმულაციის შედეგების გამოტანის, პროცესის ვიზუალიზაციის საშუალებას გვაძლევს [6].

მე-2 ნახაზზე მოცემულია მენეჯერული აღრიცხვის დეტალური ბიზნეს-პროცესის მიდელი. მმართველობითი აღრიცხვის ბიზნესპროცესის მოდელის სიმულაციისთვის აგებულია ორი სცენარი. პირველი (სცენარი 1 – „როგორც არის“) იძლევა საშუალებას ჩავატაროთ მოდელის სიმულაცია და შევაფასოთ მენეჯერული აღრიცხვის პროცესის განხორციელება ხელით, მეორე კი (სცენარი 2 – „როგორი უნდა იყოს“) იძლევა საშუალებას შევაფასოთ მენეჯერული აღრიცხვის პროცესის მიმდინარეობა ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით.



ნახ.1. მმართველობითი აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესი და მისი ქვე-ბიზნეს-პროცესები

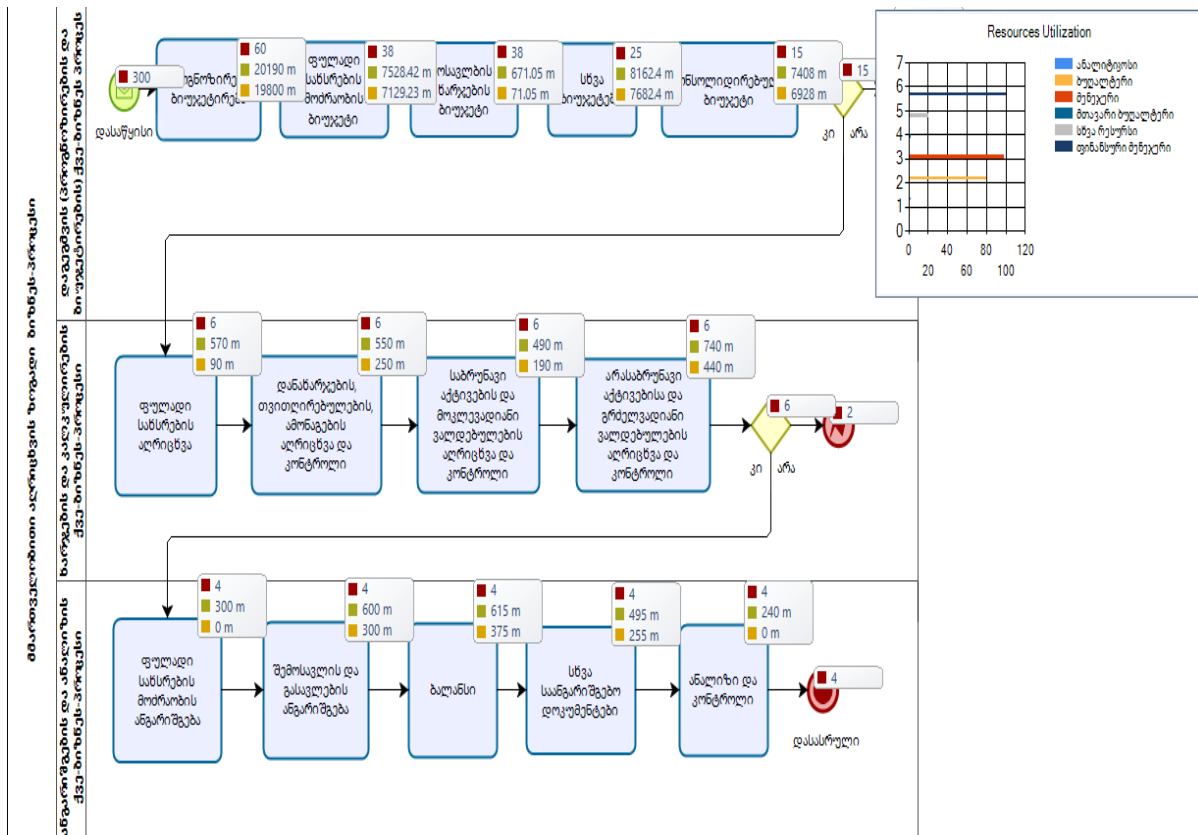


ნახ.2. მენეჯერული აღრიცხვის დეტალიზებული ბიზნეს-პროცესის მოდელი Bizagi BPMN Modeler-ში

ორივე სცენარში განსაზღვრულია რვა საათიანი სამუშაო დღე, კვირაში ხუთი სამუშაო დღე. მმართველობითი აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელისთვის გამოყოფილია ისეთი რესურსები, როგორც არის: ფულადი, დროის და შრომითი. შრომითი - თანამშრომლები, რომლებიც მონაწილეობენ პროცესის შესრულებაში; დროის - რომელიც სჭირდება თითოეულ თანამშრომელს თითოეული სამუშაოს შესასრულებლად; ფულადი - ხელფასის, სხვა ხარჯების სახით, რომელიც დაკავშირებულია ოპერაციების შესრულებასთან.

თუმცა სცენარების მიხედვით იცვლება მათთვის მინიჭებული მნიშვნელობები, რაც დამოკიდებულია იმ სიტუაციაზე, რომლისთვისაც შეიქმნა სცენარი. შრომითი და ფულადი რესურსები განსაზღვრულია პროგრამაში არსებული საშუალებების გამოყენებით. დროითი პარამეტრი განსაზღვრულია თითოეული სცენარისთვის და მითითებულია შესაბამისი ოპერაციის გრაფიკულ გამოსახულებაში. ასევე განსაზღვრულია სხვა დამატებითი რესურსი და მისი ხარჯები (ელექტროენერჯის, ქაღალდის და სხვა).

მითითებული პარამეტრების კონკრეტული მნიშვნელობების მიხედვით ჩატარდა მოდელის სიმულაცია Bizagi BPMN Modeler-ში. ნახ.3-ზე ნაჩვენებია მენჯერული აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაცია სცენარი 1-ით – „როგორც არის“ (ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების გარეშე).



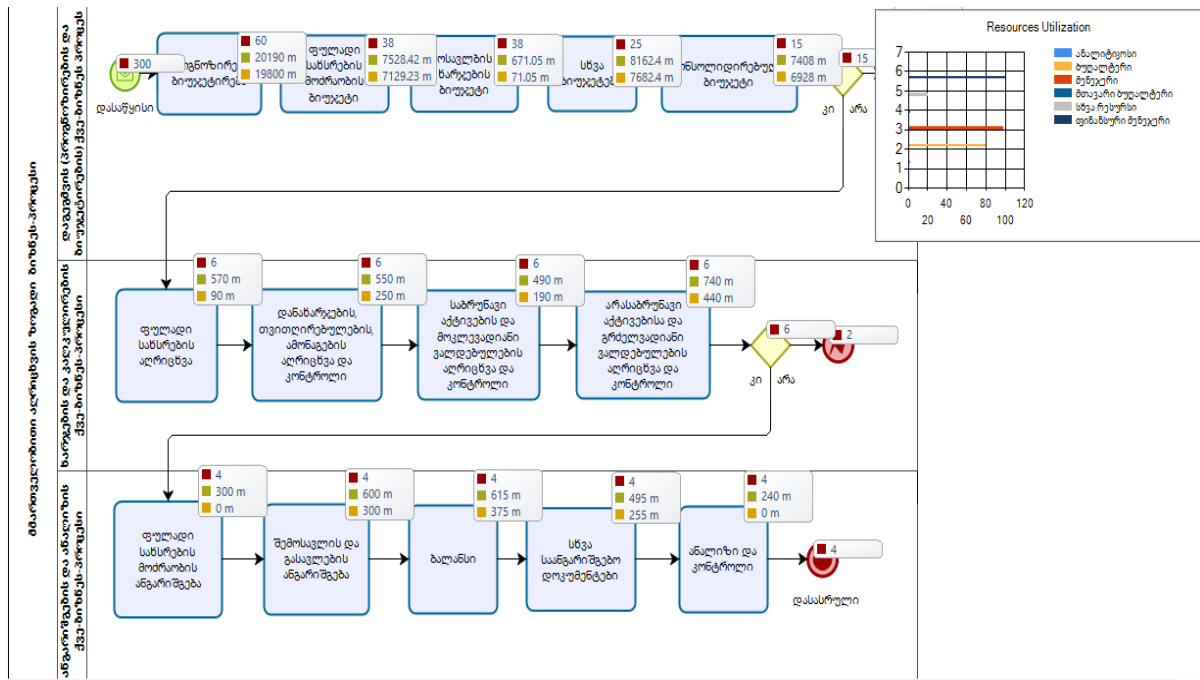
ნახ.3. მენჯერული აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაცია 1-ელ სცენარით - „როგორც არის“ (ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების გარეშე)

სიმულატორმა აჩვენებს: რამდენჯერ შესრულდა მოდელი ჯამში; როგორია პროცესის შესრულების დრო; როგორია ადამიანური რესურსის დატვირთვის პროცენტი.

ასევე შესრულდა მმართველობითი აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაცია მე-2 სცენარით - „როგორც უნდა იყოს“. მენჯერული აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელის მეორე სცენარით - „როგორც უნდა იყოს“ (ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით) სიმულაცია ნაჩვენებია მე-4 ნახაზზე.

### 3. დასკვნები

სიმულაციის შედეგები აჩვენებს, რომ მენჯერულ აღრიცხვას ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების გარეშე სჭირდება უფრო მეტი დრო და მეტი თანამშრომელი, რაც აისახება გარკვეულ ღირებულებებში. მენჯერული აღრიცხვის სისტემის გამოყენება ამცირებს სამუშაოს შესრულების დროს, თანამშრომლების რაოდენობას. მაგრამ ზრდის სხვა რესურსის ხარჯს, რომელშიც, ჩვენს შემთხვევაში, გარდა ელექტროენერჯის, ქაღალდის და სხვა რესურსების, შედის ინფორმაციული სისტემისა და ტექნოლოგიების რესურსი. საქმე ის არის, რომ მენჯერული აღრიცხვის სისტემის გამოყენება, გარდა ექსპლუატაციის ხარჯებისა, თავდაპირველად დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული (შემენის, დანერგვის, თანამშრომლების მომზადების ხარჯები). ძირითადად, აღნიშნული ხარჯები მოდის სისტემის ათვისების საწყის პერიოდზე. შემდგომში ინფორმაციული სისტემის გამოყენება, ზოგადად ამცირებს რესურსების ხარჯებს.



ნახ.4. მენეჯერული აღრიცხვის ბიზნეს-პროცესის მოდელის სიმულაცია მე-2 სცენარით - „როგორც უნდა იყოს“ (ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით)

ლიტერატურა – References:

1. Bauchadze Besik. (2012). Managerial Accounting, Tbilisi, 212 p. (in Georgian)
2. Iljina A.V., Ilisheva N.N. (2016). Managerial accounting. Yekaterinburg: publisher- Ural. University, - 180 p. (in Russian)
3. Semina, L.A. (2015). Problems of installations and introduction of management systems in organizations statements. № 6. p. 77-83. 3. (in Russian)
4. Nebieridze M., Tevdoradze M., Lolashvili N.. (2018). Problems of Managerial Accounting and their Solution using Information Technologies. International Scientific-Practical Conference "Digital Technologies: Present and Challenges" dedicated to the 90th anniversary of Professor Konstantine Kamkamidze. Works, Tbilisi 180-185p. (in Georgian)
5. Tevdoradze M., Lolashvili N., Nebieridze M. (2019). Accounting information systems and technologies. GTU, Tbilisi, 285 p. (in Georgian)
6. Tevdoradze M., Nebieridze M., Dadiani E., Bajiashvili A., Lolashvili N., Sakhltkhusishvili M. (2020). Application of Model and Modeling in Business Process Theory, International Scientific Journal, Intellect. 1 (66) Tbilisi-25-29 p. 285 p. (in Georgian).

**BUSINESS PROCESS MODELING FOR MANAGERIAL ACCOUNTING**

Mariam Nebieridze  
 mariamneberidze90@gmail.com  
 Georgian Technical University

**Summary**

Proper performing of managerial accounting is very important for a modern enterprise, however, this is associated with many difficulties. For correct implementation of managerial accounting, it should be built on process orientation based and using appropriate information systems. Based on the above in the presented work it is proposed to creation a managerial accounting' business-process, also it is presented the development of its model, simulation process, and simulation results, which allows to evaluate the execution of a managerial accounting in the organization and implement its improvement.



# მრავალფუნქციური ეგზოჩონჩხის ტექნიკური კონცეფციის ასპექტები

სერგი დოხნაძე, თეა თოდუა

sergidokhnadze@gmail.com, teatodua1@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია მიუხედავად იმისა, რომ ეგზოჩონჩხის ტექნიკური კონცეფცია უკვე მრავალ სფეროში გამოიყენება, ისევ და ისევ განვითარების პროცესში იმყოფება, შესაბამისად კი, ამ პროცესში ჩართულია მრავალი მეცნიერი თუ ინჟინერი. ნაშრომში წარმოდგენილია ახალი ტექნიკური კონცეფცია, რომლის რეალიზაცია შესაძლებელს გახდის უბრალო მომხმარებელმა თუ კონკრეტული საქმიანობის სფეროში დასაქმებულმა ადამიანმა, ერთი და იგივე ეგზოჩონჩხი გამოიყენოს სხვადასხვა ფუნქციით, კონკრეტული ამოცანიდან გამომდინარე.

**საკვანძო სიტყვები:** ეგზოჩონჩხი, ბრუნვის სიმულატორი, უკუქმედების სიმულატორი

## 1. შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოში აქტუალურია ეგზოჩონჩხის სხვადასხვა ფუნქციონალური დანიშნულებით გამოყენება და მოიცავს ისეთ საკითხებს, როგორცაა: ფიზიკური უკუქმედების სიმულაციები, დატვირთვის შემსუბუქება ქვეითად ხანგრძლივი გადაადგილებისას და/ან ტვირთის გადატანისას, ასევე ფიზიკური ობიექტების ლოკალური გადაადგილება ლოგისტიკის, მშენებლობისა და წარმოების სფეროში. გარდა ამისა, ეგზოჩონჩხების გამოყენება მნიშვნელოვანია მედიცინის სფეროში, პაციენტების პოსტ-ტრავმატული რეაბილიტაციისა და პარაფლეგიისას გამოწვეული ფიზიკური უნარშეზღუდულობის კომპენსაციისთვის.

ზოგადად, ეგზოჩონჩხის კლასიკური ტექნიკური კონცეფცია წარმოადგენს ადამიანის ბიომექანიკური საყრდენ-მამოძრავებელი სისტემის დამხმარე მექატრონულ სისტემას, რომელიც თავის მხრივ შედგება: სახსრებით დაკავშირებული საყრდენი სეგმენტებისგან, სახსრების მამოძრავებელი სერვო ძრავებისგან, მექანიკური ძალების სენსორებისგან და ელექტრონული მოწყობილობებისგან, როგორცაა: მართვის მთავარი კომპიუტერი და სერვო ძრავების უშუალო მმართველი კონტროლერები.

მე-5 თაობის (5G) ინფორმაციის მიმოცვლის ტექნოლოგია, რომლის დანერგვაც ახლო მომავალში იგეგმება, კიდევ უფრო მეტ შესაძლებლობას იძლევა ეგზოჩონჩხის გამოსაყენებლად, როგორც ვირტუალური, ასევე დაშორებული რეალობის სფეროში. 5G ტექნოლოგია შესაძლებელს ხდის, როგორც ვირტუალურ, ასევე დაშორებულ რეალობასთან, რეალურ დროში წვდომას, მინიმალური დაყოვნებით.

მსოფლიოში მიმდინარეობს ვირტუალური რეალობის პოპულარიზაციის პროცესი, რომელიც აქტუალურია მრავალ სფეროში. ვირტუალურ რეალობასთან ერთად, ასევე აქტუალური ხდება დაშორებული რეალობის კონცეფცია, რაც გულისხმობს ვირტუალური რეალობის ინტერფეისის ტელერობოტიკაში გამოყენებას. ამასთან ერთად, მსოფლიოს განვითარებულ სახელმწიფოებში, სულ უფრო აქტუალური და მნიშვნელოვანი ხდება, ადამიანის სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის

მაქსიმალური დაცულობის უზრუნველყოფა, რაშიც დიდწილად პერსპექტივას ქმნის სწორედ ტელერობოტიკა და ამ პერსპექტივაში მოიცავს ისეთ სფეროებს როგორცაა: სამხედრო სფერო (განადმვითი ოპერაციები და ზოგადად ადამიანის სიცოცხლისთვის საფრთხის შემცველ გარემოში აქტივობა), საგანგებო სიტუაციების მართვის სფერო (ოპერაციები ავარიულ და ბიოლოგიური საფრთხის შემცველ ზონებში), სამეცნიერო სფერო (სამეცნიერო ოპერაციები ღია კოსმოსში, ციური სხეულების ზედაპირზე) და სხვ.

## 2. ძირითადი ნაწილი

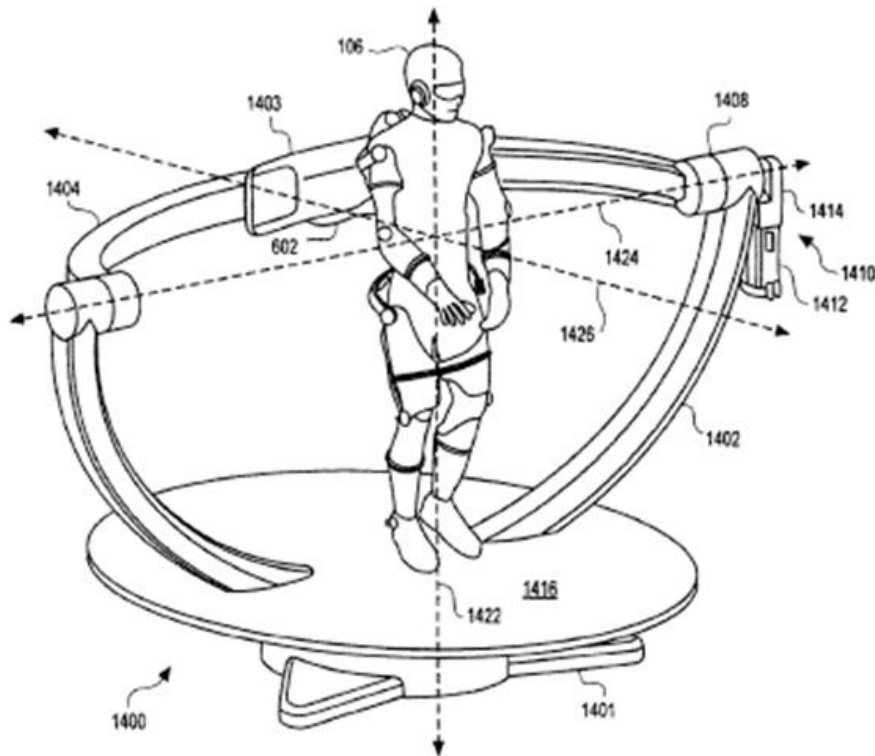
დღეისათვის, ეგზოჩონჩხის გამოყენების ფუნქციონალი თავისი ტრადიციული დანიშნულების გარდა, მექანიკური უკუქმედების სიმულატორის ფუნქციასაც ითავსებს. დროთა განმავლობაში, უფრო და უფრო აქტუალური ხდება ეგზოჩონჩხის გამოყენება ვირტუალური და დაშორებული რეალობის ინტერფეისის დანიშნულებით, მასზე ბრუნვის სიმულატორის მექატრონული სისტემის დამატებით. ცალკე აღებული აღნიშნული ინტერფეისი კონცეფციის თვალსაზრისით წარმოადგენს 360 გრადუსიანი ბრუნვის სამდერძიან მექატრონულ სისტემას, მასში მოთავსებულ ეგზოჩონჩხს (Exoskeleton), ჰეპტიკურ კოსტუმსა (Haptic Suit) და ვირტუალური რეალობის ჩაფხუტს (VR Headset);

- ვირტუალური რეალობის ჩაფხუტი უზრუნველყოფს, როგორც ადამიანის მხედველობისა და სმენის გრძნობათა ორგანოებზე ვიდეო-აუდიო ინფორმაციის მიწოდებას, ასევე ადამიანის მხრიდან აუდიო ინფორმაციის გადაცემას. ყოველივე ზემოთ აღნიშნული უკვე შექმნილია მრავალი კომპანიის მიერ, ამასთანავე გაშვებულია წარმოებაში და მსოფლიო მასშტაბით უამრავი მომხმარებელი ჰყავს;

- ჰეპტიკური კოსტუმი უზრუნველყოფს მომხმარებლის კანზე ტაქტილური (Tactile-იგივე ჰეპტიკური) შეგრძნების ეფექტის გაჩენას, რომელიც უკვე შემუშავებულია ორი სტარტაპის (Teslasuit, HaptX) მიერ, თუმცა არსებულ პროდუქციას მასიური წარმოების სახე ჯერ არ მიუღია და გამომდინარე აქედან, ბაზარზეც არ გამოჩენილა;

- ეგზოჩონჩხისა (უკუქმედების სიმულატორის) და ბრუნვის სამდერძიანი ელექტრომექანიკური სისტემის (მბრუნავი სიმულატორის) ერთიანობა უზრუნველყოფს სამ განზომილებაში, როგორც ადამიანის მიერ, შესრულებული მოძრაობების შესახებ, ციფრული ინფორმაციის აღბეჭდვას რეალურ დროში, ასევე ადამიანის სხეულის კონკრეტულ სეგმენტებზე საჭირო ძალების მოდებას, იმისდა მიხედვით, თუ რა ძალები (სიმძიმის, ინერციის და სხვა) მოქმედებს ვირტუალური სხეულის ანდა ტელერობოტის კონკრეტულ სეგმენტებზე, ვირტუალურ ანდა დისტანციურ რეალობაში. ამ კონკრეტული დანიშნულების ეგზოჩონჩხისა და ბრუნვის სამდერძიანი ელექტრომექანიკური სისტემის პრაქტიკული რეალიზება ექსპერიმენტული პროტოტიპების გარდა, ჯერჯერობით არცერთ კომპანიას არ მოუხდენია. შექმნილია მხოლოდ ხელის მტევნის ეგზოჩონჩხი, რომელსაც ვირტუალური რეალობის ხელთათმანი ეწოდება (VR Glove) და გამოიყენება დაშორებულ რეალობაშიც, ტელერობოტის მტევნების სამართავად.

ეგზოჩონჩხისა და ბრუნვის სამდერძიანი ელექტრომექანიკური სისტემის ერთიანობა (ნახ.1), სრული სახით არსებობს მხოლოდ პატენტის დონეზე, რომლის აპლიკანტია სტარტაპი - Axon VR LLC (სტარტაპმა შემდგომში შეიცვალა სახელწოდება და მისი ამჟამინდელი სახელწოდებაა - HaptX), ხოლო გამომგონებლები არიან იაკობ რუბინი (Jacob Rubin) და რობერტ კროკეტი (Robert Crockett) [1].



ნახ.1

უნდა აღნიშნოს, რომ აღნიშნულ პატენტში წარმოდგენილი მექატრონული სისტემა არ არის სრულყოფილი:

1. სხეულის სხვადასხვა სიმაღლისა და პროპორციების მქონე მომხმარებლებისთვის ეგზოჩონჩხი არ არის უნივერსალურად მორგებადი; აღნიშნული პატენტი გულისხმობს ერთ კომპლექტში ერთდროულად რამდენიმე ზომის ეგზოჩონჩხის არსებობის საჭიროებას.
2. ბრუნვის სიმულატორი წარმოადგენს სამ ღერძულ ბრუნვის მექანიზმს, ამგვარი კონსტრუქციის ნაკლოვანება კი, კონკრეტულ კინემატიკურ მდგომარეობებში შეზღუდულობაა, რაც მდგომარეობს, რომელიმე ორი ბრუნვის ღერძის ურთიერთ დამთხვევისას, ბრუნვის ღერძების რაოდენობის ერთი ერთეულით დაკარგვაში.

გარდა ამისა, ასევე უნდა ითქვას, რომ დღესდღეობით არსებული სხვადასხვა ფუნქციური დანიშნულების ეგზოჩონჩხის ტექნიკური კონცეფციებიდან, არცერთი არ მოდის სრულ ჰარმონიაში ადამიანის საყრდენ-მამოძრავებელი სისტემის ბიომექანიკასთან, რადგანაც ისინი ზღუდავენ ადამიანის ბიომექანიკური კინემატიკის თავისუფლების ხარისხს.

სრულყოფილი ეგზოჩონჩხის ტექნიკური კონცეფციის ჩამოსაყალიბებლად, საჭიროა:

1. ეგზოჩონჩხის კონსტრუქციულ სემენტებს გააჩნდეს ზომაში რეგულირებადი ნაწილები, რათა სხვადასხვა სიმაღლისა და პროპორციების მქონე მომხმარებლებისთვის იყოს უნივერსალურად მორგებადი.
2. ეგზოჩონჩხის ეგზომექანიკურ სისტემას გააჩნდეს იმდენივე თავისუფლების ხარისხი, რამდენიც გააჩნია ადამიანის ბიომექანიკურ სისტემას.

იმისათვის რომ ეგზოჩონჩხის ტექნიკური სისტემა იყოს მრავალფუნქციური, რაც გულისხმობს მომხმარებელთათვის მეტ პრაქტიკულ მოხერხებულობას, ეგზოჩონჩხის ძირითად ტექნიკურ სისტემას უნდა გააჩნდეს თითოეული ფუნქციის შესაბამისი დამაგრებად-მოხსნადი მოდულების კომპლექტი; ფუნქციური პროგრამული უზრუნველყოფა უნდა შედგებოდეს სხვადასხვა ფუნქციური ალგორითმებისგან, რომელთა ჩართვა-გადართვაც, მომხმარებლის მიერ,

შესრულდება შესაბამისი ფუნქციონალის საჭიროების მიხედვით. მაგალითად, ვირტუალურ და დამორბეულ რეალობაში, ეგზოჩონჩხის უკუქმედების სიმულატორის დანიშნულებით გამოყენების შემთხვევაში, საჭირო ხდება ეგზოჩონჩხის ტექნიკურ სისტემას დაემატოს ბრუნვის სიმულატორი და ვირტუალური რეალობის ჩაფხუტი. ხოლო მომხმარებლის მიერ, ამავე ეგზოჩონჩხის ტურისტული დანიშნულებით გამოყენების შემთხვევაში, ქვეითად გადაადგილებისა და ზურგანთის სახით სიმძიმის გადატანისას, ფიზიკური დატვირთვის შემსუბუქებისას, საჭირო ხდება ეგზოჩონჩხის ზედა კიდურების ნაწილების მთლიანად მოხსნა, რადგანაც ეგზოჩონჩხის აღნიშნული დანიშნულებით გამოყენება, გამორიცხავს აღნიშნული სეგმენტების საჭიროებას; გარდა ამისა, აღნიშნული დანიშნულებით ეგზოჩონჩხის გამოყენებისას, საჭირო ხდება ეგზოჩონჩხზე ზურგანთის სამაგრის სეგმენტის დამატება, რათა ქვეითად გადაადგილებისას, ზურგანთის სიმძიმის ძალის მხრიდან დატვირთვა გადაეცეს ეგზოჩონჩხის მექანიკურ სისტემას და არა ადამიანის საყრდენ-მამოძრავებელ ბიომექანიკურ სისტემას.

რაც შეეხება ეგზოჩონჩხის ელექტრომექანიკურ სისტემას, ის უნდა წარმოადგენდეს სერვომძრავების კომპლექტს, რომელიც უშუალოდ დაკავშირებული იქნება ეგზოჩონჩხის მექანიკური სისტემის სახსრებთან. თავის მხრივ, სერვომძრავები დაკავშირებული იქნება მართვის კონტროლერებთან, ხოლო მართვის კონტროლერები - მართვის კომპიუტერთან. მართვის კომპიუტერთი კი, თავის მხრივ, შესრულდება კონკრეტული ფუნქციონალის შესაბამისი გამოთვლითი ოპერაციები და ბრძანებების გაცემა.

### 3. დასკვნა

კვლევების შედეგად წარმოდგენილია გაუმჯობესებული ტექნიკური კონცეფცია, რაც გულისხმობს:

1. მრავალფუნქციური ეგზოჩონჩხის კონსტრუქციის დამუშავებას, რომელიც ადამიანის საყრდენ-მამოძრავებელი სისტემის ბიომექანიკასთან აბსოლუტურ ჰარმონიაში იმყოფება, ამასთან ერთად, სხვადასხვა სიმაღლისა და პროპორციების მქონე მომხმარებელთათვის, არის ზომათა ფართო დიაპაზონში მორგებადი და ერგონომიული;
2. ბრუნვის სიმულატორის კონსტრუქციას, რომელიც ეგზოჩონჩხთან ერთად, სრულყოფილად უზრუნველყოფს, სხეულის სხვადასხვა კინემატიკური მდგომარეობის სიმულირებას;
3. ტექნიკური სისტემისთვის შესაბამისი ელექტრონული აპარატურის შერჩევასა და კონფიგურირებას.
4. ეგზოჩონჩხის მრავალფუნქციური ტექნიკური კონცეფციის, ყველა ფუნქციის შესაბამისი მმართველი ალგორითმის დამუშავებას.

კონცეფციის რეალიზაცია შესაძლებელს გახდის უბრალო მომხმარებელმა თუ კონკრეტულ საქმიანობის სფეროში დასაქმებულმა ადამიანმა, ერთი და იგივე ეგზოჩონჩხი გამოიყენოს სხვადასხვა ტიპის ფუნქციით, საჭიროებისდა მიხედვით.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Rubin J., Crockett R., Whole-body Human-computer Interface. Pub No.: US 2017/0083085 A1. Mar./23/2017, Appl. No.:15/372,362. Filed: Dec./7/2016.
2. ი. შურღაია, ლ. თედიაშვილი, მექატრონიკის საფუძვლები, ტექნიკური უნივერსიტეტი, თბილისი, 2018.
3. Y. Kim, H. Ko, B. Choe. Virtual Reality Infrastructure and its Application to Telerobotics. Comput. & Graphics. Vol.18. N5. Elsevier Science Ltd. Great Britain.1994.

## ASPECTS OF THE TECHNICAL CONCEPT OF A MULTIFUNCTIONAL EXOSKELETON

Sergi Dokhnadze, Tea Todua  
sergidokhnadze@gmail.com, teatodua1@gmail.com

Georgian Technical University

### Summary

Although the technical concept of the exoskeleton is already used in many fields, it is still in the process of development, therefore, many scientists or engineers are involved in this process. The article presents a new technical concept, the implementation of which will make it possible for ordinary consumers or people working in a specific field of activity to use the same exoskeleton with different functions, depending on the specific task.

## ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის ზოგადი მახასიათებლები და ფორმები

ბექა ბენდიანიშვილი, ვლადიმერ კეკენაძე  
bendianishvilibeqa@gmail.com, v.kekenadze@gtu.ge  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის ზოგადი მახასიათებლებისა და ფორმების განხილვა უადრესად მნიშვნელოვანია, რადგან სიღრმისეული კვლევა და საკითხის ძიება მიგვიყვანს სწორ დასკვნებამდე, თუ რა უნდა გაკეთდეს ამ მიმართულებით, საბიბლიოთეკო მენეჯმენტისა თუ ინოვაციური პროდუქტების დანერგვის თვალსაზრისით. სამეცნიერო ღირებულებას განაპირობებს ის ფაქტი, რომ განხილულია ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის უმნიშვნელოვანესი მახასიათებლები და ფორმები. საინფორმაციო ტექნოლოგიების სწრაფად განვითარება ხელს უწყობს ბიბლიოთეკის მართვის პროგრამულ უზრუნველყოფასა და მხარდაჭერას. განხილულია ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის, ასევე საბიბლიოთეკო საქმის ინოვაციური ელემენტები. ასევე ისეთი მნიშვნელოვანი ფორმა, როგორცაა ღია ალტერნატივა.

**საკვანძო სიტყვები:** Open Source Software. პროგრამა. ბიბლიოთეკა. მართვის სისტემა.

### 1. შესავალი

ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის ზოგადი მახასიათებლების და ფორმების შესახებ შეიძლება ითქვას, რომ აღნიშნული საკითხი ერთ-ერთი აქტუალური თემაა თანამედროვე პერიოდში. საკითხს მნიშვნელობას სძენს ბიბლიოთეკის ავტომატიზაციის არსი. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფორმაა ღია ალტერნატივა (Open Source Software).

ღია წყაროს პირველი ფორმა 1970-იან წლებში განვითარდა. რიჩარდ სტალინი არის ამერიკელი პროგრამისტი, რომელიც მიიჩნევს, რომ წყაროების კოდისა და იდეების გაზიარება ფუნდამენტურია სიტყვის თავისუფლებისთვის. ფართოდ გამოიყენება "Unix" ოპერაციული სისტემის "თავისუფალი ვერსია". შედეგად "GNU" პროგრამა მოიცავს სპეციალურად შექმნილ გენერალურ საზოგადოებრივ ლიცენზიას (GNU GPL).

## 2. ძირითადი ნაწილი

ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის განხილვისას უმთავრესია მისი ფორმებისა და მახასიათებლების განხილვა, რადგანაც განვითარების დიდი პერსპექტივა აქვს.

ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფორმას წარმოადგენს ღია ალტერნატივა. ღია წყაროების კონცეფცია და ტექნოლოგიური ინფორმაციის თავისუფლად გაზიარება დიდი ხნით ადრე არსებობდა. მაგალითად, სამზარეულო რეცეპტების გაზიარება ხდებოდა ადამიანის კულტურის დასაწყისიდან. ღია წყაროს პირველი ფორმა 1970-იან წლებში განვითარდა. რიჩარდ სტალინი, ამერიკელი პროგრამისტი, რომელიც მიიჩნევს, რომ წყაროების კოდისა და იდეების გაზიარება ფუნდამენტურია სიტყვის თავისუფლებისთვის. ფართოდ გამოიყენება "Unix" ოპერაციული სისტემის "თავისუფალი" ვერსია“. შედეგად "GNU" პროგრამა გამოვიდა სპეციალურად შექმნილი გენერალური საზოგადოებრივი ლიცენზიის ქვეშ (GNU GPL).

ჩამოყალიბდა მიდგომა სახელწოდებით "თავისუფალი პროგრამული უზრუნველყოფა". ამ კონტექსტში "თავისუფალი" ნიშნავს, რომ ვინმეს შეეძლება შეცვალოს პროგრამული უზრუნველყოფა. თუმცა "ღია პროგრამული" ნაკლებად სადავო და უფრო "ბიზნეს-მეგობრული" ტერმინი იყო [1].

ღია წყაროს (კოდის) შექმნა ეფექტურია ჯგუფური თანამშრომლობით. რომელიც შედგება ინდივიდუალური პროგრამისტების ან ინდივიდუალური ჯგუფის, ასევე ძალიან დიდი კომპანიებისგან.

"ღია წყაროები ხელს უწყობს პროგრამული საიმედოობასა და ხარისხს დამოუკიდებელი თანხმობის განხილვისა და კოდის სწრაფი ევოლუციის მხარდაჭერით." ღია წყაროების ძირითადი მახასიათებლებია:

1. ზოგადად ან თავისუფლად ჩამოტვირთულია;
2. მწარმოებელს, დეველოპერს არ აქვს უფლება მოითხოვოს როიალტის გავრცელება ან გამოყენება;
3. წყაროს კოდის ხელმისაწვდომობა მომხმარებლისთვის;
4. პროგრამული უზრუნველყოფის გავრცელება ინდივიდუალური პირის ან ჯგუფისთვის, რათა უზრუნველყოფილი იყოს პროგრამული წყაროს კოდი;
5. მას აქვს პროგრამის ორიგინალური სახელწოდების მიხედვით მოდიფიკაცია და წარმოდგენა;
6. პროგრამაში შეტანილი ობიექტების უფლებები არ უნდა იყოს დამოკიდებული პროგრამების კონკრეტული პროგრამული უზრუნველყოფის განაწილებაზე;
7. ლიცენზირებული პროგრამული უზრუნველყოფა არ შეიძლება შეიზღუდოს სხვა პროგრამებზე, რომლებიც მასთან ერთად ვრცელდება;
8. ლიცენზიის განაწილება არ უნდა იყოს კონკრეტული პროდუქტისთვის და ლიცენზია უნდა იყოს ტექნოლოგიურად ნეიტრალური და ა.შ.

აღსანიშნავია აგრეთვე ინტეგრირებული საბიბლიოთეკო სისტემა - OpenBiblio (ბიბლიოთეკის ელექტრონული კატალოგის შესაქმნელი პროგრამა). ეს კი თანამედროვე სტანდარტებთან არის შესაბამისობაში [2].

ღია პროგრამული უზრუნველყოფა კოლექტიური მოქმედება: ღია პროგრამული უზრუნველყოფის ფილოსოფია ძალიან მარტივია. როდესაც შესაძლებელია თავისუფლად მუშაობა პროგრამის კოდის შესახებ, ეს აუცილებლად გაუმჯობესდება, რადგან თანამშრომლობა ხელს

უწყობს შეცდომების გამოსწორებას. საზოგადოების წვლილი არის გასაღები ნებისმიერი ღია განაწილებისა.

### 3. დასკვნა

ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის ზოგადი მახასიათებლებისა და ფორმების შესახებ საკითხის ღრმა ანალიზს დიდი მნიშვნელობა აქვს. თანამედროვე პერიოდში, სწრაფად განვითარებად გარემოში, შესამჩნევია აღნიშნული სფეროს განვითარება. სწორედ, რომ სრულყოფილი მონაცემების საშუალებით დასკვნების გამოტანა ისეთ აქტუალურ საკითხზე, როგორცაა ბიბლიოთეკის მართვის სისტემის შესახებ, ძალზედ აქტუალურია. ღია პროგრამული უზრუნველყოფა კოლექტიური მოქმედება: ღია პროგრამული უზრუნველყოფის ფილოსოფია ძალიან მარტივია. როდესაც შესაძლებელია თავისუფლად მუშაობა პროგრამის კოდის შესახებ, ეს აუცილებლად გაუმჯობესდება, რადგან თანამშრომლობა ხელს უწყობს შეცდომების გამოსწორებას. საზოგადოების წვლილი არის გასაღები ნებისმიერი ღია განაწილებისა.

### ლიტერატურა – References:

1. Granthalaya G., Sangh S. National Library. Seminar and Library 29th Conference. <https://publons.com/journal/952363/gujarat-granthalaya-seva-sangh-national-library-se/>
2. ინტეგრირებული საბიბლიოთეკო სისტემა OpenBiblio. Internet resource: <http://www.gela.org.ge/foss/openbiblio> (28.04.21)

## GENERAL CHARACTERISTICS AND FORMS OF LIBRARY MANAGEMENT SYSTEM

Beka Bendianishvili, Vladimer Kekenadze

bendianishvilibeqa@gmail.com , v.kekenadze@gtu.ge

Georgian Technical University

### Summary

Discussing the general features and forms of the library management system is extremely important, as in-depth research and research will lead to the right conclusions about what needs to be done in this regard, in terms of library management or the introduction of innovative products. The scientific value is due to the fact that the most important features and forms of the library management system are discussed. The rapid development of information technology contributes to the management and support of library management software. Innovative elements of the library management system as well as the library case are discussed. As well as an important form such as Open Source Software.

## მოთხოვნებისა და დავალებების მართვის სისტემა

ანზორი ქევიშვილი

akevkhishvili@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია საინფორმაციო ტექნოლოგიების მეშვეობით მოთხოვნებისა და დავალებების სისტემის შემუშავებისა და გამართვის პრინციპები. მოყვანილია პროგრამული სტრუქტურა და ნაჩვენებია მოქმედების თანმიმდევრული სქემა.

**საკვანძო სიტყვები:** მართვის სისტემა. ინფორმაციული ტექნოლოგია. კომპიუტერული პროგრამა. პროგრამული უზრუნველყოფა. მომხმარებლის მოთხოვნა. დავალება.

### 1. შესავალი

თემის მთავარი მიზანია ისეთი პროგრამული უზრუნველყოფის ჩამოყალიბება, რომელიც მაქსიმალურად ეფექტურად მოახდენს მომხმარებლის მოთხოვნების სწრაფად მიტანას შემსრულებელ ერთეულებამდე. ეს პროცესი გულისხმობს:

1. მომხმარებლისთვის მარტივი და ფუნქციონალური მოთხოვნების ან/და დავალებების გვერდის შექმნას, რომელთანაც წვდომა მომხმარებელს ექნება რამოდენიმე;

2. მომხმარებლის მიერ მომსახურე ორგანიზაციული ერთეულებისთვის გაგზავნილი ინფორმაციის სწრაფად მიწოდება;

3. მომხმარებლების მიერ გაგზავნილი მოთხოვნების დახარისხება. ამ პუნქტის შესრულება საჭიროა მოხდეს ავტომატურად სერვერის მიერ რომელიც წინასწარ განსაზღვრული ალგორითმით, შემოსულ მოთხოვნებს დაახარისხებს და გადასცემს შესაბამის ორგანიზაციულ ერთეულს ან ერთეულებს, ხოლო იმ მოთხოვნებს რომელთა დახარისხება ვერ მოხდება, ცალკე ლისტით მიაწვდის პროგრამის მომსახურე ერთეულს, რომელიც მოახდენს ამ მოთხოვნის დამუშავებას და შესაბამისი ორგანიზაციული ერთეულისთვის ან პიროვნებისთვის გადაცემას. ასევე მოახდენს ამ მოთხოვნის დახარისხებას და შემდგომი მსგავსი სიტუაციის ავტომატიზაციისთვის ამ მოთხოვნას დაამატებს მოთხოვნების საერთო ბაზაში რათა შემდგომში იგივე ტიპის მოთხოვნა პირდაპირ მოხვდეს შესრულებელ ერთეულთან, პროგრამის მომსახურე პირს გვერდის ავლით;

4. მომსახურე პირის ან ორგანიზაციული ერთეულის მიერ მოთხოვნაზე სწრაფი და ეფექტური რეაგირების მოხდენის უზრუნველყოფა;

5. პროგრამის მეშვეობით ზედამხედველი პირების მიერ მოთხოვნების შესრულების მონიტორინგი;

6. პროგრამის მეშვეობით მოხდეს წლიური,კვარტალური,ყოველთვიური, ან დროის განსაზღვრული მონაკვეთის რეპორტის ამოღება, როგორც საერთო ისე სტრუქტურული ერთეულების მიხედვით. ეს შეიძლება იყოს როგორც პროგრამაში ვიზუალურად ჩვენება ისე რომელიმე რედაქტორში (excel, word, pdf ან სხვა ფორმატში) ექსპორტის გატანა.

### 2. ძირითადი ნაწილი: პროგრამის სტრუქტურა

#### 2.1 მომხმარებლის რეგისტრაცია

პირველ რიგში მოხდება, პროგრამის ადმინისტრატორ(ებ)ის მიერ მომხმარებლების რეგისტრაცია სადაც იქნება მითითებული მომხმარებელთან საკონტაქტო ინფორმაცია და მისი კუთვნილება/კავშირი სტრუქტურულ ერთეულთან.

ან მომხმარებლები თვითონ შეიყვანენ მოთხოვნილ ინფორმაციას და შემდგომ ადმინისტრატორი გაააქტიურებს მომხმარებელს



### 2.1.1 მოთხოვნის შევსება და გადაგზავნა

მოთხოვნის, პრობლემის ან სხვა საკითხის წარმოშობის დროს, რომელიც საჭიროებს გადაწყვეტას სხვა პიროვნების ან ორგანიზაციული სტრუქტურის მიერ შედგება მოთხოვნის მიმართვა. ამ მიმართვის შესავსებად გარკვეულ ვებ მისამართზე იქნება განთავსებული სპეციალური ფორმა, რომელშიც გათვალისწინებული იქნება მომხმარებლის მიერ შესავსები ველები:

- ქეისები (წინასწარ სტრუქტურირებული ქეისის შაბლონები) რომლებიც შემდგომ განსაზღვრავს თუ რომელ სტრუქტურულ ერთეულ(ებ)ს გადაეგზავნებათ მოთხოვნა შესასრულებლად;
- იმ შემთხვევაში თუ საჭირო ქეისის შაბლონი არ აღმოჩნდება ჩამონათვალში, მომხმარებლის მიერ იქნება ჩაწერილი ახალი ქეისის დასახელება მისთვის მისაღები ენით და შემდგომ ვებ პროგრამის ზედამხედველის მიერ, რომელიც განიხილავს შაბლონს გარე ქეისებს, ეს ქეისი იქნება დაკორექტირებული და დამატებული ქეისების საერთო ცხრილში.

### 2.1.2 მომხმარებლის მხრიდან ქეისის გახსნის სტრუქტურა.

- 1) ვებ მისამართზე შესვლისას მოხდება მომხმარებლის IP მისამართის განსაზღვრა;
- 2) განსაზღვრული IP მისამართის შედარება მონაცემთა ბაზაში არსებულ IP მისამართებთან;
- 3) თუ IP მისამართი შეესაბამება მონაცემთა ბაზაში არსებულ მისამართს, ამ ჩანაწერის მიხედვით მოხდება მომხმარებლის ინფორმაციის ამოღება მაგალითად(სახელი, გვარი,მეილი,ტელეფონი და ა.შ) და მომხმარებლის გადაყვანა ქეისის შესავსებ გვერდზე.

3.1 თუ IP მისამართი არ არის მოყვანილი მონაცემთა ბაზაში, მაშინ მოხდება მომხმარებლის გადამისამართება აუთენტიფიკაციის გვერდზე, რომლის წარმატებით გავლის შემდეგ გადამისამართდება ქეისის შესავსებ გვერდზე.

4. ქეისის შესავსებ გვერდზე მოხდება საჭირო ინფორმაციის შევსება და მისი გადაგზავნა შემდგომი დამუშავებისთვის.

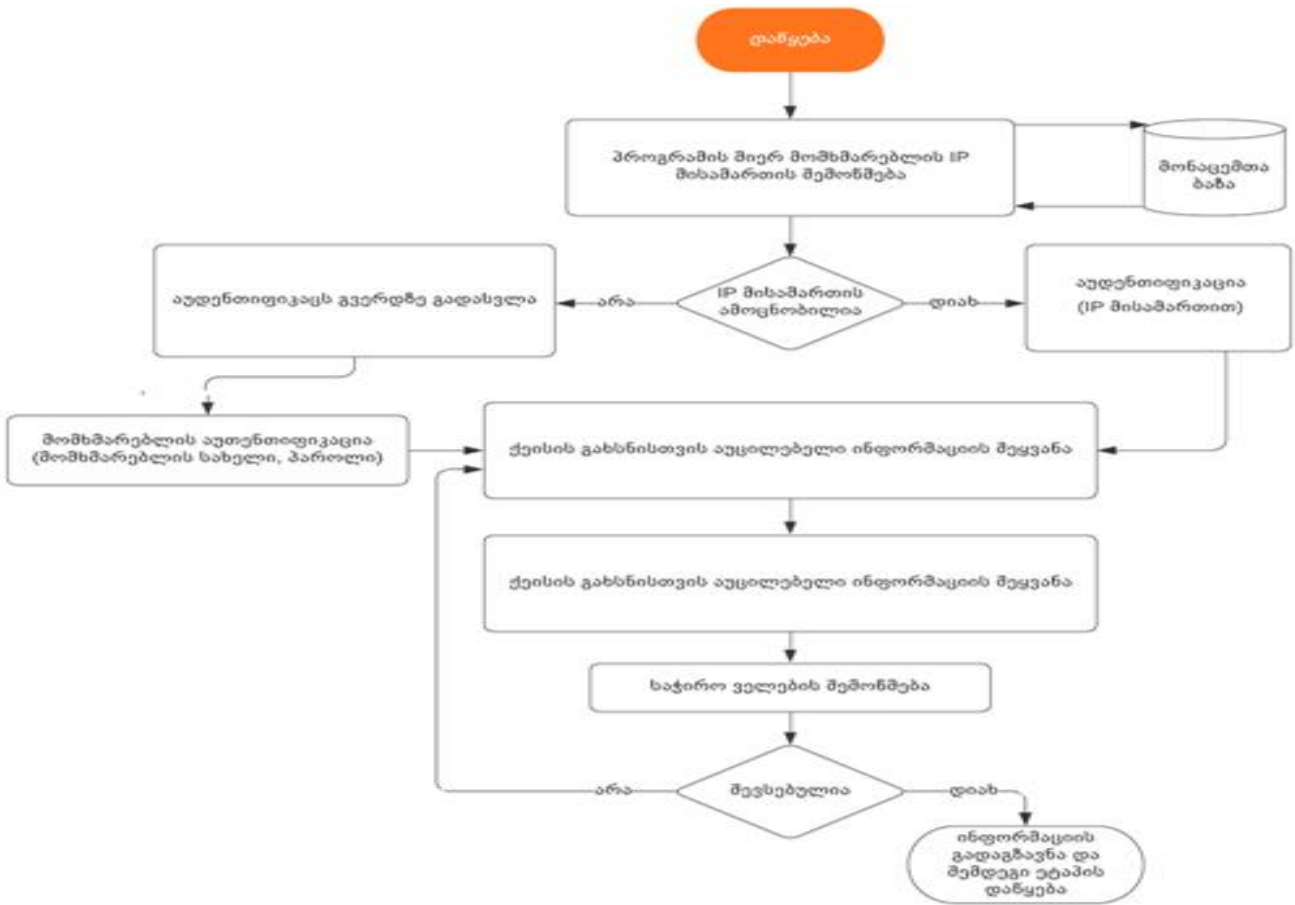
4.1 თუ გაგზავნილ ინფორმაცია არასრულად არის შევსებული მოხდება შეცდომის უკან დაბრუნება და მომხმარებლის გაფრთხილება, რომ საჭიროა საჭირო ინფორმაციის მითითება;

4.2 თუ ქეისების ჩამონათვალში მომხმარებელმა ვერ იპოვა მოთხოვნის შესატყვისი ქეისი, მომხმარებელს შესაძლებლობა ექნება დაამატოს ცარიელი ველი სადაც თვითონ გაწერს საჭირო ქეისს და შემდგომში ეს ქეისი იქნება განხილული პროგრამის მომსახურე პირის მიერ.

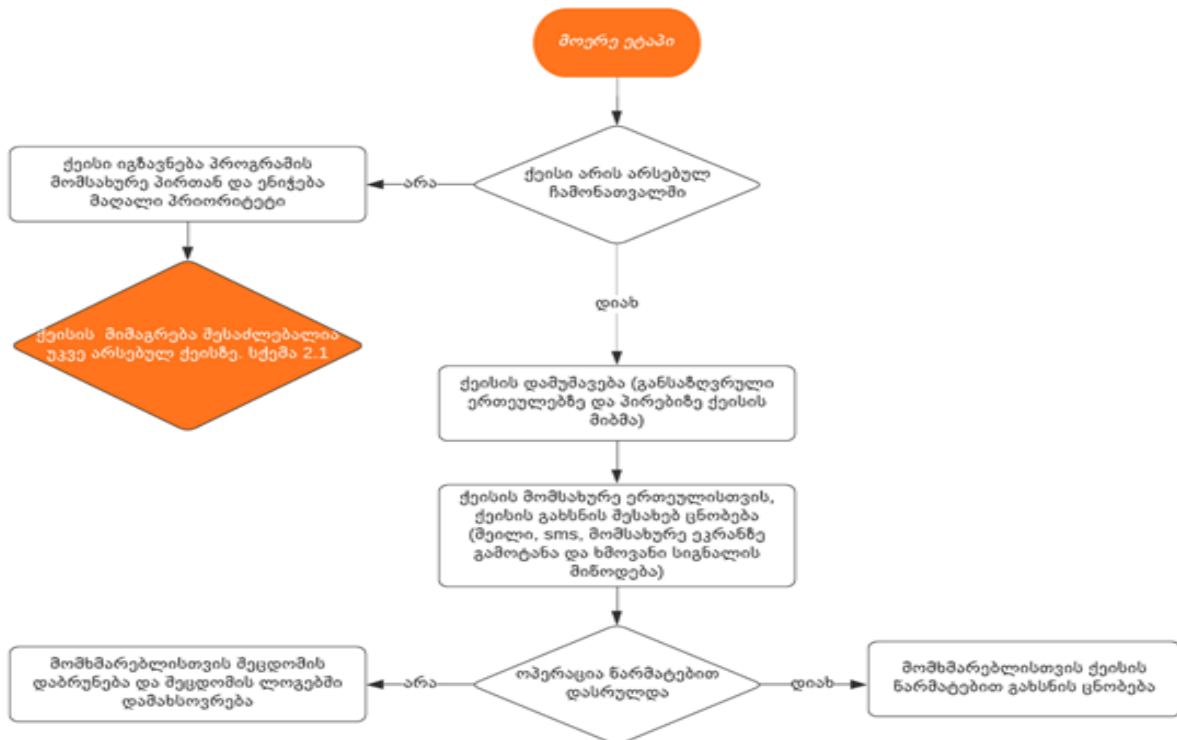
### 5. მეორე ეტაპის დაწყება

5.1 მეორე ეტაპის დასაწყისში აპლიკაცია შეამოწმებს არის თუ არა გადმოცემული ქეისის ვარიანტი რეგისტრირებული მონაცემთა ბაზაში და განახორციელებს შემდეგ ქმედებებს;

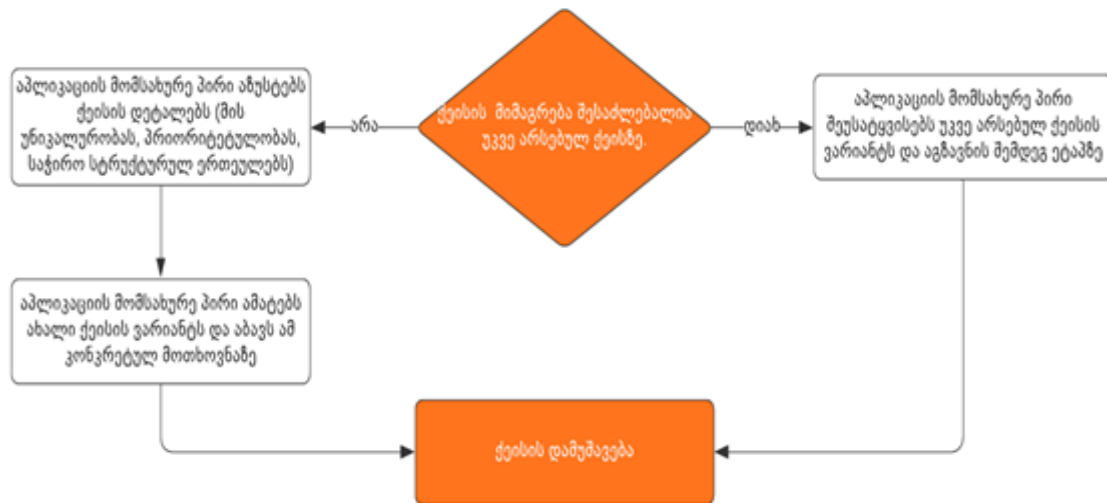
5.2 თუ ქეისი უკვე რეგისტრირებულია მოხდება მისი პრიორიტეტის განსაზღვრა, შემდეგ შემოწმდება რა სტრუქტურული ერთეულები ან/და პიროვნებები არიან წინასწარ დაკავშირებული ამ ქეისთან და მოხდება მათთვის ამ ქეისის მიხედვით ასევე მიხედვით შემდეგ მოხდება მათთვის ცნობება ახალი ქეისის გახსნის შესახებ, მაგალითად, მეილით, sms შეტყობინებით, ასევე ქეისი აისახება როგორც მომხმარებლების პირად გვერდზე ისე საერთო ქეისებისთვის განკუთვნილ ეკრანზე და განთავსდება მისთვის მინიჭებული პრიორიტეტის შესაბამისად, პრიორიტეტულად მაღლა ან პრიორიტეტულად დაბლა (ნახ.1-3).



ნახ.1. სქემა 1.0



ნახ.2. სქემა 2.0



ნახ.3. სქემა 2.1

6. თუ ქეისი რეგისტრირებული არ არის, მოხდება მისი გადამისამართება აპლიკაციის მომსახურე პირთან ან სტრუქტურულ ერთეულთან რათა იქნეს განხილული

6.1 განხილვის შედეგად შეიძლება მივიშოთ შემდეგი ვარიანტები:

6.1.1 ქეისის შესატყვისება შეიძლება მოხდეს მონაცემთა ბაზაში უკვე არსებულ ერთერთ, წინასწარ განსაზღვრულ ქეისთან, რომელიც მომხმარებელმა შესაძლოა ვერ შეამჩნიოს ან არ ესმოდეს მისი შინაარსი. ასეთ შემთხვევაში მოხდება ამ კონკრეტული მოთხოვნის არსებულ ქეისის ვარიანტზე მიბმა და პროცესი გადამისამართდება სტრუქტურულ ერთეულზე.

6.1.2 ქეისი არ შეესატყვისება მონაცემთა ბაზაში არსებულ ვარიანტებს. ამ შემთხვევაში აპლიკაციის მომსახურე პირი აზუსტებს ქეისის დეტალებს, აზუსტებს საჭირო მომსახურე პერსონალს, ქეისის პრიორიტეტს და ქმნის ახალი ქეისის ვარიანტს. ამის შემდეგ ამაგრებს ახლად შექმნილ ქეისი ვარიანტს, მომხმარებლის მიერ გამოგზავნილ, ქეისს და აგზავნის შემდეგი ეტაპის გასავლელად

7. ამ ეტაპზე აპლიკაცია ამოწმებს ქეისის კავშირს სტრუქტურულ ერთეულთან და პირებთან, მისი პრიორიტეტის განსაზღვრას, ქეისის ჩაწერას მონაცემთა ბაზაში და ქეისის გახსნის შესახებ ინფორმაციის ცნობებას დაინტერესებლი პირებისთვის, მეილით, sms შეტყობინებით ან სხვა მეთოდით.

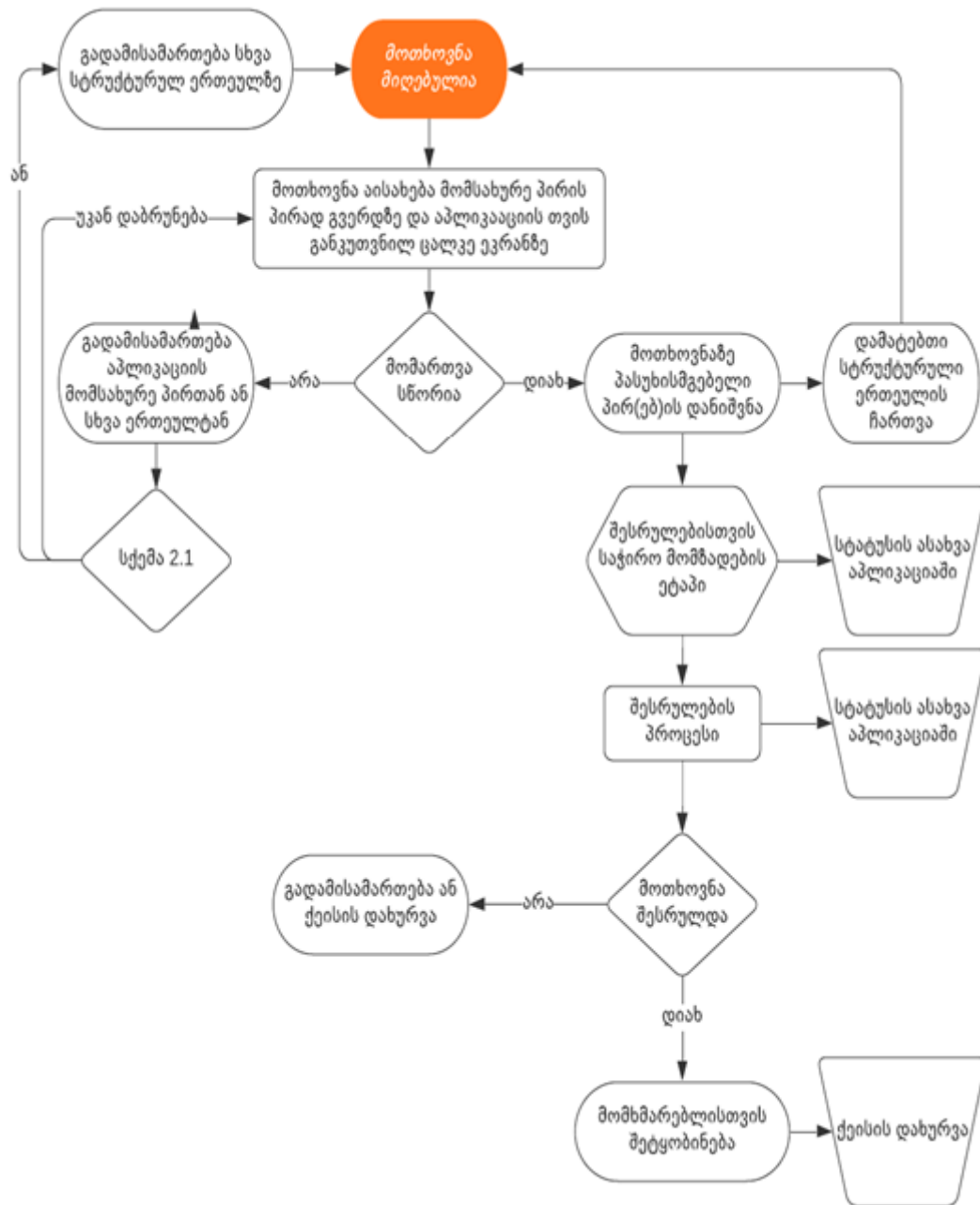
7.1 ქეისი ასევე აისახება ქეისებისთვის განკუთვნილ მონიტორზე კონკრეტულად იმ სტრუქტურულ ერთეულში, რომელსაც ეს ქეისი ეხება და იმ პრიორიტეტით რომელიც არის განსაზღვრული.

8. პროცესის დასრულების შემდეგ აპლიკაცია მომხმარებელს ატყობინებს ქეისის გახსნის წარმატებით დასრულების შესახებ და უჩვენებს მის მიერ გახსნილ, აქტიურ ქეისებს, სადაც შეიძლება თვალყური ადევნოს მათი შესრულების პროცესს ან შეცდომის ან უარყოფის შემთხვევაში ასევე დაუბრუნებს ინფორმაციას წარუმატებლობის მიზეზების გამო და ამ შემთხვევას შეინახავს ლოგებში.

2.1.3 მომსახურე პერსონალის მხარის სტრუქტურა (ნახ.4).

1) ახალი ქეისი აისახება წინასწარ განსაზღვრული ლოგიკით შედგენილ პირთა პირად გვერდზე და ასევე აპლიკაციის მომსახურე ცალკე მონიტორზე სადაც თავსდება ყველა შემოსული და აქტიური სტატუსის მქონე ქეისი

2) თუ ქეისის განხილვის შედეგად სტრუქტურული ერთეული ჩათვლის, რომ ქეისი არასწორად არის მიმაგრებული ამ კონკრეტულ სტრუქტურულ ერთეულზე ან პიროვნებაზე მოხდება მისი გადამისამართება აპლიკაციის მომსახურე პირთან და დაიწყება მისი გადამისამართების პროცესი რომლის შედეგადაც ან დაინიშნება ახალი პასუხისმგებელი ერთეული ან ქეისი დაუბრუნდება უკან იგივე ერთეულს.



ნახ.4. სქემა 3.0

3. თუ ქეისი სწორად არის მიმაგრებული ერთეულს მოხდება მის შესრულებაზე პასუხისმგებელი პირის ან პირების დანიშვნა რომლებიც შემდგომში განაგებენ ამ კონკრეტული ქეისის შესრულების დეტალებს

3.1 არასაკმარისი კომპეტენციის ან ნაწილობრივი საჭიროების შემტხვევაში შესაძლოა ქეისის შესრულებაში ჩაერთოს სხვა სტრუქტურული ერთეულიც და მოხდეს მასში არსებული პირების ჩართვაც ამ პროცესში.

4. ამის შემდეგ იწყება ქეისის შესრულების პროცესი და ამ პროცესის მსვლელობის შესახებ ინფორმაცია შესაძლოა აისახოს აპლიკაციაში, რათა მომხმარებელს ქონდეს საშუალება მონაწილეობა მიიღოს ან ინფორმაცია ქონდეს ამ პროცესის შესახებ.

5. შესრულების პროცესში შესაძლოა საჭირო გახდეს უკუ კავშირის არსებობა რათა მოხდეს მომხმარებლის მხრიდან დამატებითი ინფორმაციის მოძიება რაც შეიძლება მოხდეს აპლიკაციაში არსებული მესენჯერის, მეილის ან შეტყობინების გაგზავნის მეშვეობით.

6. ქეისის შესრულების პროცესის დასრულების შემდეგ მომხმარებელს მიეწოდება ინფორმაცია იმის შესახებ თუ რა რეზულტატით დასრულდა პროცესი

### 3. დასკვნა

1. ასეთი შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფით შესაძლებელია ორგანიზაციაში დავალებების ეფექტურად მართვა და ავტომატიზაცია, მათი დროულად მიწოდება შესაბამის ერთეულებზე, შესრულების პრიორიტეტების განსაზღვრა და შესრულების პროცესის დაგეგმვა;

2. ყველა ბიზნესპროცესისთვის მნიშვნელოვანია იმის ცოდნა თუ რამდენად ეფექტურად მუშაობს ორგანიზაციის ესა თუ ის რგოლი. ასე, რომ ყოველწლიური, კვარტალური, თვიური თუ დღიური ინფორმაცია იმის შესახებ თუ რა პროცესები მიმდინარეობს და როგორ ხდება მათი შესრულება, ბევრად ამარტივებს შემდგომი ოპერაციების განხორციელებას. ამრიგად აპლიკაციის მეშვეობით შესაძლებელია წინასწარ გათვლილი პერიოდით ან არჩევითი პერიოდით რეპორტის ამოღება და მისი გათვალისწინებით შემდგომი ბიზნეს პროცესის დაგეგმვა.

### ლიტერატურა-References :

1. Cisco documentation. [https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960/-software/release/15-0\\_1\\_se/configuration/guide/scg2960/swipstatrout.pdf](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960/-software/release/15-0_1_se/configuration/guide/scg2960/swipstatrout.pdf)
2. Laravel 5 Essentials Paperback – April 28, 2015 - Martin Bean
3. MySQL 8 Administrator's Guide by Chintan Mehta, Ankit Bhavsar, Hetal Oza, Subhash:

## REQUIREMENTS AND TASKS MANAGEMENT SYSTEM

Anzori Kevkhisvili

akevkhisvili@gtu.ge

Georgian Technical University

### Summary

With such software, it is possible to effectively manage and automate tasks in the organization, deliver them in a timely manner to the relevant units, determine performance priorities and plan the execution process. It is very important for all business processes to know how effectively this or that part of the organization works, so the annual, quarterly, monthly or daily information on what processes are going on and how they are performed, greatly simplifies the implementation of further operations. In that way, through the application, it is possible to retrieve the report with a pre-calculated period or optional period and plan a further business process according to it.

## ციფრული მოქალაქეობის ასპექტები

ოლღა ხუციშვილი, თეა ხუციშვილი, ბესარიონ ციხელაშვილი  
o.khutsishvili@gtu.ge, t\_khutsishvili@gtu.ge, B.Tsikhelashvili@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია საკითხები, თუ რა უნდა იცოდნენ სტუდენტებმა ციფრული მოქალაქეობის შესახებ. ციფრული ტექნოლოგია სტუდენტების ყოველდღიური ცხოვრების აუცილებელი შემადგენელი ნაწილია. კომპიუტერი, ტელეფონი და სხვა ელექტრონული მოწყობილობები სასიცოცხლოდ აუცილებელ მნიშვნელოვან ფუნქციას იძენს პანდემიის პირობებში. სტუდენტებისათვის აუცილებელია ციფრული სამყაროს წესების შესწავლა, რათა ჩამოყალიბდნენ უსაფრთხო და პასუხისმგებლობის მქონე ციფრულ მოქალაქეებად.

**საკვანძო სიტყვები:** ინფორმაციული ტექნოლოგიები, ციფრული მოქალაქე, უსაფრთხოება, კომუნიკაცია, წიგნიერება.

### 1. შესავალი

თანამედროვე ციფრული ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარება XXI საუკუნეში არღვევს მკაფიო საზღვრებს რეალურ და ვირტუალურ სამყაროს შორის. ადამიანები არ არიან შეზღუდულები ციფრული კომუნიკაციის საშუალებებით მოქმედებაში. კორონავირუსით გამოწვეულმა კრიზისმა ნათელი გახდა გლობალური საზოგადოების თანამშრომლობის აუცილებლობა. ამასთან, ციფრული სამყარო უამრავ გამოწვევას იძლევა, რომელიც სცილდება ტერიტორიულ და ტრადიციულ საზღვრებს.

ციფრული მოქალაქეობის საკითხი მეტად მნიშვნელოვანია თანამედროვე სტუდენტებისათვის, ერთის მხრივ ონლაინ აქტივობის გაფართოების გამო, მეორეს მხრივ ონლაინ სწავლების პლატფორმის აუცილებლობის გამო. სტუდენტებს შეუძლიათ ისარგებლოთ ინტერნეტის და კომპიუტერის უზარმაზარი უპირატესობებით, მაგრამ სჭირდებათ უნარ-ჩვევები რომ გახდნენ ციფრული მოქალაქეები.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ციფრული მოქალაქეები არიან მოქალაქეები, რომლებიც სწორად და ეფექტურად იყენებენ ციფრულ ტექნოლოგიებს. ციფრული მოქალაქეობა ეფუძნება უფლებებს, ძირითადად ეს არის ინტერნეტით სარგებლობის უფლება; ინფორმაციის მოძიება, მიღება და გადაცემა; ციფრული მონაცემების შექმნა და გამოქვეყნება; ციფრული ნამუშევრების გამოყენება; პირადი მონაცემების დაცვა; პირადი ცხოვრების უსაფრთხოება, დაცვა და კონფიდენციალურობა. ციფრული მოქალაქეობა წარმოადგენს უფლებების, მოვალეობებისა და უნარების ერთობლიობას ციფრულ გარემოში, ხოლო ციფრული უნარ-ჩვევები, ცოდნა და კომპეტენციები აუცილებელი პირობაა ციფრული კომუნიკაციის სრული წვდომისათვის.

ციფრული მოქალაქეობის ეთიკური სტანდარტები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სტუდენტებისათვის, რადგან ისინი ხშირად იყენებენ ციფრულ ტექნოლოგიებს, თუმცა კარგად ვერ ერკვევიან გარკვეულ საკითხებში. სტუდენტებისათვის აუცილებელია ციფრული უნარ-ჩვევების ცოდნა და გამოცდილების მიღება ონლაინ რეჟიმში სწორად და პასუხისმგებლობით მოქმედებისათვის.

ციფრული მოქალაქეობის საკითხებზე სტუდენტებთან მუშაობისას საჭიროა განვიხილოთ შემდეგი ტიპის კითხვები:

➤ **უსაფრთხო პაროლი.** იციან თუ არა სტუდენტებმა უსაფრთხო პაროლის შექმნა? გააზრებული აქვთ თუ არა სტუდენტებს რომ ელექტრონულ ფოსტასა და ონლაინ ბანკინგს უნდა ჰქონდეს უსაფრთხოების უფრო მარალი დონე და არ გამოიყენონ ერთიდაიგივე პაროლები? ესმით თუ არა პაროლის დამახსოვრების უსაფრთხო გზები?

➤ **კონფიდენციალურობა.** პირადი ინფორმაცია არის ინფორმაცია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია პირის იდენტიფიკაცია. იციან თუ არა სტუდენტებმა როგორ დაიცვან პირადი ინფორმაცია? იცის თუ არა სტუდენტმა რა არის პირადი ინფორმაცია – მისამართი, ელ.ფოსტა, ტელეფონი? ესმით თუ

არა სტუდენტებს, თუ როგორ ადევნებენ თვალყურს ვებსაიტები ვებგვერდების გამოყენების ჩვევებს და როგორ აკონტროლებენ მათ კონფიდენციალურობის პარამეტრებს?

➤ **პირადი ინფორმაცია.** იციან თუ არა სტუდენტებმა რა არის პირადი ინფორმაცია? იციან, თუ არა რატომ უნდა აირჩიონ, ვის გაუზიარონ თავიანთი პირადი ინფორმაცია? მიუხედავად იმისა, რომ ეს ინფორმაცია (როგორცაა ოჯახის წევრების სახელები, საყვარელი საკვები ან ცხოველის სახელი) არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას თქვენი იდენტიფიკაციისთვის, თუმცა მაინც უნდა შევარჩიოთ ვის გაუზიარებთ მას;

➤ **ფოტოსურათები.** იციან თუ არა სტუდენტებმა, რომ სურათების განთავსებისას ფოტოზე შეიძლება გამოჩნდეს ზოგიერთი პირადი დეტალი (მაგალითად, სანომრე ნიშნები ან ქუჩის დასახელება)? ესმით თუ არა სტუდენტებს რა არის გეოთაგირება (Geotagging)? იციან თუ არა როგორ უნდა გამორთონ გეოთაგირების (Geotagging) ფუნქცია მათ მიერ გამოყენებულ ვებ – გვერდებზე?

➤ **საავტორო უფლებები.** ესმით თუ არა სტუდენტებს საავტორო უფლებები, Creative Commons და როგორ შექმნან საკუთარი საქმიანობის ლიცენზია? პატივს სცემენ თუ არა სტუდენტები ინტელექტუალური საკუთრების უფლებას? ხშირად სტუდენტი მოიძიებს Google Images-ს, დააკოპირებს და თვლის რომ მას აქვს გამოყენების უფლება. ზოგიერთ შემთხვევაში წყაროდ მიუთითებს "Google Images"-ს. სტუდენტებმა უნდა იცოდნენ, რომ Google Images აგროვებს მონაცემებს სხვადასხვა წყაროდან, სტუდენტებმა უნდა მოიძიონ წყარო, ნახონ აქვთ თუ არა ნამუშევრის გამოყენების ნებართვა და შემდეგ მოიყვანონ იგი.

➤ **ნებართვა.** იციან თუ არა სტუდენტებმა, როგორ მიიღონ ნებართვა მათ მიერ გამოყენებული ნამუშევრებისათვის?

➤ **დაცვა.** ესმით თუ არა სტუდენტებს რა არის ვირუსები, მავნე პროგრამები, ფიშინგი, გამოსასყიდი პროგრამა (Ransomware) და პირადობის მოპარვა და როგორ მუშაობენ ისინი? აცნობიერებენ თუ არა სტუდენტები, როგორ უნდა გამოიკვლიონ ელ. ფოსტით მიღებული ინფორმაცია, რომ დაადგინონ, არის თუ არა მათთვის ზიანის მომტანი?

➤ **პროფესიონალიზმი.** როგორ ესმით სტუდენტებს პროფესორთა პროფესიონალიზმი იმ გადაწყვეტილებებისგან, თუ როგორ იმოქმედებენ ისინი სოციალურ ცხოვრებაში? იციან თუ არა ონლაინ გრამატიკის წესი? რამდენად კომპეტენტურები არიან ისინი გლობალურად?

➤ **მუდმივობა (პერსონალური).** გადაწყვიტეს თუ არა სტუდენტებმა როგორ უნდათ საკუთარი თავის აღქმა ინტერნეტში? აცნობიერებენ თუ არა სტუდენტები, რომ მათ აქვთ "ციფრული ტატუ", რომლის წაშლა თითქმის შეუძლებელია? იციან თუ არა სტუდენტებმა, როგორ ინახავს საძიებო სისტემები ვებ – გვერდების ასლს? აცნობიერებენ თუ არა რა სახის ინფორმაციას აზიარებენ?

ადამიანი უნდა იყოს პასუხისმგებლობის მქონე მოქალაქე საზოგადოებაში, სწორედ ასეთივე კარგი მოქალაქე – ქსელში. სტუდენტები რომ გახდნენ ციფრული მოქალაქეები და კარგად ერკვეოდნენ ჩამოთვლილ საკითხებში სჭირდებათ გამოცდილება.

სტუდენტებმა საჭიროა იფიქრონ იმაზე, თუ რა სახის ინფორმაციას მოიძიებს ვინმე ინტერნეტში მათ შესახებ. აქვთ თუ არა ატვირთული რაიმე კომპრომატები მათი სოციალური მედიის პროფილში? დატოვეს სასაცილო ან შეურაცხმყოფელი კომენტარები სადისკუსიო ბლოგებში, რომელთა პოვნა მარტივია?

სტუდენტებს სჭირდებათ გამოცდილების გაზიარება და ინტერნეტით სხვებთან დაკავშირება სხვადასხვა გარემოში. სასწავლო გამოცდილებისთვის, სტუდენტებმა უნდა მიიღონ მონაწილეობა ერთობლივ სწავლებაში, ითანამშრომლონ სხვადასხვა პროექტებში. ციფრული მოქალაქეობა მოითხოვს თავად მოქალაქეების მონაწილეობას ამ საკითხების გადაწყვეტაში.

ციფრული მოქალაქეობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კოვიდ პანდემიის პირობებში, ქვეყნის მასშტაბით სტუდენტები სწავლას აგრძელებენ ვირტუალურად ან ჰიბრიდული სწავლების ფორმით. სტუდენტები იყენებენ თავიანთ ციფრულ მოწყობილობებს, უკავშირდებიან, თანამშრომლობენ და ქმნიან ციფრული საშუალებებით უფრო მეტს, ვიდრე ოდესმე.

სტუდენტებმა უნდა იცოდნენ რა არის კარგი და რა არის ცუდი. ციფრული მოქალაქეობის ერთ – ერთი მთავარი გაკვეთილია წესების დაცვა; შედეგების გაზიარება; ვირტუალური კონტაქტების გონივრული შერჩევა.

### 3. დასკვნა

სტუდენტებთან მუშაობისას საჭიროა ხაზი გაუსვას კრიტიკული აზროვნების მნიშვნელობას. გამოვიყენოთ სოციალური მედია სწავლისა და თანამშრომლობისთვის. მივცეთ რეკომენდაციები, თუ როგორ უნდა აიცილოთ თავიდან პლაგიატი. ვასწავლოთ სტუდენტებს საკუთარი პირადი ინფორმაციის მართვა. დავენმართ ციფრულად გაუმკლავდნენ ყურადღების გაფანტულობას. ჩამოვუყალიბოთ სხვებთან ერთობლივი მუშაობის უნარი, პიროვნული და გუნდური კომუნიკაციის ძლიერი უნარებით.

ციფრულმა მოქალაქეებმა უკეთ უნდა გაიგონ ციფრული გარემოს შესაძლებლობები და რისკები, მონაწილეობა მიიღონ ციფრული მოქალაქეობის უფლებებისა და მოვალეობების ფორმირებაში. ციფრული მოქალაქეობის აუცილებელი ელემენტებია: ნდობა, წვდომა, ანგარიშვალდებულება, უსაფრთხოება და გამჭვირვალობა.

### ლიტერატურა – References:

1. Vicki Davis. (2014). Reinventing Writing. The 9 Tools That Are Changing Writing, Teaching, and Learning Forever. Published June 27, by Routledge, 266 p.
2. Бродовская Е.В. Цифровые граждане, цифровое общество и цифровая гражданственность // Власть. 2019. Том 27. № 4. С. 65-69.
3. Ribble M. 2015. Digital Citizenship in Schools: Nine Elements All Students Should Know. Arlington: International Society for Technology in Education. 222 p.
4. Mattson K. 2017. Digital Citizenship in Action: Empowering Students to Engage in Online Communities. Arlington: International Society for Technology in Education 134 p.
5. Digital citizen. <https://en.wikipedia.org/>

## DIGITAL CITIZENSHIP ASPECTS

Olga Khutsishvili, Tea Khutsishvili, Besarion Tsikhelashvili  
Georgian Technical University

### Summary

The article discusses what students need to know about digital citizenship. Digital technology is an integral part of students' daily life. Computers, phones and other electronic devices take on vital functions during a pandemic. It is important for students to learn the rules of the digital world in order to become safe and responsible digital citizens.

## ეროვნული ვალუტის კურსის ცვლილების დინამიკა

ოლღა ხუციშვილი, თეა ხუციშვილი, თემურ მდივნიშვილი,

გიორგი სულაშვილი

[o.khutsishvili@gtu.ge](mailto:o.khutsishvili@gtu.ge), [t\\_khutsishvili@gtu.ge](mailto:t_khutsishvili@gtu.ge), [tmdivnishvili@bog.ge](mailto:tmdivnishvili@bog.ge), [g.sulashvili@gtu.ge](mailto:g.sulashvili@gtu.ge)

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია 2020 წლის ეროვნული ვალუტის გაცვლითი კურსის ანალიზი და გავლენა ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე, საქართველოს ეკონომიკის მთავარი გამოწვევების ანალიზი გაცვლითი კურსის ცვლილების პირობებში. საქართველოს ფინანსური სისტემის მაღალი დოლარიზაციის გათვალისწინებით, ძირითად ინტერესს იწვევს ლარის დოლართან მიმართებაში ნომინალური კურსის მოკლევადიანი რყევა. ნაშრომის მიზანია გაცვლითი კურსის გავლენის შეფასება კოვიდ პანდემიის პირობებში. ანალიზისათვის გამოყენებულია საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის, საქართველოს ეროვნული ბანკის, ფინანსთა სამინისტროს მონაცემები.

**საკვანძო სიტყვები:** ეროვნული ვალუტა. გაცვლითი კურსი. ფასების დონე. საპროცენტო განაკვეთი. რეგრესიული ანალიზი.



### 1. შესავალი

ეროვნული ვალუტის გაცვლითი კურსი არის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი, რომელსაც შეუძლია გავლენა იქონიოს ქვეყნის ეკონომიკურ მდგომარეობაზე, ფინანსურ სტაბილურობასა და სოციალურ კეთილდღეობაზე. ისეთ მაკროეკონომიკურ მაჩვენებლებთან ერთად, როგორცაა მთლიანი შიდა პროდუქტი, ინფლაცია და საპროცენტო განაკვეთი, გაცვლითი კურსი ასევე მნიშვნელოვან პარამეტრს წარმოადგენს ქვეყნის ეკონომიკის დახასიათებისთვის.

გაცვლითი კურსი წარმოადგენს სხვადასხვა ქვეყნის ვალუტების ფარდობით ფასს, რაც კურსის თავისუფალი ცურვის რეჟიმის პირობებში ბაზარზე უცხოური ვალუტის მოთხოვნა-მიწოდებით განისაზღვრება. ვალუტა და მისი ღირებულება ეკონომიკისათვის არის ცენტრალური კატეგორია. ის გავლენას ახდენს საერთაშორისო ვაჭრობაზე, ინვესტიციებზე, ფინანსებზე, მიგრაციაზე და სხვა მაკროეკონომიკურ მაჩვენებლებზე.

### 2. ძირითადი ნაწილი

გაცვლითი კურსის ქვეყნის ასახვად ეკონომისტები ძირითადად სამი ტიპის მახასიათებლებს იყენებენ: ფასების დონე, საპროცენტო განაკვეთი და საგადასახდო ბალანსი. 2020 წლის დასაწყისიდან კოვიდ პანდემიამ მსოფლიოსა და შესაბამისად საქართველოსაც ძლიერი დარტყმა მიაყენა. დაწესებულმა რეგულაციებმა სხვადასხვა სახის პროდუქტის და მომსახურების წარმოების ხარჯები გაზარდა, რაც თავის მხრივ ფასების ზრდაში აისახა. ფასების სტაბილურობის შესანარჩუნებლად და ლარის მსყიდველობითი უნარის დასაცავად ეროვნული ბანკის მიერ განხორციელდა საპროცენტო განაკვეთის ეტაპობრივად ცვლილება. ეროვნული ბანკის მიერ საპროცენტო განაკვეთის ცვლილებით ეკონომიკის მთლიანი ხარჯვის მოცულობასა და ინფლაციის მოლოდინებზე ზემოქმედება, ინფლაციის მიზნობრივ მაჩვენებელზე დაბრუნებას უზრუნველყოფს.

კვლევაში მოცემულია რეალური გაცვლითი კურსის ანალიზი ლარის დოლართან მიმართებაში. საჭიროა აღინიშნოს რომ ეროვნული ვალუტის გაცვლით კურსს განსაზღვრავს რიგი ფაქტორები, რომლებიც ახასიათებს სხვადასხვა დროით პერიოდს – გრძელვადიანი პერიოდი, საშუალოვადიანი და მოკლევადიანი პერიოდი. გაცვლითი კურსის განმსაზღვრელ ფაქტორებზე საუბრისას, მნიშვნელოვანია გავაცნობიეროთ, რომ მოკლევადიან პერიოდში მოქმედი ფაქტორები დიდად განსხვავდება საშუალო და გრძელვადიან პერიოდში მოქმედი ფაქტორებისგან. თუკი გაცვლით კურსზე გრძელვადიან პერიოდში სტრუქტურული ფაქტორების გავლენა დომინირებს, საშუალო ვადიან პერიოდში ციკლური, ხოლო მოკლევადიან პერიოდში ბაზრის მონაწილეთა მოლოდინები და ვალუტის მიმდინარე ტრანზაქციების საჭიროება ახდენს გავლენას.

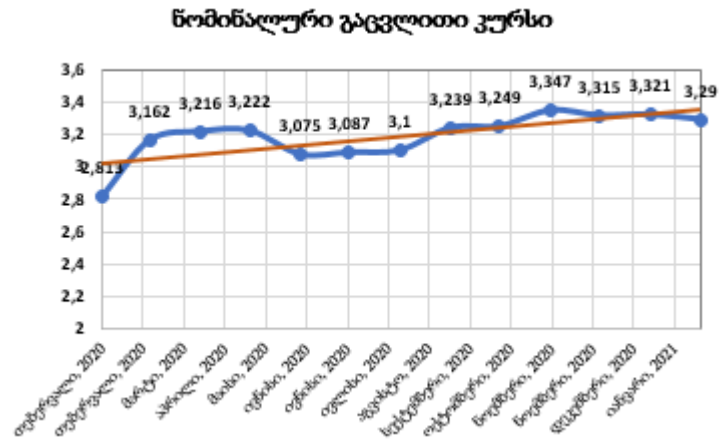
ეროვნული ვალუტის გაცვლითი კურსი USD/GEL		
თვეები	ყიდვა	გაყიდვა
თებერვალი, 2020	2,763	2,813
მარტი, 2020	3,063	3,162
აპრილი, 2020	3,148	3,216
მაისი, 2020	3,172	3,222
ივნისი, 2020	3,015	3,075
ივლისი, 2020	3,040	3,087
აგვისტო, 2020	3,050	3,100
სექტემბერი, 2020	3,181	3,239
ოქტომბერი, 2020	3,196	3,249
ნოემბერი, 2020	3,281	3,347
დეკემბერი, 2020	3,263	3,315
იანვარი, 2021	3,269	3,321
თებერვალი, 2021	3,279	3,329

ცხრილში მოცემულია რეალური გაცვლითი კურსის საშუალო მაჩვენებელი თვეების მიხედვით პერიოდში 2020 წლის თებერვალი - 2021 წლის თებერვალი.

2020 წლის პირველ და მეორე კვარტალში წინა კვარტალთან შედარებით, ლარის ნომინალური გაცვლითი კურსი აშშ დოლარის მიმართ - 7.3%-ით გაუფასურდა, მესამე კვარტალში - 1.1%-ით გამყარდა, ხოლო 2020 წლის მეოთხე კვარტალში ლარის ნომინალური გაცვლითი კურსი წინა კვარტალთან შედარებით აშშ დოლარის მიმართ 5.4%-ით გაუფასურდა ( წყარო: <http://www.nbg.ge/> ).

1-ელ ნახაზზე მოცემული ნომინალური გაცვლითი კურსის დინამიკა 2020 წლის პერიოდში. გრაფიკზე ნათლად გამოკვეთილია ზრდადი ტენდენცია. ეროვნული ვალუტის გაცვლითი კურსის ანალიზისათვის მონაცემები აღებულია მოკლევადიან პერიოდში (2020 წელი).

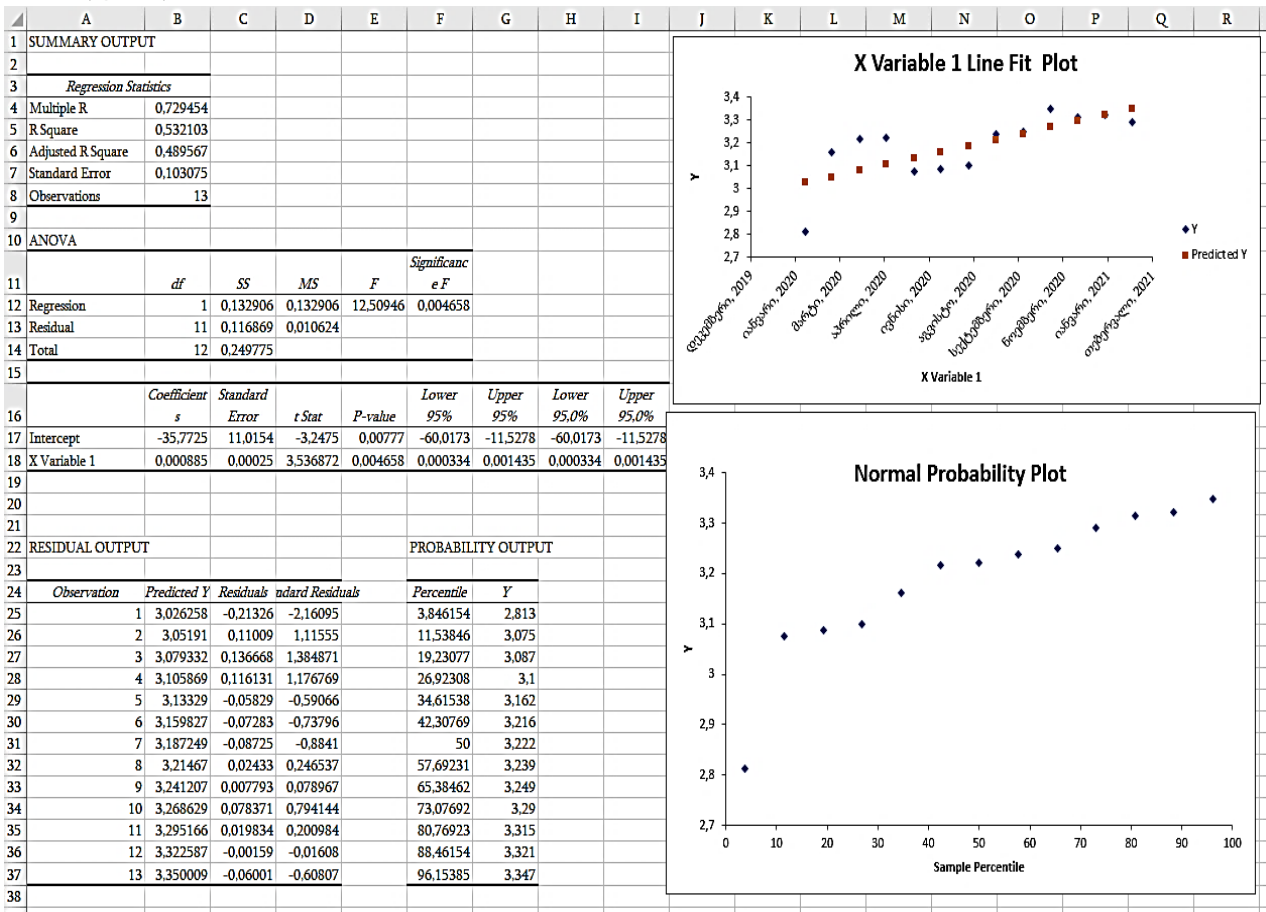
მოკლევადიან პერიოდში ვალუტის კურსის მერყეობა ხშირად ქაოტურია და უფრო მერყევი, ვიდრე მაკროეკონომიკური მახასიათებლები, რის გამოც ვერ ხერხდება სტაბილური კავშირის დადგენა მაკროეკონომიკურ ცვლადებსა და გაცვლითი კურსს შორის. შესაბამისად ქაოტური მოკლევადიანი მერყეობა ბაზარზე მოსალოდნელ კურსზე მყისიერ რეაგირებას იწვევს. მაგალითად, თუ ბაზარზე ცნობილი გახდა ინფორმაცია მოსალოდნელი კურსის გამყარების შესახებ, ინვესტორთა მხრიდან იზრდება მოთხოვნა მოცემულ ვალუტაზე, რაც თავის მხრივ მყისიერად აისახება გაცვლით კურსზე.



ნახ.1

მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდებში მნიშვნელოვანია ორ ცვლადს ან ორ შემთხვევით სიდიდეს შორის სტოქსტიკური დამოკიდებულების ანალიზი. ასეთი დამოკიდებულება აღიწერება შემთხვევითი სიდიდის განაწილების ფუნქციით, განაწილების კანონის ან განაწილების სიმკვრივის საშუალებით. კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი იძლევა შემთხვევით სიდიდეს შორის დამოკიდებულების დახასიათებას.

ჩვენს მიერ მოხდა რეგრესიული ანალიზი ვალუტის კურსის ცვლილების დინამიკის შესაფასებლად. მე-2 ნახაზის დიაგრამებიდან ვიზუალურად ჩანს შედეგების გაბნევა, გადახრები განაწილებულია ნორმალურად.



ნახ.2

### 3. დასკვნა

მოკლევადიან პერიოდში ვალუტის გამყარება ან გაუფასურება თანაბარ შესაძლებლიანი ხდომილობაა, ანუ სიმეტრიულად არის განაწილებული მიმდინარე მნიშვნელობის მიმართ. შესაბამისად, ითვლება, რომ თავისუფლად მცურავი კურსის პირობებში, როცა ტრანზაქციები შეუზღუდავია, გაცვლითი კურსის საუკეთესო მოკლევადიანი პროგნოზი მისი მიმდინარე განაკვეთია.

ნორმალური ალბათობის გრაფიკი მიგვითითებს იმაზე, რომ სეროზულ გადახრებს ადგილი არა აქვს და მოყვანილი მონაცემები ადექვატურად აღიწერება წრფივი რეგრესიული მოდელით. რეგრესიულ მოდელის განტოლების შედგენის შემდეგ შეგვიძლია გადავიდეთ პროგნოზირებაზე და შევარჩიოთ ოპტიმალური მოდელი.

### ლიტერატურა – References:

1. Ananiashvili I. (2012). Econometrics. Manual. Second completed and revised edition. Tbilisi, “Meridiani” (in Georgian)
2. Plata, P.A., Herrero, A.G. (2008). To Dollarize or De-dollarize. Consequences for Monetary Policy (No. 0808)
3. National Bank of Georgia. Annual Report. 2020. (in Georgian)
4. Monetary Policy Report, (2021). (April). National Bank of Georgia. <https://www.nbg.gov.ge/>
5. Monetary Policy Report. (2020). (November). National Bank of Georgia. <https://www.nbg.gov.ge/>

## DYNAMICS OF CHANGE IN THE NATIONAL CURRENCY EXCHANGE RATE

Olga Khutsishvili, Tea Khutsishvili, Temur Mdivnishvili,

Giorgi Sulashvili

Georgian Technical University

### Summary

The analysis of the national currency exchange rate for 2020 and the impact on economic indicators, analysis of the main challenges of the Georgian economy in the context of a change in the exchange rate are discussed. Given the high dollarization of Georgia's financial system, short-term fluctuations in the nominal exchange rate against the lari dollar are of great interest. The purpose of the article is to assess the impact of the exchange rate on the Covid pandemic. For the analysis, data from the National Statistical Office of Georgia, the National Bank of Georgia, and the Ministry of Finance are used.

## MANET-ის ენერგოეფექტურობა და საიმედოობა

ლაშა ნოზაძე, ნანი არაბული

Inozadze333@gmail.com, n.arabuli@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

წინამდებარე სტატია ეხება უკაბელო კომუნიკაციის ყველაზე მოქნილ და მარტივ მეთოდს. MANET (Mobile Ad-hoc Network) - მობილური მიზნობრივი ქსელი - არის დეცენტრალიზებული ტიპის ქსელი, სადაც თითოეული კვანძი ასრულებს, როგორც ჰოსტის (Host), ისე როუტერის ფუნქციას. სტატიაში ახსნილია MANET-ის ძირითადი მახასიათებლები და კრიტერიუმები, თუ რა დადებითი და უარყოფითი მაჩვენებლები აქვს ამ ტიპის ქსელს. ძირითადი აქცენტი გაკეთებულია ენერგოეფექტურობასა და საიმედოობაზე, რაც არის ის საკვანძო საკითხები რომლებიც აქილევსის ქუსლის როლს ასრულებს მობილური ქსელების განვითარებაში (და არამარტო) და განსაზღვრავს ქსელის სიცოცხლისუნარიანობას და მისადმი სანდოობას.

**საკვანძო სიტყვები:** უსადენო ტექნოლოგიები. მობილური ქსელი. MANET ქსელი.

### 1. შესავალი

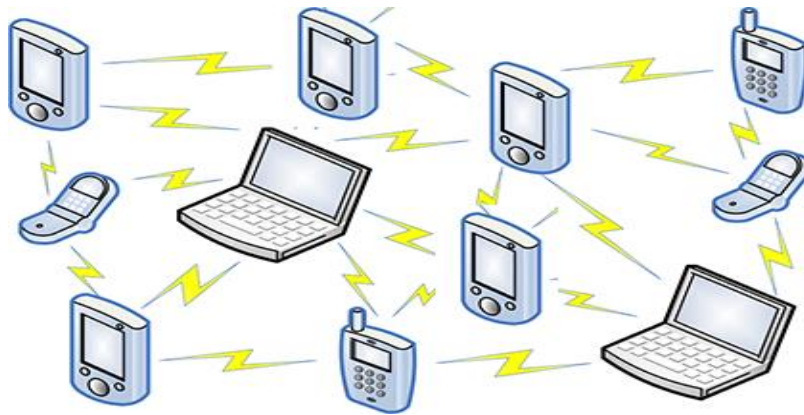
ადამიანები ოდითგანვე დიდ რესურსებს დებდნენ საკომუნიკაციო საშუალებების შექმნაში, დახვეწაში და მიგნებული ხერხების და მეთოდების სრულყოფაში. ბოლო წლებში მობილური ქსელები ძალიან დიდ ინტერესებს იწვევენ გაუმჯობესებული მოქნილობისა და შემცირებული ხარჯების გამო, ამიტომ მათი მახასიათებლების კვლევა და ანალიზი ძალზედ მნიშვნელოვანია მობილური ქსელების ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად. თემა, რომელსაც წინამდებარე სტატიაში შევეხებით არის MANET - Mobile Ad-hoc NETwork (მობილური მიზნობრივი ქსელი), რომელიც არ არის საზოგადოების ფართო მასებისთვის კარგად ცნობილი.

კომუნიკაციის აღნიშნული მეთოდი და ტექნოლოგია უკვე დანერგილი და გამოყენებულია ადამიანის მოღვაწეობის არაერთ დარგსა თუ ყოველდღიურობაში, დაწყებული სამხედრო კომუნიკაციის სისტემიდან დამთავრებული ჩვეულებრივი სმარტფონებით. რაოდენ გასაკვირიც არ უნდა იყოს ჩვენ შეიძლება ხელში გვეჭიროს მოწყობილობა, რომელსაც შეუძლია კავშირი დაამყაროს ახლოს მყოფ (და არამარტო) მოწყობილობებთან ყოველგვარი ინტერნეტის, ფიჭური თუ სატელიტური კავშირის გარეშე. MANET-ის ენერგოეფექტურობის და საიმედოობის დახვეწა და სრულყოფა მუდმივად მიმდინარეობს და დღითიდღე იძლევა ოპტიმისტური განწყობის საფუძველს იმისათვის, რომ ქსელმა ხანგრძლივი დროით შეინარჩუნოს „სიცოცხლე“ და გახდეს მეტად საიმედო.

აქვე თამამად შეიძლება აღინიშნოს, რომ MANET-ის შესახებ რაიმე მნიშვნელოვანი მასალები და კვლევები ქართულ ენაზე არ იძებნება, რაც დამატებით ღირებულებას ანიჭებს სტატიას და იძლევა იმის საშუალებას, რომ იგი გამოსადეგი იყოს როგორც ამ თემასთან პროფესიით ან სასწავლო მოდულით დაკავშირებულ, ან უბრალოდ დაინტერესებული ქართველი მკითხველისთვის.

### 2. ძირითადი ნაწილი

MANET ეწოდებათ ისეთი სახის ქსელებს, რომლებსაც ქმნიან თანაბარუფლებიანი, შესაბამისი უკაბელო საკომუნიკაციო არხის მქონე მოწყობილობები, რომლებიც ერთდროულად მოქმედებენ, როგორც ჰოსტები, ისე მარშუტიზატორები. მათ არ გააჩნიათ არანაირი ცენტრალური მაკოორდინირებელი მოწყობილობა. ასეთი მოქნილი თვისებების გამო მსგავსი ტიპის ქსელებს ძალზედ მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ უკაბელო ქსელების ტექნოლოგიებს შორის.



ნახ.1. MANET ქსელის სტრუქტურა

სხვადასხვა წყაროებში ასევე შეიძლება შეგვხვდეს WANET (Wireless Ad-hoc Network) - უკაბელო მოქნილი ქსელი. როგორც უკვე აღვნიშნეთ მსგავსი ტიპის ქსელი შედგება თანაბარი კვანძებისგან, რომლებიც უკავშირდებიან ერთმანეთს დამატებითი ტექნიკური საშუალებების გარეშე, რომელთა ქსელში ჩართვა ან გამოთიშვა საერთოდ არ ახდენს გავლენას ქსელის ტოპოლოგიაზე, რადგან ისინი თვითორგანიზებადი ქსელებია. MANET შეიძლება გამოყენებული იქნას პერსონალურ კომპიუტერულ მოწყობილობებში (მაგ: ლეპტოპი, სმარტფონი და ა.შ.) რომელსაც აქვს ისეთი საკომუნიკაციო საშუალებები, როგორიცაა Wi-Fi და Bluetooth. ძირითადად სწორედ ეს ორი სიხშირული, რადიოსაკომუნიკაციო საშუალებებია MANET-ის მიერ გამოყენებული კავშირის დასამყარებლად. MANET ტექნოლოგიის არსებობა მხარს უჭერს საკომუნიკაციო მოწყობილობების თვითორგანიზებულ უკაბელო ავტონომიური ქსელების შექმნას.

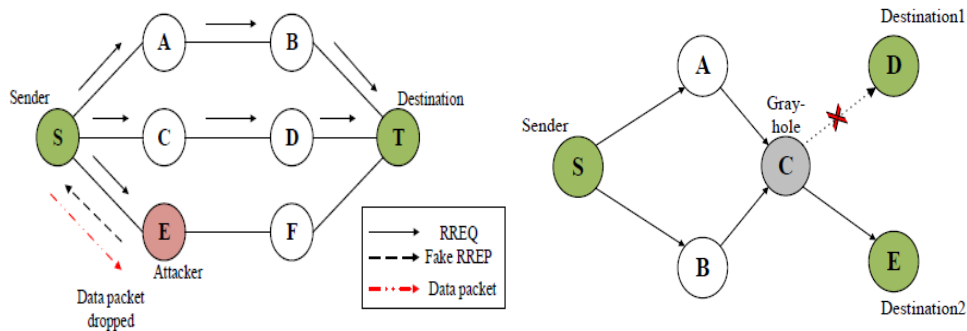
არსებობენ სპეციალური აპლიკაციები (მაგ: FireChat), რომლის ინსტალაციისა და დაკონფიგურირების შემდეგ ხდება გლობალურ ქსელში ჩართვა მაშინაც კი როდესაც უკაბელო ქსელში ჩართული მოწყობილობებიდან მინიმუმ 1 მაინც უკავშირდება ინტერნეტს. აღნიშნული ტიპის ქსელით მოწყობილობათა დაკავშირების არეალი შეიძლება გაგრძელდეს დიდ ფართობზე, თუ ჩვენ შევინარჩუნებთ 2 მომიჯნავე მოწყობილობას შორის ტექნიკურად განსაზღვრულ მანძილს, რომელზეც მათ შეუძლიათ რადიოტალღის გავრცელება და მიღება. ეს მანძილი Bluetooth შემთხვევაში არის საშუალოდ 10 მეტრი ხოლო Wi-Fi სიხშირეზე შეიძლება მიაღწიოს 500 მეტრსაც კი. ბოლო მონაცემით აღჭურვილები არიან ძირითადად მაღალი შესაძლებლობების ლეპტოპები, სმარტფონები და მსგავსი ინდივიდუალური მოხმარების მაღალტექნოლოგიური გაჯეტები.

აღნიშნული დაკავშირების მეთოდის გამოყენების მასიური შემთხვევები დაფიქსირებულია დემონსტრაციების დროს, მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში:

- 2014 წელს - ერაყში, ინტერნეტის გამოყენებასთან დაკავშირებით მთავრობის მიერ დაწესებული შეზღუდვების შემდეგ.
- 2014 წელს - ჰონგ კონგის საპროტესტო გამოსვლების დროს დემონსტრანტები ერთმანეთთან FireChat-ით ამყარებდნენ კომუნიკაციას და სხვა.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ არსებობს MANET-ის არაერთი ტექნოლოგიური სახე Wi-Fi Direct, LTE Direct და სხვა. ამ უკანასკნელზე მუშაობა ბოლო პერიოდში მიმდინარეობს და მის წინამორბედთან შედარებით გამოირჩევა შორი დისტანციით (500მ).

უსაფრთხოება MANET-ის აუცილებელი მოთხოვნაა. ღია და დინამიური ხასიათის გამო ასეთი ქსელები მოწყვლადია სხვადასხვა შეტევებისგან. შავი ხვრელი და ნაცრისფერი ხვრელების შეტევა ერთ – ერთი მათგანია MANET-ში.



ნახ.2. შავი და ნაცრისფერი ხვრელების შეტევის მაგალითი

ნაცრისფერი ხვრელის შეტევის დროს, მავნე კვანძი იქცევა კორექტულად, აგზავნის რა ვარგისი მარშრუტის მოთხოვნებს ნიშნულების ადგილისთვის, მაშინ ის პერიოდულად. თუ მავნე კვანძი არჩეულ იქნა როგორც უახლოესი კვანძი მოთხოვნილ მიმართულებაზე, მაშინ ის პერიოდულად ჩამოყრის მონაცემთა პაკეტებს მომსახურების უარყოფის შეტევისთვის. შავი ხვრელის შეტევის შემთხვევაში, მავნე კვანძი ელოდება მეზობელ კვანძებიდან მარშრუტის მოთხოვნის შეტყობინებას. იგი პასუხობს თხოვნას, თავად მიდის დანიშნულების ადგილისკენ მიმავალი მარშრუტით. ის საპასუხო შეტყობინებაში ასახელებს მაღალი რიგითობის რაოდენობას, რაც საშუალებას მისცემს მას მიჩნეულ იქნას, როგორც საუკეთესო მარშრუტი მოთხოვნილი დანიშნულების ადგილისთვის. მიიღებს რა მთლიან მარშრუტს, მავნე კვანძი მიმოფანტავს ყველა პაკეტს DoS შეტევის გაშვებით, რომლებიც მასზე გაივლის. შედღწევის პრევენციის საუკეთესო მექანიზმია კრიპტოგრაფია ან აუთენტიფიკაცია, რომელიც მიმართულია მონაცემთა ინტეგრაციის და კონფიდენციალურობის შემცირებაზე.

MANET-ის მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს ენერგოეფექტურობა, რომელიც მიიღწევა ალგორითმით, რომელიც ჩადებულია აპლიკაციებსა და მოწყობილობათა პროგრამულ კოდებში (ნახ.3).

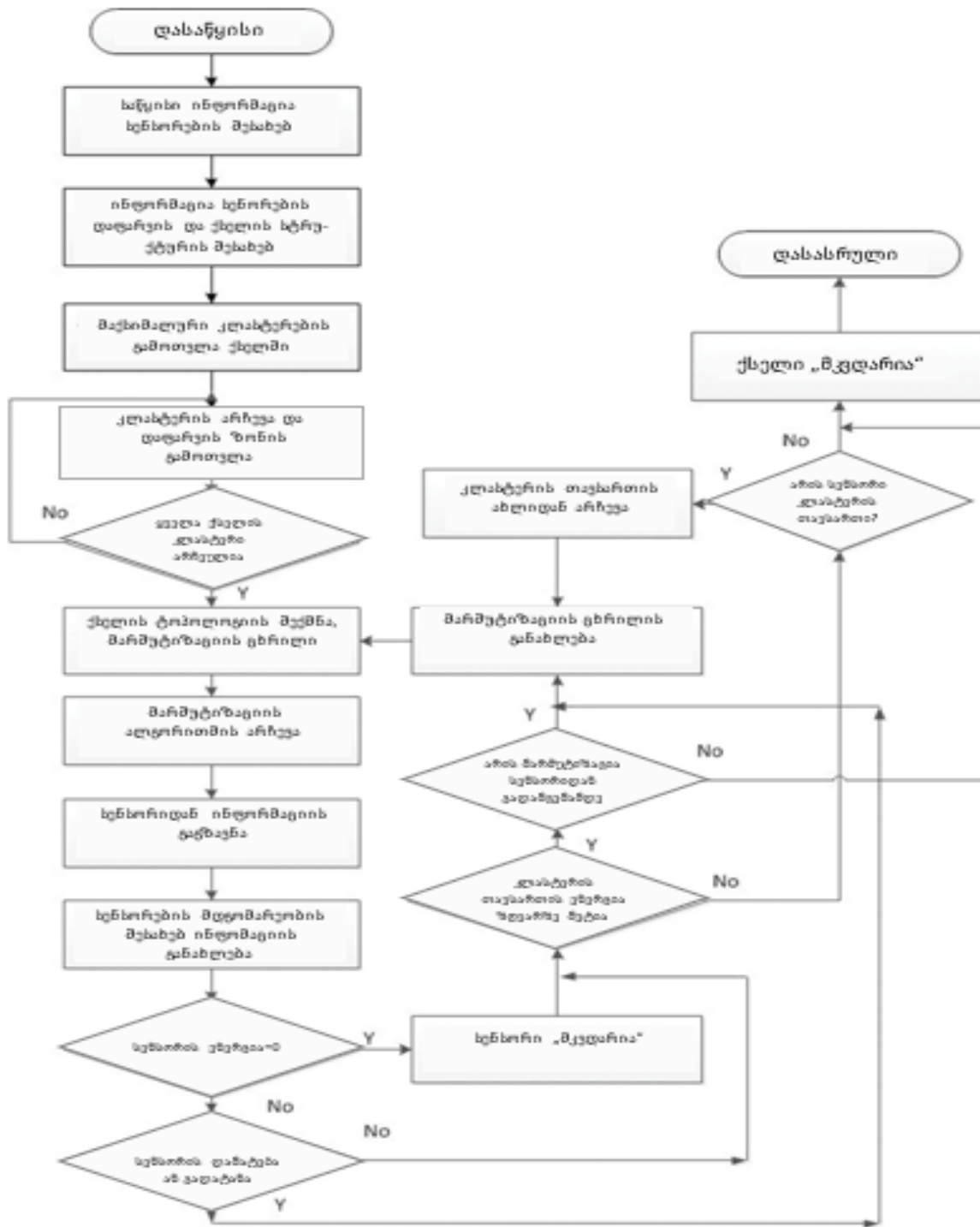
ქსელი შედგება კვანძებისაგან რომლებიც ამავდროულად არიან თვითორგანიზებადი, მარშრუტიზაციის ფუნქციის მატარებელი მოწყობილობები. მაგალითისთვის რომ ვთქვათ ეს შეიძლება იყოს სმარტფონი, ლეპტოპი და სხვა (ნახ.1). თითოეულ მათგანს გააჩნია დამოუკიდებელი ფუნქციონალური მახასიათებლები და ტექნიკური მხარე. ენერგოეფექტურობის პრინციპი მდგომარეობს შემდეგში: კვანძები, რომლებიც დაკარგავენ ენერგიას ან მცირე მარაგით იქნებიან ამოცნობილნი, მიიღებენ ნაკლებ სამუშაო დატვირთვას ან საერთოდ არ დაიტვირთებიან და გატარების კოეფიციენტი იქნება შეზღუდული.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეგვიძლია ჩამოვთვალოთ MANET-ის დადებითი მხარეები და უპირატესობები:

- ✓ ქსელური კავშირის შექმნა ფიჭური კავშირის დაფარვის ზონის მიღმა.
- ✓ კომუნიკაციის დამყარებისას ულტრა-მცირე დაყოვნება სიგნალის მიერ მოკლე გზის გავლის გამო.
- ✓ ნაკლები დანახარჯები.
- ✓ Hotspot ფუნქციის შესრულება და სხვ.

ხოლო უარყოფითი მხარეებია:

- × დანაკარგის მაღალი მაჩვენებელი - დინამიური ტოპოლოგიისა და უკაბელო გადაცემის გამო.
- × ენერგიის მოხმარების მაღალი მაჩვენებელი. სწრაფად ამოწურვადი ელექტრო კვების ძირითად საშუალებად ბატარეებით ელ. მომარაგების მომარაგება გამო.
- × უსაფრთხოება - ცენტრალური კოორდინაციისა და საერთო უკაბელო საშუალების ნაკლებობა მათ უფრო დაუცველს ხდის შეტევების მიმართ ვიდრე სადენიანი ქსელი.



MANET-IoT ქსელის ენერგოეფექტურობის ალგორითმი

ნახ.3

### 3. დასკვნა

ამრიგად, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ MANET არის საჭირო და გამოსაყენებელი მეთოდი და საშუალება უკაბელო კომუნიკაციებში. მასში ენერგოეფექტურობის მიღწევა შესაძლებელია ზემოთ აღნიშნული ალგორითმის გამოყენებით, სადაც მარშუტიზაციისთვის განკუთვნილი სისტემა იყენებს შერჩევის პრინციპს, რომელიც დაფუძნებულია კონკრეტული მოწყობილობის მუხტის ანუ ენერჯის მაჩვენებელზე. იმ შემთხვევაში თუ მუხტი მინიმუმამდეა დასული და მოწყობილობა გამორთვის რისკის ქვეშაა, პროგრამა ცდილობს ეს მოწყობილობა ააცილოს ენერჯის დამატებით ხარჯვას, რაც გამოწვეულია მასზე ტრაფიკის გატარებით. რაც შეეხება საიმედოობას, ვინაიდან და რადგანაც ქსელი არ იყენებს არანაირ დავისა და შეღწევის იგნორირების ან აცილების სისტემას და თითოეული მოწყობილობა არის ინდივიდუალური, დამოუკიდებელი ყველა სხვა მოწყობილობიდან, ეს მაჩვენებელი არის დაბალი. იმ შემთხვევაში თუ ჩვენ გვინდა ამ მაჩვენებლის გაზრდა, მოგვიწევს გარკვეული მახასიათებლების დათმობა მაგალითად როგორცაა მოქნილობა და მობილურობა, რაც ძირითად მაჩვენებლად მიიჩნევა MANET ქსელისთვის.

#### ლიტერატურა – References:

1. Munisha Devi, Nasib Singh Gil. “Novel Algorithm for Enhancing MANET Protocol in Smart Environment.” International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8, August 2019. 2-3pg.
2. Niranjani Suri, Mauro Tortonesi Military Internet of things(IoT), Autonomy, and Things to Come, ICCRTS-KSCO-2016.
3. <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/internet/popular-internet-of-things-forecast-of-50-billion-devices-by-2020-is-outdated>.
4. <https://strij.tech/publikatsii/tehnologiya/chto-takoe-internet-veschey.html>.
5. <http://learn.tvet.ge/mod/page/view.php?id=1935>.
6. <http://events.windriver.com/wrcd01/wrcm/2016/08/WP-IoT-internet-of-things-for-defense.pdf>
7. <http://events.windriver.com/wrcd01/wrcm/2016/08/WP-IoT-internet-of-things-for-defense.pdf>

## MANET - Energy-Efficiency and Reliability

Lasha Nozadze, Nani Arabuli

[Inozadze333@gmail.com](mailto:Inozadze333@gmail.com), [n.arabuli@gtu.ge](mailto:n.arabuli@gtu.ge)

Georgian Technical University

### Summary

This article deals with the most flexible and simple method of wireless communication. MANET - Mobile Ad-hoc Network - is a decentralized type of networks, where each node performs the function of both host and router. The article explains the main features and criteria of MANET, what are the pros and cons of this type of network. The main focus is on energy efficiency and reliability, which are the key issues that play the role of the Achilles heel in the development of mobile networks (and not only) and determine the viability and reliability of the network.



## MANET-ის გამოყენება სამხედრო სფეროში

ლაშა ნოზაძე

Inozadze333@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

წინამდებარე სტატია ეხება უკაბელო კომუნიკაციის ერთ-ერთ ყველაზე მოქნილ და ეფექტურ სახეს, რომელსაც ეწოდება MANET (Mobile Ad hoc NETWORK) ანუ მობილური მიზნობრივი ქსელი და მის გამოყენებას სამხედრო სფეროში. არავისთვის უცხო არ იქნება თუ ვიტყვით, რომ კომუნიკაცია ძალზედ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ადამიანის ცხოვრების ნებისმიერ სფეროში და მით უფრო იქ, სადაც საქმე თავდაცვასა და უსაფრთხოებას ეხება, სადაც გადამწყვეტია ინფორმაციის სწრაფი მიმოცვლა, მობილურობა და საიმედოობა. სტატიაში ასევე განხილულია MANET-მდე არსებული და დღესდღეობითაც ფართოდ გავრცელებული რადიოკომუნიკაციის ფორმა, მოყვანილია შედარებითი ანალიზი და მათი გამოყენების უპირატესობები.

**საკვანძო სიტყვები:** უსადენო ტექნოლოგიები. მობილური ქსელი. MANET ქსელი. სამხედრო ქსელი.

### 1. შესავალი

ეფექტური კომუნიკაცია გულისხმობს ინფორმაციის სწრაფად და დაუმახინჯებლად გადაცემას, რაც ასე მნიშვნელოვანია სამხედრო სფეროში სწრაფი და კოორდინირებული მოქმედებისათვის. MANET – Mobile Ad hoc NETWORK არის უკაბელო, მოქნილი ქსელის ტიპი, სადაც თითოეული მოწყობილობა ასრულებს როგორც მასპინძლის (ჰოსტის), ისე მარშუტიზატორის (როუტერის) როლს. სწორედ ამ უკანასკნელი ფუნქციის შეთავსების გამოა, რომ ქსელი აღარ საჭიროებს დამატებით კვანძს, რომელიც განკუთვნილი იქნება რეტრანსლირების, გაძლიერების ან ქსელის მუშაობის შენარჩუნებისათვის. აქ მნიშვნელობა სწორედ ქსელის მობილურობასა და მოსახერხებლობას ენიჭება. მოგეხსენებათ სამხედრო-საომარი მოქმედებების დროს, მოწინააღმდეგის მხრიდან დარტყმის ქვეშ პირველ რიგში სწორედ საკომუნიკაციო საშუალებები ექცევა, რა დროსაც ნადგურდება კავშირგაბმულობის ცენტრალური კვანძები და საშუალებები, რაც თავისთავად ქსელის ცენტრალიზებული სისტემის ვარგისიანობას თავშივე ეჭვქვეშ აყენებს. სწორედ ამ დროს, თავის სიტყვას ამბობს ქსელების მობილური ტიპი, რომელიც ცენტრალური მოწყობილობის გარეშე გვთავაზობს კავშირის გამართვას ნებისმიერ ადგილას, იქნება ეს ურბანული ზონა თუ დაუსახლებელი, ველური ბუნება.

სამხედრო კავშირგაბმულობის სპეციფიკა ზუსტადაა მორგებული MANET-ის ბუნებას. იგი არ მოითხოვს არანაირ სერვერულ მოწყობილობას. ქსელში ახალი ჰოსტის დამატება ან არსებულის გამოკლება გავლენას არ ახდენს მის გამართულ ფუნქციონირებაზე. თითოეულ კვანძს ერთმანეთთან კავშირის გარდა ასევე შეუძლიათ ცენტრალურ მოწყობილობებთან, ინტერნეტთან და სხვა ქსელურ მოწყობილობებთან დაკავშირება, რაც დამატებით შესაძლებლობაა იმ ლოკალური ქსელისთვის სადაც MANET-ია გამართული. უფრო ზუსტად რომ ვთქვათ, ქსელიდან 1 კვანძსაც თუ ექნება წვდომა ინტერნეტთან, მაშინ ყველა კვანძს ექნება მასთან წვდომა.

წინამდებარე სტატიაში განვიხილავთ მანეტის ბუნებას და სპეციფიკას რომლითაც მისი სამხედრო სფეროში გამოყენება ჯობს ქსელის სხვა ტიპებს. ასევე ვისაუბრებთ მის უარყოფით მხარეებზეც, იმისათვის რომ ობიექტური წარმოდგენა შეგვექმნას კომუნიკაციის ამ მეთოდზე. აქვე უნდა აღინიშნოს რომ ქართულ ენაზე MANET-ის შესახებ ინფორმაცია ნაკლებად მოიპოვება მიუხედავად მისი ფართო გამოყენებისა, როგორც სპეციფიურ (სამხედრო და სხვა სფეროები), ისე ღია სისტემებში და მოწყობილობებში. მაგალითად, საზოგადოების მცირე ნაწილმა თუ იცის, რომ ჩვენს ყოველდღიურ გამოყენებაში არსებულ გაჯეტებს აქვს სწორედ ამ ტიპის ქსელის გამართვის ფუნქცია, რაც კარგად იქნა

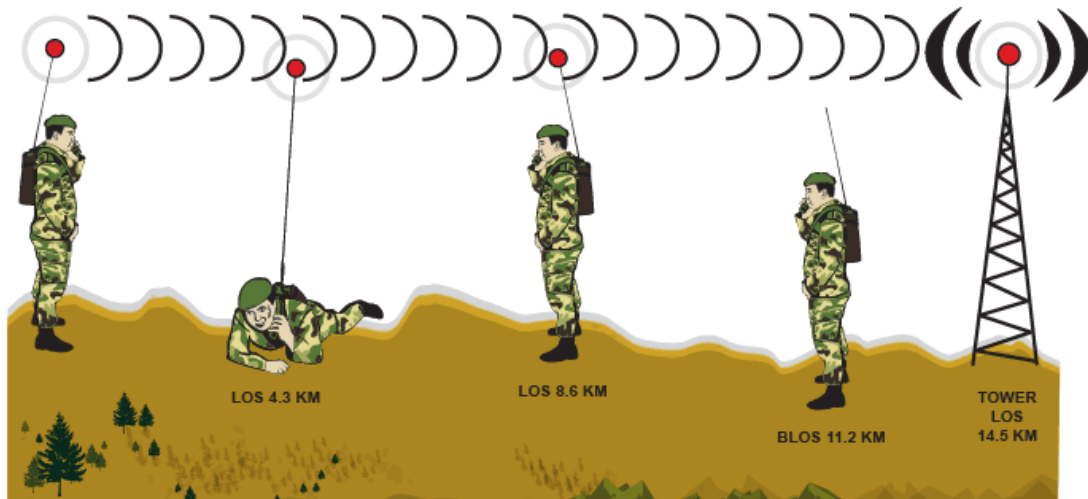
ათვისებული და გამოყენებული რამდენიმე ეკლექტურ შემთხვევაში, რომელიც ნახსენები იქნება სტატიის ძირითად ნაწილში.

## 2. ძირითადი ნაწილი

არსებობს MANET-ის რამდენიმე განმარტება. გთავაზობთ ყველაზე ზუსტს და ინფორმატიულს, რომელიც განმარტავს მის ბუნებას და მახასიათებლებს. იგი არის მობილური მიზნობრივი, თვითრეგულირებადი, თვითორგანიზებადი, ცენტრალური ინფრასტრუქტურის გარეშე მყოფი მობილური მოწყობილობების ქსელი, სადაც მისი კომპონენტები ერთმანეთს უკავშირდებიან უსადენოდ. მას ასევე უწოდებენ „პროცესის დროს ცვალებადს“ (on the fly) ან „სპონტანური ქსელს“.

მოგეხსენებათ, უმეტესი წილი სამხედრო ოპერაციებისა ხორციელდება ისეთ ადგილებში, სადაც არ არის ინფრასტრუქტურა და ამავე დროს საჭიროა შეირჩეს ისეთი დატვირთვის ან მონაცემთა გაზიარების უპირატესობების მქონე საკომუნიკაციო ტიპი, რომელიც იქნება სწრაფი და მოქნილი. ოპერაციების დროს აუცილებელია სადაზვერვო მხარდაჭერა, რა დროსაც გარკვეული ზომის დანაყოფს უწევს მინიმუმ მოწინააღმდეგესთან იმდენად ახლოს მისვლა, რომ ნებისმიერ წამს შეიძლება მოუწიოს მასთან კონტაქტში შესვლა და მის ხელთ არსებული კავშირის საშუალებები შესაძლოა აღმოჩნდეს მოწინააღმდეგის ხელში. ამ დროს ერთადერთი გამოსავალი მოწყობილობის განადგურებაა, რომელიც შესაძლებელია პროგრამული და ფიზიკური გზით.

არსებული და ფართოდ გამოყენებული ქსელური საშუალებები როგორც რადიოქსელი (ნახ.1) ისე მონაცემთა გადაცემის არხები შეიძლება ჩავთვალოთ ad hoc სისტემის წინამორბედად, რადგან იგი აერთიანებს და გაცილებით კომფორტულს ხდის მონაცემთა მიმოცვლას, (როგორც ხმოვანი ისე ციფრული, ტექსტური და ა.შ). დღეისათვის მოხმარებად რადიო სისტემებს ერთმანეთთან კომუნიკაცია გარკვეული დაფარვის ზონაში შეუძლიათ რომლის მიღმა ერთმანეთთან ურთიერთობისათვის გამოიყენება რეტრანსლატორები, რომელთა დანიშნულებაა მიღებული სიგნალის გაძლიერებულად გადაცემა ერთი, რამდენიმე ან ყველა მიმართულებით. თუ ასეთ სისტემებს ჩვენ გავუნადგურებთ ცენტრს, ან რეტრანსლატორს, მაშინ გავანადგურებთ ქსელს.



ნახ.1. სტანდარტული რადიოკომუნიკაცია სამხედრო სფეროში.

სამხედრო კავშირგაბმულობის სისტემებიდან MANET-ის გამართვის თვალსაჩინო მაგალითის (ნახ.2) ნახვა შეიძლება ჰარისის კომპანიის მიერ წარმოებული რადიოსადგურებით, რომელსაც „ფალკონ 3“ ჰქვია. L3 Harris Falcon III AN/PRC-152A უზრუნველყოფს ერთდროულად ხმოვანი, ვიდეო და მაღალსიხქარიანი მონაცემების გადაცემას და გატარებას მეტად პორტატულ ფორმაში. „ფალკონ 3“ უზრუნველყოფილია SRW (Soldier Radio Waveform)-ით რომელიც არის ერთობლივი ტაქტიკური

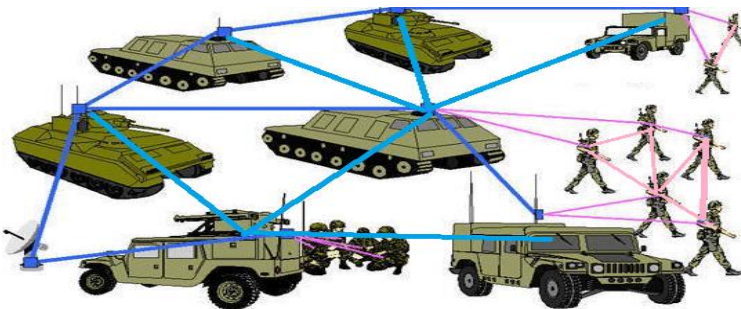
რადიო სისტემის (JTRS) ქსელური პროგრამა, ეს უკანასკნელი კი მიზნად ისახავს მცირე საბრძოლო დანაყოფებს, ასევე უპილოტო სისტემებს შორის ხმოვანი, ვიდეო და სხვა სახის მონაცემების მიმოცვლას. აღნიშნული პროგრამის და ტექნოლოგიის გამოყენებით, ეს ხელსაწყო უზრუნველყოფს მიზნობრივ/დროებით (ქართულად შეგვიძლია ვთქვათ სახელდახელო - ad hoc), თვითაღდგენად და ადაპტაციურ ქსელურ შესაძლებლობებს ფრონტის წინა ხაზზე ან/და სხვა სახის საბრძოლო თუ სასწავლო მოქმედებაში მყოფ ჯარისკაცებს.



ნახ.2. MANET ფუნქციით აღჭურვილი რადიოსადგური Falcon III

ჩვეულებრივ საკომუნიკაციო ქსელებს აქვთ სისუსტეები, სამხედრო ოპერაციის ადგილებიდან და სცენარებიდან გამომდინარე. კვანძების არაპროგნოზირებადი გადაადგილება, რესურსების შეზღუდულობა და ინფრასტრუქტურის დეფიციტი ამის ნათელი მაგალითებია. MANET-ს, ვირტუალური ინფრასტრუქტურის შესაქმნელად და ომისა თუ კატასტროფის ადგილის სცენარების მოწყვლადობის დასაძლევად აქვს კვანძები. იგი ფართოდ გამოიყენება იმ ადგილებში, სადაც კომუნიკაციისთვის ფიქსირებული ინფრასტრუქტურა განადგურებულია. MANET გამოიყენება სამხედრო კომუნიკაციისთვის, სადაც შეიარაღებული ჯარისკაცები იმყოფებიან ბრძოლის ველზე ქვეითად თუ ისეთ ტექნიკასთან ერთად როგორცაა საბრძოლო მანქანები, თვითმფრინავები, ტანკერები და ა.შ. მას აქვს შესაძლებლობა გაუმკლავდეს დინამიურ ტოპოლოგიურ ცვლილებებს. მოწყობილობებს შეუძლიათ დაუკავშირდნენ ერთმანეთს და ასევე ფიქსირებულ ინფრასტრუქტურასაც მისი აღმოჩენის შემთხვევაში.

არავისთვის საიდუმლოს არ წარმოადგენს, რომ სამხედრო სფეროს აქვს საკუთარი კრიტიკული მოთხოვნა, რომელიც საჭიროებს MANET პროტოკოლის გაუმჯობესებას, რაც უზრუნველყოფს ქსელის დაცვას. განსხვავებით ტრადიციული რადიოკავშირისაგან, რომელიც მოსმენის, დაჭერის და ჩახშობის თავიდან ასაცილებლად იყენებს ე.წ. „ჰოპინგს“ ანუ მხტუნავ სიხშირულ დიაპაზონს, მას ამის გამოყენება არ შეუძლია, მაგრამ დაშიფვრა და გასაღების დადება კვლავაა შესაძლებელი რაც ქსელის დაცულობას უზრუნველყოფს.



ნახ.3. MANET-ის გამართვა სამხედრო სფეროში

რაც შეეხება ამ ტიპის ქსელის საზოგადოების მხრიდან გამოყენებას და მის არსებობას ყოველდღიურ ცხოვრებაში, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მისი გამოყენება დაფიქსირებულია რამდენიმე დემონსტრაციის დროს, მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყანაში:

- 2014 წელს - ერაყში, ინტერნეტის გამოყენებასთან დაკავშირებით მთავრობის შეზღუდვების შემდეგ.
- 2014 წელს - ჰონგ კონგის საპროტესტო გამოსვლების დროს დემონსტრანტები ერთმანეთთან FireChat-ით ამყარებდნენ კომუნიკაციას და სხვა.

ასევე, ცოტამ თუ იცის, რომ თითქმის ყველა ახალი თაობის გაჯეტს, იქნება ეს სმარტფონი თუ ლეპტოპი, აქვს ad hoc-ის ჩართვის ფუნქცია, რაც გვაძლევს MANET-ის გამართვის შესაძლებლობას.

### 3. დასაკვნა

მობილური ჯარებისთვის საჭიროა მობილური კომუნიკაციები. აქედან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ MANET არის საჭირო და გამოსაყენებელი მეთოდი და საშუალება უკაბელო კავშირგაბმულობაში. ამავე დროს სფეროს სპეციფიკიდან გამომდინარე ეს კომუნიკაცია უნდა იყოს დაცული არა მხოლოდ მოსმენისგან, არამედ დაჭერისა და ჩახშობისგანაც კი, რაც ცოტა არ იყოს მოსმენაზე უფრო იოლი მისაღწევია მოწინააღმდეგის მხრიდან შესაბამისი რადიო-ელექტრონული მძლავრი საშუალებების ქონის პირობებში. იმ შემთხვევაში თუ ჩვენ გვინდომება ამ მაჩვენებლის გაზრდა, შესაძლოა მოგვიწევს გარკვეული მახასიათებლების დათმობა, მაგალითად, როგორცაა მოქნილობა და მობილურობა, რაც ძირითად დადებით მაჩვენებლად მიიჩნევა MANET ქსელისთვის.

### ლიტერატურა – References:

1. Devi M., Singh N., Gil. (2019). Novel Algorithm for Enhancing MANET Protocol in Smart Environment. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 8, August. 2-3 p.
2. Suri N., Tortonese M. (2016). Military Internet of things (IoT), Autonomy, and Things to Come, ICCRTS-KSCO
3. <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/telecom/internet/popular-internet-of-things-forecast-of-50-billion-devices-by-2020-is-outdated>.
4. <https://strij.tech/publikatsii/tehnologiya/chto-takoe-internet-veschey.html>.
5. <http://learn.tvet.ge/mod/page/view.php?id=1935>.
6. <http://events.windriver.com/wrcd01/wrcm/2016/08/WP-IoT-internet-of-things-for-defense.pdf>
7. <http://events.windriver.com/wrcd01/wrcm/2016/08/WP-IoT-internet-of-things-for-defense.pdf>

## USE OF MANET IN THE MILITARY FIELD

Lasha Nozadze

lnozadze333@gmail.com

Georgian Technical University

### Summary

This article deals with the most flexible and simple method of wireless communication. MANET - Mobile Ad-hoc Network - is a decentralized type of networks, where each node performs the function of both host and router. The article explains the main features and criteria of MANET and its use in the military field. It explains what are the pros and cons of this type of network. The main focus is on mobility and simplicity of that type of network, which are the key issues that play the role of the Achilles heel in the mobile networks for the army (and not only) and determine the viability and reliability of it.

## საინფორმაციო ომის ტექნოლოგიების ზოგიერთი ასპექტი

ზაზა ცოტნიაშვილი

totniashvilizaza12@gtu.ge

კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

სულ უფრო აქტუალური ხდება საინფორმაციო ომის პროცესში ახალი ტექნოლოგიების გამოყენება, რომელთა განვითარება სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია ჩვენი ქვეყნისთვის. კიბერუსაფრთხოება და შესაბამისი ტექნოლოგიები სახელმწიფოს უშიშროების მნიშვნელოვან პლაცდარმად იქცა. ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების პირობებში სულ უფრო აქტუალურია ჰუმანური იარაღი. ინსტიტუციებისა თუ სახელმწიფოებისთვის მნიშვნელოვან სიმდიდრეს და სტრატეგიული მნიშვნელობის რესურსს ინფორმაცია წარმოადგენს. ის, ვინც ინფორმაციას ფლობს, ფლობს ასევე ძალაუფლებასაც. თუმცა, ინფორმაცია თავისთავად არაფერია, თუ მისი გავრცელების ინსტრუმენტები და შესაბამისი ინფრასტრუქტურა არ გააჩნია. უკანასკნელ ხანს დაფიქსირდა მრავალი შემთხვევა, როდესაც ინტერნეტის და კომპიუტერული ვირუსების გამოყენებით მიზანმიმართულად დაზიანდა სხვადასხვა ქვეყნის და კომპანიის მნიშვნელოვანი ინფრასტრუქტურა. კიბერომის მაგალითები უკვე მრავლად არის მსოფლიოში. ჩვენს უახლოეს სამეზობლოში კი პირველი ყველაზე ცნობილი და გახმაურებული ომი 2007 წელს, რუსეთსა და ესტონეთს შორის გაიმართა. საქართველომ გამოსცადა მნიშვნელოვანი კიბერშეტევები სახელმწიფო თუ კერძო სისტემებზე, რამაც მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა ჩვენს საზოგადოებას. ამდენად მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია ამ მიმართულებით საერთაშორისო თანამეგობრობასთან თანამშრომლობა და შესაბამისი ტექნოლოგიებით და ადამიანური რესურსი მომზადებით თავდაცვისუნარიანობის გაზრდა.

**საკვანძო სიტყვები:** საინფორმაციო ომი. კიბერუსაფრთხოება. ინფორმაციული ტექნოლოგიები. ინფორმაცია. კომუნიკაციური ტექნოლოგია. ბოტნეტი. თავდაცვისუნარიანობა.

### 1. შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოში ახალი ტექნოლოგიების განვითარებამ, შესაბამისად ომის ახალი ტექნოლოგიების შექმნა გამოიწვია. ინფორმაციული იარაღი მასობრივი განადგურების იარაღს გაუტოლდა. მისი მოქმედება აზიანებს ადამიანების ფსიქიკური ჯანმრთელობის. კომპიუტერულ ქსელში ვირუსების შეყვანასა და ინფორმაციის განადგურებამდე. ის აზიანებს ადამიანის ცნობიერებას, არღვევს პიროვნების იდენტიფიკაციის გზებს და ფორმებს, გარდაქმნის ინდივიდის მეხსიერებას. მწყობრიდან გამოჰყავს სახელმწიფოს და შეიარაღებული ძალების მართვის სისტემები. მისი

მიზანია მოწინააღმდეგის ცოდნასა და წარმოდგენებზე ზემოქმედება მანიპულაციის გზით.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ინსტიტუციებისა თუ სახელმწიფოებისთვის მნიშვნელოვან სიმდიდრეს და სტრატეგიული მნიშვნელობის რესურსს ინფორმაცია წარმოადგენს. ის, ვინც ინფორმაციას ფლობს, ფლობს ასევე ძალაუფლებასაც. თუმცა, ინფორმაცია თავისთავად არაფერია, თუ მისი გავრცელების ინსტრუმენტები და შესაბამისი ინფრასტრუქტურა არ გააჩნია.

ინფორმაციული კონფლიქტი, ერთის მხრივ, მედიასაშუალებების მიერ წარმოებული პროპაგანდაა, მეორეს მხრივ - ინფორმაციული ტექნოლოგიების ინფრასტრუქტურაზე შეტევები. აქ იგულისხმება ინტერნეტის მეშვეობით განხორციელებული შეტევები საინფორმაციო საშუალებებზე. პირობითად ასეთ ინტერნეტომს ასევე კიბერომსაც უწოდებენ, რათა ადვილად განვასხვაოთ იგი ინფორმაციული პროპაგანდისტული ომისაგან. ასეთი რთული გამოცდილება საქართველოსაც აქვს (2008-2020 წლები).

კიბერ უსაფრთხოება და შესაბამისი ტექნოლოგიები სახელმწიფოს უშიშროების მნიშვნელოვან პლაცდარმად იქცა. “ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების პირობებში სულ უფრო აქტუალურია ჰუმანური იარაღი (ინფორმაციული, ფსიქოტროპული, ეკონომიკური..). განსაკუთრებული ადგილი უკავია

ინფორმაციული იარაღის და ინფორმაციული ომის წარმოების ტექნოლოგიებს.” (1)

კიბერ სივრცეში, იგივე ინტერნეტში საომარი მოქმედებების წარმართვა გაცილებით ნაკლებ რესურსს ითხოვს, ვიდრე კონვენციური შეტევა თუ პროპაგანდისტული იერიში.

კიბერშეტევები არ საჭიროებს მძიმე სამხედრო ტექნიკის მობილიზებას ან პროპაგანდის სტრატეგიის შექმნას და მის გრძელვადიან განხორციელებას. მას აწარმოებენ ე.წ. “ჰაკერები” მარტივი ტაქტიკით: ათობით ათასი დაინფიცირებული კომპიუტერისგან შემდგარი ქსელი (ე.წ. ბოტნეტი) იწყებს ერთდროულად შეტევას რომელიმე სერვერზე. შეტევა ხდება ინფორმაციის პაკეტების თანამიმდევრული გაგზავნით, სერვერის გადატვირთვისა და გათიშვის მიზნით: DDOS-შეტევა. კომპიუტერების ინფიცირების ყველაზე გავრცელებული საშუალებაა ვირუსები, სახელწოდებით - ტროას ცხენები (ტროიანები). ამ ვირუსის მთავარი ფუნქციაა შეაღწიოს მოწინააღმდეგის სისტემაში და მისცეს ვირუსის მფლობელს საშუალება, მართოს სამიზნე კომპიუტერები.

ბოტნეტი — კომპიუტერების ჯგუფი, რომელიც იმართება ერთი ან რამდენიმე ადამიანისგან. ბოტნეტი უმეტესად იმართება IRC-იდან (Internet Relay Chat), მაგრამ მისი მართვა შესაძლებელია საიტისა და ბოტნეტის სამართავად საჭიროა ერთი ბოტი. თვითონ ბოტნეტის შემქმნელსაც კი შეუძლია აირჩიოს ბოტი. ბევრი ბოტი არსებობს და ყველას განსხვავებული ფუნქციები აქვთ, ბოტნეტის შემქმნელი იმ ბოტს ირჩევს, რომელსაც უფრო მეტი ფუნქცია აქვს და რომელიც უფრო მარტივი სამართავია. იმისათვის, რომ უფრო მძლავრი ბოტნეტი იყოს ბოტის გავრცელება საჭიროა, რაც უფრო გავრცელებულია და რაც უფრო მეტი კომპიუტერია დაზომბებული მით უფრო მძლავრია ბოტნეტი. ბოტნეტის მეშვეობით უამრავი რამ არის შესაძლებელი, მაგალითად: ინტერნეტის გათიშვა, სერვერის გათიშვა, ქსელის ბარათის გადაწვა და სხვა. ამისათვის იყენებენ DDoS (Distributed Denial of Services)-ს. უმეტესად ბოტნეტს იმიტომ აწყობენ რომ მოაწყონ DDoS — შეტევები. ბოტები უმეტესად იწერება C++ და C-ში. იმისთვის, რომ ბოტი გავრცელდეს საჭიროა ამ ბოტის კომპილირება, რისთვისაც იყენებენ Microsoft Visual C++ ან LCC-Win 32-ს.

“ტროიან ჰორსი” (ინგლ. Trojan horse — „ტროას ცხენი“) — მალვარი, რომელსაც აქვს უნარი შეასრულოს სასურველი ფუნქცია და გაამარტივოს მომხმარებლის კომპიუტერულ მონაცემებზე წვდომა. მისი მიზანი არაა სხვა ფაილებში შეღწევა ვირუსის მსგავსად. “ტროიან ჰორსებს” შეუძლიათ მოიპარონ ინფორმაცია ან ავნონ კომპიუტერულ სისტემას. ტროიანებმა შეიძლება გამოიყენონ დრაივ დაუნლოადები ან დაინსტალირონ თავი ონლაინ თამაშების ან ინტერნეტ აპლიკაციების მეშვეობით იმისათვის, რომ მიაღწიონ სასურველ კომპიუტერამდე. ტროიანის სახეები: Trojan-Spy — ტროიან შპიონი, მომხმარებლის კომპიუტერში მალულად აინსტალირებს პროგრამებს ისეთებს, როგორცაა მაგალითად keyloggers, რის საშუალებითაც მესამე პირს შეუძლია მომხმარებლის მიერ კლავიატურაზე აკრეფილი ინფორმაცია წაიკითხოს; Trojan-PSW — იპარავს პაროლებს და სხვა მნიშვნელოვან ინფორმაციას. მას აგრეთვე შეუძლია სხვა საზიანო პროგრამების დაყენება; Trojan-Downloader — ინტერნეტის საშუალებით ფარულად იწერს საზიანო ფაილებს მოშორებული სერვერიდან და შემდგომ ავტომატურად აინსტალირებს მომხმარებლის კომპიუტერზე; Trojan-Dropper — შეიცავს ერთ ან რამდენიმე საზიანო პროგრამას, რომელსაც ის ფარულად აინსტალირებს და გამოიყენებს მომხმარებლის კომპიუტერზე; Trojan-Proxy — საშუალებას აძლევს მომხმარებლის კომპიუტერის მეშვეობით არავტორიზებულმა პირებმა ანონიმურად ისარგებლონ ინტერნეტით; Trojan-Dialer — მომხმარებლის კომპიუტერს სატელეფონო ხაზის მეშვეობით აკავშირებს ინტერნეტ ქსელთან. მას აგრეთვე შეუძლია მომხმარებელი გადაამისამართოს არასასურველ ვებგვერდებზე.

DOS-შეტევა denial-of-service attack (DoS attack) მომსახურების უარყოფა (DoS) შეტევა არის კიბერშეტევა, რომლის დროსაც თავდამსხმელი ცდილობს კომპიუტერი ან ქსელის რესურსი მიუწვდომელი გახადოს პოტენციური მომხმარებლებისთვის, დროის გარკვეული მონაკვეთი “ჰოსტინგთან” კავშირის დაზიანებით. ქსელისა და კომპიუტერის მოხმარებისთვის გამოუყენებლობა მიიღწევა ინფორმაციაზე ჭარბი ხელოვნურად წარმოებული მოთხოვნა-მიღების მასშტაბური ზრდით, რაც რეალურ მოქმედებებს აფერხებს და საბოლოოდ აჩერებს. ასეთი შეტევა ანალოგიურია მაღაზიის

შესასვლელში ადამიანების დიდი ჯგუფის მიერ გასასვლელის ჩახერგვისა, როდესაც ლეგიტიმურ მომხმარებელს აღარ აქვს შესაძლებლობა შევიდეს, განახორციელოს შესყიდვა და გამოვიდეს.

მნიშვნელოვანი საინფორმაციო ბრძოლის მეთოდოლოგიის, როგორც სოციალურ-პოლიტიკური გავლენის განვითარების ტენდენციების წარმოჩენა. ინფორმაციული დაპირისპირების მეთოდოლოგიის თავისებურებების ჩვენება. თანამედროვე იდეოლოგიების სამსახურის განვითარების მიზნით სასურველი ინფორმაციის გავრცელების მეთოდების დახასიათება. საინფორმაციო ომის წარმოებისა და სამართლებრივი საკითხების ურთიერთობა. ამოსავალი კვლავ კლაუზევიცის ცნობილი ფორმულაა: „ომი არის ძალადობის აქტი, აიძულოს მტერი იმოქმედოს შენი ნების შესაბამისად“ [2].

საკითხის ღრმად გაცნობიერების მიზნით, გვსურს აღვწეროთ ცნობილი კიბერშეტევების მაგალითები.

მრავალი ქვეყნის და ორგანიზაციის მუშაობაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია კომპიუტერული სისტემების და ინტერნეტის გამოყენებას, შესაბამისად მათი მუშაობის შეფერხება ან რაიმე სახის დაზიანება, სერიოზულად მოქმედებს ნებისმიერ პროცესზე, რასაც აღნიშნული ორგანიზაცია, კომპანია თუ სახელმწიფო სტრუქტურა ახორციელებს. ინტერნეტი და კომპიუტერული სისტემები გამოიყენება სხვადასხვა ინფრასტრუქტურის სამართავად. “ინფორმაცია მაღალი საფრთხის მატარებელ იარაღად იქცა. ის იაფი და უნივერსალურია, დაფარვის შეუზღუდავი არეალი აქვს, უკონტროლოდ მოგზაურობს, ხშირად უხარისხო და ტყუილზე დაფუძნებული, ნებართვის გარეშე კვეთს სახელმწიფოთა საზღვრებს და ყველასთვის ხელმისაწვდომია.”[3]

სამხედრო და სატელიტური სისტემები, კომუნიკაციის არხები, წყლის, გაზის, ელექტრო და ატომური ენერჯის, ნავთობ მომპოვებელი და გადამამუშავებელი ინფრასტრუქტურის ელემენტები. რომელიმე მათგანის დაზიანება ან მწყობრიდან გამოსვლა სერიოზული ზიანის მომტანია როგორც კომპანიის ასევე სახელმწიფოსათვის. 2007-2012 წლის განმავლობაში დაფიქსირდა მრავალი შემთხვევა, როდესაც ინტერნეტის და კომპიუტერული ვირუსების გამოყენებით მიზანმიმართულად დაზიანდა სხვადასხვა ქვეყნის და კომპანიის მნიშვნელოვანი ინფრასტრუქტურა.

კიბერომის მაგალითები უკვე მრავლად არის მსოფლიოში. ჩვენს უახლოეს სამეზობლოში კი პირველი ყველაზე ცნობილი და გახმაურებული ომი 2007 წელს, რუსეთსა და ესტონეთს შორის გაიმართა. კიბერშეტევების მიზეზი იყო ესტონელი ხალხისა და მთავრობისა ინიციატივა, მეორე მსოფლიო ომის სამახსოვრო საბჭოთა მონუმენტის გადატანის შესახებ. რუსეთის დაპირისპირება ესტონეთთან გადაიზარდა სერიოზულ კიბერშეტევაში, რამაც ესტონურ ინტერნეტსივრცეს სერიოზული პრობლემები შეუქმნა. გარკვეული დროის განმავლობაში მიუწვდომელი იყო ესტონური ინტერნეტ რესურსები, დაზიანდა ესტონური საიტები.

მეორე, არანაკლებ მასშტაბური ომის მონაწილენი კი ჩვენ გავხდით. 2008 წლის საქართველოსა და რუსეთის სახმელეთო და საჰაერო საომარი ოპერაციების ფონზე მიმდინარეობდა არანაკლებ მნიშვნელოვანი, თუმცა უმსხვერპლო საინფორმაციო ომი. ტელეკამერები, ფოტოაპარატები, გაზეთები, ინტერნეტ-საიტები, მობილურებიც კი იყო ჩაბმული ამ ომში. ორივე მხარე ცდილობდა, მსოფლიოსათვის მხოლოდ მისთვის ხელსაყრელი ინფორმაცია მიეწოდებინა და სწორედ ამ დროს, დაიწყო მასიური შეტევა ქართულ საიტებზე - როგორც სამთავრობო, ასევე საინფორმაციო და საზოგადოებრივ ვებგვერდებზე. ქართული ინტერნეტსივრცის მიმართულებით იგზავნებოდა დიდი რაოდენობის ქსელური პაკეტები, რამაც გამოიწვია ინტერნეტარხების გადავსება და ქართული ინტერნეტსივრცის დროებითი დაზიანებები. მთავარი შეტევა ხდებოდა საქართველოს პარლამენტისა და საგარეო საქმეთა სამინისტროს გვერდებზე, ასევე ახალი ამბების სააგენტოების საიტებზე, მათ შორის ერთ-ერთ აზერბაიჯანულ საიტზეც (day.az). ტოტალური შეტევის შედეგად რამდენიმე საიტი გაითიშა (მათ შორის Media.Ge) და სახელმწიფო სტრუქტურებმა სათადარიგო ბლოგებიც კი გახსნეს - <http://georgiamfa.blogspot.com/> და <http://stateminister.blogspot.com/>. საკმაოდ მნიშვნელოვანი შეტევა განხორციელდა

2009 წლის აგვისტოში, ქართულ-რუსული ომის წლისთავზე. ამ კიბერშეტევების სამიზნე ქართველი ბლოგერი, პოპულარული და საინტერესო ბლოგის ავტორი cyxymu გახდა. ამ კიბერშეტევების ტალღა

იმდენად მძლავრი იყო, რომ მან ისეთი უცხოური ქსელებიც კი გათიშა, როგორცაა twitter და facebook. დაუზუსტებელი ინფორმაციით, ყველა ამ შეტევის წყარო რუსეთია - ჰაკერთა ჯგუფები ან რუსული ორგანიზაციები როგორცაა RBN - Russian Business Network.

Ghostnet - ჩინური კიბერშპიონაჟი ტიპეტის მთავრობის წინააღმდეგ. 2009 წელს 10 თვიანი გამოძიების შედეგად დადგინდა, რომ არსებობდა 1295 კომპიუტერისგან შემდგარი ქსელი, 103 ქვეყანაში. მათი უმეტესობა განთავსებული იყო საგარეო ურთიერთობის სამინისტროებსა და უწყებებში, საელჩოებში, საერთაშორისო ორგანიზაციებში, ახალი ამბების სააგენტოებში, არასამთავრობო ორგანიზაციებში. მრავალი დიპლომატის, სამხედრო წარმომადგენლის, მინისტრის თანამშემწეების, ჟურნალისტის და სახელმწიფო მოხელის კომპიუტერებიდან მოპოვებული და გადაწერილი იქნა პოლიტიკური, ეკონომიკური, საიდუმლო შინაარსის დოკუმენტაცია.

GeorBot - 2011-2012 წლების განმავლობაში მიზანმიმართული კიბერშპიონაჟი ქართული სახელმწიფო რესურსების წინააღმდეგ. ჰაკერების მიერ დაინფიცირდა ქართული საინფორმაციო საიტების მხოლოდ ის გვერდები, სადაც განთავსებული იყო ინფორმაცია ნატო-ს დელეგაციის ვიზიტების, სამხედრო სიახლეების, პრეზიდენტის განცხადებების, ამერიკასთან ურთიერთობის შესახებ. ამრიგად კიბერშეტევის ორგანიზატორების მიერ წინასწარ იყო შერჩეული სამიზნე აუდიტორია. აღნიშნული ვებგვერდების გახსნისას ინტერნეტ მომხმარებლის კომპიუტერი ავტომატურად ინფიცირდებოდა უცნობი ვირუსული პროგრამით. ვირუსი ამოწმებდა კომპიუტერის გეოგრაფიულ მდებარეობას დროითი სარტყელის მიხედვით. მთავარი ფუნქცია - კომპიუტერში არსებულ ფაილებში, დოკუმენტებში წინასწარ განსაზღვრული სიტყვების ძიება (სამხედრო, საიდუმლო, სადაზვერვო თემაზე). აღმოჩენის შემთხვევაში აღნიშნული ფაილების გადაწერა ხდებოდა ვირუსის ავტორის სამართავ სერვერზე. დაინფიცირდა მრავალი სახელმწიფო უწყება და რამდენიმე კრიტიკული ინფრასტრუქტურის ობიექტი.

Flame/Gauss - 2012 წელს გამოვლენილი მაღალი დონის კიბერ შეტევა არაბულ სახელმწიფოებზე. სპეციალურად შექმნილი კომპიუტერული ვირუსები აინფიცირებდნენ სამიზნე ქვეყნების უწყებებს. შემდგომ ეტაპზე ვირუსული ფაილი კომპიუტერულ სისტემებში ეძებდა და იპარავდა სენსიტიურ, საიდუმლო ინფორმაციას (დოკუმენტები, ელ-ფოსტა და ა.შ.). ვირუსს ჰქონდა ვიდეო და აუდიო ჩანაწერის განხორციელების ფუნქცია კომპიუტერის შესაბამისი მოწყობილობების გამოყენებით. აღნიშნული ვირუსი იყენებს კომუნიკაციის დაშიფრულ არხებს და ტექნიკური დახვეწილობიდან გამომდინარე რთულია მისი აღმოჩენა.

Stuxnet - კიბერშეტევა ირანის ბირთვული პროგრამის წინააღმდეგ. არსებობს სხვადასხვა ინფრასტრუქტურის სამართავი „ICS - ინდუსტრიული კონტროლის სისტემები“. ერთ-ერთ ასეთ სისტემაში აღმოჩენილი სისუსტის გამოყენებით, ვირუსი Stuxnet ახერხებდა დაინფიცირებული სისტემიდან - ატომური რეაქტორების ცენტრიფუგების მუშაობაში ჩარევას, მცდარი პარამეტრების გადაცემას და შედეგად მათ დაზიანებას. როგორც მოგვიანებით გაირკვა ვირუსი მაღალ პროფესიონალურ დონეზე იყო შესრულებული, გავრცელდა USB ფლეშ მოწყობილობების საშუალებით და სისტემების დასაინფიცირებლად იყენებდა ჯერ კიდევ უცნობ, და არადოკუმენტირებულ შეტევის მეთოდებს და ვექტორებს.

Acad/Medre - 2011-2012 წლები. კიბერშეტევის დროს ვირუსის მთავარი ფუნქცია სამხრეთ ამერიკული სახელმწიფოებიდან არქიტექტურული პროექტების ხელში ჩაგდება იყო. მისი მოქმედება მხოლოდ მაშინ ვლინდება, თუკი დაინფიცირებულ კომპიუტერზე აღმოჩნდება, ვირუსის შემქმნელებისთვის საინტერესო CAD არქიტექტურული პროგრამის ფაილები, ნახაზები და პროექტები. მოძიებული ფაილები გადაეცემოდა ვირუსის ავტორებს სხვადასხვა ქვეყნებში განთავსებულ შემგროვებელ სერვერებზე (მოგვიანებით დაინფიცირებულ ქვეყნებს დაემატა აშშ, ჩინეთი, ტაივანი, ესპანეთი).

Operation Shady RAT - 2007-2012 წლების განმავლობაში 70-ზე მეტ გლობალურ კომპანიაში, ორგანიზაციებში და რამდენიმე სახელმწიფოს სხვადასხვა სტრუქტურაში გამიზნული კიბერ შეღწევა,



სენსიტიური დოკუმენტაციის ხელში ჩაგდების მიზნით (ფინანსურ-ეკონომიკური კიბერშპიონაჟი). დაინფიცირებული უწყებები: 14 ქვეყნის სამთავრობო უწყებები, ინდუსტრიული ცენტრები, ქარხნები (მძიმე ლითონები, მზის ენერჯია), ელექტრონიკა-სატელიტური კომუნიკაციები (შესაბამის თემაზე მომუშავე ინსტიტუტები, ორგანიზაციები, ქარხნები), სამხედრო უწყებები, უძრავი ქონების და საფინანსო-საბანკო დაწესებულებები.

Night Dragon - გლობალურ ნავთობ, ენერჯო კორპორაციებში კიბერშპიონაჟი ვირუსული პროგრამების გამოყენებით (ინდუსტრიული შპიონაჟი).

Red October 2007-2012 წლები მასშტაბური კიბერშპიონაჟი ათეულობით სახელმწიფოს სხვადასხვა სტრუქტურებში (სამინისტროები, საელჩოები, დაწესებულებები, ინსტიტუტები). დღემდე აღმოჩენილ ვირუსებს შორის ყველაზე მრავალფუნქციური ვირუსი. კიბერ შეტევის მთავარი მიზანი - დაინფიცირებული უწყებიდან ყველა შესაძლო მექანიზმით და ტექნიკური საშუალებით სხვადასხვა სახის ინფორმაციის მოპარვა, გადაწერა. ვირუსულ ფაილს აქვს შემდეგი ფუნქციები: კომპიუტერის დეტალური ინფორმაციის გადაგზავნა ვირუსის ავტორთან, ნატო-ს შიფრაციის სტანდარტით დაშიფრული ფაილების, დოკუმენტაციის ძებნა და გადაწერა, კომპიუტერთან მიერთებული მობილური ტელეფონების ან პლანშეტური კომპიუტერების დაინფიცირება და მათგან ინფორმაციის მოპოვება, მაღალ დონეზე დაშიფრული, და დაფარული მართვის მექანიზმი (რთულდება ვირუსის სამართავი წყაროს აღმოჩენა). სავარაუდოდ აღნიშნული კიბერ შეტევის დროს გამოყენებულია სხვადასხვა დროს რუსი და ჩინელი ჰაკერების მიერ შექმნილი ვირუსული ელემენტები (კომპანია Kaspersky-ის დასკვნის მიხედვით).

High Roller - კიბერ-შეტევის მიზანია მასობრივი გლობალური ფინანსური მანიპულაციები, მაქინაციები. შექმნილი ვირუსების Zeus / SpyEye-ს მეშვეობით დაინფიცირებული ინტერნეტ მომხმარებლების კომპიუტერებში მიმდინარეობს საბანკო ბარათების პაროლების, საკრედიტო ნომრების და გადარიცხვების მონიტორინგი. შესაბამისად ვირუსის ავტორებმა დააგროვეს კონფიდენციალური საბანკო ინფორმაცია ათიათასობით მომხმარებლის შესახებ. ზოგიერთი ტრანზაქციის ოდენობა \$130,000 შეადგენდა. მთავარი სამიზნე ევროპული სახელმწიფოები. კომპანია McAfee-ს და რამდენიმე საფინანსო ორგანიზაციის დასკვნის მიხედვით კიბერ კრიმინალებმა მოახერხეს 60 მილიონი ევროს უკანონო ტრანზაქციის განხორციელება, 60-ზე მეტი საფინანსო ინსტიტუტის ანგარიშებიდან. დასკვნის მიხედვით იმ შემთხვევაში, თუ ყველა დაინფიცირებული კომპიუტერიდან განხორციელებული მაქინაცია და ტრანზაქციები წარმატებით დასრულდებოდა, კიბერ კრიმინალები გამოიწვევდნენ 2 მლრდ. ევროს ზარალს.

Shamoon - საუდის არაბეთი სახელმწიფო ნავთობ კომპანიის ARAMCO-ს კომპიუტერული ქსელის დაინფიცირება. შედეგად კომპანიის კუთვნილი უამრავი კომპიუტერის ოპერაციული სისტემა დაზიანდა და დროებით შეწყვიტა ფუნქციონირება. მუშაობის სრულად აღსადგენად კომპანიას სერიოზული ადამიანური რესურსი და დრო დასჭირდა, რამაც გარკვეული ზარალი მიაყენა მსოფლიოს ყველაზე მდიდარ ნავთობკომპანიას.

CREECH USB - ამერიკული უპილოტო საფრენი აპარატების ოპერატორების კომპიუტერების დაინფიცირება USB მოწყობილობებიდან. ვირუსის მთავარი ფუნქცია, საფრენი აპარატების სამართავი კოდების მოპარვა და გადაცემა, ავღანეთის მისიის დროს.

### 3. დასკვნა

ამრიგად, სულ უფრო აქტუალური ხდება საინფორმაციო ომის პროცესში ახალი ტექნოლოგიების გამოყენება, რომელთა განვითარება სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია ჩვენი ქვეყნისთვის.

კიბერ უსაფრთხოება და შესაბამისი ტექნოლოგიები სახელმწიფოს უშიშროების მნიშვნელოვან პლაცდარმად იქცა. ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების პირობებში სულ უფრო აქტუალურია ჰუმანური იარაღი.

ინსტიტუციებისა თუ სახელმწიფოებისთვის მნიშვნელოვან სიმდიდრეს და სტრატეგიული მნიშვნელობის რესურსს ინფორმაცია წარმოადგენს. ის, ვინც ინფორმაციას ფლობს, ფლობს ასევე

ძალაუფლებასაც. თუმცა, ინფორმაცია თავისთავად არაფერია, თუ მისი გავრცელების ინსტრუმენტები და შესაბამისი ინფრასტრუქტურა არ გააჩნია.

უკანასკნელ ხანს დაფიქსირდა მრავალი შემთხვევა, როდესაც ინტერნეტის და კომპიუტერული ვირუსების გამოყენებით მიზანმიმართულად დაზიანდა სხვადასხვა ქვეყნის და კომპანიის მნიშვნელოვანი ინფრასტრუქტურა.

კიბერომის მაგალითები უკვე მრავლად არის მსოფლიოში. ჩვენს უახლოეს სამეზობლოში კი პირველი ყველაზე ცნობილი და გახმაურებული ომი 2007 წელს, რუსეთსა და ესტონეთს შორის გაიმართა.

საქართველომ გამოსცადა მნიშვნელოვანი კიბერ შეტევები სახელმწიფო თუ კერძო სისტემებზე, რამაც მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა ჩვენს საზოგადოებას. ამდენად მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია ამ მიმართულებით საერთაშორისო თანამეგობრობასთან თანამშრომლობა და შესაბამისი ტექნოლოგიებით და ადამიანური რესურსი მომზადებით თავდაცვისუნარიანობის გაზრდა.

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Shonia O., Supatashvili M. (2009), State Security System, Georgian Technical University. Automated control systems - No 2(7). pp. 146-150 (in Georgian)
2. Clausewitz Carl (1832), On War
3. Khidasheli T. (2017), From World War II to Cyber War
4. How to win the information war? Internet resource: <https://www.gfsis.org/files/library/opinion-papers/76-expert-opinion-geo.pdf>

## SOME ASPECTS OF INFORMATION WARFARE TECHNOLOGY

Tsotniashvili Zaza  
tsotniashvilizaza12@gtu.ge  
Caucasus International University

### Summary

The use of new technologies in the process of information warfare is becoming more and more important, the development of which is vital for our country. Cyber security and related technologies have become an important springboard for state security. In the conditions of the development of information technologies, human weapons are becoming more and more important. Information is an important asset and resource of strategic importance for institutions or states. He who possesses information also possesses power. However, information itself is nothing if you do not have the tools and infrastructure to disseminate it. There have been many recent cases of deliberately damaging important infrastructure in different countries and companies using the Internet and computer viruses. There are already many examples of cyber war in the world. In our nearest neighborhood, the first most famous and high-profile war was fought in 2007 between Russia and Estonia. Georgia has experienced significant cyber-attacks on public and private systems, which have caused significant damage to our society. Thus, we consider it important to cooperate with the international community in this direction and increase defense capabilities with appropriate technologies and training of human resources.

## ახალი სიმეტრიული Tweakable ბლოკური შიფრი

ლევანი ჯულაკიძე<sup>1</sup>, ზურაბ ქოჩლადე<sup>2</sup>, თინათინ კაიშაური<sup>1</sup>,

გიორგი მაისურაძე<sup>1</sup>

levan.julakidze@gmail.com\* zurab.kochladze@tsu.ge\*\* t.kaishauri@gtu.ge\*\*\*

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

2-ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

თანამედროვე კრიპტოგრაფია ითვლება ქვაკუთხედად კომპიუტერსა და კომუნიკაციების უსაფრთხოებას შორის. იგი ემყარება მათემატიკურ კონცეფციებს, როგორცაა რიცხვის თეორია, ალბათობის თეორია, მრავალწევრის ალგებრა და ა.შ. ნაშრომში მოცემულია ახალი სიმეტრიული ალგორითმის აგების ორიგინალური მეთოდი. მეთოდის მისაღებად შემუშავებულია შესაბამისი მასალა: სიმეტრიული კრიპტოსისტემა და შესწორებადი ბლოკის შიფრები. ასეთი ბლოკის შიფრის აგების პრობლემა განიხილება და გადაწყდება Hill- ის ალგორითმის გამოყენებით, ისე, რომ იგი აძლიერებს ალგორითმის სიჩქარეს.

**საკვანძო სიტყვები:** Tweakable ბლოკური შიფრი, tweakable, ჰილის ალგორითმი

### 1. შესავალი

ნაშრომში „ახალი სიმეტრიული Tweakable ბლოკური შიფრი“ წარმოდგენილია და აღწერილი ახალი სიმეტრიული ალგორითმის აგების ორიგინალური მეთოდი. ამ მეთოდის მისაღებად დამუშავებულ იქნა შესაბამისი მასალა, ისეთი როგორებიცაა: სიმეტრიული კრიპტოსისტემა და tweakable ბლოკური შიფრები.

თანამედროვე კრიპტოგრაფიაში სიმეტრიული ბლოკური შიფრები, რომლებიც აგებულია კლასიკური კრიპტოგრაფიის პრინციპებზე, შეუცვლელნი არიან ღია არხში დიდი მოცულობის კონფიდენციალური ინფორმაციის გადაცემის დროს. ამავ დროს მათ იმდენად დიდი შესაძლებლობები გააჩნიათ, რომ შესაძლებელია მათი გამოყენება სხვადასხვა კრიპტოგრაფიული კონსტრუქციების ასაგებადაც. ამ შიფრების ძირითადი ნაკლია მათი დეტერმინირებულობა.

სწორედ ამ ნაკლის გამოსწორების მიზნით, დღეს უკვე არსებობენ ე.წ. tweakable ბლოკური შიფრები. ეს მიმართულება წარმოადგენს თანამედროვე კრიპტოგრაფიის ერთერთ ყველაზე ახალ მიმართულებას.

ჩვენს ნაშრომში განხილულია ასეთი შიფრის აგების პრობლემა ჰილის ალგორითმის გამოყენებით. როგორც ცნობილია, ჰილის ალგორითმი წარმოადგენს ერთერთ საუკეთესო მეთოდს დიფუზიის მისაღწევად.

ნაშრომში ძირითადი ყურადღება ექცევა ჰილის ალგორითმის რეალიზაციას ისე, რომ ალგორითმი იყოს სწრაფი, რაც წარმოადგენს სიმეტრიული ალგორითმების აუცილებელ თვისებას.

### 2. ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია, იმის გამო, რომ ღია გასაღებიანი შიფრების სიჩქარე ძალიან დაბალია, ინფორმაციის კონფიდენციალურობის დასაცავად ძირითადად გამოიყენება სიმეტრიული ბლოკური ალგორითმები. ბლოკური შიფრები ზოგჯერ არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან როგორც არქიტექტურით, ასევე გამოყენებული ოპერაციებით და ხშირად რაუნდების რაოდენობების მიხედვითაც, მაგრამ მათი მუშაობის შედეგი ყოველთვის ერთი და იგივეა.  $\mathbf{n}$  სიგრძის ბიტური სტრიქონი, რომლის სტრუქტურაც განსაზღვრულია ღია ტექსტით,  $\mathbf{k}$  სიგრძის გასაღების გამოყენებით, რომელიც ასევე წარმოადგენს  $\mathbf{k}$  სიგრძის ბიტურ სტრიქონს და გარკვეული ოპერაციების გამოყენებით, მრავალჯერადი იტერაციის შემდეგ გადადის ისევ  $\mathbf{n}$  სიგრძის ფსევდომეტხვევით ბიტურ სტრიქონში. ფაქტობრივად, მათემატიკურად ნებისმიერი ბლოკური შიფრი შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც ორ ცვლადზე დამოკიდებული ფუნქცია

$$E : \{0,1\}^l \times \{0,1\}^k \longrightarrow \{0,1\}^n \quad (1)$$

სადაც  $\{0,1\}^k$  აღნიშნავს  $k$  სიგრძის ბიტურ სტრიქონს.  $k$ -ს და  $n$ -ს მნიშვნელობები კი დამოკიდებულია დაშიფვრის კონკრეტულ ალგორითმზე. პრაქტიკულად, თითოეული ფიქსირებული  $K \in \{0,1\}^k$ -თვის დაშიფვრის ფუნქცია წარმოადგენს გადანაცვლებას  $\{0,1\}^n$ -ზე. როგორც ვიცით, კ. შენონმა თავის ფუნდამენტურ ნაშრომში აჩვენა, რომ არსებობს ასეთი ტიპის ერთადერთი თეორიულად გაუტყხავი სიმეტრიული შიფრი (ერთჯერადი ბლოკნოტი), რომლის წარმატებული ფუნქციონირებისთვის აუცილებელია შემდეგი პირობების შესრულება: გასაღების სიგრძე უნდა იყოს ღია ტექსტის სიგრძის ტოლი, გასაღები უნდა წარმოადგენდეს აბსოლუტურად შემთხვევით მიმდევრობას და გასაღები უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ ერთხელ (ამიტომ უწოდეს ამ შიფრს ერთჯერადი ბლოკნოტი). ცხადია, რომ ასეთი შიფრის გამოყენება ყოველდღიურ პრაქტიკაში ძალიან მოუხერხებელია. ყველა დანარჩენი სიმეტრიული ალგორითმი კი შეიძლება იყოს მხოლოდ გამოთვლადად მედეგი კრიპტოანალიზური შეტევების მიმართ, რაც იმას ნიშნავს, რომ თუ მოწინააღმდეგეს გააჩნია შემოუსაზღვრავი შესაძლებლობები, მას ყოველთვის შეუძლია გატეხოს ასეთი შიფრები. მაგრამ პრაქტიკაში ჩვენ არ გვხვდება მოწინააღმდეგე შემოუსაზღვრავი შესაძლებლობებით, ამიტომ ალგორითმის უსაფრთხოების დადგენის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ვიპოვოთ რაოდენობრივი თანაფარდობები კრიპტოანალიტიკოსის შესაძლებლობებსა და შიფრის მედეგობას შორის, რაც მოგვცემს საშუალებას რაოდენობრივად შევაფასოთ სიმეტრიული შიფრების უსაფრთხოება კრიპტოანალიზური შეტევების მიმართ [1].

თუ კრიპტოანალიტიკოსოს მიზანია გამოთვალოს გასაღები, მაშინ ბლოკური შიფრების უსაფრთხოების ანალიზი შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგი ამოცანის სახით: მოცემულია დაშიფვრის ფუნქცია  $E_k(M) = C$ , სადაც  $K \in \{0,1\}^k$  არის უცნობი გასაღები. ამ დროს კრიპტოანალიტიკოსისათვის ცნობილია შესასვლელი და გამოსასვლელი მნიშვნელობების რაიმე  $q$  რაოდენობის წყვილები  $(M_i, C_i), \dots, (M_q, C_q)$  და ის ცდილობს გამოთვალოს გასაღები. ამ შემთხვევაში ბლოკური შიფრი იქნება უსაფრთხო, თუ საუკეთესო შეტევა, რომელიც შეუძლია განახორციელოს მოწინააღმდეგემ მოითხოვს ისეთი დიდი რაოდენობის  $q$  წყვილებს ან/და გამოთვლის ისეთ დიდ  $t$  დროს, რაც აღემატება კრიპტოანალიტიკოსის შესაძლებლობებს. ეს არის უსაფრთხოება გასაღების გამოთვლის მიმართ და იზომება რაოდენობრივად  $q$  და  $t$  პარამეტრების საშუალებით.

ის ფაქტი, რომ ბლოკური შიფრი უსაფრთხო იქნება გასაღების გამოთვლაზე შეტევებისადმი, სულაც არ ნიშნავს, რომ ის უსაფრთხო იქნება ზოგადად, რადგანაც, როგორც კ. შენონმა იმავე შრომაში აჩვენა, ალგორითმი შეიძლება უშვებდეს რაიმე სახის ინფორმაციის გაჟონვას ღია ტექსტის შესახებ. თუ დაშიფვრის ალგორითმი უშვებს ასეთი სახის ინფორმაციის გაჟონვას, მაშინ კრიპტოანალიტიკოსს უჩნდება შანსი საკმარისი რაოდენობის ინფორმაციის დაგროვების შემდეგ მთლიანად გატეხოს ალგორითმი. ამიტომ, თუ გვინდა რომ კრიპტოალგორითმი იყოს უსაფრთხო, უნდა შეგვეძლოს დავამტკიცოთ, რომ იმ გამოთვლითი საშუალებებით, რომლებიც გააჩნია მოწინააღმდეგეს, შეუძლებელია შიფროტექსტიდან რაიმე ინფორმაციის მიღება ღია ტექსტის შესახებ.

ღია ტექსტის სტრუქტურის დასამალად ყველაზე ეფექტურია ორი გარდაქმნის - მიმოფანტვის (confusion) და დიფუზიის (diffusion) გამოყენება. მიმოფანტვა არის გარდაქმნა, რომლის მიზანია დამალოს კავშირი გასაღებსა და შიფროტექსტს შორის, ხოლო დიფუზიის მიზანია გახადოს შიფროტექსტის თითოეული სიმბოლო დამოკიდებული ღია ტექსტის ყველა სიმბოლოზე, რაც მოგვცემს საშუალებას დავმალოთ ღია ტექსტის სტრუქტურა. რადგანაც სიმეტრიულ ალგორითმებში შეუძლებელია გამოვიყენოთ რთული მათემატიკური გარდაქმნები (ეს ამცირებს ალგორითმის სწრაფქმედებას), ამ მიზნების მისაღწევად თანამედროვე სიმეტრიულ კრიპტოგრაფიაში გამოიყენება ჩანაცვლების და გადანაცვლების ოპერაციები მრავალჯერადი იტერაციებით.

ბლოკური შიფრების კრიპტომედეგობაზე არსებით ზეგავლენას ახდენს ის ფაქტიც, რომ თავისი ბუნებით ბლოკური შიფრები წარმოადგენენ დეტერმინირებულ სისტემას, ანუ ერთი და იგივე ღია ტექსტი ერთი და იგივე გასაღების საშუალებით ყოველთვის გადადის ერთსა და იმავე შიფროტექსტში,

რაც ძალიან უადვილებს კრიპტოანალიტიკოსს შიფრის გატეხვას.

ამ ნაკლის დაძლევის ცდილობენ დაშიფვრის რეჟიმების (ძირითადად **CBC** და **CTR** რეჟიმების) გამოყენებით, რომლებშიც გამოიყენება ინიციალიზაციის ვექტორი, რაც საშუალებას გვაძლევს ერთი და იგივე ღია ტექსტი ერთი და იგივე გასაღებით გარდაექმნათ სხვადასხვა შიფროტექსტად, მაგრამ ერთი ინიციალიზაციის ვექტორის გამოყენება ხშირად არ არის საკმარისი ღია ტექსტის სტრუქტურის კარგად დასამალად.

2002 წელს გამოქვეყნდა მ. ლისკოვის, რ. რაივესტის და დ. ვაგნერის სტატია, რომელშიც წამოყენებულია იდეა გამოვიყენოთ ინიციალიზაციის ვექტორი არა დაშიფვრის რეჟიმში, არამედ თვით ალგორითმში, ამასთან არა ერთხელ, დასაწყისში, როგორც ეს ხდება დაშიფვრის რეჟიმში, არამედ რამდენჯერმე, თანაბარი ინტერვალებით იტერაციის სხვადასხვა ეტაპებზე. ეს მოგვცემს საშუალებას უფრო კარგად დავმალოთ ღია ტექსტის სტრუქტურა შიფროტექსტში. ასეთ ალგორითმებს ავტორებმა უწოდეს tweakable ბლოკური შიფრები [2] [3].

ამ სტატიაში განხილულია ერთი ასეთი ტიპის ახალი ალგორითმის აგების შესაძლებლობა, რომელიც ამავე დროს იყენებს ჰილის ცნობილი ალგორითმის მოდიფიკაციას, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ძალიან სწრაფად შევასრულოთ დიფუზიური გარდაქმნა.

➤ **ჰილის მოდიფიცირებული ალგორითმი.**

ჩვენი მიზანია ავაგოთ ახალი tweakable ბლოკური დაშიფვრის ალგორითმი, რომელშიც ღია ტექსტის სტრუქტურის ეფექტურად დასამალად გამოვიყენებთ ჩვენს მიერ მოდიფიცირებულ ჰილის ალგორითმს. კრიპტოალგორითმში ხდება 256 ბიტანი ბლოკის დაშიფვრა 256 ბიტანი სიდუმლო გასაღებით. ალგორითმში შესვლის შემდეგ დასაშიფრი ბლოკი წარმოიდგინება 4 × 4-ზე მატრიცის საშუალებით, რომელსაც უწოდებენ მდგომარეობის მატრიცას (იხ. მ-1), სადაც თითოეული a<sub>ij</sub> წარმოადგენს ორობით ბაიტს. დასაშიფრი ორობითი სტრიქონი ჩაიწერება მატრიცაში მარცხნიდან მარჯვნივ ჰორიზონტალურად.

$$M = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

მ-1. მატრიცა M

ყველა ოპერაცია, რომელიც სრულდება ალგორითმში დასაშიფრ ტექსტზე სრულდება ამ მატრიცაზე. ამ სტატიაში შევხვებით მხოლოდ ერთ ოპერაციას, რომელიც უზრუნველყოფს ღია ტექსტის სტრუქტურის ეფექტურ დამალვას შიფროტექსტში. ეს ოპერაცია მათემატიკურად შეიძლება ჩავწეროთ ძალიან მარტივად:  $M \times A(\text{mod}256)$ , სადაც A მატრიცაა 4 × 4-ზე, რომელსაც აუცილებლად გაჩნია შებრუნებული მატრიცა [4-8].

უფრო მეტი თვალსაჩინოებისათვის განვიხილოთ ჩვენი ალგორითმის 1-ლი ეტაპი დეტალურად.

➤ **ჩვენი ალგორითმი**

დავუშვათ მოცემული გვაქვს ღია ტექსტი: **was able to determine a necessary**. ვიღებთ საწყის 16 სიმბოლოს, გადაგვყავს ASCII კოდში და წარმოვადგენთ 4 × 4 განზომილებიან A მატრიცად:

w	a	s	space	a	b	l	e	119	97	115	32
119	97	115	32	97	98	108	101	97	98	108	101
space	t	o	space	d	e	t	e	32	116	111	32
32	116	111	32	100	101	116	101	100	101	116	101

მ-2. მატრიცა A

შემდეგ ვიღებთ მომდევნო 16 სიმბოლოს, რომელიც ასევე გადაგვყავს ASCII კოდში და წარმოვადგენთ

როგორც  $4 \times 4$  განზომილებიან  $B$  მატრიცად:

r	m	i	n	e	space	a	space	114	109	105	110
114	109	105	110	101	32	97	32	101	32	97	32
n	e	c	e	s	s	a	r	110	101	99	101
110	101	99	101	115	115	97	114	115	115	97	114

მ-3. მატრიცა B

ჩვენს მიერ წინასწარ გამოთვლილი  $N$  მატრიცა:

-1	-2	-2	-2
2	-1	-2	2
1	1	1	2
-1	1	2	-1

მ-4. მატრიცა N

$A$  მატრიცას ვამრავლებთ  $N$  მატრიცაზე, რის შედეგადაც მიიღება ისევ  $4 \times 4$  განზომილებიანი  $A_1$  მატრიცა. მიღებული  $A_1$  მატრიცა დაგვყავს 256-ის მოდულით და გადაგვყავს ორობით სისტემაში:

158	-188	-253	154	158	68	3	154
106	-83	-80	117	106	173	176	117
279	-37	-121	358	23	219	135	102
117	-84	-84	133	117	172	172	133

158	68	3	154	106	173	176	117
10011110	01000100	00000011	10011010	01101010	10101101	10110000	01110101
23	219	135	102	117	172	172	133
00010111	11011011	10000111	01100110	01110101	10101100	10101100	10000101

მ-5. მატრიცა  $A_1$

ანალოგიური მეთოდით ვმოქმედებთ  $B$  მატრიცაზე.

ჩვენს მიერ წინასწარ გამოთვლილი  $M$  მატრიცა:

1	1	1	2
-1	-2	-2	-2
2	-1	-2	2
-1	1	2	-1

მ-6. მატრიცა M

$B$  მატრიცას ვამრავლებთ  $M$  მატრიცაზე, რის შედეგადაც მიიღება ისევ  $4 \times 4$  განზომილებიანი  $B_1$  მატრიცა. მიღებული  $B_1$  მატრიცა დაგვყავს 256-ის მოდულით და გადაგვყავს ორობით სისტემაში:

105	-99	-94	110	105	157	162	110
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

231	-28	-93	300	231	228	163	44
106	-90	-88	115	106	166	168	115
80	-98	-81	80	80	158	175	80

105	157	162	110	231	228	163	44
01101001	10011101	10100010	01101110	11100111	11100100	10100011	00101100
106	166	168	115	80	158	175	80
01101010	10100110	10101000	01110011	01010000	10011110	10101111	01010000

მ-7. მატრიცა B<sub>1</sub>

➤ დემიფრაცია

დემიფრაცია დაშიფვრის შებრუნებული პროცესია მცირეოდენი განსხვავებით. დაშიფვრის დროს გამოყენებული **N** და **M** მატრიცის ნაცვლად ვიყენებთ **256**-ის მოდულით შებრუნებულ, შესაბამისად **N<sup>-1</sup>** და **M<sup>-1</sup>** მატრიცებს. გასაღები რა თქმა უნდა იგივე რჩება [9,10].

-1	2	-2	2	-2	-1	2	2
-2	-1	-2	-2	-2	-2	-1	-2
1	1	1	2	1	1	1	2
1	-1	2	-1	2	1	-1	-1

ფიგურა 8.

მატრიცა N<sup>-1</sup>

მატრიცა M<sup>-1</sup>

3. დასკვნა

ჩვენ შევხებით მხოლოდ ერთ ოპერაციას, რომელიც უზრუნველყოფს ღია ტექსტის სტრუქტურის ეფექტურ დამალვას შიფროტექსტში. ჩვენს შემთხვევაში **256** ბიტიდან **116** ბიტმა განიცადა ცვლილება, რაც ძალიან კარგი შედეგია.

ლიტერატურა – References:

1. Shannon C. (1948) Communication theory of secrecy systems. *The Bell System Technical Journal*. 27: 379–423, 623–656.
2. Liskov M., Rivest R.L. (2011) Tweakable Block Ciphers. *J. Cryptol.*, 24: 588-613.
3. Halevi S., Rogaway P. (2003) A Tweakable enciphering mode. *Advances in Cryptology - CRYPTO*. 27, 29: 1-33.
4. Lester S. Hill. (1929) Cryptography in an Algebraic Alphabet. *The American Mathematical Monthly*. 36, 6: 306-312
5. Bibhudendra Acharya, Sarojkumar Panigrahy, Saratkumar Patra, Canapsti Panda. (2009) Image Encryption Using Advanced Hill Cipher Algorithm. *International Journal of Recent Trends in Engineering*. 1, 1.
6. Julakidze L.E., Qochladze Z.I., Kaishauri T.V. (2015) Designing of a new tweakable block cipher by using the modified Hill's algorithm. *Georgian Engineering News*. 73 (1): 44-49 (in Georgian).

7. Julakidze L.E., Qochladze Z.I., Kaishauri T.V. (2015) The new symmetric tweakable block cipher. *Georgian Engineering News*. 73 (1): 50-56 (in Georgian).
8. Julakidze L.E., Qochladze Z.I., Kaishauri T.V. (2015) A Possibility of constructing a new symmetric tweakable block cipher and a method of calculation of Pearson's correlation coefficient. *Georgian Engineering News*. 76 (4): 39-45 (in Georgian).
9. Levani Julakidze, Zurab Kochladze, Tinatin Kaishauri. (2021) New Symmetric Tweakable Block Cipher. *BULLETIN OF THE GEORGIAN NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES*. 15 (1): 13-19.
10. L.E. Julakidze, Z.I. Kochladze, T.V. Kaishauri (2017 by Nova Science Publishers, Inc.) New Tweakable Block Cipher. *Computer Science, Technology and Applications. Information and Computer Technology, Modeling and Control*. ISBN: 978-1-53612-075-2. 50: 505-513.

## NEW SYMMETRIC TWEAKABLE BLOCK CIPHER

Levan Julakidze<sup>1</sup>, Zurab Kochladze<sup>2</sup>, Tinatin Kaishauri<sup>1</sup>,  
Giorgi Maisuradze<sup>1</sup>

levan.julakidze@gmail.com, zurab.kochladze@tsu.ge, t.kaishauri@gtu.ge,  
g.maisuradze@gtu.ge

1-Georgian Technical University,

2-IV. Javakhishvili Tbilisi state university

### Summary

Modern cryptography is considered as a cornerstone between computer and communications security. It is based on mathematical concepts such as number theory, probability theory, polynomial algebra, etc. The paper presents the original method of building a new symmetric algorithm. In order to obtain the method the appropriate material has been elaborated on: symmetric cryptosystem and tweakable block ciphers. The problem of constructing such a block cipher is discussed and solved using Hill's algorithm, in the way that, it enhances algorithm speed.



## SCADA-სისტემის დანერგვა მილსაგლინავ საამქროში

შოთა გრიგოლაშვილი,  
shotagrigoashvili@gmail.com  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია SCADA-ს (დისპეტჩერული მართვისა და მონაცემთა შეგროვების სისტემის) დანერგვა მეტალურგიაში, საგლინავი საამქროში, კერძოდ მისი ნაწილში, რომელიც მოიცავს მაკრატლების დაყენებას ჭრის მექანიზმებით და იგი გამოიყენება მეტალურგიაში საგლინავი და მილსაგლინავი მილების დასამზადებლად. აღსანიშნავია, რომ მართვის სისტემა (SCADA) დღემდე არაა დანერგილი საქართველოში არსებულ მეტალურგიაში, მისი გამოყენებით კი შესაძლებელია რესურსებისა და დანაკარგების შემცირება, ასევე ადამიანური შეცდომების მინიმუმამდე დაყვანა, რაც თავისთავად გაზრდის საწარმოს ეკონომიკური ეფექტიანობას.

**საკვანძო სიტყვები:** SCADA. მართვის სისტემა. საგლინავი საამქრო.

### 1. შესავალი

ჩვენს დროში წარმოებებში ნერგავენ და ექსპლუატაციას უწევენ ტექნოლოგიური პროცესების მართვის სისტემებს, რომლის დავალებას წარმოადგენს: ტექნოლოგიური ობიექტის, მართვის გადაწყვეტილებების ოპერატიულობის ამაღლება, პროცესის მონაკვეთის, საამქროს და წარმოების ფუნქციონირების ოპერატიული ინფორმაციის მიღება. იმ მიზნით რომ მივიღოთ სტანდარტული პროდუქცია, ასევე გეგმიური და სააღრიცხვო ინფორმაციის შრომატევადი სამუშაოს შემცირება.

ტექნოლოგიური პროცესის მართვის სისტემები არსებობს ორი სახის: ავტომატიზებული და ავტომატური. ავტომატიზებული სისტემები გულისხმობს მონაწილეობას, ადამიანის (ოპერატორი, დისპეტჩერი) მართვის სისტემაში ორგანულ მონაწილეობას, როგორც განუყოფელი ორგანული ნაწილი, ხოლო ავტომატური სისტემას კი შეუძლია ადამიანის გარეშე დამოუკიდებლად მუშაობა (პროფილაქტიკური კონტროლის განხორციელება, შეკეთების მომსახურების გარდა). მართვის ავტომატური სისტემა ეს არის მოწყობილობა, რომელიც უზრუნველყოფს მართვას ადამიანის ჩარევის გარეშე.

დიდ პრობლემას წარმოადგენს თანამედროვე ეტაპზე მართვის ავტომატიზებული სისტემის შექმნა. ასეთი და მსგავსი სისტემების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ მართვის ავტომატიზებული სისტემები შეიძლება დაიყოს სამ ჯგუფად: ტექნოლოგიური პროცესების მართვის ავტომატიზებული სისტემები, მართვის ავტომატიზებული სისტემა და ინტეგრირებული მართვის ავტომატიზებული სისტემა. ნებისმიერი სასურველი სისტემის მახასიათებელი უნდა უზრუნველყოფდეს ავტომატიზებულად ინფორმაციის შეკრებისა და დამუშავებას, მართვის ოპტიმიზაციის გადასაწყვეტად ნებისმიერ სფეროში სადაც ადამიანი მოღვაწეობს. ამ დავალების შესასრულებლად აუცილებელია ინჟინერ-ტექნიკოსთა კადრი, რომელიც ფლობს ცოდნას გამოთვლითი და მიკროპროცესორულ ტექნიკაში, კარგად ერკვევა თანამედროვე წარმოებაში, ტექნოლოგიაში, და შეუძლია გადაწყვიტოს კითხვები ავტომატიზებულ წარმოებაში და მართვის ავტომატიზებულ სისტემებში [1].

### 2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ საგლინავი საამქრო. კერძოდ მისი ნაწილი, რომელიც მოიცავს მაკრატლების დაყენებას ჭრის მექანიზმებით, დამჭერი და დანის კასეტების შეცვლა, უჯრედი (შტრაიბერი) მაკრატლის წინ, ჰაერის გამაგრილებელი მოწყობილობები. მაკრატლის წინ, პნევმატური დამჭერი მოწყობილობის მქონე უჯრედია დამონტაჟებული როლის სიგრძის გასაზომად და უკონტაქტო სენსორი, რომელიც უკეთებს დუბლირებას სიგრძის გამზომ როლიკებს. ზეთის რეზერვუარის მოწყობილობა მოიცავს ცირკულაციურ საპოხ სისტემას, პლასტიკურ საპოხ სისტემას და სატუმბ სადგურს, ჰიდრო ძრავებისა და კასეტების ცვლისათვის [2].

სისტემის სტრუქტურა ფუნქციურად ტექნიკური მართვის საშუალება იყოფა სამ ძირითად ჯგუფად:

1. რეგულირებადი დრაივების კონტროლი ადგილობრივი ქსელის საშუალებით PROFIBUS DP (RS485), კონტროლერის დისკრეტული გამომავალი სიგნალების საშუალებით სენსორების შეყვანის სიგნალებისა და ოპერატორის პანელის დამუშავებით (ჭრის ხაზის ტექნოლოგიური პროცესის ციკლში მოქმედი მოწყობილობა) - ჯგუფი 1;

2. ფიქსირებული დრაივების კონტროლი სარელეო კონტაქტორული კონტროლით ოპერაციების დაყენებასა და დანების შეცვლაზე ინფორმაციის გაცემით და კონტროლერისთვის სიგნალების დაბლოკვით - ჯგუფი 2;

3. სამუშაო ადგილებიდან ნავთობის სარდაფის ელექტრომოწყობილობის კონტროლი და ოპერატორისთვის სასიგნალო და დიაგნოსტიკური სიგნალების გაცემა - ჯგუფი 3.

მაკრატლის განყოფილების ტექნოლოგიური პროცესის მართვის ავტომატიზებული სისტემა უზრუნველყოფს ოპერატორის არჩევის შემთხვევაში სახელმძღვანელოს და ავტომატის რეჟიმებს ტექნოლოგიური ოპერაციების ჯგუფის მართვა და მოიცავს შემდეგ ქვესისტემებს:

- როლგანგების ტექნოლოგიური ხაზის ჩართვა გამორთვის მართვას;
- გლინვის დაყოფის დროს გადასაჭრელი სიგრძის გაზომვას;
- მეტალის ტემპერატურის გათვალისწინებით გადაჭრის სიგრძის დავალების მიცემა;
- პოზიციონირების მართვა მასალის ჭრის დროს;
- ჭრის დროს მაკრატლისა და ტრაბერის მექანიზმების მართვა;
- მოწყობილობების გაგრილების მართვა;
- მოწყობილობების კონტროლი და დიაგნოსტიკა;

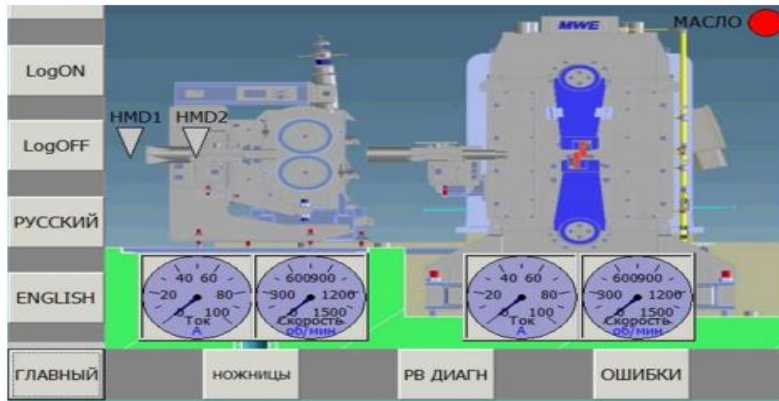
როლგანგების ტექნოლოგიური ხაზის ჩართვა გამორთვის ქვესისტემა მართავს როლიკებით მაგიდის მონაკვეთების თანმიმდევრული ჩართვის ფუნქციებს, როდესაც მათზე რულონები შემოდის, საჭირო გადაკეტვების დაცვით [3].

გლინვის დაყოფის დროს გადასაჭრელი სიგრძის გაზომვის ქვესისტემაში ჭრის სიგრძის გაზომვა ხორციელდება იმპულსური სენსორით საზომი როლიკების გამოყენებით, რომელიც პერიოდულად იჭიმება როლზე. ან არაკონტაქტური ლაზერული სენსორის გამოყენებით ოპერატორის არჩევანით.

მეტალის ტემპერატურის გათვალისწინებით გადაჭრის სიგრძის დავალების მიცემის ქვესისტემაში ჭრის სიგრძის პარამეტრი 20 არის მორგებული, დაყენებულია  $20^{\circ}C$  ტემპერატურაზე, როლის ტემპერატურის  $T (^{\circ}C)$  ტემპერატურის გათვალისწინებით, იზომება არაკონტაქტური სტაციონარული პირობებით მაკრატლის წინ ფორმულის მიხედვით:  $T = 20 (1 + 0.000012 (T - 20))$ .

პოზიციონირების მართვა მასალის ჭრის დროს გაზომვები პერიოდულად ხორციელდება ოპერატორის ინიციატივით, პროგრამირებადი პანელის კლავიშზე დაჭერით. ACSD ახორციელებს ტრიბორზე გადახვევის ნაწილის ავტომატურ პოზიციონირებას ASID- დან მიმდინარე სიგრძისა და ASZD - დან მითითებული სიგრძის შესახებ ინფორმაციის გამოყენებით, ხოლო როლის დამუხრუჭების მანძილის მნიშვნელობა განისაზღვრება პარამეტრის პარამეტრების გათვალისწინებით. დამუხრუჭების დროს სიჩქარე და შენელებული სიჩქარე.

ASUN უზრუნველყოფს მართვის რეჟიმებს "სამუშაო", "დანების შეცვლა", "მცოცავი სიჩქარე", ოპერაციის" კონტროლის რეჟიმში, ერთნაკნაინი საჭრელი მექანიზმის თავისებურებების გათვალისწინებით, ზედა დანის მოძრაობის ტრაექტორიის რეჟიმი ორ თავდაპირველ პოზიციას შორის არის მოქცეული ექსკლუზიური როლიკების როტაციის სინქრონიზაციით. მაგიდა ACS უზრუნველყოფს წყლისა და ჰაერის მიწოდების ოპერაციული მართვის მექანიკური და ავტომატური რეჟიმები კასეტების გამაგრილებელი საქშენები გაზომვის როლიკებით. ACKD აკონტროლებს და დიაგნოზს უწევს აღჭურვილობის მდგომარეობას ოპერატორის პანელის ეკრანზე ინფორმაციის წარმოდგენით (ნახ.1).



ნახ.1 Rolling workshop management system

მაკრატლის მართვის ავტომატიზებული სისტემამ უნდა უზრუნველყოს:

- განზომილებიანი ნაკეთობებად ლითონის მოჭრის ოპტიმალური გეგმის გაანგარიშება ნარჩენების მინიმუმამდე შემცირებით და უხარისხო სიგრძის სამუშაოების რაოდენობის შემცირებით;
- ჭრის დროს ტექნოლოგიური შეცდომების აღბათობის შემცირება;
- საამქროში ლითონის აღრიცხვის სიზუსტის გაუმჯობესება;
- აღჭურვილობის კონტროლი;
- პერსონალის სამუშაო პირობების გაუმჯობესება.

ამ ტიპის ნაგლინი პროდუქტების ჭრა ხაზოვანია: ლითონი ითვლება ერთგანზომილებიანად, ე.ი. ჭრა ხორციელდება ერთი კოორდინატის - სიგრძის გასწვრივ. ამასთან, ამოცანას ართულებს ის ფაქტი, რომ ჭრა ხორციელდება მოძრავი რეალურ რეჟიმში, ე.ი. მაკრატლის ხაზამდე როლის ჩამოსვლის დროს, მისი ზუსტი სიგრძე ჯერ არაა ცნობილი, რადგან მოძრაობა დასრულებული არ არის. ეს პარამეტრი, რომელიც მნიშვნელოვანია ოპტიმალური ჭრის გეგმის ძიების პროცედურისთვის, დამოკიდებულია ნაგლინი პროდუქციის ასორტიმენტზე (ფოლადის ტიპი).

წარმოებაში, მაკრატელს იყენებენ წარმოების სხვადასხვა ეტაპზე. თითოეულ ამ ეტაპზე ლითონის ჭრა ხორციელდება გარკვეული პრინციპით, ანუ ჭრის გეგმის ოპტიმიზაცია ხდება სხვადასხვა კრიტერიუმის და სხვადასხვა პარამეტრი მიხედვით. ლითონის ჭრის გეგმის გაანგარიშება ხდება განხილულ სისტემებში ეკონომიკური და მათემატიკური მეთოდების გამოყენებით. ჭრის ოპტიმიზაციისას დიდი მნიშვნელობა აქვს ტექნოლოგიური პროცესის პარამეტრების გაზომვის სიზუსტეს. ეს პარამეტრები საწყისი მონაცემებია ჭრის გეგმის მშენებლობისთვის. ლითონის ჭრის ოპტიმიზაცია უზრუნველყოფს მაღალი დონის დაზოგვას, რაც აისახება წარმოების ღირებულებაში და მეტალურგიული საწარმოს მოგებაში.

გამყოფი მაკრატლების მონაკვეთი, მოძრავი წისქვილის დანარჩენი მონაკვეთების მსგავსად, რომელსაც აქვს გრძელი ტექნოლოგიური ხაზები, უზრუნველყოფს ოპერატორის კონტროლის სადგურის დამონტაჟებას ტექნოლოგიური პროცესისა და შესაძლებლობის შესახებ ყველა საჭირო ინფორმაციის წარმოდგენით. ობიექტის კონტროლი ხელით და ავტომატიზებულ რეჟიმში ინდივიდუალური მართვის ფუნქციების შესრულებისას ოპერატორის ჩარევის პრიორიტეტით. მუშა რეჟიმში მაკრატლის დამონტაჟების აღჭურვილობის კომპლექსი უნდა აკონტროლოს [4]:

- მაკრატლის გაჭრილი ხაზის გასწვრივ მოხვეული სიგრძის გაზომვა;
- უჯრედი პოზიციური კონტროლი მაკრატლის წინაშე ჭრის მოცემული სიზუსტით, რულონების დაყოფის პროგრამის შესაბამისად;
- ოპერატორს საშუალებას აძლევს ჩართოს მთავარი წამყვანი მექანიზმების ავტომატური მუშაობის ციკლი და მოძრავი როლიკებით მაგიდა (შემცირება ჭრის დროს და მოხსნა ჭრის შემდეგ) სინქრონული პოზიციური რეჟიმში;
- დაყენებული თანმიმდევრობით და განსაზღვრული დროით ჰაერის გაგრილების ჩართვა.

### 3. დასკვნა

საგლინავი საამქრო ადვილად მართვადია თავისი სტრუქტურით და ექვემდებარება უფრო ზუსტ მართვას. აუცილებელია ლითონის ჭრის მართვა, რადგან როგორც აღვნიშნეთ, ლითონის ჭრის ოპტიმიზაცია უზრუნველყოფს მაღალი დონის დაზოგვას, რაც აისახება წარმოების ღირებულებაში და მეტალურგიული საწარმოს მოგებაში, ამის გარდა SCADA სისტემის გამოყენების შემთხვევაში, თითქმის მინიმუმამდეა დაყვანილი ადამიანის შეცდომის ალბათობა, რაც აისახება საწარმოს უსაფრთხოებაზე, ამრიგად, ამგვარი პროფილის სისტემებს აქვთ მაღალი ინვესტიცია.

#### ლიტერატურა – References :

1. Boyer S.A. (2010). SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition, 4th Ed., ISA International Society of Automation, US
2. Ankhimiyuk V.L., Oleiko. O.F., Mikheev N.N. (2002). Automatic Control Theory. –M.: Design PRO (in\_Rus)
3. Roasting Kilns. Internet resource: <http://www.stroitelstvo-new.ru/keramika/obzhigpechi.shtml?fbclid=IwAR2DqYNtZpuqw4Fp66A6AP8adNAQfi6WOTjfKKwcFCh367T2gwwD09d PG3o>. (in\_Rus) [20/04/2021]
4. Ring furnace. Internet resource: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/97128/Кольцевая>. (in\_Rus)

## INTRODUCTION OF SCADA SYSTEM IN A PIPELINE WORKSHOP

Shota Grigolashvili

Georgian Technical University

#### Summary

The introduction of SCADA (Supervisory control and data acquisition) in metallurgy, rolling mill workshop, in particular, its part, which includes the installation of scissors with cutting mechanisms, which is used in metallurgy for the production of rolling and piping pipes. It should be noted that the Supervisory control and data acquisition (SCADA) is not yet implemented in the metallurgy in Georgia, and its use can reduce resources and losses, as well as minimize human error, which in itself will increase the economic efficiency of the enterprise. Nowadays, it is such profile systems that have a high investment.

## ღრუბლოვანი გამოთვლებზე დაფუძნებული „ჭკვიანი“ ჯანდაცვის სისტემა

ცოტნე ქორჩილავა,

cotne.korchilava@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

#### რეზიუმე

ინფორმაციული ტექნოლოგიის განვითარებასთან ერთად აქტუალური გახდა ჭკვიანი ჯანდაცვის (smart healthcare) კონცეფციის შემუშავება და დანერგვა. იგი იყენებს ახალი თაობის ისეთ ინფორმაციულ ტექნოლოგიებს, როგორცაა: ნივთების ინტერნეტი (IoT), დიდი მონაცემები, ღრუბლოვანი გამოთვლები და ხელოვნური ინტელექტი. ჭკვიანი ჯანდაცვის სისტემის კონცეფციის დანერგვის მიზნით, ამ სტატიაში, პირველ რიგში, ჩვენ განვიხილავთ იმ ძირითად ტექნოლოგიებს, რომლებიც ხელს უწყობს ჭკვიანი ჯანდაცვის მომსახურების გაუმჯობესებისა და მის ამჟამინდელ სტატუსს რამდენიმე მნიშვნელოვან სფეროში. აქვე წარმოვადგენთ ჭკვიანი ჯანდაცვის პრობლემებს, ამ პრობლემის გადაჭრის ეფექტურ გზებს და მის სამომავლო პერსპექტივებს.

**საკვანძო სიტყვები:** ჭკვიანი ჯანდაცვა, ინფორმატიზაცია, საავადმყოფოს მენეჯმენტი, ნივთების ინტერნეტი, ღრუბლოვანი გამოთვლები.

## 1. შესავალი

დღევანდელი ერა ინფორმაციის ეპოქაა. ტექნოლოგიებისა და სამეცნიერო თეორიის წინსვლასთან ერთად, ტრადიციულმა მედიცინამ, რომლის ძირითად ბირთვს წარმოადგენს ბიოტექნოლოგია, თანდათან დაიწყო გაცვიფრა და ინფორმაციზაცია. გაჩნდა ჭკვიანი ჯანდაცვის სისტემა, რომელიც მოიცავს ახალი თაობის ინფორმაციულ ტექნოლოგიას. ჭკვიანი ჯანმრთელობაზე ზრუნვის სისტემა არის არა მხოლოდ მარტივი ტექნოლოგიური მიღწევა, არამედ ყოვლისმომცველი, მრავალდონიანი ცვლილება. ეს ცვლილება განისაზღვრება შემდეგში: სამედიცინო მოდელის ცვლილებები (დაავადებაზე და პაციენტზე ორიენტირებული ზრუნვა), ინფორმაციის კონსტრუქციული ცვლილებები (კლინიკური ინფორმაციიდან რეგიონულ სამედიცინო ინფორმაციამდე), სამედიცინო მენეჯმენტის ცვლილებები (ზოგადი მენეჯმენტიდან პერსონალიზებულ მენეჯმენტამდე) და პრევენციისა და მკურნალობის კონცეფციის ცვლილებები (დაავადების მკურნალობაზე ფოკუსირებიდან პრევენციულ ჯანდაცვაზე აქცენტირებაზე) [1]. ეს ცვლილებები ფოკუსირებულია ადამიანების ინდივიდუალური საჭიროებების დაკმაყოფილებაზე, სამედიცინო დახმარების ეფექტურობის ამაღლებაზე, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მედიცინის და სამედიცინო მომსახურების გამოცდილებას. ასევე წარმოადგენს თანამედროვე მედიცინის განვითარების სამომავლო მიმართულებას. ეს მიმოხილვა დაიწყება ჭკვიანი ჯანდაცვის კონცეფციიდან, შემდეგ მოკლედ გავეცნობით ჭკვიანი ჯანდაცვის ხელშემწყობ საკვანძო ტექნოლოგიებს, მიღწევებსა თუ გამოწვევებს სამედიცინო სფეროებში. ამ ტექნოლოგიების გამოყენების სტატუსის გადახედვის შემდეგ, საბოლოოდ წარმოგიდგენთ ჭკვიანი ჯანმრთელობის დაცვის სამომავლო პერსპექტივებს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ჭკვიანი ჯანმრთელობაზე ზრუნვის სისტემა შეიქმნა IBM- ის (Armonk, NY, აშშ) მიერ 2009 წელს შემოთავაზებული "Smart Planet" - ის კონცეფციის საფუძველზე. მარტივად რომ ვთქვათ, Smart Planet-ი არის ინტელექტუალური ინფრასტრუქტურა, რომელიც იყენებს სენსორებს ინფორმაციის აღსაქმელად. ინფორმაცია გადაიცემა ნივთების ინტერნეტის საშუალებით (IoT) და მუშავდება სუპერკომპიუტერებისა და ღრუბლოვანი გამოთვლების გამოყენებით [2]. მას შეუძლია მოახდინოს სოციალური სისტემების კოორდინაცია და მათი ინტეგრირება ადამიანური საზოგადოების დინამიური და დახვეწილი მენეჯმენტის მისაღწევად. ჭკვიანი ჯანდაცვა არის სამედიცინო მომსახურების სისტემა, რომელიც იყენებს ისეთ ტექნოლოგიებს, როგორცაა: მობილური მოწყობილობები, ნივთების ინტერნეტი(IoT) და მობილური ინტერნეტით ინფორმაციის დინამიურად წვდომა- ხალხთან დასაკავშირებლად, მასალებთან და სამედიცინო მომსახურებასთან. ჭკვიანმა ჯანდაცვამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ჯანდაცვის სფეროში ჩართული ყველა მხარეს შორის ურთიერთქმედებას. მოკლედ, ჭკვიანი ჯანდაცვა სამედიცინო სფეროში ინფორმაციის კონსტრუქციულობის უფრო მაღალი ეტაპია [3].

ჭკვიანი ჯანდაცვა(smart healthcare) შედგება მრავალი მონაწილისგან, როგორცაა ექიმები, პაციენტები, საავადმყოფოები და კვლევითი ინსტიტუტები. ეს არის ორგანული მთლიანობა, რომელიც მოიცავს მრავალ განზომილებას, მათ შორის დაავადების პრევენციასა და მონიტორინგს, დიაგნოზსა და მკურნალობას, საავადმყოფოს მენეჯმენტს, ჯანმრთელობის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებას და სამედიცინო კვლევას. მაგალითად, ინფორმაციული ტექნოლოგიები, ინტერნეტი, მობილური ინტერნეტი, ღრუბლოვანი გამოთვლები, დიდი მონაცემები, 5G, მიკროელექტრონიკა და ხელოვნური ინტელექტი თანამედროვე ბიოტექნოლოგიასთან ერთად წარმოადგენს ჭკვიანი ჯანდაცვის ქვაკუთხედს. ეს ტექნოლოგიები ფართოდ გამოიყენება ჭკვიანი ჯანდაცვის ყველა ასპექტში. პაციენტების თვალსაზრისით, მათ შეუძლიათ ატარონ ხელსაწყოები, რომ ნებისმიერ დროს გააკონტროლონ თავიანთი ჯანმრთელობა,

მიმართონ სამედიცინო დახმარებას ვირტუალური თანაშემწეების საშუალებით და გამოიყენონ დისტანციური მომსახურება. ექიმების გადმოსახედიდან მათ შეუძლიათ სამედიცინო ინფორმაციის მართვა ინტეგრირებული საინფორმაციო პლატფორმის საშუალებით, რომელიც მოიცავს ლაბორატორიული ინფორმაციის მართვის სისტემას, სურათების არქივისა და კომუნიკაციის სისტემებს (PACS), ელექტრონულ სამედიცინო ჩანაწერს და ა.შ. უფრო ზუსტი ოპერაციის მიღწევა შესაძლებელია ქირურგიული რობოტებისა და შერეული რეალობის ტექნოლოგიის საშუალებით. საავადმყოფოების თვალსაზრისით, რადიოსიხშირული იდენტიფიკაციის (RFID) ტექნოლოგია შეიძლება გამოყენებულ იქნას პერსონალის მასალებისა და მიწოდების ჯაჭვის სამართავად, ინტეგრირებული მართვის პლატფორმების გამოყენებით ინფორმაციის შეგროვებისა და გადაწყვეტილების მიღების პროცესში. მობილური სამედიცინო პლატფორმების გამოყენებამ შეიძლება გააუმჯობესოს პაციენტების გამოცდილება, სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტების თვალსაზრისით [4]. ჭკვიანი ჯანდაცვის სისტემას შეუძლია შეამციროს რისკი სამედიცინო პროცედურების გასაუმჯობესებლად.

ისეთი ტექნოლოგიების გამოყენებით, როგორცაა ხელოვნური ინტელექტი, დაავადებების დიაგნოზი და მკურნალობა გახდა უფრო ზუსტი. ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით კლინიკური გადაწყვეტილების დამყარების სისტემის შესაქმნელად, მან მიაღწია გარკვეულ შედეგებს, როგორცაა ჰეპატიტის, ფილტვის კიბოსა და კანის კიბოს დიაგნოზი. ხელოვნური ინტელექტის დიაგნოზის შედეგების სიზუსტე ხშირად უფრო ზუსტია, ვიდრე გამოცდილი ექიმების, განსაკუთრებით პათოლოგიისა და ვიზუალიზაციაში. ყველაზე გამორჩეული და წარმომადგენლობითი პროდუქტი კლინიკური გადაწყვეტილების მხარდაჭერის სისტემების სფეროში არის IBM-ის Watson, ინტელექტუალური შემეცნებითი სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს ოპტიმალურ გადაწყვეტას, ყველა კლინიკური და ლიტერატურული მონაცემების სიღრმისეული ანალიზის საშუალებას იძლევა. პროგრამა დიდ დახმარებას იძლევა დიაბეტისა და კიბოს დიაგნოსტიკაზე [5].

ჭკვიანი დიაგნოზის საფუძველზე, უფრო ზუსტად არის აღწერილი პაციენტის მდგომარეობა და დაავადების სტატუსი, რაც ხელს უწყობს მკურნალობის პერსონალიზირებული გეგმის შემუშავებას და ეს შედეგი დაადასტურა ექსპერტებმა [6]. ხოლო მკურნალობის პროცესი უფრო ზუსტი გახდება. მაგალითად, სიმსივნური სხივური თერაპიის დროს, პაციენტის რადიოთერაპიის პროცესის მონიტორინგი შესაძლებელია მთელი პროცესის განმავლობაში ჭკვიანი რენტგენოლოგიის დახმარებით. ექიმებს შეუძლიათ რადიოთერაპიის პროგრამის ოპტიმიზაცია, დააკვირდნენ დაავადების მიმდინარეობას და თავიდან აიცილონ ხელით ოპერაციის ჩატარების შემთხვევაში რაიმე გაურკვევლობა.

პაციენტებს თავიანთი მდგომარეობის თვითმართვა შეუძლიათ აპლიკაციებისა და ჯანმრთელობის შესახებ ინფორმაციის პლატფორმის საშუალებით. მაგალითად, სტრესის გამოვლენისა და შემსუბუქების სისტემა იყენებს ტარებად სამედიცინო სენსორს, რომელიც მუდმივად აკონტროლებს ადამიანის სხეულის წნევის დონეს და ავტომატურად ეხმარება სხეულს სტრესის შემცირებაში [7]. კლინიკური გადაწყვეტილების მიღების პროცესში დახმარების შემთხვევაში, მას შეუძლია პროგნოზირება პაციენტების შესაძლო რისკების და წინასწარი რჩევის მიცემა ღრუბლოვანი გამოთვლებისა და დიდი მონაცემების მეშვეობით. კიდევ ერთი იდეა ღია ჯანდაცვის ჩარჩოს შექმნა, რომელიც საშუალებას მისცემს ექიმებს, პაციენტებს, მკვლევარებსა და სხვებს ჩაერთონ მათთან ერთად სხვა ექიმები, პაციენტები, მკვლევარები ყოველგვარი ბარიერების გარეშე. ეს საშუალებას აძლევს პაციენტებს ადვილად გაეცნონ ტელემედიცინის რჩევებს და სერვისებს, ხოლო ექიმებმა დინამიურად გაუწიონ მონიტორინგი პაციენტებს. მობილური არქიტექტურა, როგორცაა m-Health, ხელს შეუწყობს სამედიცინო ცდომილებების შემცირებას და მკურნალობის ეფექტურობას.

ვირტუალური ასისტენტი არ არის სუბიექტი, არამედ ალგორითმი. ვირტუალური თანაშემწეები

უკავშირდებიან მომხმარებლებს ისეთი მეთოდებით, როგორცაა მეტყველების ამოცნობა და დიდ მონაცემებზე დაყრდნობით უზიარებენ ინფორმაციის წყაროს საჭიროებების შესაბამისად. Microsoft Cortana (რედმონდი, აშშ), Google ასისტენტი (Mountain View, CA, აშშ) და Apple Siri (Cupertino, CA, აშშ) - ვირტუალური თანაშემწეებია. ჭკვიან ჯანდაცვაში ვირტუალური თანაშემწეები ძირითადად ხიდის როლს ასრულებენ ექიმებთან, პაციენტებთან და სამედიცინო დაწესებულებებთან კომუნიკაციისთვის. იგი და ექიმებს დაეხმარება პაციენტების მართვაში და სამედიცინო პროცედურების უფრო კომფორტულად კოორდინაციაში. სამედიცინო დაწესებულებებისთვის ვირტუალური თანაშემწეების გამოყენებამ მნიშვნელოვნად დაზოგა ცოცხალი ძალა და მატერიალური რესურსები [8].

საავადმყოფოს მენეჯმენტში საინფორმაციო პლატფორმა, რომელიც აერთიანებს მრავალ ციფრულ სისტემას, დაფუძნებულია IoT-ზე, რომელიც აკავშირებს ციფრულ მოწყობილობებს, ინტელექტუალურ შენობებსა და პერსონალს. ეს ტექნოლოგია ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნას საავადმყოფოებში პაციენტების იდენტიფიკაციისა და მონიტორინგისთვის, სამედიცინო პერსონალის ყოველდღიური მენეჯმენტისთვის, ჭკვიანი ჯანდაცვა ასევე მუშაობს ფარმაცევტულ ინდუსტრიაში წამლების წარმოებისა და მიმოქცევის, ინვენტარის მენეჯმენტის, ფალსიფიკაციის საწინააღმდეგო და სხვა პროცესებისთვის. RFID ტექნოლოგიის საშუალებით, თითოეულ ინდივიდს შეიძლება მიენიჭოს ცალკეული RFID ნიშანი და ინფორმაცია შეინახოს მონაცემთა ბაზაში, რომლის ადვილად თვალთვალი და წვდომა შესაძლებელია მობილური მოწყობილობებით. ინტეგრირებული მართვის პლატფორმას შეუძლია გააცნობიეროს ფუნქციები, როგორცაა რესურსების განაწილება, ხარისხის ანალიზი და შესრულების ანალიზი [9]. ავტომატიზებული სისტემები პაციენტების სამედიცინო მკურნალობის პროცესებს უფრო ლაკონურს ხდის. პაციენტები უფრო მცირე ხანს ელიან და მეტ ჰუმანიზებულ მომსახურებას იღებენ. ჯამში, ინტეგრაცია, დახვეწა და ავტომატიზაცია არის ჭკვიანი საავადმყოფოების სამომავლო მიმართულებები.

პაციენტებს უტარდებათ რეალურ დროში ჭკვიანი მოწყობილობების მონიტორინგი უფრო მგრძობიარე და ზუსტი ინფორმაციის მისაღებად, მაგალითად, ჭკვიანი მოწყობილობების გამოყენება ფილტვების დაავადების კლინიკური კვლევების მონიტორინგისთვის. საცდელი პროტოკოლის შემუშავებისას, ტექნოლოგიების მონაწილეობამ, როგორცაა ბლოკჩეინი, ხელს უწყობს პაციენტის დაცვას და ტესტირების სანდოობას [10].

ამჟამად, სამედიცინო დაწესებულებებს არა აქვთ ერთიანი სტანდარტები და საჭიროა მონაცემთა მთლიანობის უზრუნველყოფის გაუმჯობესება. მონაცემთა რაოდენობა ძალიან რთული და ძალიან დიდია, რაც იწვევს მონაცემთა გაზიარებისა და კომუნიკაციის სირთულეებს. ასევე არსებობს პრობლემები სხვადასხვა პლატფორმასა და მოწყობილობასთან თავსებადობასთან დაკავშირებით. პაციენტის თვალსაზრისით, ჭკვიან ჯანდაცვის სისტემას არ გააჩნია შესაბამისი სამართლებრივი ნორმები და არსებობს რისკები პირადი ინფორმაციისა და კონფიდენციალურობის დარღვევის მხრივ. ზოგიერთ მომხმარებელს ტექნოლოგიის გამოყენებაც კი უჭირს. ტექნიკურად რომ ვთქვათ, ჭკვიან ჯანდაცვის სფეროსთან დაკავშირებული ზოგიერთი ტექნოლოგია ჯერ კიდევ ექსპერიმენტულ ეტაპზეა.

ამიტომ, ზემოაღნიშნული პრობლემების გადასაჭრელად, ყურადღება უნდა გავამახვილოთ ორ ასპექტზე: ტექნოლოგიაზე და რეგულაციაზე. პირველ რიგში, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, ჩვენ შეგვიძლია დავაჩქაროთ ტექნოლოგიების სიმწიფე და სტაბილურობა განახლებების საშუალებით. ასევე მნიშვნელოვანია, დიდი მონაცემების ინფორმაციის ანალიზის უნარის გაუმჯობესება. მეორე, ერთიანი ტექნიკური სტანდარტის დამკვიდრება მნიშვნელოვანია სხვადასხვა მოწყობილობებსა და პლატფორმებს შორის მაქსიმალური თავსებადობის მისაღწევად. ამ გზით, ჩვენ შეგვიძლია გავაუმჯობესოთ მონაცემთა მთლიანობა და მოვაცილოთ ინფორმაციის გაცვლის ბარიერები. დაბოლოს, მონაცემთა უსაფრთხოება და გადაცემის სტაბილურობა მაქსიმალურად უნდა იყოს უზრუნველყოფილი ისეთი ტექნიკის გამოყენებით, როგორცაა ბლოკჩეინი.

### 3. დასკვნა

ამრიგად, ჭკვიანი ჯანდაცვის პერსპექტივები დიდია. ინდივიდუალური მომხმარებლებისთვის ჭკვიან ჯანდაცვას შეუძლია ხელი შეუწყოს ჯანმრთელობის უკეთ მართვას, ხოლო სამედიცინო დაწესებულებებისთვის ჭკვიანი ჯანდაცვის საშუალებით შეიძლება შემცირდეს ხარჯები. მაკრო გადაწყვეტილებების მიღებასთან დაკავშირებით, ჭკვიან ჯანდაცვას შეუძლია ხელი შეუწყოს პრევენციის სტრატეგიების განხორციელებას და შეამციროს სოციალური სამედიცინო ხარჯები. თუმცა, განვითარების პროცესში ჯერ კიდევ არსებობს გარკვეული პრობლემები. ამ პრობლემების მოგვარება დამოკიდებულია არა მხოლოდ ტექნოლოგიურ პროგრესზე, არამედ პაციენტების, ექიმების, სამედიცინო დაწესებულებებისა და ტექნოლოგიური კომპანიების ერთობლივ ძალისხმევაზე.

#### ლიტერატურა – References – Литература

1. Liu BH, He KL, Zhi G. The impact of big data and artificial intelligence on the future medical model. *Med Philos* 2018; 39(22):1-4.
2. Martin JL, Varilly H, Cohn J, Wightwick GR. Preface: technologies for a smarter planet. *IBM J Res Dev* 2010; 54(4):1-2.
3. Gong FF, Sun XZ, Lin J, Gu XD. Primary exploration in establishment of China's intelligent medical treatment. *Mod Hos Manag* 2013; 11(02):28-9.
4. Pan F. Health care is an area where information technology plays an important role: an interview with Wu He-Quan, member of the Chinese Academy of Engineering. *China Med Herald* 2019; 16(3):1-3.
5. Qi RJ, Lyu WT. The role and challenges of artificial intelligence-assisted diagnostic technology in the medical field. *Chin Med Device Inf* 2018; 24(16):27-8.
6. Somashekhar SP, Sepulveda MJ, Puglielli S, et al. Watson for oncology and breast cancer treatment recommendations: agreement with an expert multidisciplinary tumor board. *Ann Oncol* 2018; 29(2):418-23.
7. Wang WD, Lang JY. Reflection and prospect: precise radiation therapy based on bionomics/radiomics and artificial intelligence technology. *Chin J Clin Oncol* 2018; 45(12): 604-8.
8. Ortiz CL. Holistic conversational assistants. *Ai Mag* 2018; 39(1):88-90.
9. Bakkar N, Kovalik T, Lorenzini I, et al. (2018). Artificial intelligence in neurodegenerative disease research: use of IBM Watson to identify additional RNA-binding proteins altered in amyotrophic lateral sclerosis. *Acta Neuropathol*; 135(2):227-47.
10. Nugent T, Upton D, Cimpoesu M. Improving data transparency in clinical trials using blockchain smart contracts. *F1000 Res* 2016; 5: 2541.

## CLOUD COMPUTING-BASED SMART HEALTHCARE SYSTEM

Tsotne Korchilava  
cotne.korchilava@gmail.com  
Georgian Technical University

#### Summary

With the development of information technology, the concept of smart healthcare has gradually come to the fore. Smart healthcare uses a new generation of information technologies, such as the internet of things (IoT), big data, cloud computing, and artificial intelligence, to transform the traditional medical system in an all-round way, making healthcare more efficient, more convenient, and more personalized. With the aim of introducing the concept of smart healthcare, in this review, we first list the key technologies that support smart healthcare and introduce the current status of smart healthcare in several important fields. Then we expound the existing problems with smart healthcare and try to propose solutions to them. Finally, we look ahead and evaluate the future prospects of smart healthcare.



# ПОСТРОЕНИЕ КОРПОРАТИВНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Почовян Семён

s.pochovian@gtu.ge

Грузинский Технический Университет

## Резюме

Рассмотрены вопросы использования современных информационных технологий при построении корпоративной автоматизированной информационной системы для развития бизнеса. Описаны основные направления и назначение использования современных информационных технологий при принятии управленческих решений, а также основные вопросы обеспечения информационной безопасности и защиты информации при построении автоматизированной информационной системы с использованием современных автоматизированных информационных технологий.

**Ключевые слова:** Автоматизированная информационная система. Информационные технологии. Информационная безопасность. Система защиты информации.

## 1. Введение

Цель и характер деятельности организации определяют её информационную систему и автоматизацию информационной технологии. Для обеспечения информационных потребностей пользователей и принятия управленческих решений в организации необходимо разработать автоматизированную информационную систему. Автоматизированная информационная система представляет собой совокупности информации, экономико-математических методов и моделей, технологических, технических, программных средств и специалистов, предназначенную для обработки, хранения и выдачи информации для принятия управленческих решений и достижения поставленной цели в организации. Информационный процесс в организации должен базироваться на автоматизированную информационную технологию.

Результатом применения современных информационных технологий является предоставление пользователям необходимых данных в виде информационных услуг. Разработка и внедрение автоматизированной информационной системы обеспечивает эффективное функционирование организации и необходимое качество управления. В автоматизированной информационной системе должна выполняться защита хранимой, обрабатываемой, используемой и передаваемой информации.

## 2. Основная часть

Информационная система представляет собой систему, предназначенная для протекания информационных процессов в организации и обеспечения сбора, обработки, преобразования, передачи, хранения, анализа и защиты информации. Таким образом, информационная система представляет взаимосвязанную совокупность средств, методов, персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации для достижения поставленной цели в организации. Информатизация процесс в организации должен базироваться на внедрённую и функционирующую автоматизированную информационную технологию. Информационная технология – это процесс, направленный на получение информации, обеспечивающей достижение поставленных целей управления в организации. Современные информационные технологии охватывают все ресурсы, необходимые для управления информацией в организации: компьютеры, программное обеспечение и сети, необходимые для создания, хранения, поиска, управления и передачи информации. Информационные технологии предназначены для использования информационных ресурсов, повышения их надёжности и оперативности использования. Целью применения информационных технологий в организации является формирование необходимой информации для её анализа и принятия управленческих решений сотрудниками [3-5].

Интегрированные информационные технологии представляют собой взаимосвязанную совокупность информационных технологий, предназначенных для создавая единой информационной среды, которая позволяет принимать руководителям организации оперативные управленческие решения. Интегрированный электронный офис является интегрированной информационной технологией и представляет собой программно – аппаратный комплекс, предназначенный для обработки документов и автоматизации работ пользователей в

системе управления организации. Технологии компьютеризированного офиса представляет собой технологию коллективной работы в офисе организации. Компьютерный офис организации представляет собой офис, в котором профессиональная деятельность офиса автоматизирована, т.е. внедрены автоматизированные рабочие места и работа осуществляется с использованием локальных сетей и современных программных средств. Виртуализация рабочих мест – современная технология повышения эффективности использования ИТ-ресурсов организации. Создание виртуальных рабочих мест для персонала организации позволяет повысить надёжность и безопасность рабочих мест сотрудников. Внедрение системы автоматизации делопроизводства и электронного документооборота позволяет оптимизировать весь процесс управления: улучшается качество принимаемых управленческих решений, осуществляется эффективный контроль исполнения управленческих решений для достижение поставленных целей управления. Для удовлетворения информационных потребности сотрудников организации, при решения функциональных задач и принятия оперативных решений, необходимо применять информационные технологии обработки данных. Технология электронной почты представляет систему передачи сообщений с помощью компьютера отправителя и приёма их с помощью компьютера получателя. Технология телеконференции представляет интерактивный доступ к ресурсам сети и предназначен для обмена сообщениями между участниками конференции, для проведения обучения, совещаний и т.д. Интернет-технологии используются для обмена электронными документами через всемирную сеть Интернет с использованием современных компьютерных технологий и протоколов безопасности. Под информационными ресурсами понимается совокупность файлов и баз данных, документы, тексты, графики, знания, аудио- и видео-информация и т.д. Облачные технологии предназначены для увеличения пропускной способности сетей и предоставления ИТ-ресурсов в виде сервиса, который получают пользователи.

Технология мультимедиа представляют собой интерактивную технологию, предназначенная для обеспечения работ с текстом, звуком, анимацией и видеоизображениями. Клиент-серверная технологии обеспечивает: удалённый доступ к базам данных и поддержку многопользовательского режима; равномерное распределение нагрузки на серверные и клиентские узлы; возможность внесения изменений в клиентскую часть без затрагивания серверной части; возможность внесения изменений в серверной часть без затрагивания клиентской части; защиту баз данных от несанкционированного доступа на уровне сервера. Технология „клиент-сервер" позволяет перенести работы по обработке данных с сервера баз данных на персональные компьютеры сотрудников-клиентов, оснащённых программными средствами для выполнения функциональных задач организации. Серверные СУБД используют принцип централизованного хранения и обработки данных, который основан на архитектуре „клиент-сервер". Виртуализация серверов – технология, позволяющая запустить несколько виртуальных серверов в рамках одного физического сервера. На каждой виртуальной машине может быть установлена операционная система, на которую могут быть установлены приложения и службы. CASE-технология представляет собой методологию автоматизированного проектирования информационной системы, а также набор инструментальных средств, позволяющих моделировать предметную область, анализировать эту модель и разрабатывать приложения в соответствии с информационными потребностями пользователей. Информационные технологии распределённой обработки данных являются сетевой технологией распределённой обработки данных. Информационные ресурсы персональных компьютеров организации через каналы связи распределяются по отдельным функциональным сферам деятельности организации. Это достигается путём распределения функций по обработке и хранения данных с централизованной базы данных на локальные базы данных [1-2]. Информационные технологии поддержки принятия решений представляют собой интерактивные системы поддержки принятия решений, предназначены руководителям организации принимающих управленческие решения. В данной системе руководители организации используют свой опыт и знания, информацию из баз данных о принятых ранее управленческих решениях, а также знания специалистов, включённых в базы знаний экспертной системы. Система поддержки принятия решений вырабатывает варианты решений для руководителей организации, на основании анализа данных, и, таким образом, интерактивно поддерживает деятельность руководителей организации в процессе принятия управленчески решений для повышения эффективности работы организации.

Экспертные системы представляют собой компьютерные информационные системы, основанные на использовании искусственного интеллекта, дающие возможность специалистам организации получать необходимые консультации для принятия практических управленческих решений. Технология экспертных систем позволяет пояснять предлагаемые специалистам организации рассуждения, в процессах получения решений, на основании базы знаний и базы данных. Основными компонентами информационной технологии,

используемой в экспертной системе, являются: интерфейс пользователя, база знаний, интерпретатор, модуль создания системы. База знаний содержит факты, описывающие проблемную область, а также логическую взаимосвязь этих фактов. В базах данных содержатся плановые, расчётные, отчётные и другие показатели. В организации с помощью экспертных систем решаются следующие задачи: подбор кадров; анализ финансового состояния и планирование финансовых ресурсов; оценка кредитоспособности и страхование коммерческих кредитов и т.д.

Виртуальные компьютерные корпорации поддерживают все работы и услуги (по управлению, информационному обеспечению, ресурсам, производству, сбыту, снабжению и т.д.), обеспечивая организацию организационными, материальными и информационными ресурсами и корпоративными функциями системы.

Информационная безопасность является основной частью современных информационных технологий. Система информационной безопасности должна противостоять атакам нарушения составляющих информационной безопасности – конфиденциальности, целостности и доступности информации [3-4]. Под безопасностью информации подразумевается совокупность трёх характеристик обеспечивающих безопасность системы: 1) аутентификацию – процесс распознавания пользователя системы и предоставления ему определённых прав и полномочий; 2) целостность – состояние данных, при котором они сохраняют своё информационное содержание и однозначность интерпретации в условиях различных воздействий; 3) секретность – предотвращение несанкционированного доступа к информации.

Для обеспечения секретности информации применяется шифрование или криптография, позволяющая трансформировать данные в зашифрованную форму. из которой извлечь исходную информацию можно только при наличии ключа. В основе шифрования лежат понятия: алгоритм и ключ. Алгоритм – это способ закодировать исходный текст, в результате чего получается зашифрованное послание. Зашифрованное послание может быть интерпретировано только с помощью ключа. Можно использовать один алгоритм с разными ключами для отправки посланий разным адресатам. Если секретность ключа нарушена, то его можно заменить, не меняя алгоритм шифрования. Электронная цифровая подпись используется для обеспечения безопасности передачи, перехвата и получения зашифрованных данных на основании, включённых в электронную цифровую подпись: 1) уникальных контрольных сумм, рассчитанных на основании алгоритмов расчёта; 2) уникальных чисел – порядковых номеров.

В корпоративной информационной сети объектами защиты являются: информация; программное обеспечение; средства вычислительной техники; носители информации; технические средства обработки информации; средства и системы связи и передачи данных; средства защиты; информационные технологии. Для защиты корпоративной информационной сети организации используются брандмауэры, представляющие собой систему или комбинацию систем, позволяющие разделить сеть на два или более частей и реализовать набор правил, которые определяют условия прохождения пакетов из одной части в другую. Эта граница проводится как между корпоративной информационной сетью организации и Интернетом, так и внутри корпоративной информационной сети. И для защиты корпоративной информационной сети брандмауэр, согласно набора правил, принимает решение – пропустить или отбросить пакет.

Информационная безопасность показывает степень защищённости информационной системы от случайных и преднамеренных вмешательств. Система обеспечения информационной безопасности представляет собой совокупность мер организационного и программно-технического уровня, направленных на защиту информационных ресурсов организации от угроз безопасности. Программно-технические средства защиты информации сети должны обеспечивать: 1) разграничение прав доступа пользователей; распределения прав доступа к информации; проверку политики паролей; контроль за безопасностью технических средств и программного обеспечения; 2) идентификацию и аутентификацию пользователей и обмена данных; конфиденциальность информации; 3) защиту от уничтожения и блокирования информации; проверку антивирусной программной защиты, поиск вредоносных программ; анализ возможностей потери информации в результате выхода из строя технических средств; 4) сканирование сети с целью анализа корректности использования портов её коммутаторов, проведения тестов на проникновение в неё; анализ записей в журналах сетевых событий [1-2]. При выявлении нарушений, система принятия решений должна проанализировать ситуацию, выработать рекомендации администратору для их устранения а системе. В состав системы обеспечения информационной безопасности входят следующие подсистемы и средства: 1) подсистемы: мониторинга и аудита безопасности; защиты серверов локальной сети; антивирусной защиты и инфраструктуры открытых ключей; резервного копирования и восстановления данных, и автоматизированной системы установки

обновлений программного обеспечения; 2) средства: анализа защищённости и управления политикой безопасности; администрирования безопасности; защиты рабочих станций; обеспечения безопасности межсетевых взаимодействий и внешний защищённый шлюз; обнаружения информационных атак; контроля целостности данных; криптографической защиты информации;

Возникает проблема защиты информации при разграничения прав пользователей и безопасности корпоративного хранилища данных при организации электронной системы управления документами. Поэтому должны выполняться следующие требования к защищаемой информации: 1) конфиденциальность, целостность, подлинность; подотчётность, журналирование и аудит; 2) криптографическая защита; аутентификация, авторизация, антивирусная защита; 3) построение виртуальных частных сетей, межсетевое экранирование. Система защиты информации должна обеспечивать: сохранение используемой в организации информации; выполнение функций автоматизированной системы обработки данных; соблюдение правил разграничения доступа к информации и разграничение доступа к конфиденциальной информации; учёт случаев нарушения безопасности информации в автоматизированной системе, и организацию работ по защите информации и управления в организации.

### 3. Заключение

Для эффективного функционирования организации необходимо обеспечить использование современных автоматизированных информационных технологий. Разработка и внедрение корпоративной автоматизированной информационной системы обеспечивает эффективное функционирование организации и необходимое качество управления за счёт использования достоверных данных и выработки управленческих решений. Информационные технологии обеспечивают реализацию информационных процессов сбора, обработки, накопления, хранения, поиска и выдачи информации. Информационные технологии используются при составлении документации, визуализации производственного процесса, мониторинге, контроле и принятии управленческих решений в организации. Результатом применения современных информационных технологий является предоставление пользователям данных в виде информационных услуг. Автоматизация на основе информационных технологий позволит планировать, контролировать, анализировать и прогнозировать деятельность организации, а также оперативно принимать управленческие решения. Безопасность информационного процесса определяет работоспособность и эффективность функционирования организации. Для обеспечения информационной безопасности автоматизированной информационной системы, при использовании современных автоматизированных информационных технологий, необходимо использовать систему защиты информации, которая должна обеспечивать выполнение основных функций автоматизированной информационной системы.

### References – Литература:

1. Pochovyan S., Maisuradze G. (2009). Database design. GTU, "Technical University", Tbilisi, (in Russian)
2. Gbedava O., Pochovyan S. (2012). Server Technologies. GTU, "Technical University", Tbilisi, (in Georgian)
3. Pochovyan S., Gbedava O., Gbedava N. (2014). Use of modern automated information technology in firms. GTU Transact. "Automated Control Systems", №1 (17). Tbilisi, pp.76-79 (in Russian)
4. Pochovyan S., Gbedava O. (2014). The use of modern information technologies in an automated marketing management information system. GTU Transact. "Automated Control Systems", №2(18), Tbilisi, pp.96-99. (in Russian)
5. Pochovyan S. (2016). The use of information technology in the management decision-making processes. GTU Transact. "Automated Control Systems", №2 (22), Tbilisi, pp.139-142 (in Russian)

## BUILDING A CORPORATE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM USING MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

Pochovyan Simon  
Georgian Technical University

### Summary

The issues of using modern information technologies in building a corporate automated information system for business development are considered. The main directions and purpose of using modern information technologies in making management decisions are described, as well as the main issues of ensuring information security and information protection when building an automated information system using modern automated information technologies.

# ქმედებათა მოტივაცია საინვესტიციო პოლიტიკის შემუშავებისას

ქეთევან აბაშვილი, თეონა ბიძინაშვილი-რუსიშვილი  
qetevanabashvili@gmail.com, teona.bidzinashvili.1993@gmail.com  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

ეკონომიკურ თეორიაში ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ჰიპოთეზა, რომელიც უკავშირდება ა. სმიტს, მდგომარეობს იმაში, რომ ინვესტორის, ეკონომიკური აგენტის ქმედებას განსაზღვრავს მოგების მაქსიმიზაცია. ასეთ ქმედებას უწოდებენ რაციონალურს, შესაბამის მოდელს კი რაციონალური ქმედების (ქცევის) მოდელს. ნაშრომში განხილულია სარგებლიანობის გაფართოებული ცნება, რაციონალური ქცევის შეფასებისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ქმედებათა მოტივაცია. საინვესტიციო პოლიტიკა. სარგებლიანობა.

## 1. შესავალი

რაციონალური ქცევის ცნებად შემოღებულ იქნა სარგებლიანობის უფრო ფართო ცნება. ახლა უკვე, მწარმოებლისათვის სარგებლიანობა გაიგება როგორც მისი მოგება, ხოლო მომხმარებლისათვის – როგორც კმაყოფილება. ცხადია, პრაქტიკული გამოყენებისათვის (მითუმეტეს, როდესაც საქმე ეხება მაქსიმიზაციას), საინვესტიციო პოლიტიკის შემუშავებისათვის, ორივე მაჩვენებელი მოითხოვს რაოდენობრივ შეფასებას, მიუხედავად იმისა, რომ „სარგებლიანობა“ თითქოს ხარისხობრივია ხოლო მოგება „უფრო“ რაოდენობრივი.

## 2. ძირითადი ნაწილი

სარგებლიანობის მაქსიმიზაცია საშუალებას იძლევა შევადაროთ ერთმანეთს ეკონომიკური ალტერნატივები. განვიხილოთ ეს პრობლემა შემდეგი მარტივი შემთხვევისათვის, ანუ როდესაც გვაქვს ალტერნატივების სასრული სიმრავლე  $x = \{x^1, \dots, x^s\}$ , და თითოეული ალტერნატივა მკაფიოდაა ფორმულირებული. თითოეული ალტერნატივა ესაა  $n$  - განზომილებიანი ვექტორი  $x^i = \{x_1^i, \dots, x_n^i\}$ ,  $R^n$ -სივრცეიდან. მწარმოებლისათვის ალტერნატივების სიმრავლე შეიძლება იყოს საწარმოო პროცესების ტექნოლოგიები, ხოლო კომპონენტები  $x_j^i$ ,  $i$  ტექნოლოგიის მახასიათებლები.

თითოეული ალტერნატივის სარგებლიანობის რაოდენობრივ მახასიათებლებად შეიძლება ავიღოთ სარგებლიანობის ფუნქცია  $u(x)$ , რომელიც განსაზღვრულია  $X$  - ზე. მოხერხებულობისთვის (ზოგადობის შეუზღუდავად) ვთვლით, რომ  $U$ -ს მნიშვნელობები ნორმირებულია, ანუ მისი მნიშვნელობების არე ერთეულ ინტერვალშია  $U = [0,1]$ .

სარგებლიანობის ფუნქცია საშუალებას გვაძლევს, შევადაროთ ერთმანეთს ალტერნატივები:  $x^i$  ალტერნატივა „უფრო სარგებლიანია“  $x^j$  - ალტერნატივაზე. ანუ  $x^i > x^j$ , თუ

$$u(x^i) > u(x^j) \quad (1)$$

მკაცრი უტოლობა ნიშნავს იმას, რომ ყველა განსახილველი ალტერნატივიდან არსებობს ერთადერთი  $x^{i^0}$ . რომლისთვისაც სარგებლიანობის ფუნქცია მაქსიმალურია:

$$x^{i^0} = \arg \max_{1 \leq i \leq s} u(x^i) \quad (2)$$

ინვესტორის, საერთოდ ყველა ჩვენს ქმედებას საფუძვლად უდევს გარკვეული მოტივაცია, მიზანი. რადგანაც, ბუნებრივია, ყოველი ქმედების შედეგად ჩვენ გარკვეულ სარგებელს ველოდებით: მოგება, კმაყოფილება. ჩვენი ქცევის მოდელირებისათვის აღნიშნული საკითხი ყველაზე ნათლად ჩანს ეკონომიკური გადაწყვეტილების მიღებისას. ამიტომ ქვემოთ ამ საკითხს განვიხილავთ, ზოგადობის შეუზღუდავად, ეკონომიკური თეორიის ფარგლებში.

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც ალტერნატივის მახასიათებელი პარამეტრები ( $x^i \in R^n$  ვექტორის პარამეტრები) ცნობილია, მაგრამ ზუსტად არ არის ცნობილი მათი მნიშვნელობები. ამ შემთხვევაში  $R^n$  სივრცეში შეიძლება გამოვყოთ  $V^i$  - სიმრავლე, რომელიც წარმოადგენს ალტერნატივების შესაძლებელ მნიშვნელობათა სიმრავლეს. ამ შემთხვევაში ჩვენ შეგვიძლია განვიხილოთ მხოლოდ ის ალტერნატივები, რომლის მახასიათებლები არიან  $x^i \in V^i \subset R^n$  ვექტორები. ჩვეულებრივ  $V^i$  - სიმრავლე წარმოადგენს  $n$  - რიგის პარალელიპედს ანუ

$$V^i = \{x^i: a_k^i \leq x_k^i \leq b_k^i, i = 1, 2, \dots, n\}.$$

ანალოგიურად წინა შემთხვევისა, შემოვიტანოთ სარგებლიანობის ფუნქცია  $u(x)$  განსაზღვრული  $V = \bigcup_{i=1}^s V^i$  სიმრავლეზე, მნიშვნელობებით  $U$  - ინტერვალში. ამ შემთხვევაში ინვესტორის, ეკონომიკური აგენტის რაციონალური არჩევანი, როდესაც სარგებლიანობის ფუნქციით შესაძლებელია ალტერნატივების სელექცია განისაზღვრება ალტერნატივით

$$x^* = \arg \max_x (u(x) | x \in V). \quad (3)$$

რაციონალური ქცევის მოდელები დაფუძნებულია სარგებლიანობის ფუნქციის არსებობაზე, რომლის საშუალებითაც შეიძლება რაოდენობრივად შევაფასოთ ალტერნატივების სარგებლიანობის სიდიდეები.

### 3. დასკვნა

შემოღებული იქნა „სარგებლიანობის“ უფრო ფართო ცნება. რაც საშუალებას იძლევა, ერთმანეთს შევადაროთ გადაწყვეტილების ალტერნატივები და მივიღოთ ეკონომიკურად მდგრადი გადაწყვეტილება.

#### ლიტერატურა-References :

1. Д. Смит, (2019). Исследование о широте и щигимах богатства народов, Издательство АСТ

## MOTIVATION OF ACTIONS IN THE DEVELOPMENT OF INVESTMENT POLICY

Ketevan Abashvili, Teona Bidzinashvili-Rusishvili  
ketevanabashvili@gmail.com, teona.bidzinashvili.1993@gmail.com  
Georgian Technical University

#### Summary

One of the most common hypotheses in economic theory is related to a. According to Smith, the action of an investor, an economic agent, is determined by profit maximization. Such an action is called rational, and the corresponding model is a model of rational action (behavior). The paper discusses the extended concept of utility to evaluate rational behavior.

# პროფესიული საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმების ახალი მოდელის შესახებ

ნატო გაბოშვილი

natog\_23@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

წარმოდგენილია პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმების მოდელი, კვლევის ანალიზის შედეგები, განხილულია პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმების კვლევის ანალიზის შედეგები. წარმოჩენილია დასაქმების ხელშემწყობი სტრატეგიების დადებითი დინამიკა და ასევე მისი გაუმჯობესების ფორმები. დასაქმების არსებულ მოდელთან შედარებით ანალიზის საფუძველზე ნაჩვენებია პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმების დინამიკა, აგრეთვე თანმხლები პრობლემების განსხვავებული გადაჭრის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** პროფესიული საგანმანათლებლო დაწესებულების კურსდამთავრებული, დასაქმება, ანალიზი.

## 1. შესავალი

საინფორმაციო სისტემის პროექტის შემუშავება არის ერთ-ერთი IT პროექტი, რომელიც ითვალისწინებს საზოგადოებისთვის უკეთესი პირობების შექმნას. პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმება საკმაოდ აქტუალური საკითხია და მათ გაუმჯობესებასა და დახვეწაზე მუშაობის ტემპი არ ნელდება. კვლევები აჩვენებს, რომ მიუხედავად მრავალი მცდელობისა, როგორც საჯარო, ისე კერძო სექტორის ძალისხმევა არასაკმარისი აღმოჩნდა დასაქმების ხელშემწყობისთვის. იკვეთება ახალი სისტემის შემუშავების აუცილებლობა, რომელიც მოკლე დროში, ეფექტურად დააკავშირებს ერთმანეთთან დამსაქმებელს და დასაქმების მაძიებელს [1].

როდესაც ვსაუბრობთ პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმების სისტემების გაუმჯობესებასა და განვითარებაზე, აქ უმთავრესად ვგულისხმობთ ისეთი სისტემის შემუშავებას, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემების გადამუშავებას, გადაწყვეტილების მიღებას და მონაცემების საიმედოდ შენახვას.

მოცემულ ნაშრომში ძირითადად წარმოდგენილია ისეთი საინფორმაციო სისტემის შემუშავების ალგორითმი, რომელიც ხელს შეუწყობს პროფესიული საგანმანათლებლო დაწესებულებების კურსდამთავრებულთა დასაქმებას. ნაჩვენებია, პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულებების მართვის თანამედროვე სტრატეგია, რომელიც შემუშავებულია განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემის (ემის) მიერ, ასევე აღწერილია ბიზნეს მოდელი, რომელსაც ეფუძნება ინფორმაციული სისტემა, ამასთან მისი განვითარების ეტაპები.

## 2. ძირითადი ნაწილი

### I. საინფორმაციო სისტემის შემუშავების ალგორითმი

ინფორმაციული სისტემის განვითარება ყოველთვის უკავშირდება უკმარისობას, მაგრამ რამდენიმე ძირითადი ფაქტორი ეხმარება სისტემებს წარმატების მიღწევაში. არსებობს წარმატების ფაქტორი, რომელიც განაპირობებს ინფორმაციული სისტემის განვითარებას, ამ ფაქტორებს განეკუთვნება მუდმივი მონიტორინგი და განახლება გამოწვევების შესაბამისად. კვლევების საფუძველზე, ინფორმაციული სისტემის განვითარებაში ჩართული პროცესების განხილვის შედეგად, დადასტურებულია ის საკითხები, რომელიც ხელს უწყობს მის წარმატებას.

შემუშავებული ინფორმაციული სისტემის განვითარების მოდელი (PADM Model) შედგება ოთხი ფუნდამენტური პროცესისაგან: დაგეგმვა, მოთხოვნების ანალიზი, დიზაინი და შენარჩუნება. ყველა

პროცესს მონიტორინგს უწევს მთავარი პროცესი: კერძოდ, ხარისხი, როგორც შესრულების ძირითადი მაჩვენებელი. ხარისხი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მომხმარებელთა მოლოდინის შესასრულებლად შემუშავებული ინფორმაციული სისტემის შესაძლებლობის შეფასებაში.

წარმატების ფაქტორების გათვალისწინება იძლევა საფუძველს სისტემის მიმართ, იმის იმედით, რომ უკმარისობის პროცენტი შემდგომში შემცირდება [3].

## II. არსებული სისტემა

საქართველოს საგანმანათლებლო სისტემის უზრუნველყოფას მოწინავე ტექნოლოგიებით და ელექტრონული რესურსებით, ახორციელებს განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემა (emis.ge). განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემის სტრატეგიას წარმოადგენს საგანმანათლებლო სივრცეში, თანამედროვე საინფორმაციო – საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების დანერგვის გზით, ხელი შეუწყოს საგანმანათლებლო სისტემის სხვადასხვა საფეხურების (ზოგადი, პროფესიული და უმაღლესი) გამართულ ფუნქციონირებას.

დისტანციური სწავლების დანერგვის პროცესში განსაკუთრებული როლი განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემას დაეკისრა, რომელმაც, მიუხედავად სირთულეებისა, გარემოსთან სწრაფი ადაპტირება და უამრავი მნიშვნელოვანი, ახალი პროექტის განხორციელება მოახერხა.

ემის-ის მიერ შექმნილ სისტემაში (ნახ.1) მუშავდება შემდეგი კატეგორიის ინფორმაცია:

- ა) პროფესიული საგანმანათლებლო სტანდარტების შესახებ;
- ბ) მოდულების შესახებ;
- გ) პროფესიული საგანმანათლებლო პროგრამის და პროფესიული მომზადების/ გადამზადების პროგრამების განხორციელების უფლებამოსილების მქონე იურიდიული პირების შესახებ;
- დ) პროგრამების შესახებ;
- ე) დაწესებულების ადამიანური რესურსის შესახებ;
- ვ) პროგრამებზე ჩარიცხვის/მიღების შესახებ;
- ზ) პროგრამებზე ჩარიცხვის უფლების მქონე პირების/ჩარიცხული პირების შესახებ;
- თ) დაწესებულების დაფინანსების შესახებ.



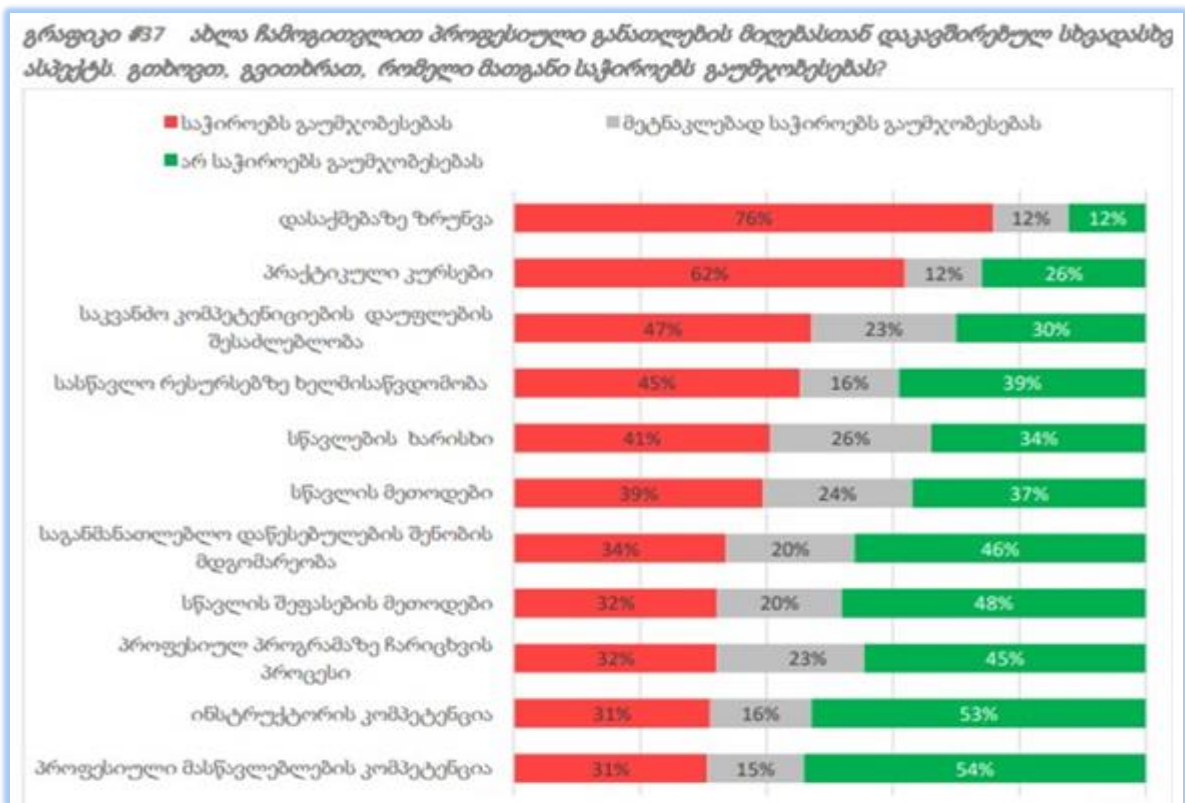
ნახ.1. ემის-ის მიერ შემუშავებულ ახალი სისტემა



განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემაზე მომუშავე პირებთან კონსულტაციისა და მათ მიერ მომზადებული მასალის გაცნობის შედეგად დაზუსტებით შეიძლება ითქვას, რომ, პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულების კურსდამთავრებულთა დასაქმების საკითხს არ ფარავს დღემდე არსებული არცერთი სისტემა და ეს მიმართულება მნიშვნელოვნად პრიორიტეტულია. აღნიშნული მკაფიოდ დასტურდება წლების განმავლობაში, პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულების კურსდამთავრებულთა კვლევის შედეგებითაც.

**III. პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულების კურსდამთავრებულთა კვლევის შედეგები-დასაქმების კუთხით**

პროფესიული განათლების სისტემის განვითარებაზე ორიენტირებული სამომავლო სტრატეგიების, ხედვებისა და აქტივობების დაგეგმვის მიზნით მნიშვნელოვანია კურსდამთავრებულთა რეგულარული კვლევის უზრუნველყოფა, რომელიც პროფესიული განათლების პოლიტიკის სპეციალისტებს, პროფესიული პროგრამების განმახორციელებელ საგანმანათლებლო დაწესებულებებს და სხვა დაინტერესებულ მხარეებს საშუალებას მისცემს სანდო და ვალიდური კვლევით მონაცემებზე დაყრდნობით გაანალიზონ დროის გარკვეულ პერიოდში პროფესიული განათლების ხარისხი და მისი გავლენა პროფესიული პროგრამების კურსდამთავრებულთა საქმიანობაზე, ხოლო კვლევის შედეგად გამოვლენილი ძირითადი მიგნებები საფუძვლად დაუდონ პროფესიული განათლების ხარისხის გაუმჯობესებასა და შრომის ბაზარზე ორიენტირებული პროფესიული განათლების საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და სპორტის სამინისტროს დაკვეთით ჩატარებული კვლევა გვამღებს ინფორმაციას, თუ როგორ წარიმართა კურსდამთავრებულთა საქმიანობა სხვადასხვა მიმართულებით (განათლება, დასაქმება, თვითდასაქმება, უმუშევრობა). შეგროვებული მონაცემები მოიცავს როგორც კურსდამთავრებულთა შესახებ ფაქტობრივ ინფორმაციას, ასევე მათ აღქმებს და შეფასებებს. კვლევის შედეგებიდან სამიზნედ გამოიკვეთა კურსდამთავრებულთა დასაქმება და მასთან დაკავშირებული ასპექტები. კვლევის შედეგებში მკაფიოდ ჩანს, *კურსდამთავრებულთა 76%-მა მიუთითა, რომ დასაქმებაზე ზრუნვა საჭიროებს გაუმჯობესებას* (ნახ.2) [2].



ნახ.2. გასაუმჯობესებელი სფეროები

კვლევის შედეგებიდან მკაფიოდ ჩანს, რომ პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულების კურსდამთავრებულთა დასაქმებაზე ზრუნვა მნიშვნელოვნად გასაუმჯობესებელია.

**IV. მოდელი, რომელსაც ეფუძნება - ინფორმაციული სისტემა კანვას ბიზნეს მოდელი- აღწერა**

კვლევის მიზანია დაფუძნებული ინფორმაციული სისტემის ალგორითმის შემუშავება, ხელოვნური ინტელექტის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით., რომელიც ახალი საინფორმაციო სისტემა, რომელიც პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულების კურსდამთავრებულთა დასაქმებას შეუწყობს ხელს, ეფუძნება კანვას ბიზნეს მოდელს

სტრატეგიული ბიზნეს აზროვნების მხარდასაჭერად შეიქმნა კანვას ბიზნეს მოდელი, რომელიც არის მარტივი გრაფიკული შაბლონი ბიზნესის 9 აუცილებელი კომპონენტის გასააზრებლად: 1. მომხმარებელთა სეგმენტი; 2. ღირებულება, რომელსაც სთავაზობ; 3. დისტრიბუციის არხები; 4. მომხმარებელთან ურთიერთობა; 5. შემოსავლების ნაკადი; 6. საჭირო რესურსი; 7. ძირითადი აქტივობები; 8. ძირითადი პარტნიორები; 9. ხარჯები (ნახ.3).

ეს ინდივიდუალური ელემენტები ასწრფებს ბიზნესის სრული მასშტაბის გაანალიზებას და ამავდროულად ეხმარება აღმოაჩინოს კავშირები თითოეულ ელემენტს შორის [5].

პარტნიორებთან ურთიერთობა	ძირითადი აქტივობები;	ღირებულება/ მომსახურება, რომელსაც სთავაზობ;	მომხმარებლების ჯგუფებთან ურთიერთობის ხერხები და სტრატეგია	მომხმარებელთა სეგმენტი
	საჭირო რესურსები;		დისტრიბუციის არხები;	
ხარჯების სტრუქტურა			შემოსავლების წყაროები	

ნახ.3. კანვას მოდელის გრაფიკული შაბლონი

**V. სქემა ახალი საინფორმაციო სისტემისთვის-მოდელის ცვლილების ახსნა**

ახალი საინფორმაციო სისტემის სქემა ეფუძნება კანვას მოდელს, თუმცა მისი სტრუქტურიდან (სურ.3) ჩანს, რომ ცვლილება განხორციელდა. დასმული ამოცანის სპეციფიკიდან და მასთან დაკავშირებული დარგების ექსპერტული ცოდნიდან გამომდინარე. მომხმარებელთა სეგმენტის კატეგორია შენარჩუნებულია-რომელსაც დამსაქმებელი და დასაქმების მსურველები წარმოადგენენ, ასევე ღირებულება/ მომსახურება - დასაქმება მთავარ ადგილს იკავებს სისტემაში. რაც შეეხება შემოსავლების წყაროებს- არ არის გათვალისწინებული სისტემის ფუნქციონირებაში.

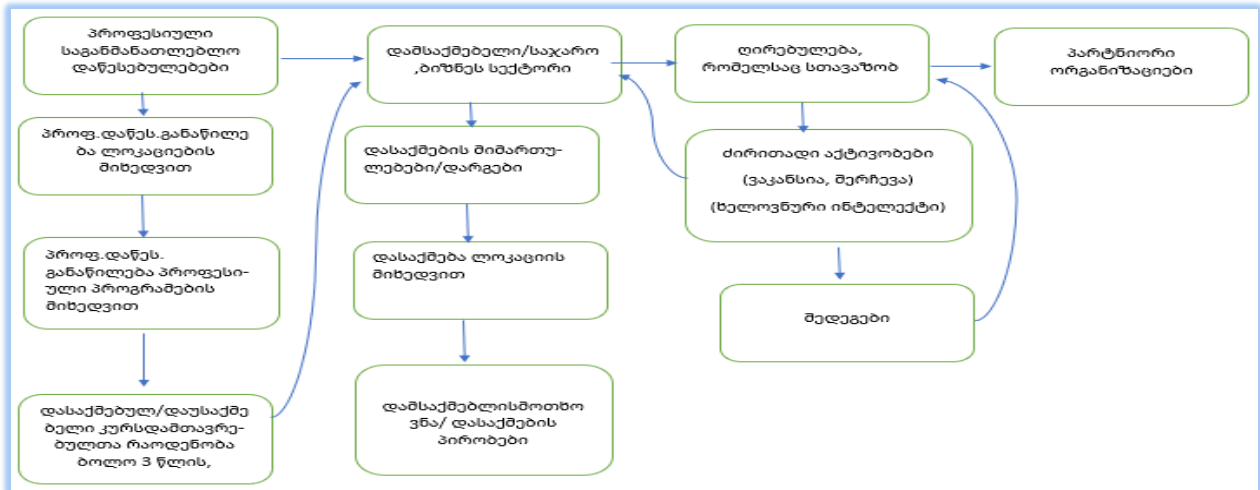
**კონკრეტული ამოცანისთვის სისტემა იმუშავებს შემდეგი მიმართულებით**

**I ეტაპზე** -სისტემა იხილავს, დასაქმების მსურველს სხვადასხვა პარამეტრის მიხედვით- დასაქმების სასურველი ლოკაცია, სამუშაო პირობები, ანაზღაურება, სამუშაო და დასვენების დრო და სხვა. ასევე. პარალელურად დამსაქმებლის მოთხოვნებს-კვალიფიკაციასთან, პროფესიულ და სოციალურ უნარებს, რომლის მიხედვით არჩევს 3-5 კანდიდატს;

**II ეტაპზე** - შერჩეულ კანდიდატებს დიალოგურ რეჟიმში უგზავნის შემდეგი შინაარსის კითხვარს(შეკითხვების ბანკიდან):

1. რატომ სურს დასაქმება კონკრეტული სპეციალობით
2. საკუთარი ძლიერი და სუსტი მხარეების აღწერა
3. საკუთარი პრაქტიკიდან , პროფესიასთან დაკავშირებული ერთი კონკრეტული ქმედების აღწერა

**III ეტაპზე** - სისტემა აანალიზებს დასაქმების მსურველის მიერ კითხვარზე გაცემულ პასუხს და დამსაქმებელს წარუდგენს 2-3 კანდიდატს, პრიორიტეტების მიხედვით, შესაბამისი ახსნა-განმარტებით. დამსაქმებელი მოკლე დროში იღებს გადაწყვეტილებას და ატყობინებს ბენეფიციარს [4].



ნახ.4 სისტემის სტრუქტურა

### 3. დასკვნა

პროფესიულ საგანმანათლებლო დაწესებულების (პსდ) კურსდამთავრებულთა დასაქმების საინფორმაციო სისტემისთვის განისაზღვრა მრავალკრიტერიული ამოცანა, გამოყოფილია ის ელემენტები და მახასიათებლები, რომლებიც გამოყენებულია პროგრამული სისტემის შესაქმნელად. შემუშავებულია ალგორითმი, რომლის საფუძველზეც ხდება სისტემის მახასიათებლების უპირატესი თანადობის გამოკვეთა. ამ ალგორითმზე დაყრდნობით შექმნილი საინფორმაციო სისტემის საშუალებით პსდ-ის კურსდამთავრებულები მიიღებენ ინფორმაციას დასაქმების სფეროს, პირობების, ვადების და მასთან დაკავშირებული სხვა საკითხების შესახებ, ბიზნეს სექტორი მიიღებს ინფორმაციას, მისთვის საჭირო პროფესიული კვალიფიკაციის მქონე პირთა შესახებ. საინფორმაციო სისტემა ექსპერტული ცოდნის საფუძველზე, დასაქმების მსურველთაგან შეარჩევს საუკეთესოს და წარუდგენს დამსაქმებელს, რაც მნიშვნელოვანი სიახლეა საგანმანათლებლო სივრცეში.

#### ლიტერატურა – References :

1. Information System Development Model Analysis Theories and Guidelines, (2014). [http://dahlan.unimal.ac.-id/files/ebooks2/2014%20Object-Oriented%20Analysis%20and%20Design%20for%20Information%20Systems. pdf](http://dahlan.unimal.ac.id/files/ebooks2/2014%20Object-Oriented%20Analysis%20and%20Design%20for%20Information%20Systems.pdf)
2. Graduate Research Report of Vocational Education Institutions [http://mes.gov.ge/mesgifs/1584366255\\_2018--\(Tracer%20Study\).pdf](http://mes.gov.ge/mesgifs/1584366255_2018--(Tracer%20Study).pdf)(Seen:29.04.2021)
3. E. Lagvilava, M. Koniashvili. (2015). Information systems information support. Tbilisi
4. E. Kubaneishvili, (2012). Medical Expert Systems, Georgian Technical University Press, Lecture Course
5. <https://www.nytimes.com/2017/11/06/technology/artificial-intelligence-start-up.html>(Seen:29.04.2021)
6. Domingos P. (2016). Supreme Algorithm: How Machine Learning Will Change Our World. NY. Mann, Ivanov and Ferber.

## ON A NEW MODEL OF EMPLOYMENT OF GRADUATES OF VOCATIONAL EDUCATION INSTITUTIONS

Nato Gaboshvili

natog\_23@yahoo.com

Georgian Technical University

### Summary

The paper presents the employment model of graduates of vocational education institutions, the results of research analysis, discusses the results of the analysis of employment research of graduates of vocational education institutions. The positive dynamics of employment promotion strategies as well as the forms of its improvement are presented. Based on the comparative analysis with the existing employment model, the employment dynamics of the graduates of vocational education institutions are shown, as well as the different ways of solving the accompanying problems.

# ინფორმაციული ტექნოლოგიები ულტრაბგერით დიაგნოსტიკაში ელასტოგრაფიის ავტომატიზაციის მაგალითზე

ვერა შალიკიანი

veronikashalikiani@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია ფიბროსკანის აპარატის ტექნოლოგია ელასტოგრაფიის მაგალითზე. წარმოდგენილია ფიბროსკანის რობასტული მართვის სისტემა როგორც ქსელური, ასევე მართვის პარამეტრებით. განხორციელებული კვლევის მიზანია ფიბროსკანის აპარატის ინტეგრირება საქართველოს კლინიკებში არსებულ his-ის პროგრამასთან და სამედიცინო გამოკვლევის შედეგის ავტომატური გაგზავნა ელექტრონულ ფოსტაზე კვლევის ფარგლებში შემუშავებული მოდელის საფუძველზე. სწორედ ამ მიზნით, შემუშავებულია მართვის სისტემის მოდელი, მონაცემთა გადაცემისას წარმოქმნილი ხარვეზების შესაფასებლად.

**საკვანძო სიტყვები:** ფიბროსკანის ავტომატიზაცია, ელასტოგრაფია.

## 1. შესავალი

თანამედროვე საინფორმაციო სისტემები საქმიანობის ნებისმიერ სფეროში წარმოადგენს მისი შემდგომი განვითარების უმნიშვნელოვანეს ინსტრუმენტს. ცხადია, სწორედ მისმა საჭიროებებმა და ამოცანათა სიმრავლემ დააყენა სხვადასხვა ტიპის საინფორმაციო სისტემების შექმნის აუცილებლობა, რაც დღეს უკვე საინფორმაციო სამეცნიერო-ტექნიკური რევოლუციის ობიექტური პროცესის შედეგია. განსაკუთრებით დიდია დღეს მიღწეული შედეგები საინფორმაციო სისტემების ავტომატიზაციაში, სადაც ადამიანისა და მრავალფეროვანი ტექნიკური საშუალებების გზით სრულდება ინფორმაციის დამუშავების პროცესი. ადამიანის მიერ შემუშავებული მეთოლოგიისა და ალგორითმების გამოყენებით ინფორმაციის დამუშავებას ახორციელებს ტექნიკური საშუალებები.

ავტომატიზებული მართვის სისტემა არის ინფორმაციის შეგროვების, დამუშავების, დაგროვების, შენახვისა და გადაცემის საშუალება, რომელიც მიზნად ისახავს მართვის პროცესის ავტომატიზაციას, აგრეთვე ნებისმიერ სფეროში თითოეული თანამშრომლის ეფექტურ პროფესიულ საქმიანობას. ავტომატიზირებული მართვის სისტემა შესაძლებელია განვიხილოთ ფიბროსკანის ( ღვიძლის ელასტოგრაფიის აპარატის მაგალითზე).

## 2. ელასტოგრაფია და მისი მნიშვნელობა დიაგნოსტიკაში

ელასტოგრაფიული კვლევა ბიობსიის ალტერნატიული მეთოდია, რომელიც გაცილებით ზუსტ დიაგნოზს იძლევა ვიდრე ქირურგიული ჩარევის შედეგად მიღებული კვლევა. ეს შესაძლებლობები მოიცავს ვიბრაციის სიხშირის, ენერჯის ინტენსივობის მართვას და არასტანდარტულ ალგორითმს. მისი საშუალებით დგინდება ქსოვილის სიმკვრივე და განისაზღვრება პათოლოგია.

ქსოვილის ელასტიურობა განისაზღვრება სხვადასხვა მაჩვენებლებით, მათ შორის კოეფიციენტით, რომელსაც ეწოდება სიმკვრივის მოდული (იუნგას მოდული). აღსანიშნავია იუნგის მოდულის სიდიდე პროპორციულია ქსოვილის სიმკვრივესთან, ანუ, რაც უფრო დიდია მისი მნიშვნელობა, მით უფრო მკვრივია ქსოვილი.

მკვრივი სხეულის ელასტიურობა მით უფრო მაღალია, რაც უფრო დიდია სხეულის დეფორმაცია ძალის ზეგავლენით. პრაქტიკაში გამძლეობის სიდიდის შეზღუდულ სიდიდედ გამოიყენება-სიმკვრივე.

ქსოვილის ელასტიურობის შესაფასებად შექმნილი იქნა მაღალი სირთულის ალგორითმები. ქსოვილების ელასტიურობის განსასაზღვრელად გამოიყენება მონაცემთა გამოსახულებათა დამუშავების ტექნოლოგია. პრაქტიკაში ტალღების რხევის გავრცელება გარკვეულ პირობებში ზოგიერთი ორგანოებისთვის (მაგ. ფილტვები, ნაწლავები) ძალიან ძნელად ხორციელდება. ამან შეიძლება მიგვიყვანოს არადამაკმაყოფილებელ გამოსახულებამდე. ასეთი გამოსახულება ავტომატურად ანულირდება განსაზღვრული და სტანდარტიზირებული ალგორითმის მეშვეობით, რათა მიღებული იქნას ზუსტი და მაღალხარისხოვანი შედეგი

ტექნოლოგია Vibration-controlled Transient elastography (VCTETM) საფუძვლად უდევს აპარატი Fibrosan 520-ის ფუნქციონირებას, ეს აპარატი საუკეთესო დიაგნოსტიკური საშუალებაა ყველა სამედიცინო დაწესებულებისთვის. ის გამოიყენება ღვიძლის ფიბროზის დასადგენათ, რომელიც ხორციელდება არაინვაზიური მეთოდით. ითვლება ზუსტ და მოსახერხებელ მოწყობილობად სკრინინგ-კვლევების ჩასატარებლად.

ყველაზე გავრცელებული ტექნოლოგიაა ულტრაბგერითი ელასტოგრაფია - EG ან სონოელასტოგრაფია - SEG (Elastography, Sonoelastography) - ქსოვილის ელასტიურობა განისაზღვრება წარმოქმნილი ტალღების მეშვეობით. რაც უფრო მკვრივია ქსოვილი, მით უფრო ვლინდება პათოლოგია [1].

### 3. ფიბროსკანის მართვის სისტემა

ფიბროსკანის შესწავლა ინტერდისციპლინარული კვლევის სფეროა, რომელიც აერთიანებს ორივე - ქსელისა და მართვის თეორიებს. ამრიგად, ფიბროსკანის სტაბილურობისა და შესრულების გარანტირების მიზნით, შემუშავებულია ანალიზისა და დიზაინის ინსტრუმენტები, რომლებიც დაფუძნებულია როგორც ქსელურ, ასევე მართვით პარამეტრებზე. ფიბროსკანის კვლევის დროს, შეფერხებისა და მონაცემთა პაკეტის გამოტოვების (ვარდნის) პრობლემების მოსაგვარებლად, სხვადასხვა ტიპის ქსელის კონფიგურაციაზე დაყრდნობით მრავალი მეთოდი გამოყენებული. კვლევების დროს მიღებულ გარკვეულ ვარაუდებს გამოვიყენებთ ფიბროსკანის ზოგადი მართვის ტექნიკის განსაზღვრისათვის [2].

ვასახელებთ რამდენიმე მათგანს:

- ✓ ქსელის მონაცემთა გადაცემა მიმდინარეობს შეცდომების გარეშე,
- ✓ სენსორსა და კონტროლერს შორის და ასევე კონტროლერსა და გამშვებს შორის შეფერხება მუდმივია,
- ✓ დროის დაგვიანება ნაკლებია ერთი პარამეტრის მიღების პერიოდზე,
- ✓ ქსელის ტრაფიკი არ შეიძლება გადატვირთული იყოს.

**მონაცემთა სისტემა / ჰიბრიდული მიდგომა.** ფიბროსკანი ძირითადად ჰიბრიდული სისტემაა, რომელიც მოიცავს უწყვეტ მონაცემთა და მოქმედებებზე ან დროზე ორიენტირებულ მოწყობილობებს. მონაცემები ქსელის საშუალებით იგზავნება, რომელსაც პაკეტებს უწოდებენ. ამრიგად, ნებისმიერი უწყვეტი დროის სიგნალი სათანადოდ უნდა იყოს შერჩეული, რომ ქსელში გადატანა მოხდეს. აქედან გამომდინარე, შერჩევითი ეფექტის გამო ფიბროსკანსა და შერჩეულ მონაცემთა სისტემებს შორის გარკვეული მსგავსება არსებობს. ინფორმაციის შერჩევა ზოგადია და შეიძლება აითვისოს ჰიბრიდული და ასევე ქსელისთვის ნიშანდობლივი მახასიათებლები, როგორცაა დროის შეფერხება, პაკეტის ვარდნა და ა.შ. ის აგრეთვე საშუალებას გვაძლევს აღვწეროთ ე.წ. "კომუნიკაციის თანმიმდევრობა."

**ოპტიმალური სტოქასტური მართვის მიდგომა.** ოპტიმალური სტოქასტური მართვის მიდგომა წარმოდგენილია შემთხვევითი შეფერხების ქსელის სისტემის მართვისთვის. ქსელის შეფერხებების

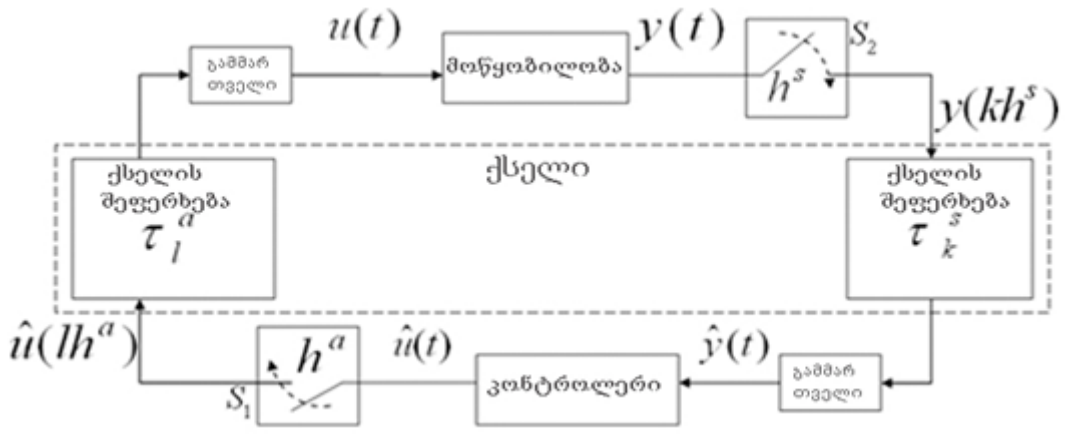
ეფექტი განიხილება, როგორც ხაზოვანი კვადრატული გაუსის (LQG) პრობლემა. მაკონტროლებელი და გამშვები, რომელიც გამოიყენება ამ მიდგომაში, მოქმედებაზე, ხოლო სენსორი დროზეა ორიენტირებული.

**პერტურბაციული მიდგომა.** პერტურბაციული მეთოდის ფუნდამენტური იდეაა, რომ ჩამოვყალიბოთ დაგვიანების ეფექტები, როგორც უწყვეტი დროის სისტემის პერტურბაცია იმ ვარაუდის დაშვებით, რომ დაკვირვების დროს ხმაური არ არსებობს. ამას სჭირდება მცირე შერჩევის პერიოდი, ასე რომ ქსელზე დაფუძნებული სისტემა შეიძლება მიახლოებით გამოითვალოს უწყვეტი დროის მოდელით.

**რიგითობის მიდგომა.** რიგითობის მექანიზმები შემუშავებულია იმგვარად, რომ კონტროლის მიზნით იყენებენ ფიბროსკანის დეტერმინირებულ ან სავარაუდო ინფორმაციას. დეტერმინირებული ინფორმაციის შემთხვევაში შეფერხებები დაფუძნებულია წინა ინფორმაციის გაზომვის მექანიზმზე, რომელიც ინახება პირველ რიგის სისტემაში. ამ მიდგომის გამოყენების დროს აუცილებელია დანადგარი ზედმიწევნით გამართული იყოს, ამასთანავე რიგებმა შეიძლება გამოიწვიოს უსარგებლო შეფერხებები.

**მოდრაფი ჰორიზონტის მიდგომა.** ფიბროსკანის მოდელის მეთოდებთან შედარებით, ეს მიდგომა არ მოითხოვს ცოდნას ქსელში არსებული შეფერხებების გამომწვევი ზუსტი მიზეზების შესახებ. ამის ნაცვლად, ის მოიცავს სიტუაციებს, რომლებშიც გაერთიანებულია ქსელის ყველა შესაძლო შეფერხება. ასევე გვაქვს გარკვეული მცდელობები ფიბროსკანის დიზაინთან დაკავშირებით, როდესაც გამოიყენეს არამკაფიო მოდელირების ტექნოლოგია.

ამ ვარაუდების საფუძველზე ჩემს მიერ შემუშავდა ფიბროსკანის მართ ფიბროსკანის მართვის მეთოდი. მისი როგორც დანადგარის მართვის განზოგადებული მოდელი გამოსახულია 1-ელ ნახაზზე.

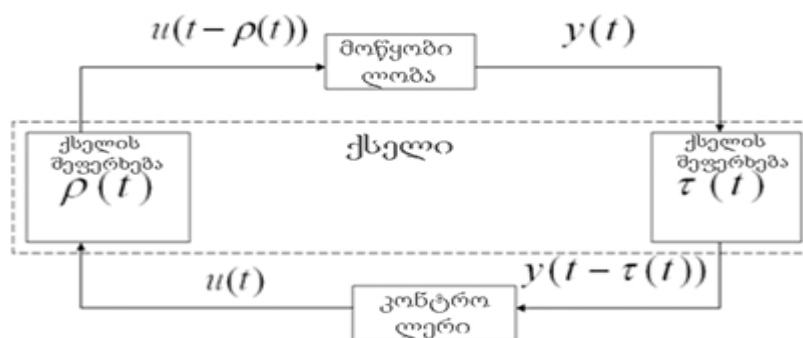


ნახ.1. ფიბროსკანის მართვის განზოგადებული მოდელი

წარმოდგენილ ფიბროსკანის მოდელს შემდეგი თვისებები ახასიათებს:

- სენსორის მართვის დროზე დამოკიდებულება;
- მართვა მოქმედებაზეა ორიენტირებული: მართვის სიგნალის გამოანგარიშება ხდება, როგორც კი ახალი სენსორის მონაცემები მოდის კონტროლერში.
- გამშვებიც მოქმედებაზეა ორიენტირებული: მმართველი სიგნალი გადაეცემა დანადგარს, როგორც კი გამშვები ახალ მმართველ მონაცემებს იღებს.

ფიბროსკანის მართვის სისტემის მოდელი შემთხვევითი შეფერხებებით გამოსახულია მე-2 ნახაზზე.



ნახ.2. ფიბროსკანი მართვის სისტემა შემთხვევითი შეფერხებით.

#### 4. დასკვნა

განხილულია ზოგადი დანიშნულების და სამედიცინო აპარატურა-კომპიუტერული სისტემები, რომლებიც დაფუძნებულია სხვადასხვა შესრულებისა და კონფიგურაციის კომპიუტერებზე. სპეციალური სამედიცინო მიზნებისათვის გამოთვლითი სისტემები მოიცავს სამედიცინო აპარატურულ-კომპიუტერული კომპლექსებს. სამედიცინო ინფორმაციული სისტემები აუმჯობესებს სამედიცინო მომსახურების ხარისხს და ხელმისაწვდომობას. რობასტული მათემატიკური მოდელების შესწავლის საფუძველზე, ქსელის მართვისათვის, კერძოდ კი, ქსელში შემთხვევითი შეფერხებებით გამოწვეული ხარვეზების აღმოსაფხვრელად, შერჩეულ იქნა მარკოვის მოდელი, რომლის საფუძველზეც შესაძლებელია მართვის სისტემიდან მონაცემთა გადაცემისას წარმოქმნილი ხარვეზების შეფასება. შემუშავდა ავტომატიზირებული მართვის სისტემა, როგორც მონაცემთა შეგროვების, დამუშავების, დაგროვების, შენახვისა და გადაცემის საშუალება, რომელიც მიზნად ისახავს ღვიძლის ელასტოგრაფის მართვის პროცესის ავტომატიზაციას.

#### ლიტერატურა – References – Література:

1. Gelman V. I. Computer Communication in Medicine. – Publishing.: SPBMAPO, 2001.
2. Patric Marselin. Diagnosis and treatment of infectious and non-infectious diseases of the liver with the latest high-tech methods, 2016.

## INFORMATION TECHNOLOGY IN ULTRASOUND DIAGNOSTICS BASED ON THE EXAMPLE OF ELASTOGRAPHY AUTOMATION

Shalikiani Vera

veronikashalikiani@gmail.com

Georgian Technical University

#### Summary

On the example of elastography the technology of the fibroscan is discussed. Fibroscan control system with both network and control parameters is presented. The aim of the research is to integrate the Fibroscan device with the existing program “his” in Georgian clinics and to automatically send the results of the medical procedures by e-mail based on the model developed within the research. For this purpose, a control system model has been developed to assess the hazards encountered in data transmission.

## IMPROVING BUSINESS PROCESS MANAGEMENT BY SYNTHESIZING PROCESS MINING TECHNOLOGY AND RISK INDICATORS

Ekaterine Turkia, Sophio Stomadova  
ekaterinet7@gmail.com, stomadova\_so@gtu.ge  
Georgian Technical University

### Summary

Improving the coordination of business processes and related workflows in organizations is an ongoing task for managers. Process mining technology offers an imitation of observation of the implemented process and observation results. It gives a realistic picture based on live, working process data and detects flaws/deviations. For risk assessment of a given deviation and analytical interpretation of process efficiency, the article presents ways to improve the use of process mining technology. In particular, the ability to synthesize/correlate the motive power of process mining technology - event logs, KRI-Key Risk Indicators, and Key Performance Indicators (KPI - Key Performance Indicator). Key risk indicators predict adverse outcomes in the process and enable us to respond in advance. Key indicators of process efficiency allow us to see how effective we are moving towards the goal. Accordingly, the correlation of these indicators with the processes discovered by the process mining technology gives the results of the further action plan, at what point the process needs more effort, the implementation of more control mechanisms or monitoring. The article in a form of a practical example discusses a task, which analyses detected errors, deviation from the process, and failure of control mechanisms by synthesizing process mining technology and risk indicators.

**Keywords:** process mining. Waterfall. Key Performance Indicator. Key risk Indicator.

### 1. Introduction

Improving the management of organizational business processes remains a major challenge today. Effective solution for live process observation and imitation is Process Mining technology, which is based on a synthesis of a combination of software solution, data science and business process management methods. The technology is based on the event log, which tracks the actual actions in the information system and is an unmistakable record of the actual process [1].

It is presented the synthesis of key risk indicators (KRI-Key Risk Indicator) and key performance indicator (KPI - Key Performance Indicator) with Process Mining technology, which allows us to detect current deficiencies and deviations from the process at an early stage in the process as well as to show the efficiency indicator. KRI allows us to pre-determine the thresholds that are unacceptable for the process, and KPI allows us to monitor the performance of the process [2,3].



Fig.1. Visualization of the event log and Indicator

With such a solution, Process Mining technology enables us to record pre-defined indicators at the level of event logs and effectively monitor the process.



## 2. Main part

For the research, the cash withdrawal process is presented (Fig. 2), which consists of the following stages: opening a withdrawal order, filling in the order, sending it to the manager for approval, order approval / rejection, issue of money. The main risk indicators and the main indicator of effectiveness are defined for preventive and detective controls, which allows to detect unusual and unacceptable deviations for timely response at an early stage in the process. An example of the sample process used for the study visualization is the Fluxicon tool Disco, a visualization of the process obtained by loading the logs is presented in the Figure 5.

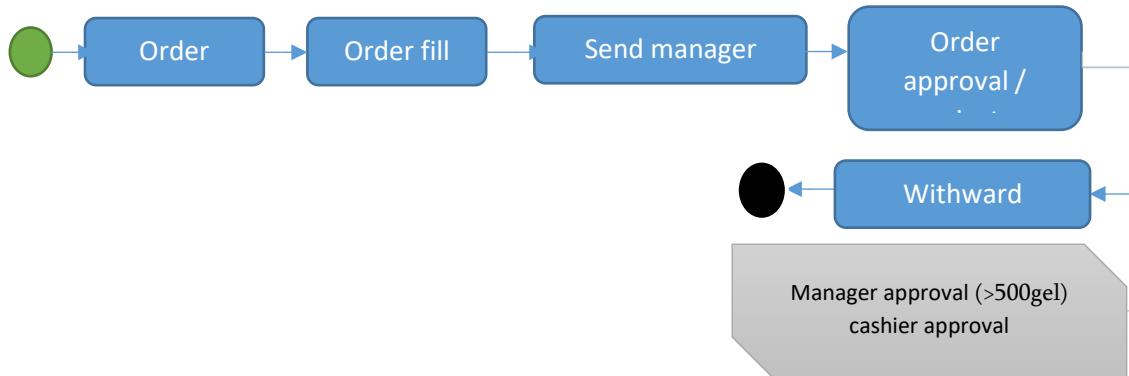


Fig.2. Fragment of the business process of withdrawing money

A fragment of the indicators presented at the level of the event journal is given in the Figure 3, while the thresholds defined for the indicators are presented in the Figure 4.

Case ID	Operation	Start Date	End Date	indicators	Customer ID	Product	Service Type	Agent
Case 1	approval Cashier	9.3.10 8:05	9.3.10 8:10	KRI - division of funds	Customer 1	withdrawing money	on-site	MARIAM
Case 1	order open	11.3.10 10:30	11.3.10 10:32	KRI - division of funds	Customer 1	withdrawing money	on-site	MARIAM
Case 1	order fill	11.3.10 11:45	11.3.10 11:52	KRI - Accuracy check	Customer 1	withdrawing money	on-site	NINO
Case 2	APPROVAL ORDER	4.3.10 11:43	4.3.10 11:46	KRI - 5 min	Customer 2	withdrawing money	on-site	MARIAM
Case 3	APPROVAL ORDER	25.3.10 9:32	25.3.10 9:33	KRI - 5 min	Customer 3	withdrawing money	on-site	MARIAM
Case 4	APPROVAL ORDER	6.3.10 11:41	6.3.10 11:51	KRI - 5 min	Customer 4	withdrawing money	on-site	DAVID
Case 5	APPROVAL ORDER	18.3.10 10:54	18.3.10 11:01	KRI - 5 min	Customer 5	withdrawing money	on-site	DAVID
Case 6	APPROVAL ORDER	25.3.10 17:09	25.3.10 17:13	KRI - 5 min	Customer 6	withdrawing money	on-site	DAVID

Fig.3. Fragment of event log

The following key risk indicators are presented to detect deviations in the process: KRI - accuracy check indicator, KRI - division of funds - operator / cashier detection indicator, KRI - system errors - system malfunction indicator, KRI - (> 500 gel) - Manager Confirmation Indicator above 500 GEL, KRI - 5min - Operation Time Monitoring Indicator and Performance Monitoring Indicator KPI - 350 piece - Monthly Quantities of Transactions.

Indicators	Indicator Description	Acceptable benchmark	Unacceptable benchmark
KRI - division of funds	division of funds by the operator / cashier	0	50
KRI - 5 min	The time specified for the execution of the transaction	15	30
KRI - system error	Cases of any system malfunction	30	50
KRI- (>500 gel)	The need to confirm the manager of a transaction above 500 GEL	30	50
KRI - Accuracy check	Incorrect order filling	30	45
KPI -350 piece	Monthly transaction amounts	=> 350	=<350

Fig.4. Thresholds of Indicators

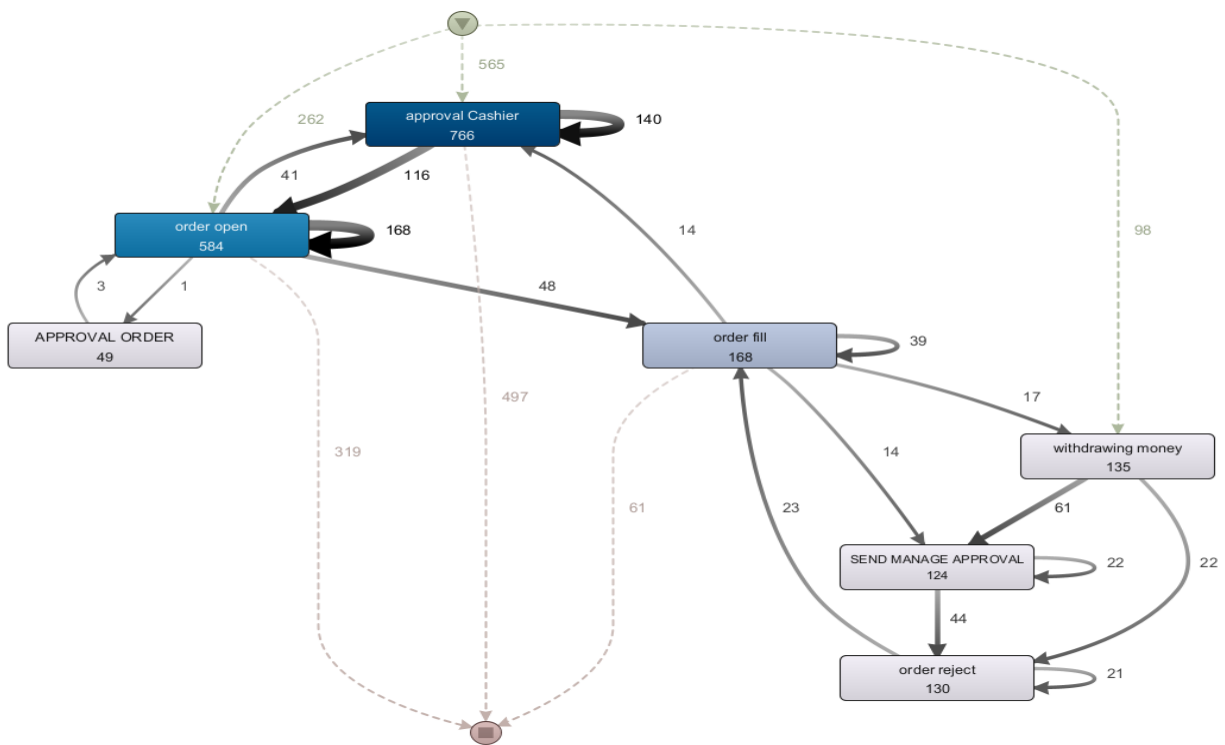


Fig.5..Process visualization presented in the Disco tool

Observing the process reveals a number of gaps, the process does not follow the order that was originally defined, there are quantitative errors in the transitions between steps, which are represented by the numbers in the Figure 5. The transitions given by the dark arrows indicate that the process is moving at a slow pace to the steps of opening, filling, and confirming the order. The statistics page offered in the Disco tool allows us to see in quantity and percentage the frequency, average duration of the activities defined in the process and to compare them with the process that was originally defined. However, the statistics page allows us to observe the indicators - in percentage and quantitative distribution (see Figure 6).

Value	▲ Frequency	Relative frequency
KRI - division of funds	1,308	66.87 %
KPI -350 piece	177	9.05 %
KRI - Accuracy check	168	8.59 %
KRI - system error	130	6.65 %
KRI- (>500 gel)	124	6.34 %
KRI - 5 min	49	2.51 %

Fig.6. Fragment of the statistics page presented in the Disco tool

The fragment clearly shows that, for example, the disbursement indicator attached to the cashier's confirmation and order opening process is the highest in terms of performance, although in pre-defined indicators its benchmark should not exceed 50 units (see Figure 4), as well as all indicators. These numbers give us a signal to investigate the processes in which errors are recorded and to respond in a timely manner. The use of indicators in process extraction technology can be considered as an effective means of managing the process, as it allows us to monitor the process with acceptable thresholds and receive appropriate responses.

### 3. Conclusion

Based on the given research, we can say that the addition of the main risk indicator and the main indicator of efficiency in the event logs allows us to manage the process more effectively and monitor it to improve the process; to observe the defects in the real process and analyze the deficiencies and deviations at the level of the process stages and work on correcting them.

#### ლიტერატურა – References :

1. Process mining tutorial. Internet resource: <http://www.processmining.org/prom/tutorials>
2. Stedman C. key performance indicators. Internet resource: <https://searchbusinessanalytics-techtartget.com/definition/key-performance-indicators-KPIs>
3. Tucci L. Key Risk Indicators: <https://searchcio.techtartget.com/definition/key-risk-indicator-KRI>

#### ბიზნეს-პროცესების მართვის გაუმჯობესება პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიისა და რისკის მაჩვენებლების სინთეზით

ეკატერინე თურქია, სოფიო სტომადოვა  
 ekaterinet7@gmail.com, stomadova\_so@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

#### რეზიუმე

ორგანიზაციებში ბიზნეს-პროცესებისა და დაკავშირებული სამუშაო ნაკადების მართვის კოორდინაციის გაუმჯობესების საკითხი, მუდმივი ამოცანაა მენეჯერებისთვის. დანერგილ პროცესზე დაკვირვებასა და დაკვირვების შედეგების იმიტაციას გვთავაზობს პროცესების მოპოვების ტექნოლოგია. იგი ცოცხალ, მუშა პროცესის მონაცემებზე დაყრდნობით იძლევა რეალურ სურათს და ახდენს ხარვეზების/გადახრების გამოვლენას. მოცემული გადახრების რისკების შეფასებისა და პროცესის ეფექტიანობის ანალიტიკური ინტერპრეტაციისთვის, სტატიაში წარმოდგენილია პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის გამოყენების გაუმჯობესების ხერხები. კერძოდ, აღწერილია პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიის მამოძრავებელი ბირთვის - სააღრიცხვო ჟურნალების, რისკის ძირითადი ინდიკატორებისა (KRI- Key Risk Indicator) და პროცესების ეფექტიანობის ძირითადი

მაჩვენებლების (KPI – Key Performance Indicator) სინთეზის/კორელაციის შესაძლებლობა. რისკის ძირითადი ინდიკატორები ახდენენ პროცესში არასასურველი შედეგის პროგნოზირებას და გვაძლევენ შესაძლებლობას წინასწარ მოვახდინოთ რეაგირება. პროცესების ეფექტიანობის ძირითადი მაჩვენებლები გვაძლევენ შესაძლებლობას დავინახოთ რამდენად ეფექტურად ვახდენთ მიზნამდე სვლას. შესაბამისად, პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიით აღმოჩენილ პროცესებზე ამ მაჩვენებლების კორელაცია იძლევა შემდგომი სამოქმედო გეგმის შედეგებს, რა წერტილში საჭიროებს პროცესი მეტ ძალისხმევას, მეტი საკონტროლო მექანიზმების დანერგვას თუ მონიტორინგს. პრაქტიკული მაგალითის სახით განხილულია ამოცანა, რომელიც პროცესების მოპოვების ტექნოლოგიისა და რისკის მაჩვენებლების სინთეზით ახდენს პროცესში დაშვებული შეცდომების გამოვლენას, პროცესიდან გადახვევების აღმოჩენას, კონტროლის მექანიზმების ჩავარდნის ანალიზს.

## **XBRL IN REGULATORY BUSINESS REPORTING – CASE OF PILLAR 3 REPORT OF THE NATIONAL BANK OF GEORGIA**

Ekaterine Turkia<sup>1</sup>, Tinatin Kachlishvili<sup>1</sup>, Rezo Beradze<sup>2</sup>  
ekaterinet7@gmail.com, tiko.kachlishvili@gmail.com

1 – Georgian Technical University, 2 – International School of Economics at TSU

### **Summary**

Business reporting has seen the colossal growth of importance in the modern world. Consequently, numerous ways of exchanging business reports have emerged. Transfer of information via spreadsheets is undoubtedly one of the most popular forms uniformly used worldwide. Although spreadsheets such as Excel are the most convenient form to read information easily, processing them by machine is a relatively challenging task. Furthermore, having no set of machine readable instructions of how to construct reporting forms and how to discover errors, makes them quite difficult for a machine to read without human intervention and consequently leaves them prone to errors. The vulnerabilities in business reporting through spreadsheets has led the development of new technologies such as XBRL (Extensible Business Reporting Language). XBRL acts as an intermediary between business users and the computer, making it convenient for both parties to process and read information minimizing the room for errors. The article provides an example of how one particular business report could be exchanged using the XBRL with the emphasis on the architecture of the file. The authors provide the insights of the XBRL file processing and highlight the advantages it could bring to the business reporting.

**Key Words:** Regulatory Reporting, XBRL, EBA, Taxonomy, Financial Information, Data Exchange Standard, Data Accuracy.

### **1. Introduction**

Over the past decades, fast transit from paper-based reporting to online data transfer has brought great benefits to the financial system. Consequently, the demand for the data has increased from financial system regulators on the national as well as international levels. When reporting on the national level, data quality is a key issue. In Addition, when reporting at the transnational level, the comparability of published data is also rather important. For example, Pillar 3 reporting forms requested within the

mandate of the National Bank of Georgia (NBG) must be standardized to be machine-readable and match the requirements of the EU wide regulators such as European Banking Authority (EBA). This requires a structured approach of publishing reports given the set of instructions by the regulator. One common approach could be XML based reporting where XML Schema would represent those set of instructions. However, financial reports being complicated and interrelated, this approach fails to cover the entire structure of the report and leaves large room for errors. Thus, it could be argued that XBRL has the potential of solving common issues in the regulatory business reporting. Although XBRL can address many of the reporting issues financial regulators have, some challenges remain. Certainly, accounting systems vary across regions, which creates challenges in terms of comparing reports based on the different set of XBRL instructions (aka Taxonomies) published by for example U.S. Securities and Exchange Commission (SEC) and EBA. Nevertheless, reports published under the EBA taxonomy will remain comparable across the regulators who follow the same set of instructions in addition to all the benefits that come with the use of XBRL.

The article presents the Pillar 3 reporting forms requested within the mandate of the National Bank of Georgia and suggests one of the possible ways of standardization based on the XBRL methodology. [1]

## **2. The main part**

According to the order N92/04 of the governor of the National Bank of Georgia "regulation on disclosure requirements for commercial banks within Pillar 3", commercial banks are obliged to disclose qualitative and quantitative information relating to a bank's regulatory capital elements. Thus, the NBG must give banks a set of instructions that can lead to creation of the Pillar 3 report. The common way could be sending Excel spreadsheets with the structure created by the NBG where relationships between the cells are described in words and are only human readable. This method although being superior to the paper-based reporting, is still far from being perfect.

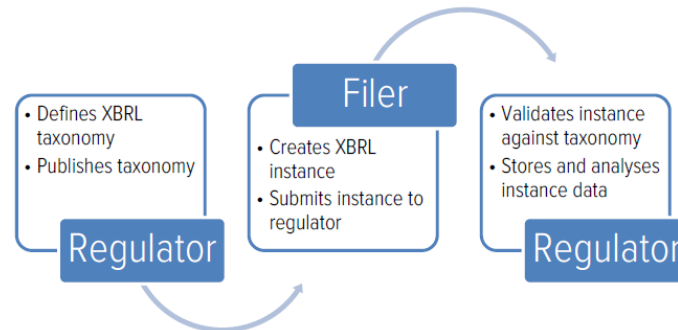
The alternative is to give machine-readable instructions and to receive file that could be validated against the instructions. The best candidate is the pair of XML XSD schema where the former is the file containing machine readable data and later contains machine readable set of instructions that describe the structure of the file and can approve its validity.

Although the idea behind XML/XSD validation is the best alternative for data transfer, it fails to cover the complexity of structure business reports have. For example, in Pillar 3 reports, Balance sheet table there is a Net Loans entry. The set of instructions given to banks from the regulator must state not only that Net Loans must be in Georgian Lari, must be part of the Assets for the pre-defined reporting period but also must check the validity of the formula that Net Loans is the Gross Loans less Loan Loss Reserves. Unfortunately, even this simple validation falls outside the scope of XML/XSD validation. To cover the formula validations and much more, XBRL has been derived from XML.

The ability to effectively deal with the validations XBRL promises to perform comes at a cost of relatively complicated process of creating XML files and set of instructions. Figure 1 shows the process by which events should unfold in order NBG to request Pillar 3 reports in XBRL format and defines key terminology.

The data exchanged through XBRL technology is fully structured and is contained in the file referred to as an instance document (XBRL instance). The XBRL instance presents facts that are submitted based on the set of instructions that describes fact-related details. The XBRL report is never submitted

separately, it is always submitted along with a taxonomy that contains complete meta-data about the context used to describe the facts.



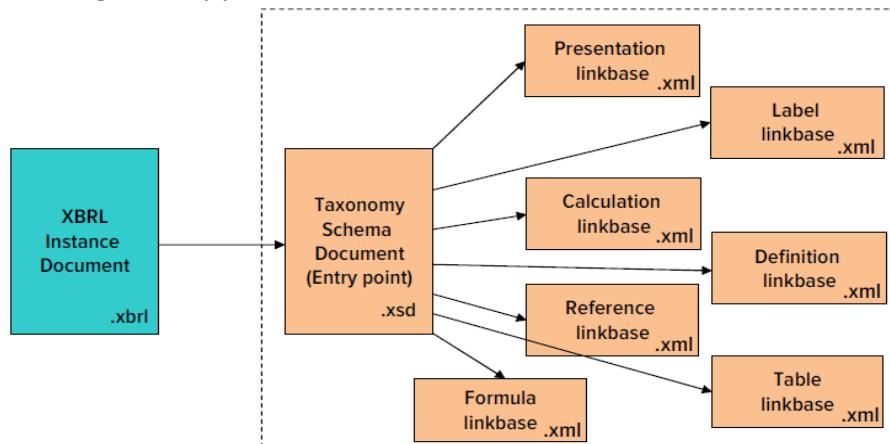
**Fig. 1 Key XBRL terminology and phases of business reporting**

XBRL Taxonomy is more like a “Dictionary of Terms” and is designed to be a machine-readable document. It defines business data that may be reported as well as relationships between items. The taxonomy is not a single document or file. It consists of taxonomy schema document(s) and linkbases. The general layout is presented in the Figure 2.

Depending on the configuration of XBRL documents, there could be one or more Taxonomy schema documents. It is an XML schema document that consists of item definitions as well as XBRL-specific attributes. If a taxonomy schema is designed to be referenced by an instance, it is called an “entry point”.

Linkbase is a document or a set of documents that define the relationships between concepts and resources. Linkbases have different roles in the taxonomy. Some provide information to make clearer meanings (Label linkbase, Reference linkbase), Some help with validation (Calculation linkbase, Definition linkbase, Formula Linkbase) and some help with file rendering (Presentation linkbase, Table linkbase).

The term “publishing the taxonomy” refers to the fact that the document being the set of instructions XBRL instance is created based upon and validated against, must be publicly available. It must not change after being officially published.



**Fig. 2 Discoverable Taxonomy Set**

Following the instructions given in the taxonomy, the filer (entity regulated by the NBG) should create XBRL file that is commonly referred as an instance document. An XBRL instance can be considered as a bag of facts. Fact is something that has been reported. Each XBRL fact has three parts: Value (what is

being reported), Concept (the name of what is being reported, a computer readable tag) and Context (dates, entity information, dimensions).

Once an XBRL instance is created it could be validated against taxonomy. If the instance is valid the data is transferred to the database, otherwise, the filer will receive the list of errors that should be addressed to create a valid XBRL instance document.

Based on the discussion above, when the NBG decides to receive Pillar 3 reports in XBRL format, the process of creating an instance file should start with the creation of a taxonomy. It could be argued that the XBRL technologies used by the NBG in the process of supervision should be based on best practices of the EU wide regulatory authorities. In particular, the NBG should follow the practices, which are introduced by the EBA across European Union.

After defining the methodology, a taxonomy should be created using a taxonomy creation tool. Due to the complexity of the taxonomy structure, it is nearly impossible to write it without the help of the specialized software. When selecting the appropriate tool, it is important to follow the list of software certified by the XBRL International - the global non-profit international standards organization which develops and maintains the XBRL standard [2].

Once the relevant software is identified, the decision should be made how to represent facts in the Pillar 3 report. Describing the entirety of the taxonomy creation for the Pillar 3 is well beyond the scope of the paper. Rather, if the structure is well defined and identified for the single fact for the report, the rest of the facts follow the pattern and are easily replicated.

Figure 2 shows the XBRL architecture of pillar 3 report using the XBRL technology. XBRL report is an actual file submitted by a commercial bank that contains facts - real numbers. Facts gain meaning through the taxonomy published by the NBG. The aspect which defines what is the fact about is the so-called concept. Concepts along with other business information are cataloged (described) in the taxonomy. Whereas methodology of particular taxonomy style is defined by the NBG, XBRL International defines general format of XBRL instance and taxonomy.

Bank:	Bank ABC			
Date:		31.03.2021		
Table 2	<b>Balance Sheet</b>			
N	<b>Assets</b>	<b>GEL</b>	<b>Reporting Period</b>	
			<b>FX</b>	<b>Total</b>
1	Cash	8,596	37,606	46,202
2	Due from NBG	5,877	51,502	57,379
3	Due from Banks	9,506	43,621	53,127
4	Dealing Securities	5,694	75,247	80,941
5	Investment Securities	7,353	76,428	83,781
6.1	Loans	7,192	34,524	41,716
6.2	Less: Loan Loss Reserves	1,798	6,905	8,703
6	Net Loans	5,394	27,619	33,013
7	Accrued Interest and Dividends Receivable	7,192	68,759	75,951
8	Other Real Estate Owned & Repossessed Assets	7,573	35,620	43,193
9	Equity Investments	6,674	34,365	41,039
10	Fixed Assets and Intangible Assets	1,058	46,875	47,933
11	Other Assets	5,126	70,010	75,136
12	<b>Total assets</b>	<b>70,043</b>	<b>567,652</b>	<b>637,695</b>

Fig. 3 Pillar 3 report table

Fig 3 represents one table from the Pillar 3 report - "Balance sheet", which contains sample data. As previously mentioned, taxonomy involves metadata about every fact, submitted in the XBRL report.

According to XBRL specifications, every fact is reported in context. In this regard, Fig. 3 highlights parts of the XBRL report, which describe a single fact, in this case - "Cash" and give full context for a fact.

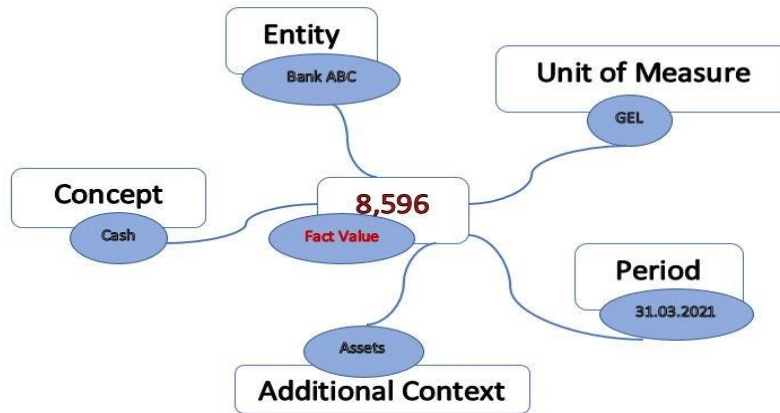


Fig. 4 Full context for a fact

Fig 4 gives an insight about the full context for a fact. It is based on the table shown in Fig 3 and presents which parts of a taxonomy single fact value is referring to. The fact 8,596 is not informative without defining elements from taxonomy. e.g., Concept - taxonomy element which provides meaning for a fact, shows that the number given in the table refers to the balance sheet item - "Cash". Additionally, other elements define that reported number belongs to the entity - "Bank ABC", reported as of 31th of March 2021, reported in Georgian Lari and balance sheet item is an Asset.

Once Concept, Context and values are defined, additional formula validations must also be presented in the taxonomy. Such formulas are defined by the requirements of the regulator and the nature of the report. One of the obvious formulas for the "balance sheet" report of Pillar 3 is that Assets must equal Liabilities plus Capital. Thus, the taxonomy will not only check the validity of the single fact but also the validity of the fact in relation to the other facts within the XBRL instance.

Once the taxonomy is made and fully tested, the next step in the XBRL reporting process is to publish it on a location accessible to regulated entities. In this case, it is possible to publish the taxonomy on the official website of the NBG. Once submitters get acquainted with the taxonomy it is recommended to spend some time in test mode with the reporting submission, subsequent phase would be the go live step, which implies submission of actual Pillar 3 XBRL instances to the NBG.

The last step of the process is validating XBRL instance against the taxonomy. Because the regulated entity has the access to the taxonomy, they can perform validation themselves before they send XBRL instance back to the regulator. Thus, they will know what errors their instance has and will be able to correct them before they submit the file to the regulator. The NBG will also validate the file and if there are no fatal errors, it can approve the XBRL instance. Otherwise, NBG will send the feedback to the filer and request re-upload.

The main advantage of XBRL reporting is that once the process is up and running, it needs fewer interventions from humans. Machines are effectively generating XBRL instances, validating and giving the relevant parties reports. If the file is valid against well-formatted taxonomy, it can be argued that the probability of error is as low as possible. The chances of error are also minimized as the taxonomies are



refined in the process. Although creating taxonomy can be a rather complicated process, it can be claimed that it saves a lot more resources and minimizes errors in the long run. Thus, it is recommended that NBG should create taxonomy for Pillar 3 and should receive reports in XBRL format.

### 3. Conclusion

The paper illustrated business reporting from regulatory perspective based on pillar 3 report. The transition process from exchanging spreadsheets over XBRL reporting is challenging, but as a result both regulators as well as regulated entities get more reliable information and well-organized data flow. Thus, it is recommended that NBG should create XBRL based reporting that will fit the XBRL international standard and will follow general structure created by the EBA.

#### ლიტერატურა – References :

1. <https://www.nbg.gov.ge/index.php?m=671>
2. <https://software.xbrl.org/>
3. <https://eba.europa.eu/risk-analysis-and-data/reporting-frameworks/reporting-framework-2.8>
4. <https://www.xbrl.org/guidance/xbrl-glossary>

## XBRL საზედამხედველო ანგარიშგების პროცესში - საქართველოს ეროვნული ბანკის ანგარიშგების Pillar 3-ის მაგალითი

ეკატერინე თურქია<sup>1</sup>, თინათინ ქაჩლიშვილი<sup>1</sup>, რეზო ბერამძე<sup>2</sup>

ekaterinet7@gmail.com, tiko.kachlishvili@gmail.com

1 - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

2 - ეკონომიკის საერთაშორისო სკოლა (თსუ)

#### რეზიუმე

თანამედროვე მსოფლიოში ბიზნეს რეპორტირების მნიშვნელობის კოლოსალურ ზრდასთან ერთად, გამოჩნდა ინფორმაციის გაცვლის უამრავი გზა, ერთ-ერთი მათგანი, უდაოდ, ყველაზე მეტი პოპულარობით სარგებლობს მსოფლიო მასშტაბით. ეს არის ინფორმაციის გაცვლა ცხრილების სახით. მიუხედავად იმისა, რომ ცხრილების სახით მაგ. ექსელით გაცვლილი ინფორმაციის წაკითხვა მარტივია, მანქანისთვის ასეთი დავალება გამოწვევებთან არის დაკავშირებული, უფრო მეტიც, მანქანისთვის წაკითხვადი ინსტრუქციების ნაკრების არარსებობის პირობებში როგორ უნდა შეიქმნას ანგარიშგება და როგორ აღმოაჩინოს შეცდომები, საკმაოდ რთულია ინფორმაციის წაკითხვა ადამიანური ჩარევის გარეშე და იზრდება მოწყვლადობა შეცდომების მიმართ. ბიზნეს ანგარიშგების პროცესებში სისუსტეების არსებობამ ბიძგი მისცა ახალი ტექნოლოგიების განვითარებას, როგორცაა XBRL. XBRL ასრულებს შუამავლის როლს ბიზნეს მომხმარებლებსა და კომპიუტერს შორის და ორივე მხარისთვის მოსახერხებელს ხდის ინფორმაციის წაკითხვასა და დამუშავებას, შეცდომების მინიმიზაციის პარალელურად. სტატიაში შემოთავაზებულია მაგალითი - როგორ შეიძლება XBRL მეთოდის გამოყენებით ინფორმაციის გაცვლა, XBRL არქიტექტურა. ავტორი გვთავაზობს მოსაზრებებს XBRL ფაილების მუშაობასთან და ბიზნეს ანგარიშგებაში მისი გამოყენების უპირატესობებზე.

# სასწავლო დაწესებულებებში გამოცდების შედეგების განხილვა და დამუშავება

სოფიკო პაპავაძე

sopopapavadze@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია სკოლის მოსწავლეების ონლაინ მონიტორინგის კომპიუტერული სისტემის აგების პროექტი. აღწერილია ერთერთი პროცესი, რომელიც მასწავლებლებს გაუმარტივებს სასწავლო პროცესის მართვას და ხელს უწყობს მოსწავლეებს განვითარებასა და წინსვლაში. შესაბამისად დასმულია პრობლემა და ნაჩვენებია მისი გადაჭრის გზა. პრობლემის გადასაჭრელად გამოყენებულია მანქანური დასწავლა და ჩვენს მიერ შექმნილი ტექსტების შედარების ალგორითმი.

**საკვანძო სიტყვები:** სასწავლო პროცესი, მანქანური დასწავლა, ალგორითმი, str\_similarity.

## 1. შესავალი

სასწავლო დაწესებულებებში ერთერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პროცესი მოსწავლეების გამოცდების შედეგების განხილვის და დამუშავების ნაწილია, რომელიც ზედმეტად შრომატევადია შესაბამისი პასუხისმგებელი პირისთვის. გამოყვავით ორი საკითხი. პირველი საკითხი არის ჩაბარებული გამოცდის შედეგების მიხედვით მომავალი გამოცდის შედეგის წინასწარმეტყველება, რათა მასწავლებლებმა შეძლონ დროული რეაგირება. ხოლო მეორე საკითხი არის, რომ აღმოვაჩინოთ გადაჭრის შესაძლო მცდელობები.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ჩვენი ერთერთი მიზანია ინტელექტუალური სისტემა დაგვეხმაროს კონკრეტულ საგანში მოსწავლეთა მომავალი სავარაუდო შედეგების დადგენაში, რათა მასწავლებლებმა შეძლონ დროული რეაგირება. თუ გვეცოდინება კონკრეტულ საგანში, მაგალითად ქართულში, თითოეული მოსწავლის წინა ორ ან მეტ გამოცდაში მიღებული შედეგები და ასევე მოსწავლის შესახებ სხვადასხვა მახასიათებლები, მაშინ მანქანური დასწავლის ალგორითმის დახმარებით შევძლებთ მისაღები სიზუსტით დავადგინოთ შემდეგი გამოცდის სავარაუდო შედეგი. ეს ამოცანა წარმოადგენს რეგრესიას. ვიყენებთ პროგრამირების Python ენას და ამ ამოცანის გადასაჭრელად - XGBoost ალგორითმს. პირველი ეტაპზე ვტვირთავთ ალგორითმისთვის გამზადებულ მონაცემებს (მოსწავლის შესახებ გვაქვს 23 მახასიათებელი), შემდეგ ეტაპზე ვამოწმებთ გადაცემულ მონაცემებში ცარიელი მნიშვნელობების არსებობას, შემდეგ ვიძახებთ XGBRegressor-ს, შემდეგ გამოვყოფთ ატრიბუტებისა და შედეგის ველებს, შემდეგ გადავცემთ მოდელს მონაცემების ნაწილს სასწავლად და ნაწილს სატესტოდ, შემდეგ ვტესტავთ სიზუსტეს და ატრიბუტების ზემოქმედების შედეგებს ვამოწმებთ. საბოლოოდ ვიღებთ შემდეგი გამოცდის სავარაუდო და წინასწარმეტყველ შედეგს.

pupil_id	gend	age	more	apart	momf	fath	momW	fath	time	stu	extra	par	ext	acti	nurs	high	interr	InAR	Refamil	health	absences	score1	score2	resultScore
23	0	18	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4	0	11	11
48	0	17	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	2	9	11	11
35	0	15	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	6	12	13	12
10	0	15	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	14	14	14
11	0	16	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	11	13	13
12	1	16	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	6	12	12	13

მას შემდეგ რაც მივიღებთ შედეგებს და რეალურად ჩატარდება შესაბამისი გამოცდა და გვეცოდინება გამოცდის შედეგები, მოხდება მანქანური დასწავლის მიერ მიღებული და რეალური შედეგების დადარება. თუ რეალური შედეგი ნა წინასწარმეტყველ შედეგზე კონკრეტული პროცენტით (თავად ორგანიზაცია წყვეს პროცენტის მნიშვნელობას) მეტია, მაშინ დასაშვები ხდება გადაჭრის მცდელობა და გენერირდება შესაბამისი მოსწავლეების სია.

სისტემაში შესაძლებელია საგამოცდო ნაშრომის შედარება სხვა მოსწავლეების ნაშრომებთან:

პირველ რიგში ხდება ნაშრომების დაყოფა ფრაგმენტებად და ფრაგმენტულად მათი დამუშავება, რომლებიც გადაეცემა `compare_sentences` ფუნქციას:

```

create or replace function compare_sentences(p_text1 in varchar2, p_text2 in varchar2)
RETURN number is
  v_new_guid varchar2(100);
  v_match_percent number(3, 2);
  v_match_percent_loop number(3, 2);
begin
  v_new_guid:= sys_guid();
  v_match_percent:= 0;
  if (p_text1 is null or p_text2 is null) then
    v_match_percent:= 0;
  end if;
  if (p_text1 is not null) then
    insert into compare_sentences_library (key_text, inserted_date, batch_guid_id)
    select regexp_substr(p_text2, '[^ ]+', 1, level), sysdate, v_new_guid from dual
    connect by regexp_substr(p_text2, '[^ ]+', 1, level) is not null;
    commit;
    for i in (select ID, key_text
              from compare_sentences_library
              where batch_guid_id = v_new_guid) loop
      v_match_percent_loop:= str_similarity (p_text1, i.key_text);
      update compare_sentences_library set match_percent = v_match_percent_loop where ID=i.ID;
      commit;
    end loop;
    select avg(match_percent) into v_match_percent from compare_sentences_library where batch_guid_id =
    v_new_guid;
    delete from compare_sentences_library where batch_guid_id = v_new_guid;
  end if;
  return v_match_percent;
end;

```

ფუნქცია იყენებს ცხრილს, რომელშიც ახდენს მეორე გადაცემული ტექსტის დაყოფის შედეგად მიღებული სიტყვების ჩაწერას და ანიჭებს თითოეულ ჩანაწერს საერთო უნიკალურ კოდს, რათა მარტივად მოხდეს გარჩევა ჩაწერილი პორციების. შემდეგ ხდება გამოძახება ჩვენი ფუნქციის, `str_similarity` - ის, რომელსაც გადაეცემა ზემოთხსენებული ცხრილიდან თითოეულ ჩანაწერი და `compare_sentences` -სთვის გადაცემული პირველი ტექსტი. ის ცდილობს დაადგინოს შესაბამისი სიტყვა-გასაღების ტექსტთან მსგავსების პროცენტი. შემდეგ მიღებული შედეგების საშუალოთი ადგენს შესაბამისი ორი ტექსტის დამთხვევის პროცენტს.

განვიხილოთ `str_similarity`-ის ალგორითმი და მასსა და სხვა ალგორითმებს შორის განსხვავება:

არსებობს რამდენიმე ყველაზე ცნობილი დადარების ალგორითმი, განვიხილოთ რამდენიმე მათგანი:

- **soundex**-ის ალგორითმი აგენერირებს ოთხნიშნა კოდს სიტყვის წარმოთქმის საფუძველზე. შესაბამისი ალგორითმი შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორი სიტყვის შესადარებლად, რათა დადგინდეს მათი მსგავსება. ეს შეიძლება ძალიან გამოსადეგი იყოს მაშინ, როცა გვჭირდება ინფორმაციის მოძიება თუნდაც მონაცემთა ბაზაში, ან ტექსტურ ფაილში, განსაკუთრებით თუ ვეძებთ, მაგალითად, კონკრეტულს სახელს, რომელიც, როგორც წესი, შეცდომით არის ხოლმე ჩაწერილი.

შესაბამისი ალგორითმი მუშაობს შემდეგნაირად:

1. პირველი სიმბოლო დაგენერირებული კოდის არის გადაცემული ტექსტის პირველი ასო.
2. შემდეგ ის შლის გადაცემულ ტექსტში a, e, h, i, o, u, w, y ასოებს.
3. შემდეგ კონკრეტულ ასოს შეუსაბამებს კონკრეტულ ციფრს:
  - b, f, p, w = 1

- c, g, j, k, q, s, x, z = 2
- d, t = 3
- l = 4
- m, n = 5
- r = 6

4. შემდეგ ფუნქცია ეძებს ერთნაირი წონის ასოებს ტექსტში და შლის პირველის გარდა ყველას.

5. საბოლოოდ აბრუნებს პირველ 4 ბაიტს, შევსებულს 0-ებით, იმ შემთხვევაში თუ მიღებული კოდი 4 ბაიტზე ნაკლებია.

```
select soundex('Technical'); from dual --T252
select soundex('Thechnical'); from dual; --T252
```

```
select soundex('Technical'); from dual --T252
select soundex('Technital'); from dual; --T253
```

მაგრამ შესაბამისი ალგორითმი ჩვენთვის არაოპტიმალურია, რადგან ჩვენს შემთხვევაში დამთხვევის პროცენტია მნიშვნელოვანი და არა ორობითი პასუხი, სადაც ან ორი სიტყვა ერთნაირად ჟღერს ან არა. მითუმეტეს, რომ ქვევით მოყვანილი მაგალითი soundex ალგორითმისთვის არ არის მსგავსი, ჩვენთვის კი თითქმის იდენტური უნდა იყოს, ხოლო მათი მსგავსება უნდა გამოხატული იყოს კონკრეტულ პროცენტებში.

```
select soundex('Georgia') from dual; -- G620
select soundex('Georgian') from dual; -- G625
```

ამავდროულად შესაბამისი ალგორითმი ვერ მუშაობს წინადადებასთან ერთიანად:

```
select soundex('Georgian Technical University'); from dual -- G625
select soundex('Georgia') from dual; -- G620
select soundex('Georgian Technical University'); from dual -- G625
select soundex('Gheorgian') from dual; -- G620
select soundex('Georgian Technical University'); from dual -- G625
select soundex('Thechnical'); from dual; -- T252
```

o **jaro similarity** არის ორ სტრიქონს შორის მსგავსების საზომი. მიღებული მნიშვნელობა 0-დან 1-მდეა, სადაც 1 ნიშნავს რომ ტექსტები იდენტურია, ხოლო 0 ნიშნავს რომ არ არსებობს არანაირი მსგავსება სტრიქონებს შორის.

$$Jaro\ similarity = \begin{cases} 0, & \text{if } m=0 \\ \frac{1}{3} \left( \frac{m}{|s1|} + \frac{m}{|s2|} + \frac{m-t}{m} \right), & \text{for } m \neq 0 \end{cases}$$

სადაც:

- **m** წარმოადგენს სიმბოლოების დამთხვევების რაოდენობას;
- **t** არის ტრანსპოზიცია, ესაა დამთხვეული სიმბოლოების რაოდენობის ნახევარი ორივე ტექსტში (განსხვავებული თანმიმდევრობით);
- **|s1|** და **|s2|** - s1 და s2 ტექსტების სიგრძეებია;

o **Jaro\_winkler**-ის მსგავსების ალგორითმი არის სტრიქონების მსგავსების საზომი, რომელიც ზომავს რედაქტირების მანძილს ორ სტრიქონს შორის. jaro-winkler ჰგავს jaro-ს. ორივე განასხვავებს, როდესაც ორი სტრიქონის პრეფიქსი ემთხვევა. Jaro\_winkler-ის მსგავსება იყენებს პრეფიქსის მასშტაბს "p", რომელიც იძლევა უფრო ზუსტ პასუხს, როდესაც სტრიქონებს აქვთ საერთო პრეფიქსი განსაზღვრული მაქსიმალური სიგრძით.

$$Sw = Sj + P * L * (1 - Sj)$$

სადაც:

- Sj არის jaro - ს შედეგი
- Sw არის jaro- winkler -ის შედეგი
- P მასშტაბურობის ფაქტორი (0.1 default)
- L არის დამთხვეული პრეფიქსის სიგრძე მაქსიმუმ 4 სიმბოლომდე

მაგ.: 2.1

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('Georgian','Georgian') from dual; -- 1
```

მაგ.: 2.2

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('GEORGIAN','Georgian') from dual; -- 0.47
```

მაგ.: 2.3

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('it is unbearable','unbearable') from dual;
-- 0.79
```

მაგ.: 2.4

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('it isunbearables','unbearable') from dual;
-- 0.80
```

მაგ.: 2.5

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('it is Jeorgian University','Georgian') from dual; -- 0.57
```

შესაბამისი ალგორითმი ვერ ახდენს იმ შედეგის მოცემას რაც ჩვენ გვჭირდება, რადგან თუნდაც არის “Key Sensitive” და არამხოლოდ. სწორედ ამიტომ შევქმენით ჩვენი ალგორითმი str\_similarity.

Str\_similarity ახდენს მსგავსების პროცენტის დაბრუნებას. ის იყენებს jaro\_winkler-ის ალგორითმს, მაგრამ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც შესაბამისი ალგორითმის დაბრუნებული შედეგი მისაღებია ჩვენი ამოცანისთვის.

```
create or replace function str_similarity(p_sms_text in varchar2, p_key in varchar2)
```

```
RETURN number is
```

```
v_sms_text          varchar2(2000);
v_key                varchar2(2000);
v_segment            varchar2(2000);
v_key_segment        varchar2(2000);
v_sms_text_count     number(10);
v_key_text_count     number(10);
v_diff               number(10);
v_match_percent      number(3, 2);
v_segment_match_percent number(3, 2);
v_max_loop           number(10);
v_max_loop2          number(10);
v_half_match         number(1);
```

```
begin
```

```
v_match_percent      := 0;
v_sms_text           := UPPER(regex_replace(p_sms_text,
                                             '[:space:]*',
                                             ''));
v_key                 := UPPER(regex_replace(p_key,
                                             '[:space:]*',
                                             ''));
```

```
DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('1');
```

```
if (p_sms_text is null) then
```

```
    v_match_percent:= 0;
```

```
end if;
```

```
if (p_sms_text is not null) then
```

```
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('2');
```

```

v_sms_text_count      := length(v_sms_text);
v_key_text_count      := length(v_key);
v_diff                := v_sms_text_count - v_key_text_count;
v_match_percent       := 0;
v_half_match          := 0;
v_max_loop2           := ROUND(v_key_text_count / 2 - 1);
if (v_key_text_count > 2) then
  DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('3');
  for i in 1 .. v_max_loop2 loop
    v_key_segment:= SUBSTR(v_key,
                          i,
                          ROUND(v_key_text_count / 2 + 1));
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('v_sms_text');
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE (v_sms_text);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('v_key_segment');
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE (v_key_segment);
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE ('INSTR(v_sms_text, v_key_segment)');
    DBMS_OUTPUT.PUT_LINE (INSTR(v_sms_text, v_key_segment));
    if (INSTR(v_sms_text, v_key_segment) > 0) then
      v_half_match:= 1;
      DBMS_OUTPUT.PUT_LINE (v_half_match);
      EXIT;
    end if;
  end loop;
else
  if (INSTR(v_sms_text, v_key) > 0) then
    v_half_match:= 1;
  end if;
end if;
if (v_half_match = 1) then
  if (v_diff = 0) then
    v_match_percent:= UTL_MATCH.jaro_winkler(v_sms_text,
                                             v_key);

  end if;
  if (v_diff < 0 and v_sms_text_count > v_key_text_count / 2) then
    v_match_percent:= UTL_MATCH.jaro_winkler(v_sms_text,
                                             v_key);

  end if;
  if (v_diff < 0 and v_sms_text_count < v_key_text_count / 2) then
    v_match_percent:= 0;
  end if;
  if (v_diff > 0) then
    if (v_diff <= 2) then
      if (INSTR(v_sms_text, v_key) > 0) then
        v_match_percent:= 1;
      else
        v_match_percent:= UTL_MATCH.jaro_winkler(v_sms_text,
                                                 v_key);
      end if;
    else
      for extra_symbols_count in 0 .. 2 loop
        v_max_loop:= (v_sms_text_count - (v_key_text_count + extra_symbols_count)) + 1;

```

```

for i in 1 .. v_max_loop loop
    v_segment:= SUBSTR(v_sms_text,
                        i,
                        v_key_text_count + extra_symbols_count);
    DBMS_OUTPUT.put_line(v_segment);
    v_segment_match_percent:= UTL_MATCH.jaro_winkler(v_segment,
                                                    v_key);

    if (v_segment_match_percent > v_match_percent) then
        v_match_percent:= v_segment_match_percent;
    end if;
end loop;
end loop;
end if;
end if;
else
    v_match_percent:= 0;
end if;
end if;
return v_match_percent;
end;

```

str\_similarity საბოლოო შედეგის მისაღებად გადის შემდეგ ბიჯებს:

str\_similarity-ს გადაეცემა ორი პარამეტრი ტექსტი text1 და საძიებო სიტყვა-გასაღები.

თუ text1 არის null, მაშინ დამთხვევის პროცენტი ავტომატურად არის 1.

1.1. თუ გასაღების სიგრძე მეტია 2-ზე და გასაღების გარკვეულ სეგმენტს მაინც არ შეიცავს text1, მაშინ პროცენტი ავტომატურად ხდება 0 -ის ტოლი. გასაღების სეგმენტის სიგრძეს ვითვლით გასაღების სიგრძის ნახევარს +1, ხოლო შესაბამის სეგმენტს კი თითო წევრის გადანაცვლებით ვიღებთ. ანუ მაგ.: თუ გასაღებია smsoff, მაშინ მიღებული სეგმენტები იქნება smso,msof,soff. თუ ამ სამი სეგმენტიდან ვერცერთის პოვნა ვერ მოხერხდა text1-ში, მაშინ პროცენტი იქნება 0.

თუ 1.1.-ის გავლა წარმატებით მოხდა, ანუ მოხდა რომელიმე სეგმენტის დამთხვევა, მაშინ:

1.2. თუ გადმოცემული ტექსტის სიგრძე ტოლია გასაღების სიგრძეს, მაშინ ვითვლით დამთხვევის პროცენტს (jaro\_winkler);

1.3. თუ გადმოცემული ტექსტის სიგრძე გასაღების სიგრძეზე ნაკლებია, მაგრამ მის ნახევარზე მეტია, მაშინ ვითვლით დამთხვევის პროცენტს (jaro\_winkler);

1.4. თუ გადმოცემული ტექსტის სიგრძე გასაღების სიგრძის ნახევარზე ნაკლებია, მაშინ პროცენტი ტოლია 0-ის;

1.5. თუ გადმოცემული ტექსტის სიგრძე გასაღების სიგრძეზე მეტია მაქსიმუმ დასაშვები 2 სიმბოლოთი და ის სრულად შეიცავს გასაღებს, მაშინ პროცენტი ტოლია 1-ის;

1.6. თუ გადმოცემული ტექსტის სიგრძე გასაღების სიგრძეზე მეტია მაქსიმუმ დასაშვები 2 სიმბოლოთი და ის სრულად არ შეიცავს გასაღებს, მაშინ ვითვლით დამთხვევის პროცენტს (jaro\_winkler);

1.7. თუ გადმოცემული ტექსტის სიგრძე გასაღების სიგრძეზე მეტია ვიდრე დასაშვები 2 სიმბოლოთი, მაშინ შესაბამის ტექსტს ვყოფთ სეგმენტებად (პირველ რიგში ვიღებთ გასაღების სიგრძის მქონე სეგმენტებს წანაცლებით, შემდეგ ვიღებთ გასაღების სიგრძეს +1 სიგრძის მქონე სეგმენტებს წანაცლებით, ხოლო ბოლოს ვიღებთ გასაღების სიგრძეს +2 სიგრძის მქონე სეგმენტებს წანაცლებით) და თითოეული სეგმენტისთვის გამოთვლილი პროცენტებიდან ვიღებთ მაქსიმუმს.

შევადაროთ ჩვენ ალგორითმისა და soundex-ის მიერ დაბრუნებული პასუხები ერთსა და იმავე შემავალი ტექსტის შემთხვევაში:

```
select soundex('Georgia') from dual; -- G620
```

```
select soundex('Georgian') from dual; -- G625
```

```
select str_similarity('Georgia','Georgian') from dual; -- 0.97
```

soundex-ის მიხედვით 'Georgia' და 'Georgian' სიტყვები ჟღერადობით არ არიან მსგავსები, ჩვენი ალგორითმის მიხედვით კი დამთხვევა არის 97%.

შევადართო ჩვენი ალგორითმისა და Jaro\_Winkler-ის მიერ დაბრუნებული პასუხები ერთსა და იმავე შემავალი ტექსტის შემთხვევაში:

(გამოვიყენოთ მაგ.: 2.1)

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('Georgian','Georgian') from dual; -- 1
```

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('GEORGIAN','Georgian') from dual; -- 0.47
```

```
select str_similarity ('Georgian','Georgian') from dual; -- 1
```

```
select str_similarity ('GEORGIAN','Georgian') from dual; -- 1
```

(გამოვიყენოთ მაგ.: 2.2)

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('GEORGIAN','Georgian') from dual; -- 0.47
```

```
select str_similarity ('GEORGIAN','Georgian') from dual; -- 1
```

(გამოვიყენოთ მაგ.: 2.3)

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('it is unbearable','unbearable') from dual; --0.79
```

```
select str_similarity ('it is unbearable','unbearable') from dual; -- 1
```

(გამოვიყენოთ მაგ.: 2.4)

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('it isunbearables','unbearable') from dual; --0.80
```

```
select str_similarity ('it isunbearables','unbearable') from dual; -- 1
```

(გამოვიყენოთ მაგ.: 2.5)

```
select UTL_MATCH.jaro_winkler('it is Jeorgian University','Georgian') from dual; -- 0.57
```

```
select str_similarity ('it is Jeorgian University','Georgian') from dual; -- 0.92
```

### 3. დასკვნა

ნებისმიერი ამოცანის გადასაჭრელად შესაძლებელია სხვადასხვა მიდგომის არჩევა და გამოყენება, მთავარია რომელი მოერგება ჩვენს მოთხოვნებს ყველაზე მეტად. ჩვენი აზრით დასმული პრობლემის გადაჭრის ერთერთი საუკეთესო გზა მანქანური დასწავლაა და შემდეგი მისი დახმარებით მიღებული შედეგების სწორი გამოყენება. ტექსტების დადარების ჩვენი ალგორითმი კი საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ ოპტიმალური და ჩვენთვის დამაკმაყოფილებელი პასუხები.

#### ლიტერატურა – References :

1. Jaro and Jaro-Winkler similarity Jaro and Jaro-Winkler similarity - GeeksforGeeks
2. The Soundex Algorithm (blackwasp.co.uk)
3. Papavadze Sopiko (2020). Use of Machine Learning in Educational Institutions. Transact. of GTU. Automated Control Systems - N1(30), pp.124-130

## REVIEW AND PROCESS THE RESULTS OF EXAMS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Papavadze Sopiko  
sopopapavadze@yahoo.com  
Georgian Technical University

#### Summary

The project on constructing pupils' computer-based online monitoring system is discussed. Is described one of the processes that will make it easier for teachers to manage the learning process and assist students in development and advancement. Accordingly, the problem is posed and the way to solve it is shown. Machine learning and a text comparison algorithm created by us are used to solve the problems.



# საინფორმაციო სისტემების არქიტექტურის მართვა დისტრიბუციული და მონოლითური გადაწყვეტილებების ბაზაზე

სოფიკო ქობულაშვილი, ეკატერინე თურქია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განიხილება საინფორმაციო სისტემების არქიტექტურის სწორად განსაზღვრის მნიშვნელოვანი საკითხები სისტემების დაპროექტებისა და დიზაინის დაგეგმვის პროცესში. ამ თვალსაზრისით წარმოდგენილია დისტრიბუციული სისტემების არქიტექტურის თანამედროვე მიდგომები „მიკროსერვისული“ არქიტექტურის მაგალითზე და აღწერილია „მონოლითური“ არქიტექტურის მქონე სისტემასთან შედარებით მისი ფუნდამენტური განსხვავებები. გაანალიზებულია დისტრიბუციული სისტემების უპირატესობების, სირთულეების და კომპლექსურობის ასპექტები. წარმოდგენილია სისტემის დაპროექტების ფაზაზე არქიტექტურული გადაწყვეტილებების ღრმა ანალიზის როლი და თანამედროვე მიდგომების გამოყენების უპირატესობები რათა აცილებული იქნეს სამომავლო პრობლემები სისტემის დიზაინში.

## 1. შესავალი

ორგანიზაციის ბიზნეს-პროცესების მასშტაბისა და განვითარების შესაბამისი საინფორმაციო სისტემების არქიტექტურის დაგეგმვა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და გადაწყვეტი საკითხია, რაც დღესდღეობით მეტ აქტუალურობას იძენს. საინფორმაციო სისტემების სწორი არქიტექტურა ორგანიზაციის ბიზნეს-პროცესების შეუფერხებელი მუშაობის ბაზისა, ამასთან ერთად ხელს უწყობს საინფორმაციო სისტემების კომპლექსურობისა და მემკვიდრეობითი ხასიათის პრობლემების მინიმიზაციას.

დღევანდელ რეალობაში საინფორმაციო სისტემების როლი ძალიან მნიშვნელოვანია. თანამედროვე ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ გამოიწვია ის, რომ ინფორმაციული სისტემები გახდა გაცილებით კომპლექსური და მემკვიდრეობითი.

ინფორმაციული სისტემის აგებამდე, ანალიზის ფაზაში ხდება სისტემის მიმართ არსებული მოთხოვნების დეტალური გაანალიზება და ფუნქციონალური ნაწილის პირველადი სურათის წარმოდგენა. აქედან გამომდინარე აუცილებელია ანალიზის ფაზაში მოხდეს ყველა იმ დეტალის სწორად წარმოჩენა, რომელიც აუცილებელია სისტემის სწორად დაგეგმვისათვის. სისტემის დაპროექტება, დაგეგმვა და არქიტექტურული ნაწილის განსაზღვრა უმნიშვნელოვანეს ნაწილს წარმოადგენს სისტემის შექმნის პროცესში.

ინფორმაციული სისტემის დაგეგმვის პროცესში დაშვებული შეცდომები, ხშირად უფრო მტკივნეულია, ვიდრე სისტემის კონკრეტულ ნაწილში არსებული ფუნქციონალური ხარვეზი.

სისტემის არქიტექტურული გადაწყვეტა უმეტეს შემთხვევაში მთლიანად არის დამოკიდებული სისტემის შინაარსზე და მის მიმართ არსებულ მოთხოვნებზე.

ტექნოლოგიურ წინსვლას თან სდევს ინფორმაციული სისტემების მიმართ მაღალი მოთხოვნების გაჩენის აუცილებლობა. არსებული, მოძველებული სისტემების მთლიანად შეცვლა და უკეთესი მიდგომებით შექმნილი სისტემით ჩანაცვლება, ხშირად იმდენად დიდ პრობლემას წარმოადგენს კომპანიებისათვის, რომ აუცილებელია საწყის ეტაპზევე მაქსიმალურად სწორად იქნას დაგეგმილი სისტემის არქიტექტურა, რათა თავიდან ავიცილოთ, ფუნქციონალური ცვლილებების შედეგად მიღებული გიგანტი, ერთმანეთზე გადახლართული კომპონენტების ერთობლიობა, რომლის მართვაც ყოველდღიურად რთულდება და ბოლოს შეუძლებელი ხდება.

სისტემის პირველადი მოთხოვნების იმპლემენტაცია, ხშირად ძალიან მარტივ ამოცანას წარმოადგენს. მუშა პროდუქტის მიღება დიდ ძალისხმევას არ მოითხოვს, როდესაც ცხადია ზუსტი ბიზნეს

პროცესი, თუმცა პრაქტიკამ და გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ რთული სისტემის აგების პროცესში, ხშირად ჯობს მეტი რესურსი დაიხარჯოს სწორად დაგეგმვაზე, მაქსიმალურად დამოუკიდებელი კომპონენტების შექმნაზე, სტრუქტურის სწორად აგებაზე, რათა მივიღოთ მოქნილი, მარტივად განვითარებადი, მარტივად მასშტაბირებადი, გასაგები და მარტივად ჩანაცვლებადი პროდუქტი. ამ კრიტერიუმების გათვალისწინების გარეშე, ხშირად კომპანიები დგებიან ძალიან დიდი პრობლემის წინაშე, სისტემა დროთა განმავლობაში კარგავს მოქნილობას, ძალიან რთულდება მისი შეცვლა და განვითარება, საბოლოოდ კი ვიღებთ დიდ შავ ყუთს, რომელიც მოითხოვს როგორც ადამიანური და დროის, ასევე სისტემური რესურსების ძალიან დიდ რაოდენობას, შედეგები კი ამ რესურსების ზრდასთან ერთად იკლებს. მსგავს სისტემებში, რთულია ფუნქციონალური ტესტირება და უკუთავსებადობის გათვალისწინება ცვლილებების პროცესში.

## 2. ძირითადი ნაწილი

არსებობენ სისტემები, რომელთა არქიტექტურაც ცალსახად მოითხოვს ცენტრალიზებულ გადაწყვეტას თავისი ბიზნეს მოთხოვნებიდან გამომდინარე, თუმცა დიდ კორპორატიულ პროექტებში ხშირად საქმე ასე მარტივად არ არის. ყოველდღიურად ვითარდება ბიზნესის მოთხოვნა, ყოველდღიურად იცვლება და ემატება სისტემას გარკვეული ფუნქციონალი, რომლის ცენტრალიზებული აღქმა ადამიანის გონებისთვისაც წარმოდგენილი ხდება, აქედან გამომდინარე სისტემის ანალიტიკოსების და არქიტექტორების როლიც სწორედ ესაა რომ სწორად გათვალონ სისტემის მასშტაბები, მოსალოდნელი განვითარების არეალი და დაგეგმვის საწყის ეტაპზე შეიქმნან წარმოდგენა სისტემის ფუნქციონალური კომპონენტების შესახებ. დროთა განმავლობაში, შესაძლოა სისტემის კომპონენტები შეიცვალოს, დაემატოს, გამოაკლდეს, გარდაიქმნას და ა.შ. თუმცა, ძირითადი მიდგომა: განისაზღვროს სისტემის დისტრიბუციულობის აუცილებლობა დომენიდან გამომდინარე, ანალიზის საწყის ეტაპზევე უნდა გამოიკვეთოს.

პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე, მასშტაბური ბიზნეს დომენის მქონე ამოცანები, სასურველია დაიხლიჩოს პატარ-პატარა ამოცანებად, რომლებიც რეალიზებული იქნება შესაბამის პროგრამული უზრუნველყოფის კომპონენტების სახით. აღნიშნული მიდგომა გვადმევს საშუალებას, რომ სისტემის კონკრეტული ფუნქციონალური ნაწილი წარმოდგენილი იქნეს როგორც დამოუკიდებელი ერთეული და იყოს მარტივად ინტეგრირებადი სხვადასხვა სისტემაში. ასეთი მიდგომით რეალიზებულ პროგრამულ უზრუნველყოფას დეცენტრალიზებულ / დისტრიბუციულ სისტემებს უწოდებენ.

**მონოლითური არქიტექტურა** წარმოადგენს სისტემის დიზაინს, როდესაც სისტემა როგორც ერთი დიდი მთლიანობა იმართება ცენტრალიზებულად.

მასშტაბური სისტემის დისტრიბუციულ კომპონენტებად დაშლა, დაგეგმვა და განვითარება რთული პროცესია. ანალიზის გარდა, ტექნიკურ ასპექტში უამრავი ისეთი დეტალი იჩენს თავს, რომელიც ცენტრალიზებულ მიდგომებში (მონოლითურ არქიტექტურაში) არ გვხვდება (მაგ. სისტემებს შორის კომუნიკაციის მენეჯმენტი, პროცესების ტრანზაქციულობა, კომპონენტების სწორი დაგეგმვა, მენეჯმენტი და სხვა).

მონოლითური არქიტექტურის შემთხვევაში, სისტემების ხასიათდება რიგი თავისებურებებით. მაგალითად, მცირე ზომის პროგრამული აპლიკაციის დამუშავებისას, მონოლითური არქიტექტურა გარკვეულ უპირატესობებს იძლევა:

- აპლიკაციის დანერგვა მარტივ პროცესს წარმოადგენს, მისი განთავსება და გაშვება ერთი დასანერგი პაკეტის სერვერზე გადატანით შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ.

- საწყის ეტაპზე, დეველოპმენტის პროცესი მარტივია, რადგან არ არსებობს კომპონენტებს (სერვისებს) შორის კომუნიკაციის გასტანდარტიზების და ოპერაციის ერთიანობის მართვის სირთულეები.

როდესაც, პროდუქტი იზრდება ზომაში და ასევე იმატებს მასზე მომუშავე ადამიანების რიცხვი, ამ შემთხვევაში მონოლითური არქიტექტურის შემდეგი მინუსები იჩენს თავს:

- დიდი, მონოლითური აპლიკაციის კოდი დროთა განმავლობაში ხდება რთულად გასაგები, რაც გამოწვეულია იმით, რომ არ ხდება მკაცრად იზოლირებული კომპონენტების წარმოდგენა, ირღვევა კოდის

მოდულარობა და ყველა კომპონენტი დროთა განმავლობაში ხდება ერთმანეთზე გადახლართული (დამოკიდებული). ეს ყველაფერი კი პირდაპირ აისახება კოდის ხარისხზე.

- რთულია სისტემის კომპონენტების ჩანაცვლება ახალი იმპლემენტაციით.

- ხშირად შეუძლებელია კონკრეტულ ამოცანაზე მორგებული ტექნოლოგიის გამოყენება, რადგან სისტემა როგორც ერთი მთლიანობა, უკვე მორგებულია კონკრეტულ ტექნოლოგიას.

- CD (Continuous Deployment-უწყვეტი მიწოდება) არის პრობლემატური: სისტემის ხშირი განახლებადობის პირობებში. პატარა ცვლილებების დროსაც, აუცილებელია მთლიანი სისტემის დანერგვა, რაც ხელმისაწვდომობის და ხშირი განახლებადობის პრობლემებს წარმოშობს.

- სისტემის ერთ კონკრეტულ ნაწილში არსებული ხარვეზი, ხშირად მთლიანი სისტემის მწყობრიდან გამოსვლას იწვევს.

- გუნდური მუშაობა ხდება პრობლემატური: როდესაც აპლიკაცია იზრდება ზომაში და მისი კომპლექსურობაც იმატებს, როგორც წესი გვიწევს ხოლმე მასზე მომუშავე ადამიანური რესურსები დავეყვით შესაბამის ლოგიკურ ერთეულებად (ჯგუფებად). სხვადასხვა ჯგუფების დამოუკიდებლად მუშაობისას მონოლითური არქიტექტურა მოსახერხებელი არ არის. ცვლილებების გაკეთება სხვადასხვა ჯგუფის მიერ მოითხოვს დამატებით კოორდინაციას რომ ერთმა ცვლილებამ სხვა ცვლილება ან არსებული ფუნქციონალი არ დააზიანოს, რაც თავისთავად ნიშნავს იმას, რომ უფრო მეტ დროს ვხარჯავთ.

- მოუქნელი მასშტაბირება: მონოლითური არქიტექტურის თავისებურებიდან გამომდინარე მასშტაბირება შეიძლება ერთი მიმართულებით: ვერტიკალურად. აპლიკაციის სხვადასხვა კომპონენტებს აქვთ სხვადასხვა მოთხოვნები, ზოგ კომპონენტს აქვს დიდი დატვირთვა გამოთვლით რესურსზე (CPU), ზოგს დიდი მოთხოვნა მეხსიერებაზე (Memory) და ამ დროს გამოთვლით რესურსებს მინიმალურად იყენებს. მონოლითური არქიტექტურიდან გამომდინარე, ჩვენ არ შეგვიძლია სხვადასხვა კომპონენტის მასშტაბირება დამოუკიდებლად, ამიტომ გვიწევს ძირითად ინსტანსზე ყველა საჭირო რესურსის გამოყოფა და თუ დგება ჰორიზონტალური მასშტაბირების მოთხოვნა დატვირთვიდან გამომდინარე, ამ დროს უკვე არაოპტიმალურად ვიყენებთ ჩვენს ხელთ არსებულ რესურსებს.

- მონოლითური სისტემების ტესტირება გაცილებით რთულია, ვიდრე დისტრიბუციული სისტემის კონკრეტული ერთეულის. [4]

1-ელ ნახაზზე შემოთავაზებულია მონოლითური არქიტექტურის ნიმუში ონლაინ მაღაზიის მაგალითზე.



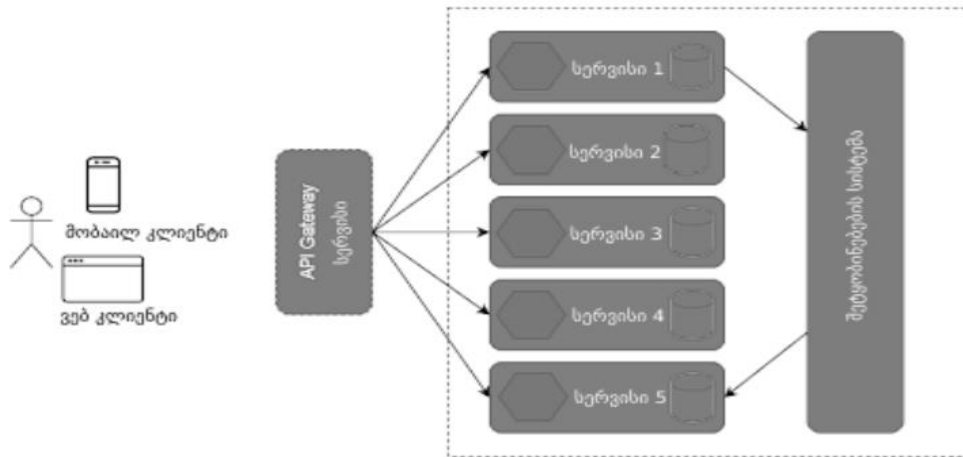
ნახ.1. მონოლითური არქიტექტურის მქონე სისტემის მაგალითი

დისტრიბუციული სისტემები განვიხილოთ „მიკროსერვისული“ არქიტექტურის მაგალითზე.

მიკროსერვისული არქიტექტურა ძირითადად გამოიყენება მემკვიდრეობით და კომპლექსურ სისტემებში. მიკროსერვისების ძირითად იდეას წარმოადგენს სისტემის ლოგიკურ დამოუკიდებელ ერთეულებად (სერვისებად) დაყოფა და დამოუკიდებლად განვითარება. სისტემის დაპროექტების ფაზაში ხდება ბიზნეს მოთხოვნის ღრმა ანალიზი და სისტემის ერთეულების წარმოდგენა, მათ შორის საზღვრების

ჩამოყალიბება კი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პროცესია მიკროსერვისული არქიტექტურაში. სისტემის სამომავლო განვითარება, მთლიანად ამ საზღვრებსა და მათ ლოგიკურ დეკომპოზიციაზეა დაფუძნებული. ამ პროცესებისთვის მოქნილი მიდგომაა **დომენზე ორიენტირებული დიზაინი (DDD)**, რომელიც თავისი ძირითადი პრინციპებით, ორიენტირებულია ბიზნეს მოთხოვნაზე.

მე-2 ნახაზზე მოცემულია მიკროსერვისული არქიტექტურის სისტემის მაგალითი, სადაც ნაჩვენებია მობაილ/ვებ კლიენტი აპლიკაციიდან დისტრიბუციული სისტემის გამოყენების მაგალითი. სერვისები განთავსებულია დამოუკიდებლად და კლიენტი აპლიკაციები მიკროსერვისებთან კომუნიკაციისთვის იყენებენ Api Gateway სერვისს, რომელსაც ძირითადად გამტარის (proxy) დანიშნულება აქვს, მოთხოვნას (Request) ამისამართებს მიკროსერვისში.



ნახ.2 მიკროსერვისული არქიტექტურის სისტემის მაგალითი

სირთულეების მიუხედავად, სისტემის დისტრიბუციულობა საბოლოო ჯამში უამრავ უპირატესობას გვთავაზობს, როგორებიცაა:

- სისტემის კომპონენტების დამოუკიდებლობა. (სხვა კომპონენტებისაგან დამოუკიდებლად შექმნა, განვითარება, მიწოდების შესაძლებლობა)
- სისტემის მოქნილობა როგორც პატარა ცვლილებების მიმართ, ასევე სამომავლო ფართო მოთხოვნების გაჩენის მიმართ.
- კომპონენტების მარტივად ინტეგრირებადობა (სხვადასხვა სისტემაში).
- ტექნიკური და ადამიანური რესურსების ოპტიმალური მოხმარება.
- ტექნოლოგიების მიმართ აგნოსტიურობა (თითოეული კომპონენტის ჭრილში სხვადასხვა, ოპტიმალური ტექნოლოგიების გამოყენების შესაძლებლობა და მათ შორის უნივერსალური კომუნიკაციის განსაზღვრის შესაძლებლობა).
- კომპონენტების შეცვლის, განვითარების და ახლით ჩანაცვლების შესაძლებლობა.
- სისტემის მაღალი სიცოცხლისუნარიანობა (როდესაც სისტემაში ფიქსირდება ხარვეზი, სისტემის მხოლოდ იმ ნაწილში ხდება ჩავარდნა, სადაც პრობლემაა, სისტემის დანარჩენი ნაწილი განაგრძობს უპრობლემოდ ფუნქციონირებას).
- სისტემის კომპონენტების როგორც ვერტიკალური, ასევე ჰორიზონტალური მასშტაბირების შესაძლებლობა, მაღალი დატვირთვის პირობებში. ვერტიკალური მასშტაბირება გულისხმობს რესურსების მენეჯმენტს მოთხოვნის მიხედვით კონკრეტული ერთი მიკროსერვისისათვის, ხოლო ჰორიზონტალური მასშტაბირება გულისხმობს მაღალი დატვირთვის პერიოდში მიკროსერვისების ინსტანსების მასშტაბირებას მოთხოვნის მიხედვით.
- ჰორიზონტალური მასშტაბირების პროცესში ხარჯების ოპტიმიზაცია.
- სისტემის მარტივი გარჩევადობა (რაც უფრო პატარა, მოდულარული და ლოგიკურად

დალაგებულია codebase, მით უფრო მარტივია მისი აღქმა და გარჩევა, ეს კი ავტომატურად ნიშნავს იმას, რომ ვზოგავთ დროს და ჩვენი სისტემა მარტივად გასაგებია ახალი დეველოპერებისთვის).

- სისტემის შექმნის პროცესის მაქსიმალური დეცენტრალიზება გუნდებს შორის (სისტემის აგება შესაძლებელია მოხდეს პარალელურად სხვადასხვა გუნდების მიერ, რომელთაც აქვთ კონკრეტული ბიზნეს ამოცანა და შესაბამისი კომპეტენცია, ამ ბიზნეს მოთხოვნის ირგვლივ).

- პროცესების მართვის Agile მეთოდოლოგიებზე მარტივად მორგებადობა.

- ბიზნესისა და ტექნიკური გუნდის გამარტივებული კომუნიკაცია, კონკრეტული კომპონენტის შექმნის ამოცანის ჭრილში.

- სისტემის ასინქრონულად მუშაობის გამარტივებული შესაძლებლობები.

- სისტემის გამარტივებული ტესტირება და სხვ. [1,4]

დისტრიბუციული არქიტექტურა რთულად სამართავია, მათ შორის მნიშვნელოვანია შემდეგი მახასიათებლები:

- რადგან იზრდება კომპონენტების (სერვისების) რაოდენობა და თითო სერვისი წარმოადგენს დამოკიდებელ ერთეულს, რთულდება მისი მენეჯმენტი და მონიტორინგი. თითოეული კომპონენტის ვერსიების მენეჯმენტი, (Continuous Delivery - უწყვეტი მიწოდება და განახლებადობა), დატვირთვის მიხედვით ავტომატური მასშტაბირება საკმაოდ დიდ გამოწვევას წარმოადგენს, რომლის ადამიანური რესურსით მართვა შეუძლებელი ხდება, ამიტომ აუცილებელია კონტეინერიზაციის პრინციპების შემოტანა და კომპონენტების ავტომატური ორკესტრირების განსაზღვრა. ამისათვის გამოიყენება ისეთი ტექნოლოგიები, როგორებიცაა Docker, Kubernetes, Docker Swarm, ELK და სხვა.

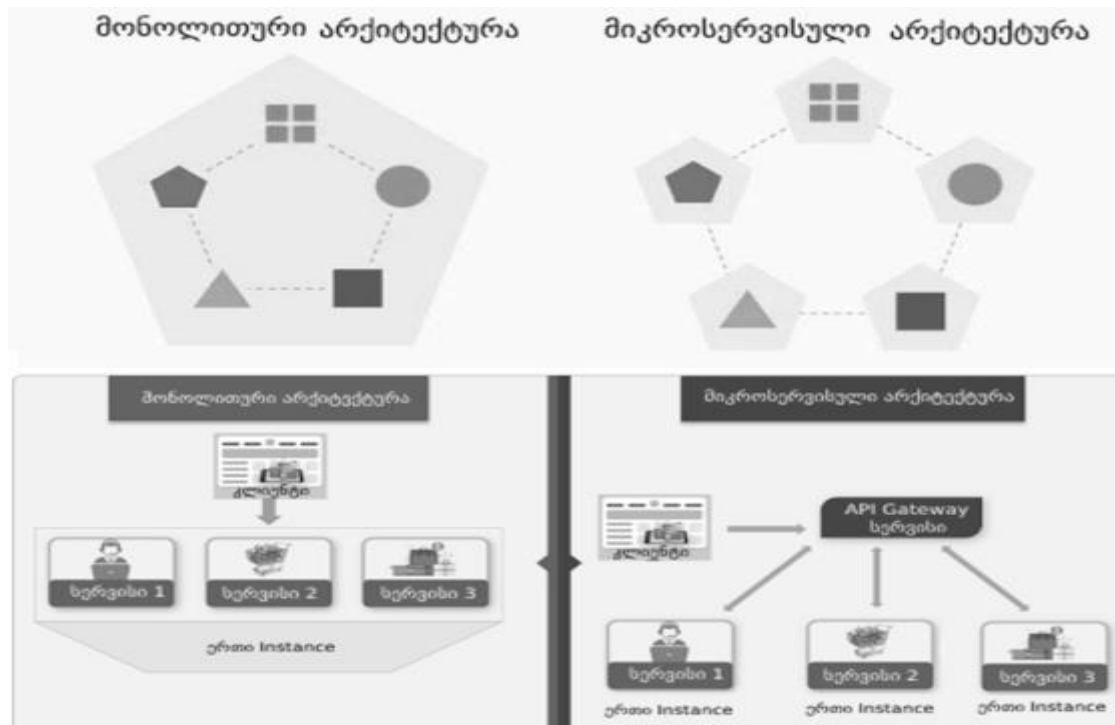
- კომპლექსურობა - აუცილებელია თავიდანვე განისაზღვროს კომპონენტებს შორის ძირითადი კომუნიკაციის ტიპები და საშუალებები.

- მონაცემთა თანამიმდევრულობა (Data consistency): იქიდან გამომდინარე, რომ Database Per Service მიდგომით, თითოეულ სერვისს თავისი დამოუკიდებელი ბაზა აქვს და ერთი ცენტრალიზებული მონაცემთა საცავი არ არსებობს, რთულია მონაცემთა ერთიანობის და თანამიმდევრულობის შენარჩუნება. Data consistency-ს შენარჩუნება მიკროსერვისულ არქიტექტურაში ერთ-ერთ ფუნდამენტურ გამოწვევას წარმოადგენს და არაერთი pattern გვხვდება რომელიც ამ პრობლემის მოგვარებაში გვეხმარება. [2]

- დისტრიბუციული ოპერაციის ტრანზაქციულობა: მიკროსერვისულ არქიტექტურაში, ერთი ბიზნეს ოპერაცია წარმოდგენილია როგორც რამდენიმე სერვისის ჯაჭვური გამოძახება. ამ შემთხვევაში, თუ რომელიმე კონკრეტულ კომპონენტში მოხდება ფუნქციონალური ჩავარდნა, რთულია მონაცემთა საწყის მდგომარეობაში დაბრუნების პროცესის მენეჯმენტი (Rollback). ამ პრობლემის გადასაჭრელად გვჭირდება პროცეს-მენეჯერების შემოტანა სისტემაში, ან სხვადასხვა კომპონენტის მხრიდან event subscription რომ ოპერაციის მთლიანობის აღქმა არ დაგვარგოთ. ამ დროს გვეხმარება Saga Pattern. [3]

მე-3 ნახაზზე მოცემულია, მონოლითური და მიკროსერვისული არქიტექტურის სისტემების მაგალითები, სადაც კლიენტი აპლიკაციიდან ხდება განსხვავებული არქიტექტურით რეალიზებულ Back End სერვისებზე წვდომა. მონოლითის შემთხვევაში, რამდენიმე ლოგიკური ერთეული დანერგილია როგორც ერთი მთლიანი სერვისი, ხოლო მიკროსერვისების შემთხვევაში, ლოგიკური ერთეულები, მცირე ზომის სერვისების სახით გვაქვს წარმოდგენილი, რომელთა შორის კომუნიკაცია უნივერსალური არხების საშუალებით ხდება.

ინფორმაციული სისტემის ანალიზის პროცესში, სისტემის სწორი არქიტექტურის განსაზღვრა ერთ-ერთ ფუნდამენტურ გამოწვევას წარმოადგენს. დიდ და კომპლექსურ სისტემებში, რომელთა მასშტაბები და ფუნქციონალური მოთხოვნებიც ყოველდღიურად იზრდება და იცვლება, ბუნებრივად აუცილებელი ხდება სისტემის დისტრიბუციულობის შემოტანა, ხოლო პატარა და მარტივ სისტემებში, რომლებიც არ განიცდიან ხშირ ფუნქციონალურ და დატვირთვის მხრივ ცვალებადობას, მონოლითური არქიტექტურის უპირატესობები საკმაოდ დიდ კომფორტს იძლევა.



ნახ.3 მონოლითური და მიკროსერვისული არქიტექტურის სისტემების მაგალითები

### 3. დასკვნა

#### ლიტერატურა-References – Литература:

1. Feras Taleb (2019). Microservices Architecture: To Be Or Not To Be. The big picture of Microservices Architecture and all concepts, design patterns and technologies you need to know as a solution architect or technical lead. <https://feras.blog/microservices-architecture-to-be-or-not-to-be/>
2. Richardson Ch. (2020) Microservices.io
3. Rag Dhiman (2015) Microservices Architecture. <https://app.pluralsight.com/course-player?clipId=11b9a9b1-e922-48c0-9041-1d2ffdca3d9c>
4. Microsoft (2020). NET Microservices: Architecture for Containerized .NET Applications <https://raw.githubusercontent.com/dotnet-architecture/eBooks/master/current/microservices/NET-Microservices-Architecture-for-Containerized-NET-Applications.pdf>

## MANAGEMENT OF INFORMATION SYSTEMS ARCHITECTURE BASED ON DISTRIBUTION AND MONOLITHIC SOLUTIONS

Sopiko Kobulashvili, Ekaterine Turkia  
Georgian Technical University

### Summary

Planning the architecture of information systems relevant to the dimensions and development of business processes of the organization is one of the most important and crucial problem which becomes more and more urgent nowadays. Proper architecture of the information systems is the basis for smooth operation of the organization's business processes, while helping to minimize complexity and inheritance problems of the information systems. The paper discusses the important issues of proper determination of the information systems in the design planning and system building process. In this regard, modern approaches of distribution system architecture are presented on the example of "Microservices" architecture and there are described its fundamental differences compared to the system with "Monolithic" architecture. Aspects of the advantages, difficulties and complexity of distribution systems are analyzed. The role of in-depth analysis of architectural solutions in the system design phase and the advantages of using modern approaches to avoid future problems in system design are presented.

# საინფორმაციო სისტემების უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ზოგიერთი ასპექტი

ბესიკ ბერიძე

b.beridze@bsu.edu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

სტატიაში წარმოდგენილია მაღალი მზადყოფნის საინფორმაციო სისტემების უსაფრთხოების ანალიზი. შემოთავაზებულია მიდგომა შეტევების გამოვლენის სისტემების შემუშავებისთვის, რომელიც დაფუძნებულია ქცევებში ანომალიების ძიების მეთოდზე. ნაშრომში განხილულია ინფიცირებული სისტემების იდენტიფიცირება რეალურ დროში და ახსნილია შეტევების გამოვლენის მეთოდოლოგია, რომელიც დაფუძნებულია ანომალიურ ქცევით პროფილებზე. წარმოდგენილია ახალი მიდგომა, რომელიც გულისხმობს მაღალი მზადყოფნის სისტემებზე მოსალოდნელი საფრთხეების შესახებ ცნობების გამოყენებას შეტევების პრევენციის მიზნით. განხილულია შემოთავაზებული მიდგომის აკვარგიანობა

**საკვანძო სიტყვები:** უსაფრთხოება, კომპიუტერული შეტევები, არასანქცირებული წვდომა, დაცვის სისტემები.

კომპიუტერებისა და კომპიუტერული ქსელების რიცხვის და მასშტაბების ზრდამ, ქსელური და ინტერნეტის ტექნოლოგიების უფრო ფართო გამოყენებამ, მნიშვნელოვნად გაზარდა მომხმარებელთა რაოდენობა და მათი ერთმანეთთან ურთიერთობის ინტენსივობა და ამით მკვეთრად გაზარდა ქსელური ბიზნეს-პროცესების რეალიზაციის შესაძლებლობები. ინტერნეტ-ტექნოლოგიების მზარდ შესაძლებლობებთან ერთად გაიზარდა, როგორც პირადი მონაცემების, ასევე კორპორატიული რესურსების დაკარგვის და დაზიანების რისკები. სტატისტიკის მიხედვით ყოველწლიურად იზრდება კომპიუტერული დამნაშავეების მიერ სხვა და სხვა კომპანიებისადმი და კერძო პირებისადმი მიყენებული ფინანსური ზარალი. აქედან გამომდინარე, ორგანიზაციებს და რიგით მომხმარებლებს უხდებათ გამოყონ დრო და სხვა რესურსი ინფორმაციისა და ქსელის უსაფრთხოების დაცვის უზრუნველსაყოფად.

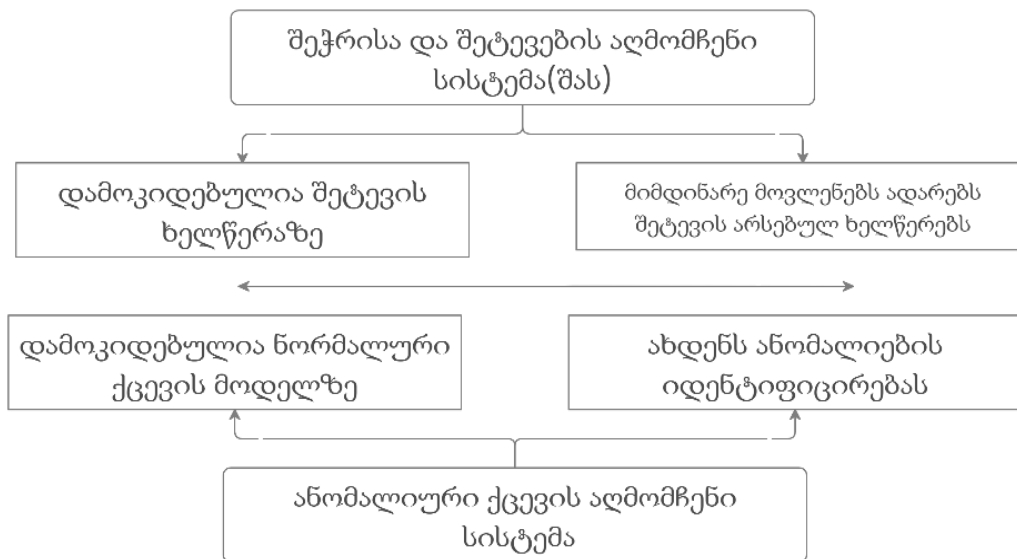
გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ: მაღალი მზადყოფნის ინფორმაციული სისტემების ინფორმაციული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა არ შეიძლება იყოს ერთჯერადი აქტი. ეს უწყვეტი პროცესია, რომელიც მდგომარეობს დაცვის სისტემის სრულყოფისა და განვითარებისათვის უფრო ქმედითი მეთოდების, ხერხებისა და გზების მოძიებაში, დაფუძნებასა და რეალიზებაში, დაცვის სისტემის მდგომარეობის განუწყვეტელ კონტროლში, სისტემის სუსტი ადგილების მუდმივ გამოვლენაში და გამოსწორებაში. ანგარიშგასაწევია, რომ ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად ყოველდღიურად ჩნდება კომპიუტერულ სისტემებზე შეტევის ახალი მეთოდები.

მაღალი მზადყოფნის სისტემებზე შეტევის აღმოჩენის მრავალი თანამედროვე სისტემა ემყარება თავდასხმის „ხელწერის“ დადგენის და აღრიცხვის მეთოდს. მაღალი მზადყოფნის სისტემებზე თავდასხმის გამოვლენის „ხელწერის მეთოდები“ გვაძლევს საშუალებას აღვწეროთ შეტევა წესების ერთობლიობით ან ფორმალური მოდელის დახმარებით, მაგ.: გამოვიყენოთ სიმბოლური სვეტი, სემანტიკური გამონათქვამი სპეციალურ ენაზე და ა.შ. მეთოდის არსი მდგომარეობს შეტევის ხელწერათა სპეციალიზებული მონაცემთა ბაზის გამოყენებაში. ეს ბაზა უნდა შეიცავდეს შეტევის ნაირსახეობათა თარგებს (შაბლონებს) “signature”.

ხელწერის მეთოდს შეუძლია დაგვიცვას კიბერთავდასხმებისაგან, როდესაც უკვე ცნობილია შეტევის ხელწერა (მაგალითად ვირუსი) და როცა ის შეყვანილია შეჭრისა და შეტევების აღმოჩენის სისტემაში (შას). მაგრამ, როცა ქსელზე პირველად ხორციელდება ვირუსული შეტევის მსგავსი შიდა შეტევა და ხელწერათა ბაზას არ გააჩნია მსგავსი თარგი, ხელწერების შას-ი ვერ შეძლებს გაფრთხილებას შესაძლო საფრთხეზე, რადგანაც ჩათვლის, რომ ეს შემომტევი მოქმედება ლეგიტიმურია.

ხელწერის ე.წ „signature“ მეთოდი თავდაპირველად განხორციელდა როგორც ალგორითმი, რომელიც შეისწავლიდა შეტევის განვითარების დინამიკას, რათა დაედგინა მისი ხელწერა. იდეაში, ამ გზით ხდება მონაცემთა შეგროვება. ცხადია, აქ აუცილებელია შედარება მანამდე აღმოჩენილ ხელწერებთან.

ცხადია, შას - მუშაობის ეფექტურობა დამოკიდებულია ხელწერების ბაზის რეაგირების სისწრაფეზე და საიმედოობაზე. შას-ის წარმატებული ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია ბაზის ხარისხიანი შევსება, რისთვისაც საჭიროა საერთაშორისო მხარდაჭერა და სტანდარტები ხელწერების და შეტევის შესახებ ინფორმაციის ინტენსიური გაცვლა-გამოცვლისთვის. სამწუხაროდ, დღეისთვის ბაზის ხარისხიანი შევსების პრობლემა შორსაა გადაწყვეტისგან.



ნახ. 1 შეტევის აღმოჩენის სისტემის (შას) სტრუქტურული მოდელი

რადგან შას ფუნქციონირებს პროგრამების გარემოცვაში, ძალიან არსებითია, რომ იგი თავსებადი იყოს სხვა, გარემომცველ პროგრამულ უზრუნველყოფასთან.

არსებობს შას-ის მუშაობის ორი ძირითადი სქემა. პირველ შემთხვევაში შას გააჩნია ცოდნა შესაძლო შეტევის ნაირსახეობების შესახებ ხელწერათა ბაზის სახით, მეორე შემთხვევაში კი იცის დაკვირვებაზე მყოფი ობიექტის ჩვეული „ნორმალური“ ქცევა. ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მიდგომა ემყარება მეორე სქემის გამოყენებას.

**ანომალიების გამოვლენის ტექნოლოგიები:** ქსელი სენსორების მეშვეობით მიღებული ინფორმაციის დამუშავებით ახდენს არაბუნებრივი (საეჭვო) ქმედებების იდენტიფიცირებას. ცალკეული ობიექტის ქცევაში ანომალიის გამოვლენის სირთულე დაკავშირებულია ყველაზე დაცული ობიექტების არასტაბილურობასთან და მათთან ურთიერთმოქმედ გარე ობიექტების სიმრავლესა და მრავალფეროვნებასთან. ამიტომ დაკვირვების ობიექტი უნდა იყოს არა მარტო სრულად საინფორმაციო ქსელი, არამედ, ცალკეული კომპიუტერი, საქსელო მხარდაჭერის ცალკეული სერვისი (მაგ: FTP სერვერი), ცალკეული მომხმარებელი, მომხმარებელთა გარკვეული ჯგუფი და ა.შ.

კვლევებისა და ექსპერიმენტების შედეგად შევიმუშავეთ ღონისძიებები და მეთოდები რომლებიც სასურველია გამოვიყენოთ ქსელში ანომალიების გამოვლენის მიზნით.

ანომალიის გამოვლენის სისტემის დადებითი მხარეებია:

- მას შეუძლია აღმოაჩინოს ახალი თავდასხმები, რომელთა ხელწერის თარგები ჯერ კიდევ არ არის შემუშავებული.

- იგი არ საჭიროებს ხელწერების თარგების ბაზის თანხლებას.

ასეთ მიდგომას აქვს შემდეგი უარყოფითი მხარეები:



- სისტემები საჭიროებს ხანგრძლივ და ხარისხიან შესწავლას;
- სისტემაში შეიძლება დააგენერიროს ყალბი განგაში, თუ ქსელის ობიექტი ბუნებრივი მიზეზით ცვლის საქმიანობის სტილს (დროებით ან ხანგრძლივად);
- სისტემა ჩვეულებრივ ნელა მოქმედებს და საჭიროებს დიდი რაოდენობის კომპიუტერულ და გამომთვლელ რესურსებს.

ინფორმაციული სისტემის საფრთხეები, როგორც წესი, ურთიერთდაკავშირებულია ერთმანეთთან. მაგალითად: ხარვეზიანი, სუსტი ვებ-სერვერით სარგებლობამ შეიძლება მიგვიყვანოს მთლიანად მონაცემების კვანძის დაუფლებასთან ბოროტმოქმედის მიერ, ამიტომ სიტუაციის პროგნოზირებისათვის და შეფასებისათვის აუცილებელია წინასწარ იქნეს გათვალისწინებული საფრთხეებს შორის დამოკიდებულების ალბათობის შეფასება.

სამწუხაროდ, პრაქტიკულად კომპიუტერული შეტევების აღმოჩენის არსებული სისტემები ხშირად მოკლებულია სრულფასოვან ფუნქციონირებას. წარმოდგენილი მიდგომა კი, საშუალებას იძლევა დააკავშიროს რისკები და საფრთხეები, რომლებსაც აქვს ადგილი მაღალი მზადყოფნის სისტემების შემთხვევებში.

ბოლოდროინდელ კიბერშეტევებში გამოყენებულია „მუქარის“ რთული კოდი და მოწინავე ტექნიკა, რაც უკიდურესად რთულად გამოსავლენია ტრადიციული სისტემების გამოყენებით. მაგალითად, ბოტნეტის შეტევები<sup>1</sup> კიბერ საფრთხის ძალიან დახვეწილი ტიპია. მავნე კოდი ან სისტემის სისუსტეები გამოიყენება საბოლოო წერტილების დასნებოვნებისათვის. მავნე კოდით ინფიცირებული სისტემა ახორციელებს კომუნიკაციას ბრძანებისა და კონტროლის ბ & კ სერვერთან საკომუნიკაციო არხის Internet Remote Chat (IRC) ან HTTP განაწესის (პროტოკოლის) გამოყენებით და იღებს ბრძანებებს სამიზნე სერვერებზე შეტევების შესასრულებლად, ან დააზიანებს ორობით ფაილს. კორპორატიული ქსელის რესურსების ეფექტურად დასაცავად ამგვარი საფრთხეებისგან უნდა შეგვეძლოს დაინფიცირებული სისტემების ამოცნობა შეტევის დაწყებამდე.

ბოტნეტით ინფიცირებული სისტემის გამოვლენის ეფექტური გზა არის ბ & კ არხის დაფიქსირება და დაბლოკვა შეტევის დაწყებამდე. ამასთან, ბ & კ არხების აღმოჩენისას არსებობს მრავალი მნიშვნელოვანი გამოწვევა. მაგალითად, თავდამსხმელებს შეუძლიათ რეგულარულად შეცვალონ ბ & კ სერვერის მისამართი ან გამოიყენონ სერვერის ტრაფიკის გადამისამართება. გარდა ამისა, ბ & კ არხები იყენებს HTTP ან HTTPS განაწესებს, ამიტომ რთული ხდება მათი გამოყოფა ზოგადი ვებ – ტრაფიკისგან.

ბოტნეტის საფრთხის ეფექტური გამოვლენა მოითხოვს შიდა ქსელის გარემოს და ინფორმაციის სერვისის დეტალურ გაგებას, ქსელის მრავალმხრივი მონიტორინგის ორგანიზებას, ფაილების სისტემის მონიტორინგს, რეესტრის მონიტორინგს. ყოველივე ზემოთქმული ართულებს და აძვირებს მომხმარებლის სისტემას და უარყოფითად მოქმედებს მის წარმადობაზე. ამის გამო ზოგიერთი კომპანია უარს ამბობს სათანადო პროფილის მომსახურებაზე. ცხადია, აქ, ერთის მხრივ, უნდა დაიხვეწოს შეთავაზებული მომსახურება, მაგრამ, მეორეს მხრივ, უნდა ამაღლდეს კომპანიების პასუხისმგებლობა საკუთარი საქმიანობის მიმართ.

შემთავაზებული მიდგომა განსხვავდება ბოტნეტის საფრთხის გამოვლენის ტრადიციული მეთოდებისგან. იგი ქსელის ატრიბუტებიდან (სენსორები) მიღებული ინფორმაციის გამოყენებით აფიქსირებს ანომალურ ქცევას. მეთოდს შეუძლია გამოავლინოს ბოტნეტის საფრთხეების ახალი ტიპები და შეუძლია გააუმჯობესოს მისი სიზუსტე ჩვენს მიერ შემუშავებული ანომალიებზე დაფუძნებული

<sup>1</sup> ბოტნეტი - ინტერნეტ - ბოტი ბოტნეტში წარმოადგენს პროგრამას, რომელიც ფარულად არის დაყენებული მსხვერპლის/ობიექტის კომპიუტერულ მოწყობილობაში, რაც დამნაშავეს/ბოროტმოქმედს საშუალებას აძლევს დავირუსებული კომპიუტერის რესურსების გამოყენებით, შეასრულოს გარკვეული ქმედებები. ჰაკერების ეს სახეობა თავისი პროგრამებით ავირუსებენ კომპიუტერების დიდ რაოდენობას, რომელთა რესურსებსაც შემდეგ იყენებენ კიბერშეტევის კოორდინირებისთვის, ასევე „სპამის“ გასავრცელებლად, ფიშინგისთვის და სხვა მავნე ქმედებისთვის. მსგავსი სახის ქსელები წარმოადგენენ არალეგალური ვაჭრობის ობიექტებსაც;

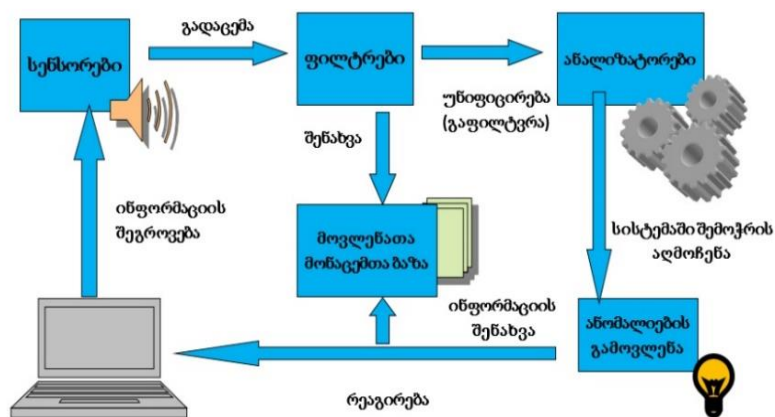
ალგორითმი. რომლის საფუძველზეც შეგვიძლია განვსაზღვროთ ბ & კ სერვერის IP მისამართი, კავშირის დრო და კავშირების რაოდენობა, ასევე სხვა პარამეტრები.

ექსპერიმენტულ გარემოში, რეალურ დროში ქსელის სენსორებით მოპოვებული ინფორმაცია თავსდება მონაცემთა ბაზაში (ADB). ADB ინახავს მონაცემებს, რომლებიც მოპოვებულია ქსელში გატარებული ნაკადიდან, როგორც ნორმალური, ისე ანომალური ტრაფიკის შემთხვევაში.

ინფიცირებული სისტემა ცდილობს დაუკავშირდეს ბ & კ სერვერს შეტევის ბრძანების მისაღებად, ბ & კ სერვერებზე შესაბამისი სია პერიოდულად განახლდება. ამ დროს, ბ & კ არხი ცნობილი/პოპულარული პორტების ნაცვლად იყენებს უფრო მაღალი ნომრის მქონე, შემთხვევით შერჩეულ პორტებს და აყალიბებს კავშირს მინიმუმ ერთი ბ & კ სესიით. ამიტომ ბოტნეტის შეტევების ეფექტურად დაბლოკვის ერთ-ერთი მეთოდი არის ბ & კ სერვერთან საკომუნიკაციო არხის არასანქცირებული კავშირის დაფიქსირება და მისი დაბლოკვა მანამ, სანამ მავნე კოდით ინფიცირებულმა კომპიუტერმა არ მოახდინა ჩვენ სისტემაზე შეტევა.

უშუალოდ როგორ ხდება ბ & კ სერვერთან საკომუნიკაციო არხის გამოვლენა? ჩვენ შევიმუშავეთ მიდგომა, რომლის არსის ჩამოყალიბებას ქვემოთ ვეცდებით ერთგვარი ალგორითმის სახით.

ქსელში ჩაშენებული პროგრამული მოდული ითვლის მომხმარებლის მიერ გარკვეულ სერვისთან წვდომის სიხშირეს (CNTI), რომელიც უკავშირდება სამიზნე სისტემას და ადარებს მას ზღვრულ მნიშვნელობასთან. თუ CNTI მნიშვნელობა უფრო მაღალია, ვიდრე ზღვარი, ეს მოდული გადადის შემდეგ საფეხურზე. ამ საფეხურზე იგი ადარებს დროის ინტერვალს განხორციელებული კავშირისათვის (RATD), რომელსაც აქვს იგივე სამიზნე IP მისამართი, კავშირის საშუალო დროის ინტერვალთ, რომელიც გამოითვლება ყოველ T წუთში (RATD დროის T ინტერვალი დგინდება სისტემის მასშტაბების მიხედვით). ამ დროს გამოითვლება კავშირის დროის ინტერვალიდან სტანდარტული გადახრა იმავე სამიზნე IP მისამართთან მიმართებაში T წუთზე მეტი ხნის განმავლობაში (SCTTI) და თუ კავშირის დროის ინტერვალი მეტია, ვიდრე (RATD), მაშინ საფიქრალია, რომ შესაბამისი ტრაფიკი არ არის ბ & კ არხის სტანდარტული ტრაფიკი. ნახაზი 2 აჩვენებს კავშირის სიხშირეების განაწილებასა და ტრაფიკის კავშირის ციკლებს შორის, რომლებიც სავარაუდოდ ბ & კ არხებია. დაბოლოს, თუ ბოტის საეჭვო ბ & კ არხთან კავშირის სიხშირე გადააჭარბებს ზღვრულ მნიშვნელობას, მომხმარებლის შესაბამისი აქტივობა კლასიფიცირდება როგორც ანომალური ქცევა.



ნახ. 2 კავშირის სიხშირეების განაწილებასა და ტრაფიკის კავშირის ციკლებს შორის

დასკვნის სახით შეიძლება ითქვას, რომ: მაღალი მზადყოფნის საინფორმაციო სისტემების უსაფრთხოების სისტემას უმჯობესია ჰქონდეს კომბინირებული სტრუქტურა. ნაშრომში შემოთავაზებული ხელწერის და ქსელებში ანომალიების აღმოჩენის მეთოდების ნაერთი უზრუნველყოფს კორპორატიული საინფორმაციო სისტემის დაცვას როგორც ვირუსული შეტევებისგან, ასევე სხვა სახის კიბერთავდასხმებისგან. წარმოდგენილი მიდგომის ეფექტურობა გამოიხატება იმაში, რომ შესაძლებელია ამოცნობილი იქნას მოსალოდნელი თავდასხმა მის განხორციელებამდე.

**ლიტერატურა – References – Література:**

1. Shonia O., Sherozia T. (2008). Information technology and security. Tbilisi, Georgian Technical University
2. Krntach C. Mansfield Jr., James L. Antonakos. (2010). Computer Networking from LANs to WANs: Hardware, Software, and Security. Course Technology Cengage Learning. Intrusion Prevention Fundamentals, Earl Carter, Jonatan Hogue ciscopres.com 2006.
3. Minimum Security Requirements for Federal Information and Information Systems (2006). National Institute of Standards and Technology Federal information processing standards publication 200
4. Guide for conducting risk assessments. (2012). National Institute of Standards and Technology NIST Special Publication 800-30. V.1. - C. E1-E8, pp. 4-39.
5. Information technology - Security techniques-Information security risk management. (2008). British standards BS ISO/IEC 27005:2008. v. 1 - pp. 47-54.

## **SOME ASPECTS OF INFORMATION SYSTEMS SECURITY**

Besik Beridze

b.beridze@bsu.edu.ge

Georgian Technical University

### **Summary**

The article presents an analysis of the security level of high alert information systems. Attack detection systems based on behavioral anomaly detection methods are proposed. The paper discusses the identification of infected systems in real time and explains the attack detection methodology based on anomalous behavior profiles. A new approach is introduced, which involves the use of reports of imminent threats to high-alert systems to detect attacks on information systems. The concept of risk management in information systems is given. At the end of the paper, recommendations on network security are formulated and given.

## **მართვის ოპტიმიზაცია სამედიცინო სფეროში**

ლევანი ჩუბინიძე, ციური ფხაკაძე

chubinidze@gmail.com, ciurifxakadze@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### **რეზიუმე**

განხილულია პროგრამული უზრუნველყოფა სამედიცინო სფეროს სამართავად. პროგრამის მიზანია, მმართველს ჩამოუყალიბდეს ფართო ხედვა სხვადასხვა სახის სამედიცინო დაწესებულებების მართვის პროცესებზე, მისცეს მას პრაქტიკული უნარ-ჩვევები, ჰოსპიტალური სექტორის სამედიცინო დაწესებულებების მართვის პროცესის შესახებ. გაშუქებულია სამედიცინო დაწესებულებების, როგორც ფინანსური მართვა, ასევე პაციენტების რეგისტრაცია, გადანაწილების ოპტიმიზაცია თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით, დახასიათებულია: ფინანსური მენეჯმენტი, ექიმთა და პაციენტთა ჯგუფის მენეჯმენტი (მაგ. როგორ მოხდეს თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით ოპერატიულობის სისტემის გაუმჯობესება, ლოდინის დროის შემცირება, ხარისხის უწყვეტი გაუმჯობესება, ჯგუფური მუშაობის მართვა, პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენების საშუალებით).

**საკვანძო სიტყვები:** ჯანდაცვის ოპტიმიზაცია, სამედიცინო სფეროს მართვა და მისი გაუმჯობესება.

## 1. შესავალი

2020 წლის დასაწყისიდან მსოფლიო იმყოფება, საზოგადოებრივი ჯანდაცვის უპრეცედენტო, საგანგებო სიტუაციაში. კორონავირუსის (COVID-19) პანდემიის შედეგად გამოწვეული საფრთხეების გამო, რამაც გამოიწვია ეროვნული მთავრობების მიერ პროგრესული ზომების გატარება, კერძოდ სოციალური დისტანცირებისა და კონტროლის სხვადასხვა ზომების შემოღება. ამ ფაქტმა კიდევ ერთხელ გაუსვა ხაზი იმას რომ საჭიროა ავტომატიზებული სისტემა რომელიც მოახდენს ზემოთ ნახსენები ფაქტების ოპტიმიზაციას [2].

სამედიცინო დაწესებულების მართვა გულისხმობს, პირველ რიგში სამკურნალო-დიაგნოსტიკური პროცესზე კონტროლის ეფექტიანად განხორციელებას. ამისთვის აუცილებელია წინასწარ განისაზღვროს ძირითადი ამოცანები და მათი შესრულების გზები.

ერთ-ერთ ძირითად ამოცანად შეგვიძლია წარმოვადგინოთ პირველადი ჯანდაცვა, რომელიც ჯანდაცვის სისტემის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი რგოლია, რადგანაც პირველად ამ ეტაპზე ხდება ადამიანის პირველადი კონტაქტი ჯანდაცვის სისტემასთან. ამიტომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება პირველადი ჯანდაცვის პერსონალის (მენეჯერები, ექიმები, ექთნები და ა.შ.) კვალიფიკაციის დონეს. თანამედროვე ჯანდაცვის სისტემის ფუნქციონირება მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული არამხოლოდ საკადრო, ფინანსური და მატერიალური რესურსების რაციონალურ გამოყენებაზე, არამედ ჯანდაცვის სფეროში არსებულ საინფორმაციო რესურსებზეც. ჯანდაცვის დაწესებულების ხელმძღვანელებს მეცნიერული, ორგანიზაციული და ეკონომიური ხასიათის ინფორმაცია სჭირდებათ დაწესებულების მიმდინარე და სამომავლო საქმიანობის დაგეგმვისათვის, დაწესებულების საქმიანობის ეფექტურად ორგანიზებისათვის.

თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიები საშუალებას გვაძლევს სრულად გავაკონტროლოთ ამა თუ იმ სამედიცინო დაწესებულებაში პაციენტების გადანაწილება - მკურნალობის თითოეული ნაბიჯი. ამისთვის საჭიროა სამართავი პროგრამული უზრუნველყოფა რომელიც ზემოთ აღნიშნულ მოთხოვნებს ერთიან სისტემად წარმოგვიდგენს და შემოგვთავაზებს კონტროლის მექანიზმებს. დღევანდელ დღეს არა ერთი პროგრამა უზრუნველყოფს ამ პრობლემის მოგვარებას, სხვადასხვა მეთოდებით. თითოეული მათგანი ძირითადად დაფუძნებულია ბიზნესის მართვის ბაზაზე და ხშირ შემთხვევაში ვერ ხერხდება მათი სამედიცინო სფეროზე მორგება. რაც არ იძლევა ოპტიმიზირებულ შედეგს და უარყოფითად მოქმედებს როგორც მენეჯმენტზე აგრეთვე დაწესებულების ხარისხის მდგომარეობაზე [1].

## 2. ძირითადი ნაწილი

ზემოთ აღნიშნული პრობლემების გადასაჭრელად საჭიროა ერთიანი მრავის, სისტემის შექმნა. რომელიც უზრუნველყოფს პრობლემური საკითხების გადაჭრის ოპტიმიზაციას. სისტემა ზუსტად უნდა აკმაყოფილებდეს სამედიცინო სფეროს მოთხოვნებს. ამისთვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია მომხმარებელზე მორგებული ინტერფეისი, რომელიც გაუადვილებს სისტემის არ მცოდნე პერსონალსაც კი მუშაობას. სწორი დიზაინი, მომხმარებელზე მორგებული ინტერფეისი, საშუალებას აძლევს ადამიანს პროგრამის მართვის არ ცოდნის გარეშე შეძლოს მისი მართვა. ინტერფეისის შემდეგ სისტემის ძირითადი დანიშნულებაა, დოკუმენტ ბრუნვა.

ნებისმიერი მცირე თუ დიდი პროგრამული უზრუნველყოფისთვის, რომელიც ემსახურება დოკუმენტ ბრუნვას, ინფორმაციის შენახვას ან მიმოცვლას, საჭიროა ადგილი სადაც საჭირო ინფორმაციას შევინახავთ. ამ შემთხვევაში პროგრამის ბაზური მხარის ფუნქციონირებისთვის, ცხრილების მართვისთვის, კავშირისთვის და ინფორმაციის შესანახი ველებისთვის საჭირო იქნება სისტემა იყენებდეს

SQL Server [4], ბაზის სერვერზე გამართული იქნება აგრეთვე MSSQLHA რომელიც ამარტივებს ინფორმაციის მიმოცვლას როგორც ლოკალურ ასევე გლობალურ ქსელს შორის. მისი გამოყენება შესაძლებელია ვებ-პლატფორმის გამოყენებითაც, საჭიროა სპეციალური API, რომელიც WEB-ისთვის განკუთვნილ ბაზას სინქრონიზაციას გაუკეთებს MSSQL-სერვერზე [3], კონკრეტულ შემთხვევაში იგი უკავშირდება PhpMyadmin-ის ბაზებს და სინქრონიზაციას აკეთებს Microsoft SQL Server-ის არსებული იგივე სახელის მქონე ბაზებთან და ცხრილებთან. ვებ პლატფორმის ჩართვა პროექტში საშუალებას მოგვცემს კლიენტზე მორგებული გავხადოთ პროდუქტი. მომხმარებელს საშუალება ექნება მონაცემები გამოიძახოს და ცვლილებები შეიტანოს მობილურის საშუალებითაც.

პროგრამის ინტერფეისი თავის მხრივ დაყოფილი უნდა იყოს რამდენიმე პუნქტებად რაც მის სიმარტივეს და კონკრეტიკას ანახებს თითოეულ მომხმარებელს. სისტემის მოდულებად ჩაშლა მოგვცემს საშუალებას, მოვახდინოთ როლების და უფლებების გადანაწილება. უმნიშვნელოვანესია შემდეგი მოდულების და განყოფილებების ჩამოყალიბება: რეგისტრაცია, ექთნები, ექიმები და ანგარიშები (ნახ. 1).



ნახ.1. მთავარი მენუ

- რეგისტრაციის პანელი განკუთვნილია პაციენტის ბაზაში რეგისტრაციისთვის. თანამშრომელმა რომელსაც აქვს ამ პანელზე სრული წვდომა, დეტალურად უნდა აღწეროს პაციენტის პირადი ინფორმაცია და იმ დროინდელი მდგომარეობა, პირადი ინფორმაციის გაამარტივებს პიროვნების იდენტიფიცირებას, შესაძლებელი იქნება გადამოწმდება არსებულ ან სხვა საავადმყოფოში (საერთო ბაზაში), ხომ არ იყო მისული, რა მდგომარეობით შეიყვანეს და რა დიაგნოზით გაუშვეს სახლში. მდგომარეობის აღწერა გაუადვილებს ექიმებს ზუსტი დიაგნოზის დასმას და მკურნალობის სწორი გზით სვლას. რეგისტრაციის დროს ხდება აგრეთვე პაციენტების პალატებში გადანაწილება, რაც მოაგვარებს პაციენტების მიღების და პალატებში გადანაწილების პრობლემას, რომელიც ხელს შეუწყობს ექთნებს და ექიმებს თავისი ვალდებულებების სწორად და ინფორმირებულად შესრულებაში;

- ექთნებისთვის განკუთვნილი პანელში გამოტანილია პალატები. თითოეულ პალატაზე მონიშნით გამოდის ინფორმაცია პაციენტის, მისი მკურნალობის და პაციენტისთვის განკუთვნილი სამომავლოდ მისაღები მედიკამენტების შესახებ. ინფორმაცია ექთნების შესახებ, რა დროს და რა დოზით, რომლი წამალი მიაღებინა პაციენტს;

- ექიმის პანელი შედარებით ვრცელია. ექიმს შეუძლია გამოიძახოს, მიღების დროს დაფიქსირებული მდგომარეობის შესახებ ინფორმაცია. მკურნალობის ეტაპები. რა დროს რა წამლები მიიღო პაციენტმა და რა დოზით. ამ პანელში აგრეთვე გამოდის პაციენტის სტატუსი რომელი ელემენტი აქვს მცირე და მომატებული რაოდენობით. რის მიხედვითაც ექიმი აკეთებს სწორ დიაგნოზს;

- ანგარიშების პანელი განკუთვნილია ადმინისტრაციისთვის. მათ შეუძლიათ დიაგრამის და ინფორმაციის მიხედვით აკონტროლონ საავადმყოფოს სტატუსი. რამდენი პაციენტია, რომელ პაციენტს რომელი ექთანი და ექიმი მკურნალობდა ან მკურნალობს. რა მედიკამენტები მიაღებინეს და რა დოზით. აგრეთვე შესაძლებელია პაციენტების დარჩენის დროის შემოწმება, თუ რამდენი ხნით იყო იგი პალატაში. მათ შესაძლებლობა აქვთ მიიღონ სრული ინფორმაცია თითოეულ თანამშრომელზე და პაციენტზე.

### 3. დასკვნა

თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიებს დიდი როლი აქვთ სამედიცინო სფეროში და მომავალში მოსალოდნელია ამ სფეროს უფრო მეტად განვითარება. ყოველივე ეს ხელს შეუწყობს როგორც კერძო სექტორის პრობლემების გადაჭრას და მართვის ოპტიმიზაციას, აგრეთვე ეკონომიკური მდგომარეობის გამოსწორებასაც. ვარაუდობენ, რომ COVID-19-ის შემდგომ გლობალური ეკონომიკის ზრდა მინიმუმ 2.5%-მდე შემცირდება, მიყენებული ზარალი კი დაახლოებით ტრილიონ დოლარს მიაღწევს. უფრო ცუდ შემთხვევაში ეს რიცხვი შეიძლება გაორმაგდეს. იმისთვის რომ ავირიდოთ ეკონომიკის კრიზისი საჭიროა სამედიცინო სფეროს წინ წამოწევა და წამოჭრილი პრობლემების ამოცანებად დასახვა, შემდგომში კი ყველა შესაძლო სფეროს ჩართულობით, მათი გადაჭრა. ინფორმაციული ტექნოლოგიების ჩართულობით კი შესაძლებელია აღნიშნული პრობლემების გადაჭრა და კრიზისის არიდება.

#### ლიტერატურა – References :

1. <https://www.businessstool.ge/>: Find Programme manager for your job (in\_Geo)
2. [https://eprc.ge/uploads/brosh/COVID\\_\\_fin-geo.pdf](https://eprc.ge/uploads/brosh/COVID__fin-geo.pdf): (in\_Geo): pp.2-3
3. Availability groups: a high-availability and disaster-recovery solution - SQL Server Always On | Microsoft Docs: (in\_Eng)
4. Information-Systems-and-Health-Care-of-Georgia-Tbilisi-Philanthropic-Research-Academy-for-Georgian-Parliament-Digital-Library-Iverieli-As-E-Book-ISBN-978-9941-8-0974-3-PDF-In-Georgian-2019-109.pdf (researchgate.net) (in\_Geo): p.97
- 5.

## SOFTWARE FOR MEDICAL FIELD MANAGEMENT OPTIMIZATION

Chubinidze Levani, Pkhakadze Tsiuri

Georgian Technical University

#### Summary

Software for medical field management is discussed. The aim of the program is to provide the manager with a broad vision of the management processes of different types of medical facilities, to give him / her practical skills on the management process of medical facilities in the hospital sector. It covers financial management of medical institutions, as well as patient registration, optimization of redistribution using modern information technologies, characterized by: financial management, management of doctors and patients (e.g. how to improve the Operative work system using modern technologies, reduce waiting time, continuous quality improvement, group Work management, through the use of software).

**აქტინოიდების მაგნიტური თვისებების თავისებურებათა ანალიზი**

გივი კაპანაძე, ლალიტა დარჩიაშვილი, ზურაბ ჩაჩხიანი  
 kapanadzegivi@gmail.com, lalitadarchiashvili@gmail.com, chachkhianizurab08@gtu.ge  
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

წარმოდგენილია აქტინოიდების სტრუქტურული მდგომარეობისა და მაგნიტური თვისებების შედარებითი ანალიზი. ნაჩვენებია, რომ  $f$  ელექტრონების კოლექტივიზაციის ხარისხი მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს აქტინოიდებისა და მათი ნაერთების მაგნიტურ თვისებებს. მაღალი რიგითი ნომრის აქტინოიდებში ვლინდება „აქტინოიდური შეკუმშვა“  $5f$  ელექტრონული შრის რადიუსის შემცირებასთან დაკავშირებით, რაც განაპირობებს ელექტრონების კოლექტივიზირებული მდგომარეობის ფორმირებას. გაანალიზებულია ტემპერატურის, კრიტიკული ატომთაშორისი მანძილისა და სტრუქტურული მდგომარეობის წვლილი აქტინოიდების მაგნიტური თვისებების ფორმირებასა და მოდიფიცირებაში.

**საკვანძო სიტყვები:** აქტინოიდები. ელექტრონების კოლექტივიზაცია. მაგნიტური მომენტი. ამთვისებლობა. პარამაგნეტიზმი. რადიოაქტივობა.

**1. შესავალი**

აქტინოიდებს მიეკუთვნებიან დ. მენდელეევის პერიოდულ სისტემაში მეშვიდე პერიოდში აქტინოიდების შემდგომ განლაგებული ელემენტები, რომელთა რიგითი ნომრები იცვლება 90-დან 103-მდე. დადგენილია, რომ  $Ac$  და  $Th$ -ს არ აქვთ  $f$ -ელექტრონები, რის მიზეზითაც თავისი მაგნიტური ბუნებით ისინი გარდამავალი  $d$ -ელემენტების მსგავსია.  $Pa$ ,  $U$  და  $Np$  -ს გააჩნიათ  $f$ ,  $d$  და  $s$  ელექტრონების მნიშვნელოვანი ჰიბრიდიზაცია.  $Am$ -დან  $Lr$ -მდე განლაგებული მძიმე აქტინოიდების გარე  $f$ -შრეზე მყოფი ელექტრონები უფრო მეტადაა ლოკალიზებული, ვიდრე სხვა აქტინოიდებში. ამიტომ თავისი თვისებების მიხედვით ეს აქტინოიდები უფრო წააგვანან ლანთანოიდების ჯგუფის ელემენტებს.

ლანთანოიდებისა და აქტინოიდების ფიზიკური თვისებების მსგავსებას განაპირობებს ელექტრონების ერთნაირი რაოდენობა გარე ელექტრონულ გარსზე, აგრეთვე ატომებისა და იონების დაახლოებით ერთნაირი სიდიდის რადიუსები, მაშინ როცა ელემენტები ერთნაირ სავალენტო მდგომარეობაშია. მაგალითად, 3-ვალენტოვანი აქტინოიდები წარმოქმნიან ისეთსავე ჰიდროქსიდებსა და ფტორიდებს, როგორც 3-ვალენტოვანი ლანთანოიდები. აღნიშნულ ჯგუფებს შორის არსებობს ასევე განმასხვავებელი თავისებურებები, კერძოდ, ცნობილია, რომ აქტინოიდებს არ ახასიათებთ დაჟანგვისადმი მიდრეკილება. აღსანიშნავია, რომ აქტინოიდების ოჯახის ელემენტთა თვისებებს შორის განსხვავება უფრო მკვეთრია, ვიდრე ლანთანოიდის ელემენტების თვისებათა შორის.

ქვემოთ წარმოდგენილია აქტინოიდებისა და მათი ნაერთების მაგნიტური თვისებების შედარებითი ანალიზი.

**2. ძირითადი ნაწილი**

აქტინოიდებისა და მათი ნაერთების მაგნიტური თვისებები უმთავრესად დამოკიდებულია მათი  $f$ -ელექტრონების კოლექტივიზაციის ხარისხზე. აქტინოიდების გარე  $5f$  - შრე ეკრანიზდება  $6s$  და  $6p$  შრეებით. იშვიათმიწა ელემენტებისგან განსხვავებით აქტინოიდების  $5f$  - ელექტრონულ შრეს აქვს საკმაოდ დიდი განშლადობა ( $\sim 0,7\text{\AA}$ ). ეს იწვევს აქტინოიდებში უფრო რთული მაგნიტური ბუნების არსებობას - მათში შეუძლებელია  $5f$  ელექტრონები წარმოვიდგინოთ როგორც ძლიერ ლოკალიზებულნი (როგორც იშვიათმიწა ელემენტებში), ან კოლექტივიზირებულნი (როგორც რკინის ჯგუფის ელემენტებში).

აქტინოიდების ჯგუფში უფრო მაღალი რიგითი ნომრის ელემენტებზე გადასვლისას თავს იჩენს ე.წ. „აქტინოიდური შეკუმშვა“, ანუ სხვანაირად რომ ვთქვათ, ატომის მუხტის გადახრა იწვევს  $5f$  - ელექტრონული შრის რადიუსის შემცირებას, რასაც მივყავართ  $5f$  - ელექტრონების კოლექტივიზაციისაკენ.  $5f$ -შრის რადიუსის  $R_{5f}$  შეფარდება ატომთაშორისი მანძილის  $d_{u-u}$  ნახევარზე ლითონურ ურანში ტოლია

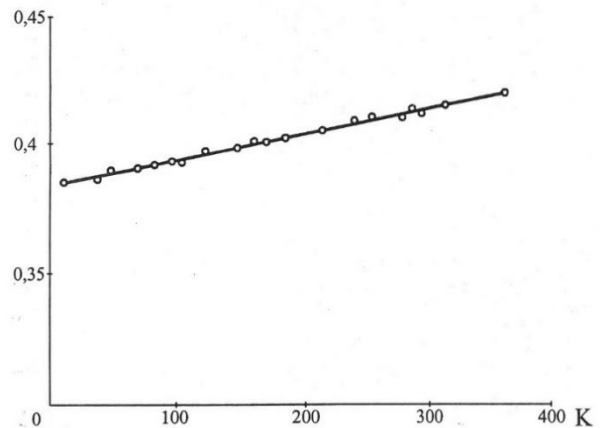
$\frac{2R_{5f}}{d_{u-u}} = 0,93$ . შედარებისთვის, იგივე სიდიდე რკინაში 0,78-ს უტოლდება. ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ აქტივობებში ადგილი აქვს მოტის თავისებურ გადასვლას 5f- ელექტრონების სისტემაში.

აქტივობების მაგნიტური თვისებების ატომთაშორის მანძილზე  $d_{A-A}$  დამოკიდებულების შესწავლისას ჰილმა [1] მიაქცია ყურადღება განსაკუთრებული კრიტიკული ატომთაშორისი მანძილის არსებობაზე, მართლაც, ყველა აქტივობის ლითონები, თორიუმიდან ამერიციუმამდე, წარმოადგენენ პაულის ტიპის სუსტ პარამაგნეტიკებს [2]. სულ სხვა სურათია მძიმე აქტივობებში. ასე Cm ძლიერი ანტიფერომაგნეტიკი  $T_N = 52K$ , რომლის პარამაგნიტური ამთვისებლობა აღიწერება კიურ-ვეისის კანონით [3]. მისი მაგნიტური მომენტის ეფექტური მნიშვნელობა  $8,0\mu_B$  ახლოსაა თეორიულად განსაზღვრული სამვალენტური იონის  $^{85}S_{7/2}$  ძირითადი მულტიპლეტური მდგომარეობისათვის ( $7,94\mu_B$ ) ელექტრონები  $5f^7$  კონფიგურაციით. Bk და Cf-თვისაც ასევე სრულდება კიურ-ვეისის კანონი და მათი ამთვისებლობა შესაბამისად ტოლია  $8,2 \div 8,8\mu_B$  და  $9,67 \div 9,8$  [3].

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მსუბუქი აქტივობებიდან მძიმე აქტივობებზე გადასვლისას 5f-ელექტრონები ლოკალიზებული მდგომარეობიდან გადადიან კოლექტივიზირებულ მდგომარეობაში. ამ წესიდან არსებობს მთელი რიგი გამონაკლისი. ძირითადად აქტივობების „მაგნიტურ“ 3d - ლითონებთან (Mn, Fe, Co, Ni) და მძიმე ფერმიონებთან ნაერთებისთვის.

განვიხილოთ აქტივობების მაგნიტური თვისებების თავისებურებანი.

Th-ის მაგნიტური ამთვისებლობა ოთახის ტემპერატურაზე  $0,41 \cdot 10^{-6}$  სგსმ/გ-ის ტოლია [4, 5]. ტემპერატურის მომატება იწვევს თორიუმის მაგნიტური ამთვისებლობის მცირე ზრდას [6]. ასე ტემპერატურის გაზრდისას 4 K-დან 330 K-მდე. მაღალი სისუფთავის ლითონური თორიუმის მაგნიტურმა ამთვისებლობამ მოიმატა 8%-ით (ნახ.1).



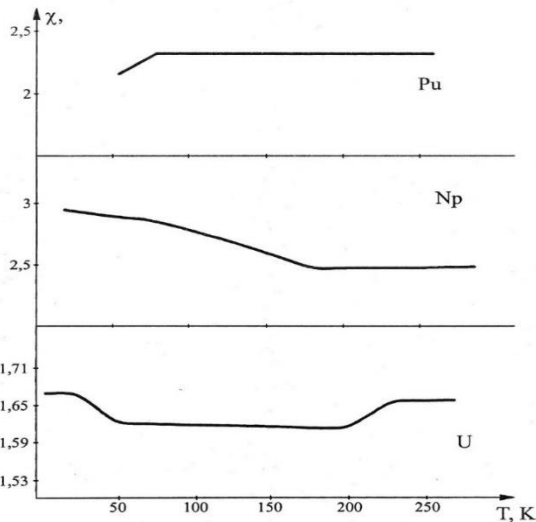
ნახ. 1. ლითონური თორიუმის მაგნიტური ამთვისებლობის ტემპერატურული დამოკიდებულება

მაგნიტური ამთვისებლობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულების ასეთი ხასიათი კარგად ეთანხმება ლითონური თორიუმის ზონურ სტრუქტურას. ნახ. 1-ზე გამოსახული

დამოკიდებულების OK-ზე ექსტრაპოლაციით მიღებული მაგნიტური ამთვისებლობის მნიშვნელობა ტოლია  $\chi_0 = 0,383 \cdot 10^{-6}$  სგსმ/გ. დიამაგნიტური წვლილისა და ელექტრონ-ფონონური ურთიერთქმედების გათვალისწინების გარეშე მაგნიტური ამთვისებლობის ეს მნიშვნელობა შეესაბამება ფერმის ზედაპირზე ელექტრონულ მდგომარეობების სიმკვრივის შემდეგ მნიშვნელობას:  $N(E_f) = 18,7Ry^{-1}$ . ეს უკანასკნელი კარგად თანხვდება თეორიულ მონაცემს ( $18,7Ry^{-1}$ ) [7].

**ურანი.** მოცემული დროისთვის აქტივობების ჯგუფიდან ყველაზე მეტად შესწავლილი ელემენტია ურანი. ოთახის ტემპერატურაზე ურანი მაგნიტურ თვისებებს არ ავლენს. მისი მაგნიტური თვისებების ანალიზით დაფიქსირდა ფაზური გარდაქმნის წერტილები:  $\alpha_3 \rightarrow \alpha_2, 23K$ -ზე,  $\alpha_2 \rightarrow \alpha_1, 31K$ -ზე და  $\alpha_1 \rightarrow \alpha, 43K$ -ზე. [8]. მაგნიტური ამთვისებლობის  $d_\chi/dT$  დადებითია  $\alpha - u$ ,  $\alpha_1 - u$  და  $\alpha_3 - u$ -თვის, ხოლო უარყოფითია  $\alpha_2 - u$ -თვის. თუმცა ასეთი გარდაქმნების ბუნების ახსნა საკმაოდ ძნელია. ურანში ადგილი არ უნდა ჰქონდეს მაგნიტურ მოწესრიგებას. ამასვე ადასტურებენ ნეიტრონოგრაფიული მონაცემებიც [9]. ურანის  $\gamma$  ფაზის მაგნიტურ თვისებებს ექსპერიმენტულად სწავლობდნენ [10]-ის ავტორები. მათ აჩვენეს, რომ  $\gamma$  -ურანისათვის სრულდება პირობა  $d_\chi/dT > 0$  ( $\chi/T$  დამოკიდებულება (ნახ.2).





ნახ. 2. U, Np Pa მაგნიტური ამთვისებლობის ტემპერატურული დამოკიდებულებები

ცნობილია, რომ Am (ამერიციუმი) კრისტალიზირდება 1176°C-ზე წვე სტრუქტურაში ( $a=4,894 \text{ \AA}$ ), ხოლო 1079°C-ზე ის გადადის ჰექსაგონალურ მესერში (სივრცობრივი ჯგუფი  $D_{6h}^4$ ,  $a = 3,48$ ;  $c = 11,24 \text{ \AA}$ ). ლითონური ამერიციუმის ძირითადი მდგომარეობა არამაგნიტურია. დაახლოებით ანალოგიურად იქცევა კიურიუმი. იგი 1340°C-ზე დაბლა წვე მესერში კრისტალიზირდება ( $a=4,382 \text{ \AA}$ ), ხოლო ჰექსაგონალურ ფაზაში გადასვლისას (სივრცობრივი ჯგუფი  $D_{6h}^4$ ,  $a = 3,497$ ;  $c = 11,335 \text{ \AA}$ ). Cm უკვე ანტიფერომაგნიტიკია. ბერკლიუმი წვე ფაზაში მაგნიტურ თვისებებს არ იჩენს ( $T < 986^\circ\text{C}$ ,  $a = 4,999 \text{ \AA}$ ). ჰექსაგონალური წყობისას (სივრცობრივი ჯგუფი  $D_{4h}^7$ ,  $a = 3,416$ ;  $c = 11,08 \text{ \AA}$ ) Bk ანტიფერომაგნიტიკია. სხვა აქტივობის ლითონებისგან განსხვავებით, კალიფორნიუმს აქვს ორი იზოსტრუქტურული წვე ფაზა. პირველი მათგანი არსებობს  $600 \div 725^\circ\text{C}$  ინტერვალში ( $a=4,94 \text{ \AA}$ ), ხოლო მეორე  $725^\circ\text{C}$  -ზე ზევით ( $a=5,76 \text{ \AA}$ ),  $600^\circ\text{C}$ -ზე დაბლა Cf ახასიათებს ჰექსაგონალური წყობა  $D_{6h}^4$  სიმეტრიით ( $a=3,39$ ;  $c=11,61 \text{ \AA}$ ). მაგნიტური მოწესრიგება კალიფორნიუმში აღმოჩენილი იქნა ერთადერთი წვე სტრუქტურა ( $a = 5,75 \text{ \AA}$ ), რომელიც წარმოიშობა ნალღობიდან  $860^\circ\text{C}$ -ზე. აქაც მაგნიტური მოწესრიგება დამზერილი არ იქნა.

სხვა აქტივობით კვლევა საკმაოდ გართულებულია მათი ძლიერი რადიაქტიური თვისებების გამო (ნახევრადდაშლის პერიოდი 100 დღე-ღამემდე აღწევს [11]). რადიაქტიური გამოსხივების გამო ადგილი აქვს მეორად ეფექტებს, ნიმუშის თავისებურება, მისი დაშლა და ა.შ.

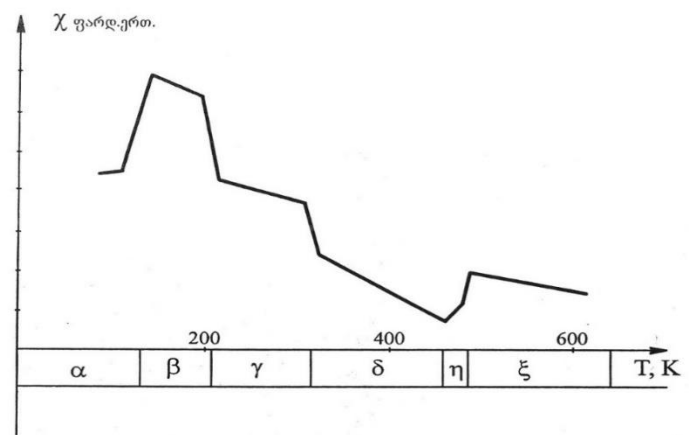
რადიაქტივობა საკმაოდ გავლენას ახდენს მაგნიტურ თვისებებზეც, იწვევს რა დაშლის მაგნიტურ პროდუქტთა შერევას. მაგალითისათვის Am-ის დაშლისას წარმოიქმნება Np, რომელსაც უკვე გარკვეული მაგნიტური მომენტი გააჩნია.

**ლიტერატურა – References :**

1. Gurtovoy K.G. Levitin R.Z. Phys. 1987. T.153. c. 153.
2. Brodsky M. B. AIP Conf. Proc. №5. Magnetism and Magnetic Materials-1971. Eds.: C. D. Graham, J. J. Phyne. N-Y. 1972. p. 611.

ლითონური ნეპტუნიუმი არამაგნიტურია და მისი მაგნიტური ამთვისებლობა ტემპერატურაზე სუსტად არის დამოკიდებული.

აქტივობებს შორის პლუტონიუმს ახასიათებს ყველაზე მძლავრი პოლიმორფიზმი. მაგნიტური თვისებების შესწავლამ აჩვენა, რომ ლითონური პლუტონიუმის  $\alpha$ -ფაზა ტემპერატურის ცვლილებაზე არა დამოკიდებული პარამაგნიტიკია (ნახ.2).  $T < 70\text{K}$  ტემპერატურებისთვის თავს იჩენს მაგნიტური ამთვისებლობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება, თანაც  $d\chi/dT > 0$ .  $\chi/T$  დამოკიდებულება ფართო ტემპერატურულ ინტერვალში (ნახ.3).



ნახ. 3. მაგნიტური ამთვისებლობის ტემპერატურაზე დამოკიდებულება მისი სხვადასხვა ფაზების დროს

3. Fujita D. K., Parsons T. C. Edelstein N. Transplutonium 1975. Proc. 4th. Int. Transplutonium Elements Symp. Baden-Baden. Eds. W. Muller, R. Linder, North-Holland. Amsterdam. 1976. p.173.
4. Chachkhiani Z. (2011). Magnetochemistry, I part. Tbilisi, Technical University
5. Smith G. F., Greiner J.D. Phys. Rev. 1959. V. 115. p. 884.
6. Gupta R.P., Loucks T. F. Phys. Rev. B. 1971. V.3. N6. p.1834.
7. Hoiden A.N. (1958). Physical Metallurgy of Uranium. Addison-Wesley Publ.,
8. Steimitz M.O., Burleson C.E., Marcus J.A. Appl. Phys. 1970. V. 41. p. 5057.
9. Fisher E. S., Dever D. Sol. St. Commun. 1970. V.8. p. 649.
10. Judd R.B. J. Opt. Soc. Amer. 1968. V. 58. p. 1311.
11. Zachariasen W. H. Acta Cryst. 1952. V.S. p. 664.

## ANALYSIS OF MAGNETIC PROPERTIES OF ACTINIDES

Givi Kapanadze, Lalita darchiashvili, Zurab Chachkhiani

kapanadzegivi@gmail.com, lalitadarchiashvili@gmail.com, chachkhianizurab08@gtu.ge

Georgian Technical University

### Summary

A comparative analysis of the structural state and magnetic properties of actinides is presented. It is shown, that degree of f electrons collectivization significantly determines the magnetic properties of actinides and their compounds. In the actinides with the high atomic number „actinide compression" is revealed due to the decrease in the radius of 5f electron layer, which leads to the formation of electrons collectivization. The contribution of temperature, critical atomic spacing and structural state to the formation and modification of the magnetic properties of actinides is analyzed.

*გეოფიზიკა - PHYSICS - ФИЗИКА*

## УДЕЛЬНАЯ СПЕЦИФИЧЕСКАЯ ТЕПЛОЕМКОСТЬ

Горгошидзе Александре, Церодзе Хатуна, Дарчиашвили Лалита

Грузинский Технический Университет

### Резюме

На значение удельной теплоемкости влияет температура вещества и другие термодинамические параметры. Удельная теплоемкость при постоянном давлении и при постоянном объеме, вообще говоря, различны. Теплоемкость — это физическая величина, определяемая как отношение количества теплоты, поглощаемой или выделяемой термодинамической системой при бесконечно малом изменении ее температуры. Молярная удельная теплоемкость — это отношение теплоемкости к количеству вещества, теплоемкость одного моля вещества. Понятие теплоемкости определено как для вещества в различных агрегатных состояниях, так и для ансамблей частиц. Из классических представлений для удельной теплоемкости справедливы закон Дюлонга-Пти и закон Джоуля-Коппа для нормальных температур (примерно от 15°C до 100°C).

### 1. Вступление

Температура тела любого состояния тесно связана с беспорядочным движением молекул или атомов, из которых состоит это тело. Движение атомов и молекул, которое мы рассматриваем, называется тепловым движением. Температура  $T$  — это так называемая абсолютная температура и растет прямо пропорционально кинетической энергии этого движения. Тепловое движение при нулевой абсолютной температуре прекращается и частица находится в покое.

## 2. Основная часть

Если тела с одинаковым химическим составом и одинаковым внутренним строением, но имеющие различные массы, подогреть до одинаковой температуры, потребуется тем больше количества тепла, чем больше их масса. Если два тела имеют одинаковую массу, но химическим или внутренним строением отличаются друг от друга, им должно быть придано различное количество тепла для одинакового повышения температуры в них. Количество теплоты, которое подводится к телу, для того чтобы повысить его температуру на 1 градус, мы называем теплоемкостью  $C$  тела. Определяем ее соотношением

$$C = \frac{dQ}{dT}, \quad (1)$$

выражающим часть элементарного количества тепла  $dQ$ , которую приняло тело, и соответствующие изменения температуры  $dT$ .

Теплоемкость зависит от массы тела, его химического состава и от условий, при которых тело принимает тепло.

Для того, чтобы подогреть тело с температуры  $T_1$  до температуры  $T_2$ , необходимо в соответствии с определением теплоемкости, подвести к нему количество тепла

$$Q = C(T_2 - T_1). \quad (2)$$

Как уже говорилось, теплоемкость зависит от массы тела. Поскольку теплоемкость двух тел, химически одинаковых, находится в соотношении их масс, то для теплоемкости  $C$  действительно соотношение

$$C = cM, \quad (3)$$

в котором  $M$  обозначает массу тела, а  $c$  – постоянную, характерную для каждого вещества, которую мы называем удельной теплоемкостью. Фактически, удельная теплоемкость не является постоянной, она зависит от температуры. Из уравнения (3) следует, что удельная теплоемкость – это теплоемкость единицы массы данного вещества, для однородного тела массой  $M$ , действительно:

$$c = \frac{C}{M}. \quad (4)$$

Если в уравнение (2) подставить вместо  $C$  его значение по уравнению (3), получим для количества тепла  $Q$ , которое подводится к телу или отводится от него, соотношение

$$Q = cM(T_2 - T_1). \quad (5)$$

(5) указывает, что это количество тепла пропорционально удельной теплоемкости  $c$  тела, массе  $M$  и изменению температуры  $(T_2 - T_1)$ . Уравнение (5) позволяет определить удельную теплоемкость как количество тепла, которое необходимо для согревания единицы массы данного вещества на 1 градус. Физическая размерность удельной теплоемкости – Дж.кг<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup> или кал.г<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup> (ккал.кг<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>).

Помимо удельной теплоемкости, вводится атомная  $C_\alpha$  и молекулярная (молярная, молярная) теплоемкость  $C_\mu$ . Атомная теплоемкость определяется, как теплоемкость грамм-атома и для нее действительно

$$C_\alpha = C \cdot \alpha, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – масса грамм-атома элемента. Под молекулярной теплоемкостью подразумевается теплоемкость одного моля вещества

$$C_\mu = C \cdot \mu, \quad (7)$$

в котором  $\mu$  обозначает массу моля вещества. Атомная и молекулярная теплоемкость дается в Дж.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup> или кал.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>.

Удельная теплоемкость обычно зависит от условий, при которых тело принимает или отдает тепло. При подогреве или охлаждении тел чаще всего имеют место два случая: сохраняются или постоянное давление  $p$ , действующее на тело, или объем  $V$ . В первом случае мы говорим об удельной теплоемкости при постоянном давлении  $c_p$ , во втором – об удельной теплоемкости при постоянном объеме  $c_v$ . Аналогично, и

символы  $C_p$  и  $C_v$  обозначают атомные и молекулярные удельные теплоемкости при постоянном давлении и при постоянном объеме. Из уравнений (4) и (1) следует для удельной теплоемкости при постоянном давлении выражение

$$c_p = \frac{1}{M} \left( \frac{dQ}{dT} \right)_p, \quad (8)$$

а для удельной теплоемкости при постоянном объеме

$$c_v = \frac{1}{M} \left( \frac{dQ}{dT} \right)_v. \quad (9)$$

У твердых веществ и жидкостей разница между удельными теплоемкостями  $c_p$  и  $c_v$ , как правило, очень мала, так что в обычных случаях и не следует их принимать во внимание. Это связано с тем, что изменения внешнего давления вызывает у этих веществ относительно небольшие изменения из объема. Поэтому у твердых веществ и жидкостей обычно удельные теплоемкости не отличаются друг от друга и обозначаются просто через  $c$ . В этом случае имеется в виде удельная теплоемкость при постоянном давлении  $c_p$ . В газах, об удельных теплоемкостях которых мы будем говорить позднее - разница между  $c_p$  и  $c_v$  существенна; причем всегда действует неравенство  $c_p > c_v$ .

В табл. 1 даны удельные теплоемкости  $c$  некоторых элементов в твердом состоянии при 18°C и их атомные массы  $\alpha$ . Из таблицы видно, что с растущей атомной массой элементов падает величина их удельной теплоемкости.

Таблица 1

Элемент	Удельная теплоемкость	Атомная масса	Атомная теплоемкость при 18°C
Бериллий	0,399	9,01	3,6
Бор	0,307	10,82	3,3
Углерод	0,165	12,00	2,0
Железо	0,111	55,85	6,2
Никель	0,106	58,69	6,2
Медь	0,094	63,54	6,0
Цинк	0,092	65,38	6,0
Серебро	0,056	107,88	6,0
Сурьма	0,050	121,76	6,1
Платина	0,032	195,23	6,2
Олово	0,031	207,21	6,4
Висмут	0,029	209,00	6,1

Дюлонг и Пти (1819) по результатам своих измерений установили, что удельная теплоемкость элемента в твердом состоянии обратно пропорциональна его атомной массе. Но это означает, что атомная теплоемкость, которая, согласно уравнению (6), равна с  $\alpha$ , должна быть постоянной величиной. Как видно из последнего столбца табл. 1, фактические величины атомной теплоемкости  $C$ , за исключением легких элементов, приблизительно константны и близки величине в 6 кал.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>. Это заключение, следующее из экспериментальных наблюдений, в сущности выражает закон Дюлонга и Пти, который, с точки зрения кинетической теории, действует точно в том смысле, что атомная теплоемкость всех твердых элементов константа и равна  $3R$ , что примерно составляет 6 кал.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>, где  $R$  газовая постоянная и не зависит от

вида газа и составляет  $R=8.314$  Дж / (моль .град)

Заклучение классической теории, что атомная теплоемкость у всех твердых элементов равна  $3R$ , находится в количественном соответствии с экспериментом только при достаточно высоких температурах. По классической теории, атомная теплоемкость (понятно, что и удельная теплоемкость) не зависит от температуры; по этой теории нельзя объяснить и ее снижение, которое происходит в области низких температур и которое было экспериментально установлено практически у всех твердых веществ. Это снижение, которое можно объяснить только на основе квантовой теории (Эйнштейн, 1906, Дебай, 1912), хорошо видно из кривых, выражающих зависимость атомной теплоемкости от абсолютной температуры и построенных для олова, меди, алюминия, бора и углерода на рис. 1.

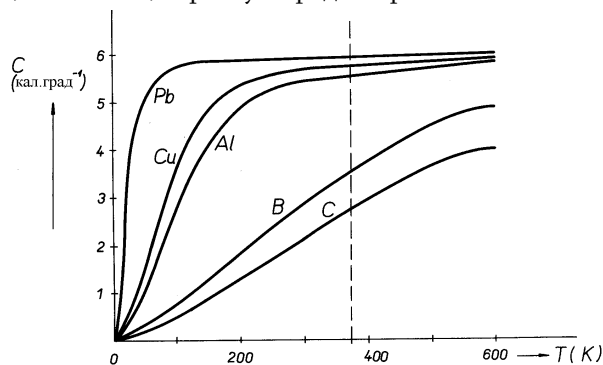


Рис. 1.

На рисунке обращает на себя внимание, что у разных элементов упомянутое снижение начинается при различных температурах и что с ростом температуры происходит стабилизация атомной теплоемкости на величине, близкой  $6$  кал. моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>.

У большинства твердых элементов атомная теплоемкость возрастает с ростом температуры довольно быстро, уже и при температуре  $18^{\circ}\text{C}$  (соответствующая ордината проведена на рис.1 пунктиром) она достигает упомянутого значения. У некоторых элементов, особенно у элементов с низкими атомными номерами, атомная теплоемкость растет намного медленнее. Это ведет к тому, что атомная теплоемкость этих элементов при температуре  $18^{\circ}\text{C}$  имеет величину более низкую (в табл.1 и на рис. 1 бор и углерод), тогда как предельного значения  $6$  кал.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup> она достигает только при температурах намного больших.

Для твердых соединений действует закон Неймана-Коппа (называемый также законом Джоуля-Коппа), в соответствии с которым молекулярная теплоемкость соединения в твердой фазе равная сумме атомных теплоемкостей элементов, из которых образовано соединение. Если взять для атомной теплоемкости элементов величину  $6$  кал.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>, то двух атомные соединения будут иметь молекулярную теплоемкость, равную  $12$  кал.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>, трехатомное соединение –  $18$  кал.моль<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup> и т.д. Табл.2 показывает на нескольких соединениях действенность закона Неймана-Коппа; молекулярная теплоемкость в них дана при температуре  $18^{\circ}\text{C}$ . Аналогично закону Дюлонга-Пти, закон Неймана-Коппа действителен при достаточно высоких температурах.

Таблица 2

Соединение	CuO	NaCl	KBr	PbS
Молекулярная теплоемкость	11,3	12,1	12,3	12,0
Соединение	CaCl <sub>2</sub>	BaCl <sub>2</sub>	CuFeS <sub>2</sub>	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>
Молекулярная теплоемкость	18,2	18,6	23,7	30,9

В большинстве случаев жидкости имеют большую удельную теплоемкость, чем твердые вещества. Для иллюстрации мы в табл.3 привели удельные теплоемкости некоторых жидкостей при температуре  $18^{\circ}\text{C}$ . Факт,

что удельная теплоемкость жидкостей больше проявляется и в том случае, когда речь идет о жидком и твердом состоянии тяжелого вещества. Если твердое вещество переходит в жидкое, то его удельная теплоемкость возрастает, но этот рост, как правило, небольшой. Лучше всего это видно из табл.4, в которую мы внесли молекулярные теплоемкости для нескольких элементов в жидкой и твердой фазах, полученные из измерений, проведенных при температурах, выше и ниже точки плавления. Приведенные в таблице примеры подтверждают небольшую разницу в величинах молекулярной теплоемкости, соответствующих жидкой и твердой фазам.

Таблица 3

Жидкости	Удельная теплоемкость	Жидкость	Удельная теплоемкость
Ртуть	0,0333	диэтиловый эфир	0,552
Бром	0,107	глицерин	0,576
Сероводород	0,238	этиловый спирт	0,593
Серная кислота	0,331	аммиак	0,88
Бензол	0,415	Вода	0,9994
Керосин	0,50	тяжелая вода	1,02

Таблица 4

Элемент	Жидкая фаза		Точка плавления, °C	Твёрдая фаза	
	температура, °C	молекулярная теплоемкость		температура, °C	молекулярная теплоемкость
Калий	70	7,55	63,5	14	7,12
Цинк	420	7,91	419,5	419	7,19
Серебро	2100	8,07	960,5	600	6,85
Ртуть	0	6,69	-38,8	-42	6,60
Олово	328	7,05	327,3	300	7,00
Висмут	280	7,59	271,0	270	7,06

И в тех случаях, когда температуры, при которых была замерена молекулярная теплоемкость, сильно отходят от точки плавления (например, у серебра), разница между обеими температурами ничуть не больше. Этот факт полностью соответствует заключениям о квазикристаллической структуре жидкостей, в котором утверждается, что поведение жидкости около точки плавления мало отличается от поведения твердых веществ. Так, табл.4 подтверждает, что это положение действительно и применительно к молекулярной теплоемкости.

Удельная теплоемкость жидкостей характеризуется тем, что довольно мало зависит от температуры. У воды удельная теплоемкость в области температур между 0 и 50°C отличается от единицы максимум процентов на 0,35. Зависимость удельной теплоемкости воды от температуры можно в этой области температур представить уравнением

$$c = 1,0049 - 0,4212 \cdot 10^{-3}t + 6,3047 \cdot 10^{-6}t, \quad (10)$$

в котором  $t$  определяется в °C, а  $c$  имеет размерность в кал.г<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>. Как легко убедиться при решении этого уравнения, удельная теплоемкость воды постепенно снижается с ростом температуры от 0°C с величины 1,0049 до более низкой величины, равной 0,99785 кал.г<sup>-1</sup> град<sup>-1</sup>, которую достигает при температуре 33,4°C; по

превышении этой температуры, удельная теплоемкость воды постепенно растет. При температуре 15°C удельная теплоемкость численно равна точно 1, что отвечает определению калории. Слабая зависимость удельной теплоемкости от температуры имеет большое значение для калориметрических измерений.

Из всех веществ вода имеет наивысшую величину удельной теплоемкости. Этот факт сильно влияет на тепловой баланс в природе. Проявляется это в том, что вода в морях в начале теплого времени года медленно нагревается и довольно долго остается холоднее воздуха. В начале зимнего периода вода в течении долгого времени имеет температуру выше температуры воздуха. Этот факт способствует тому, что климат в прибрежных областях в среднем характеризуется намного меньшей годовой разницей температур, чем климат континентальный.

### 3. Заключение

1. Удельная теплоемкость элемента в твердом состоянии обратно пропорциональна его атомной массе
2. По классической теории, удельная теплоемкость у всех твердых элементов не зависит от температуры

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Киттель У., Найт У., Рудерман М. Механика I том, Курс физики. М. Наука 1971
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Милковская Л.Б. Курс физики, Высшая школа 1973
3. Чачхиани З.Б. «Основы молекулярной физики», Технический университет, Тбилиси 2009

## SPECIFIC HEAT CAPACITY

Aleksandre Gorgoshidze, Khatuna Tserodze, Lalita Darchiashvili

Georgian Technical University

#### Summary

The substance temperature and other thermodynamic parameters makes impact to a specific heat capacity's value. Specific heat capacity is generally different during permanent pressure and volume conditions, specific heat capacity is physical quantity which defines as heat's quantity's ratio, which absorbs or exhausts by thermodynamic system while extremely small change of its temperature. Molar specific heat is one mole of substances specific heat's parity to one mole substances quantity. Specific heat capacity definition work as for being to different aggregate position substances also for conglomerates of different particles. According to classical view for specific heat capacity are proper Dowling Pt and Joule Kopp's laws within normal temperature range (approx. 15°C - 100°C)

## სპეციფიკური კუთრი სითბოტევადობა

ალექსანდრე გორგოშიძე, ხატუნა წეროძე, ლალიტა დარჩიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

#### რეზიუმე

კუთრი სითბოტევადობის სიდიდის მნიშვნელობაზე გავლენას ახდენს ნივთიერების ტემპერატურა და სხვა თერმოდინამიკური პარამეტრები. კუთრი სითბოტევადობა უცვლელი წნევისა და მოცულობის პირობებში ზოგადად განსხვავებული სიდიდეებია. სითბოტევადობა ეს ფიზიკური სიდიდეა, რომელიც განისაზღვრება როგორც სითბოს რაოდენობის ფარდობა, რომელიც შთაინთქმება ან გამოიყოფა თერმოდინამიკური სისტემის მიერ მისი ტემპერატურის უსასრულოდ მცირე ცვლილების დროს. მოლური კუთრი სითბოტევადობა ეს არის ერთი მოლი ნივთიერების სითბოტევადობის ფარდობა ერთი მოლი ნივთიერების რაოდენობასთან. სითბოტევადობის ცნება განისაზღვრება როგორც სხვადასხვა აგრეგატულ მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერებისათვის ასევე ნაწილაკთა სხვადასხვა კონფლომერატებისათვის. კლასიკური წარმოდგენების მიხედვით კუთრი სითბოტევადობისათვის სამართლიანია დიულონგ-პტის და ჯოულ-კოპის კანონები ნორმალური ტემპერატურების დიაპაზონში (დაახლოებით 15°C-დან 100°C-მდე).

## InAs, InP და InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> შენადნობების თერმული ანალიზი

ზურაბ ჩუბინიშვილი

zurachubinishvili@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ქიმიური და თერმული სტაბილურობის გამოსაკვლევად ჩატარებულია InAs-ის, InP-ის და მათი InAs<sub>0.70</sub>P<sub>0.30</sub> და InAs<sub>0.30</sub>P<sub>0.70</sub>-ის შენადნობების თერმოგრავიმეტრიული (TG) და დიფერენციალური თერმული (DTA) ანალიზები. 25-900°C ტემპერატურულ ინტერვალში გახურების მუდმივი სიჩქარით. თერმოგრავიმეტრიულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ადგილი აქვს მასის დანაკარგს 600°C-მდე. 900°C -ზე მაღლა ტემპერატურაზე ნიმუშები მკვეთრად იჟანგება და იშლება. დადგინდა, რომ InAs და InP-გან განსხვავებით InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> მყარი ხსნარები ავლენენ უფრო მეტ ქიმიურ და თერმო სტაბილურობას ბორის ანჰიდრიდის დამცავი ფენის ქვეშ გახურებისას. InAs-ით მდიდარი InAs<sub>0.70</sub>P<sub>0.30</sub> მყარი ხსნარი ავლენს ყველაზე მაღალ სტაბილურობას ტემპერატურულ არეში 25°C – 200°C, რაც უმნიშვნელოვანესია ხელსაწყოთ მშენებლობისთვის. მასის დანაკარგი არ აღემატება 0.08%.

**საკვანძო სიტყვები:** ანალიზი. სტაბილურობა. ნახევარგამტარი. სითბური ზემოქმედება.

### 1. შესავალი

ნახევარგამტარების თვისებების მგრძობელობამ გარემო პირობების მიმართ, როგორცაა აგრესიული ატმოსფერო და ტემპერატურა, განსაზღვრა InAs-ის, InP-ის და მათი InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> შენადნობის ქიმიური და თერმული სტაბილურობის შესწავლის აუცილებლობა, რაც დაკავშირებულია მათ ბაზაზე დამზადებული ხელსაწყოების ხანგრძლივი სითბური ზემოქმედებით მახასიათებლების შესაძლო გაუარესების საკითხის გარკვევასთან. მით უმეტეს, რომ InAs, InP და მათი InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> შენადნობები დაშლადი მასალებია (შეიცავენ აქტიურ აქროლად კომპონენტს (As, P)). ასეთი კვლევის ჩასატარებლად ერთ-ერთი მძლავრი და ძლიერი მეთოდია თერმოგრავიმეტრიული (TGA) და დიფერენციალური თერმული (DTA) ანალიზი. დასმული ამოცანა ფრიად აქტუალურია, მით უფრო, რომ ლიტერატურაში საკმაოდ მწირია ასეთი მონაცემები, არა მარტო წარმოდგენილ მასალებზე, არამედ საერთოდ ნახევარგამტარებზეც.

### 2. ძირითადი ნაწილი

თერმოგრავიმეტრიული კვლევა ჩატარდა **NETSCH STA 2500 Regulus** მარკის თერმოანალიზატორზე (ნახ.1). იგი საშუალებას იძლევა ერთდროულად ჩაიწეროს ნიმუშის ტემპერატურის ცვლილების (T), მასის ცვლილების (TG), აგრეთვე შესაბამისი დიფერენციალური DTA და DTG მრუდები. ხელსაწყოს ზოგადი სქემა და მოქმედების პრინციპი სტანდარტულია [1,2]. საკვლევი და ინერტული ნივთიერებები თავსდება ღუმელში სპეციალური ტიგელებით. გამოიყენება Pt-Pt+10%Rh უბრალო და დიფერენციალური თერმოწყვილები. ტიგელი საკვლევი ნიმუშით თავსდება უბრალო თერმოწყვილის ცხელ ბოლოზე, ხოლო ტიგელი ეტალონური ნივთიერებით დიფერენციალური თერმოწყვილის ცხელ ბოლოზე.

ტიგელის ფორმა იცავს თერმოწყვილის ცხელ ბოლოებს სინჯთან და ეტალონთან უშუალო შეხებისაგან და ზომავს ტიგელის კედლის ტემპერატურას. მოწყობილობა იძლევა საშუალებას ზუსტად განისაზღვროს არა მარტო საკვლევი ნიმუშის მასის ცვლილება (TG), არამედ ამ ცვლილების სიჩქარე (DTG). რაც აისახება თვითჩამწერით. TG მრუდზე ერთმანეთის



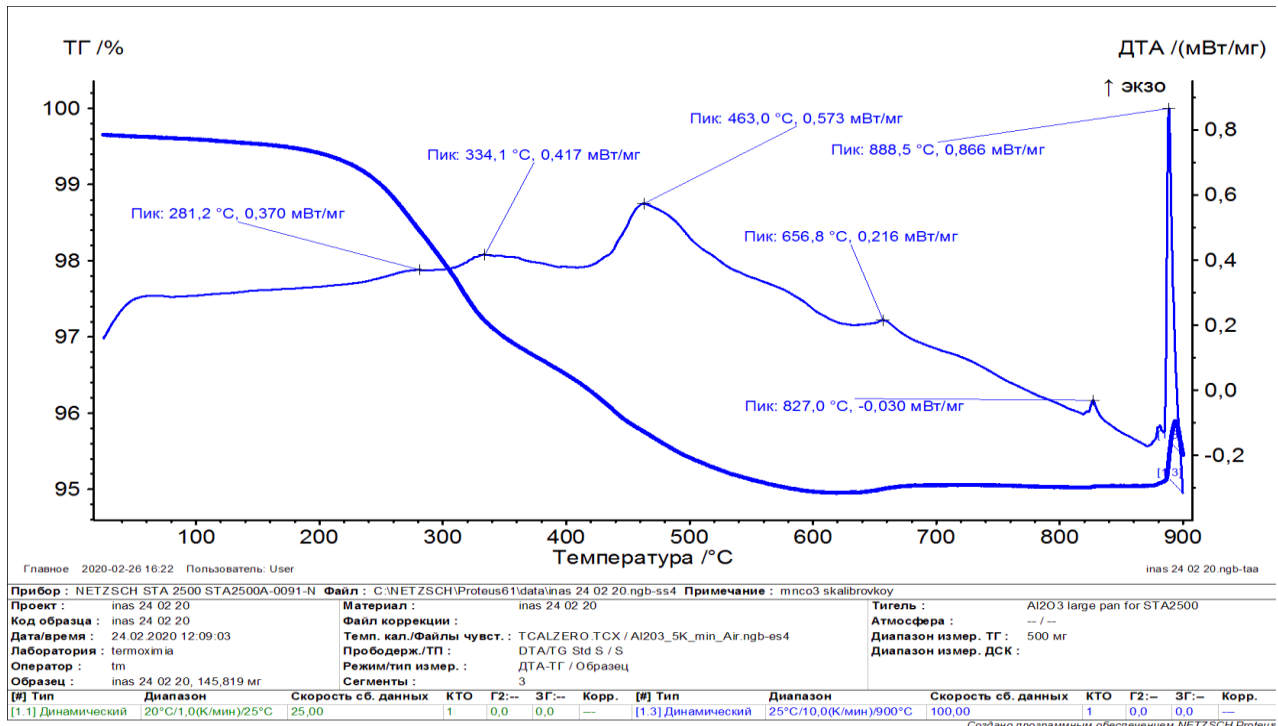
ნახ.1. თერმოანალიზატორის საერთო ხედი



მიკოლებით მიმდინარე პროცესები ძნელად აღსატყმელია, გასარჩევია, ხოლო დიფერენციალურ მრუდზე (DTG) ისინი განცალკევებულად აისახებიან. თერმონალიზატორი **NETSCH STA 2500 Regulus** საშუალებას იძლევა ჩატარდეს კვლევები 1100<sup>0</sup> C-მდე, ჰაერის ატმოსფეროში. საკვლევად გამოიყენებოდა კორუნდის ტიგელი. სასწორის მგრძობიარობა შეიძლება ვცვალოთ 50-2000 მგ./250მმ ინტერვალში. ღუმელის გახურების სიჩქარე რეგულირდება პროგრამულად. ეტალონად აღებული იყო Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. ანალიზის პროცესი ავტომატიზირებულია და იმართება კომპიუტერის დახმარებით. ანალიზის შედეგები მუშავდება პროგრამა **Proteus**-ის დახმარებით და ფიქსირდება კომპიუტერის მეხსიერებასა და დისკლეიზე. ექსპერიმენტები ჩატარდა InAs-ზე, InP-ზე და მათ InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> შენადნობებზე დენის მატარებელთა კონცენტრაციით  $n \approx 10^{16} \text{см}^{-3}$ . შემადგენლობა განსაზღვრული იყო რენტგენო-სპექტრალური მეთოდით და ოპტიკური შთანთქმის ანალიზით.

**3. შედეგები და ანალიზი**

დინამიური თერმოგრაფიმეტრიული TG-თერმული და დიფერენციალური თერმო გრავიმეტრიული DTG ტემპერატურული ანალიზით შესაძლებელი გახდა InAs-ის, InP-ის და მათი InAs<sub>0.70</sub>P<sub>0.30</sub> და InAs<sub>0.30</sub>P<sub>0.70</sub>-ის შენადნობების მასის ცვლილება და ცვლილების სიჩქარის კვლევა მაღალი ტემპერატურების მიმართ. ხოლო დიფერენციალურმა თერმულმა ანალიზმა (DTA) მოგვცა საშუალება გამოვლენილიყო შესაძლებელი ქიმიური რეაქციები და ფიზიკური გარდაქმნები გახურებით (ნახ.2).

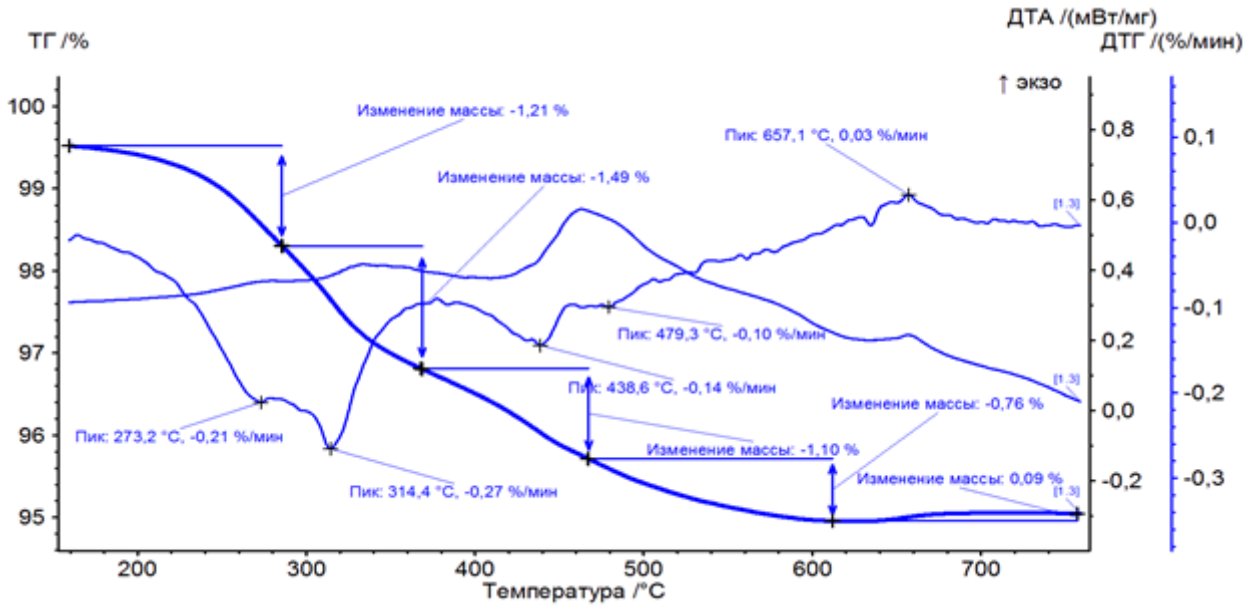


**ნახ. 2. InAs-ის DTA და TG გახურების მრუდები**

**InAs**) მე-2 ნახაზზე წარმოდგენილ InAs-ის DTA მრუდზე ხუთი ეგზოთერმული ეფექტია 282, 334, 463, 656 და 827 °C-ზე. ამათგან ყველაზე დიდია 463°C-ზე. რაც შეეხება ეფექტს 888°C -ზე, ნიმუში მკვეთრად იჟანგება და ასევე მკვეთრად იშლება.

მე-3 ნახაზზე წარმოდგენილია TG, DTG, DTA მრუდები 25°C-900°C ინტერვალში InAs-თვის. მე-2 ნახაზიდან ჩანს, რომ მასის ცვლილება 25°C-200°C ინტერვალში შეადგენს 1.21%-ს. შემდეგ 600°C-მდე მასის ცვლილება მკვეთრად იზრდება და ჯამში შეადგენს 4.5% . 600°C-ზე ზემოთ მასის ცვლილება გაჯერებულია. DTG აჩვენებს მასის მაქსიმალური ცვლილება დაიკვირვება 470°C-ზე. DTA მრუდი აჩვენებს მცირე პიკებს. მე-3 ნახაზზე წარმოდგენილია InAs-ს TG და DTG მრუდები. TG მრუდზე ნათლად ჩანს, რომ მასა ეტაპობრივად იკლებს დაბალი ტემპერატურიდან 600°C-მდე. DTG მრუდი გვიჩვენებს ამ ტემპერატურულ ინტერვალში მასა სამ ეტაპად მცირდება: პირველი ეტაპი 25°C – 273°C

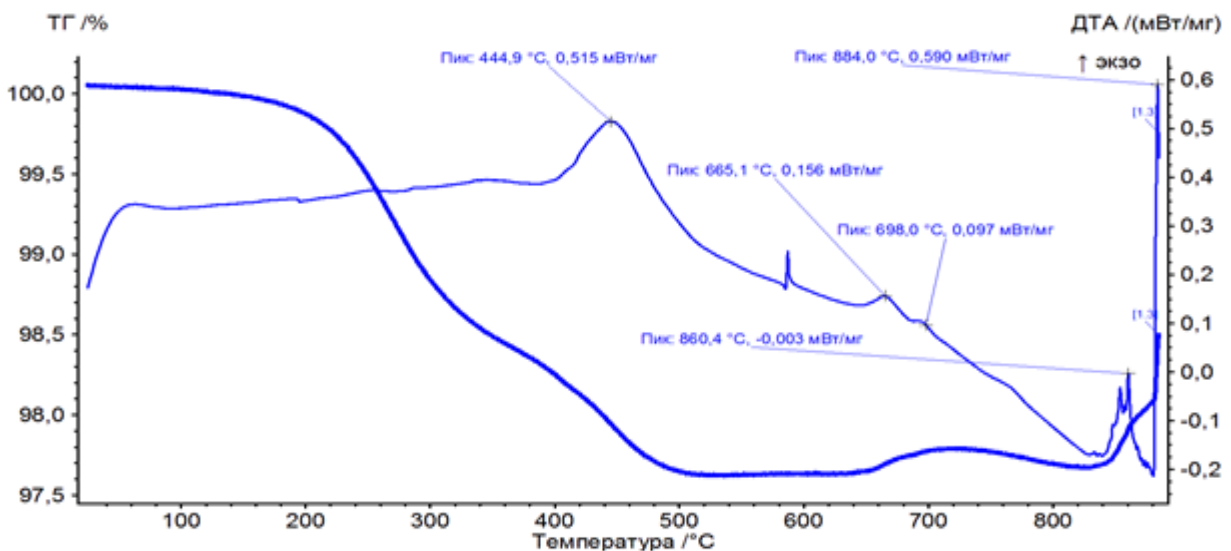
მასის კლება შეადგენს 1.21 %-ს. მეორე ეტაპი 273°C – 314°C - მასის კლება შეადგენს 1.49 %-ს. მესამე ეტაპი 314°C – 438°C - მასის კლება შეადგენს 1.1 %-ს.



ნახ.3. InAs-ის გაზურების მრუდები TG და DTG

600°C-მდე ნიმუში კიდევ იკლებს მასას 0.76 %-ს. შემდეგ იწყება ნიმუშის ჟანგვა 700°C -ზე მასა იმატებს 0.09 %-ით.

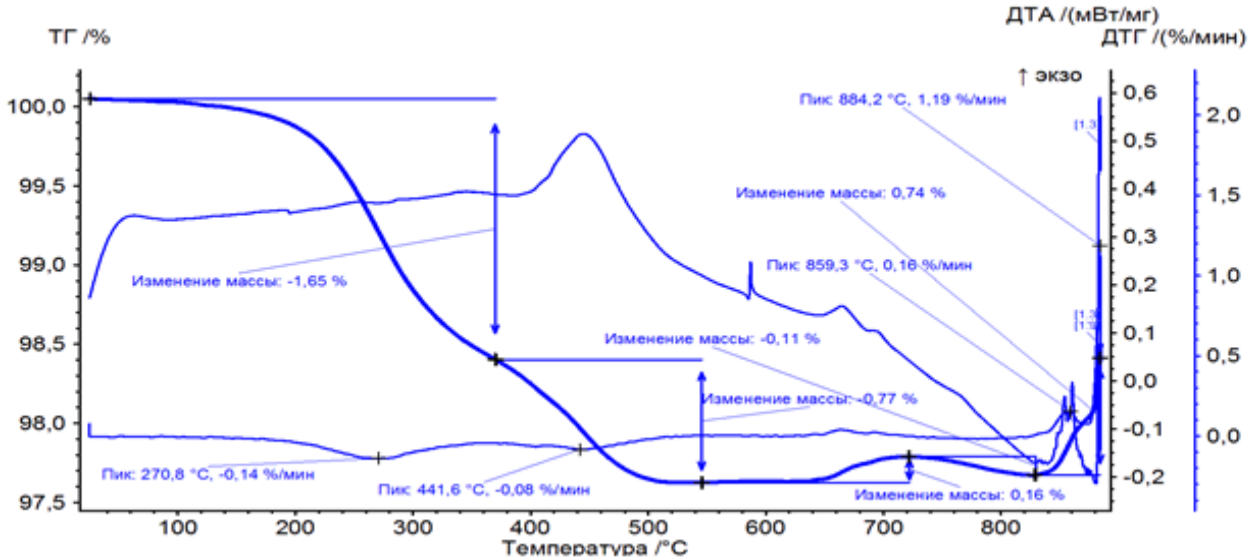
**InP**) 4-5 ნახაზებზე წარმოდგენილია TG, DTG, DTA მრუდები 25°C-900°C ინტერვალში InP-სთვის. ნახ.4-დან ჩანს, რომ მასის ცვლილება 25°C-200°C არა უმეტეს 1%-ის, 25°C-350°C ინტერვალში შეადგენს 1.65%-ს. 200°C- 550°C- მდე მასის ცვლილება მკვეთრად იზრდება და ჯამში შეადგენს არა უმეტეს 2.4%. 550°C-ზე ზემოთ მასის ცვლილება გაჯერებულია. DTG აჩვენებს მასის მაქსიმალური ცვლილება დაიკვირვება 450°C-ზე. DTA პრაქტიკულად არ აჩვენებს ფაზურ გარდაქმნებს.



ნახ.4. InP-ის DTA და TG გაზურების მრუდები

მე-4 ნახაზზე წარმოდგენილი InP-ის DTA მრუდზე ოთხი ეგზოთერმული ეფექტია 444°C, 665°C, 698°C, და 860°C-ზე. ამათგან ყველაზე დიდი ეფექტია 444°C-ზე. რაც შეეხება ეფექტს 884°C -ზე ნიმუში მკვეთრად იჟანგება და ასევე მკვეთრად იზრდება.

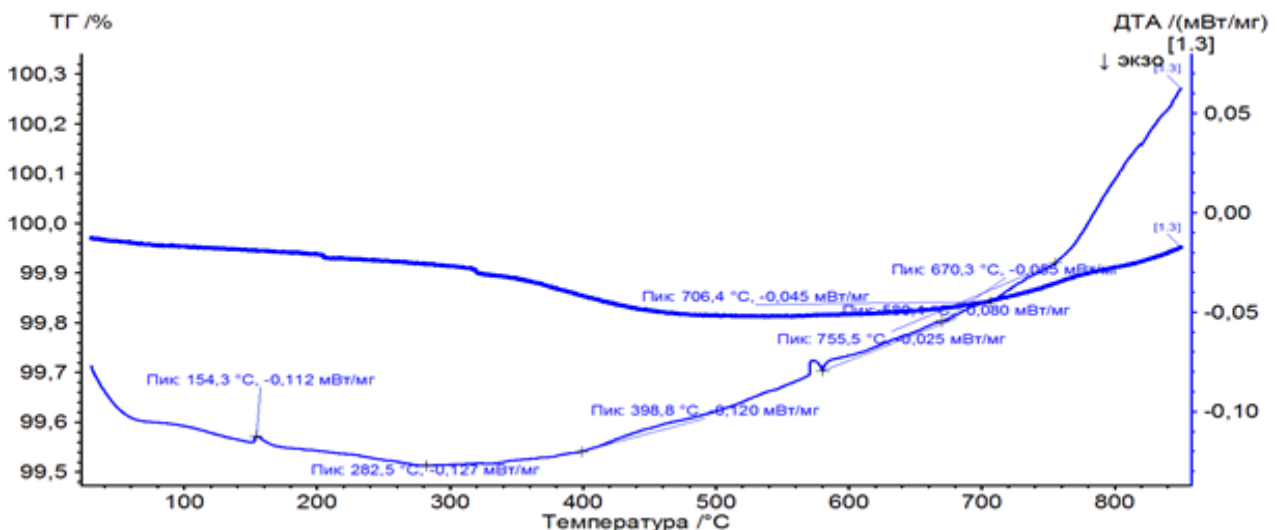
მე-5 ნახაზის TG მრუდზე ნათლად ჩანს, რომ მასა ეტაპობრივად იკლებს დაბალი ტემპერატურიდან 600°C-მდე. DTG მრუდი გვიჩვენებს ამ ტემპერატურულ ინტერვალში მასა სამ ეტაპად მცირდება: პირველი ეტაპი 25°C – 270°C მასის კლება შეადგენს 1.65 %-ს. მეორე ეტაპი 270°C – 441°C - მასის კლება შეადგენს 0.77 %-ს. მესამე ეტაპი 314°C – 438°C - მასის კლება შეადგენს 1.1 %-ს.



ნახ.5. InP-ის გახურების მრუდები TG და DTG

650°C-დან 800 -მდე ნიმუშის მასა იმატებს 0.16 %-ით. შემდეგ იწყება ნიმუშის ჟანგვა 800°C-ზე მასა იმატებს 0.11 %-ით.

**InAs-ით მდიდარი InAs<sub>0.7</sub>P<sub>0.30</sub> მყარი ხსნარი.** მე-6 ნახაზზე წარმოდგენილია TG, DTG, DTA მრუდები 25°C-900°C ინტერვალში InAs-ით მდიდარ InAs<sub>0.7</sub>P<sub>0.30</sub> შენადნისთვის. სურ.6-დან ჩანს, რომ 25°C-900°C ინტერვალში მასა პრაქტიკულად არ იცვლება. მასის მაქსიმალური ცვლილება დაიკვირვება 560°C და შეადგენს 0.014%-ს. ნარჩენი მასა შეადგენს 99.95% 849.6°C-ზე. DTA მრუდი აჩვენებს უმნიშვნელო პიკებს.

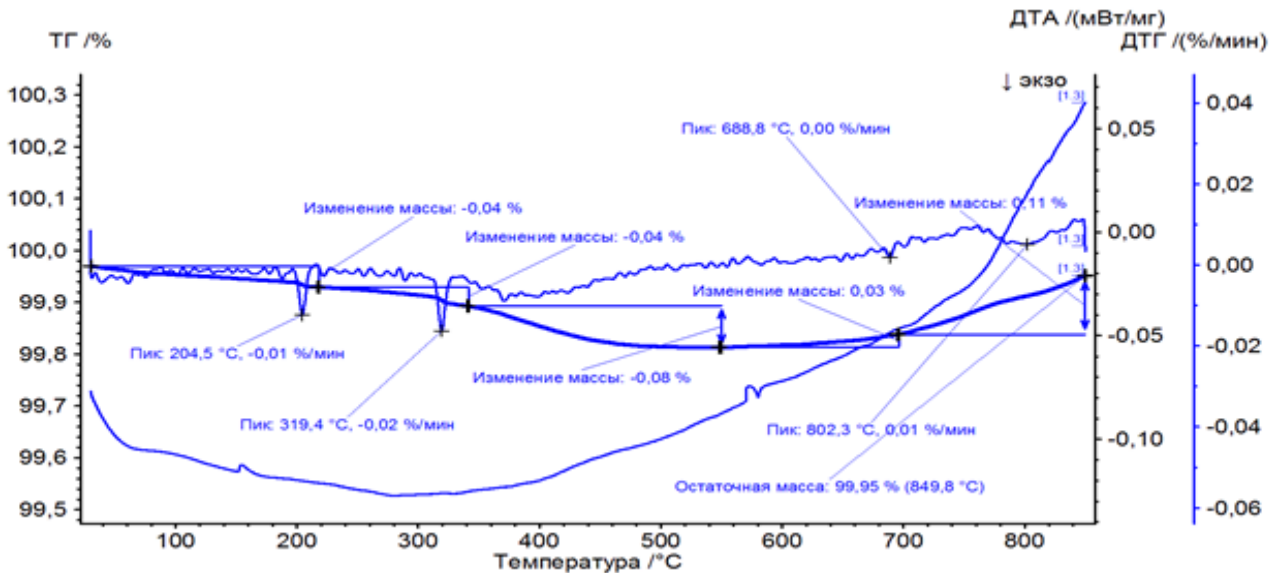


ნახ.6. InAs<sub>0.7</sub>P<sub>0.3</sub>-ის DTA და TG გახურების მრუდები

მე-7 ნახაზზე წარმოდგენილ InAs<sub>0.7</sub>P<sub>0.3</sub>-ის DTA მრუდზე ექვსი ეგზოთერმული ეფექტია 154°C, 282°C, 398°C, 670°C, 706°C და 755°C-ზე. ამათგან ყველაზე დიდი ეფექტია 282°C-ზე. რაც შეეხება ეფექტს 755°C -ზე ნიმუში იჟანგება და იშლება. TG მრუდზე ნათლად ჩანს, რომ მასა ეტაპობრივად იკლებს დაბალი ტემპერატურიდან 700°C-მდე. DTG მრუდი გვიჩვენებს ამ ტემპერატურულ ინტერ-

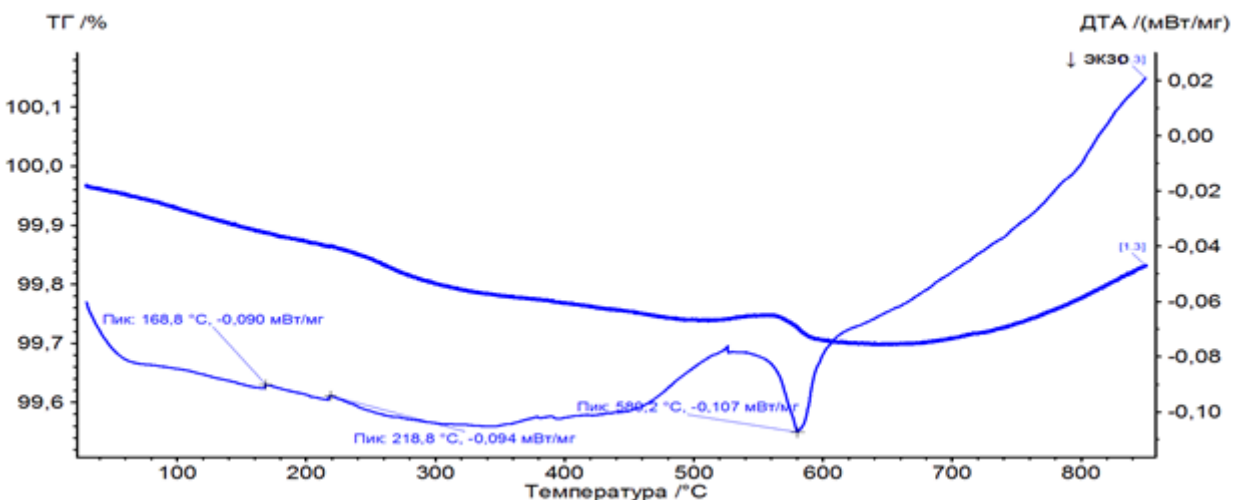
ვალში მასა ოთხ ეტაპად მცირდება: პირველი ეტაპი 25°C – 204°C მასის კლება შეადგენს 0.04 %-ს. მეორე ეტაპი 204°C – 319°C - მასის კლება შეადგენს 0.04 %-ს. მესამე ეტაპი 319°C – 545°C - მასის კლება შეადგენს 0.08 %-ს.

650°C-დან 688°C -მდე ნიმუშის მასა იმატებს 0.03 %-ით. 688°C-დან 802°C-მდე მასა იცვლება 0.01%-ით. შემდეგ იწყება ნიმუშის ჟანგვა 802°C-ზე მასა იმატებს 0.11 %-ით.



ნახ.7. InAs<sub>0.7</sub>Po<sub>3</sub>-ის გახურების მრუდები TG და DTG

InAs<sub>0.30</sub>Po<sub>0.70</sub>) 8-9 ნახაზებზე წარმოდგენილია TG, DTG, DTA მრუდები 25°C-900°C ინტერვალში InP-ით მდიდარ InAs<sub>0.70</sub>Po<sub>0.30</sub> შენადნისთვის. ნახ.8-დან ჩანს, რომ 25°C-900°C ინტერვალში მასა პრაქტიკულად არ იცვლება. მასის მაქსიმალური ცვლილება დაიკვირვება 500°C და შეადგენს 0.02%-ს. ნარჩენი მასა შეადგენს 99.83% 849.8°C-ზე. DTA მრუდი აჩვენებს უმნიშვნელო პიკებს.

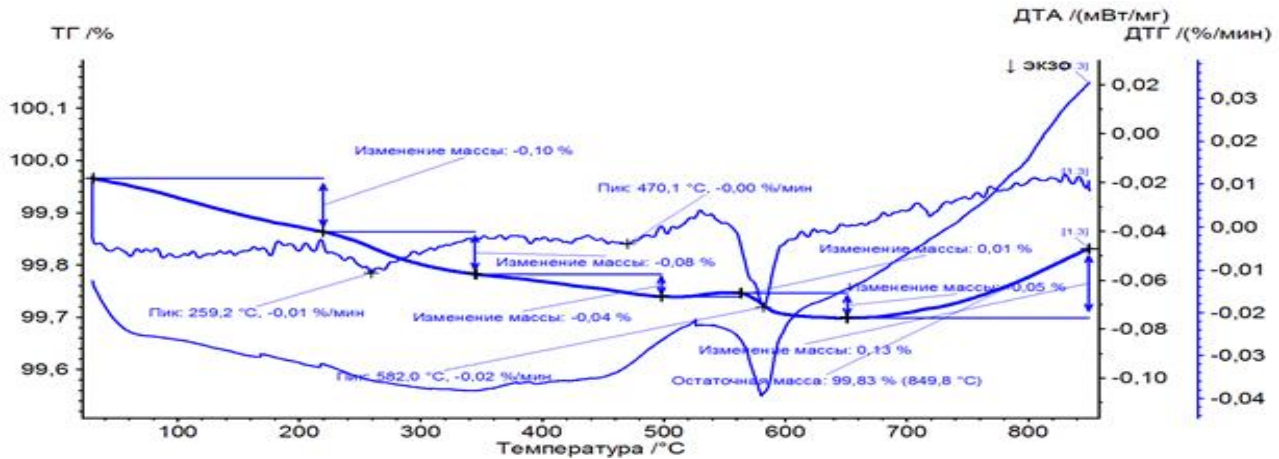


ნახ. 8. InAs<sub>0.3</sub>Po<sub>0.7</sub>-ის DTA და TG გახურების მრუდები

მე-8 ნახაზზე წარმოდგენილ InAs<sub>0.3</sub>Po<sub>0.7</sub>-ის DTA მრუდზე სამი ეგზოთერმული ეფექტია 168°C, 218°C, და 580°C-ზე. ამათგან ყველაზე დიდი ეფექტია 580°C-ზე. რაც შეეხება ეფექტს 580°C – ის ზემოთ ნიმუში იჟანგება და იშლება.

მე-9 ნახაზზე წარმოდგენილია InAs<sub>0.3</sub>Po<sub>0.7</sub>-ის TG და DTG მრუდები. TG მრუდზე ნათლად ჩანს, რომ მასა ეტაპობრივად იკლებს დაბალი ტემპერატურიდან 550°C-მდე. DTG მრუდი გვიჩვენებს ამ

ტემპერატურულ ინტერვალში მასა ორ ეტაპად მცირდება: პირველი ეტაპი 25°C – 259°C მასის კლება შეადგენს 0.10 %-ს. მეორე ეტაპი 259°C – 470°C - მასის კლება შეადგენს 0.08 %-ს. მესამე ეტაპი 470°C – 500°C - მასის კლება შეადგენს 0.04 %-ს. 520°C-დან 570 -მდე ნიმუშის მასა იმატებს 0.01 %-ით. 565°C -დან 650°C -მდე მასა კვლავ კლებულობს 0.05% -ით. შემდეგ იწყება ნიმუშის ჟანგვა 849°C-ზე მასა იმატებს 0.05 %-ით.



ნახ.9. InAs<sub>0.3</sub>P<sub>0.7</sub>-ის გახურების მრუდები TG და DTG.

#### 4. დასკვნა

გამოკვლევებით დადგინდა, რომ თერმოგრაფიკული მრუდები InAs-ის და InP-ის ნიმუშებისთვის ერთნაირი ხასიათისაა, ანუ დაიკვირება ძირითადი სამი უბანი: 200°C ტემპერატურამდე მასა არ იცვლება, 200°C -500°C მასა მცირდება და 500°C - 800°C ტემპერატურულ ინტერვალში მასა არ იცვლება. InAs ნიმუშებისთვის მასის დანაკარგი 5%-ია, ხოლო InP ნიმუშებისთვის 2.5%. განსხვავებული სურათი დაიკვირება InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> შენადნობისთვის მასის დანაკარგი ნაკლებია 1.4%-ზე. ამრიგად InAs და InP -გან განსხვავებით InAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub> მყარი ხსნარები ავლენენ უფრო მეტ ქიმიურ და თერმო სტაბილურობას გახურებისას ბორი ანჰიდრიტის ქვეშ. InAs-ით მდიდარი InAs<sub>0.70</sub>P<sub>0.30</sub> მყარი ხსნარი ავლენს ყველაზე ძლიერ თერმო სტაბილურობას ტემპერატურის არეში 25°C - 200°C, რაც უმნიშვნელოვანესია ხელსაწყოთ მშენებლობისთვის. ეს შედეგი მით უმეტესად მნიშვნელოვანია, რომ InAs<sub>0.30</sub>P<sub>0.70</sub> შენადნი ავლენს რადიაციულად მდგრადობას.

#### ლიტერატურა – References :

1. Paulik F., Paulik L., Erdely L. (1966). Deryvatography a complex in Thermal Analyses. Takanta Review v.13. pp. 1405-1430
2. Machaladze T. (2006). Thermal Analysis. Georgian Technical University, 2006 (in Georgian)

## THERMAL ANALYSIS OF INAS, INP AND INAS1-XPX ALLOYS

Chubinishvili Zurab

zurachubinishvili@gmail.com

Georgian Technical University

#### Summary

In the given work Thermogravimetric (TG) and Differential thermal analysis (DTA) of InAs, InP and InAs<sub>0.70</sub>P<sub>0.30</sub> and InAs<sub>0.30</sub>P<sub>0.70</sub> alloys were performed at a constant heating rate in the temperature range 25°C-900°C. Thermogravimetric analysis showed that there was a loss of mass up to 600°C. At temperatures above 900°C the samples oxidize and decompose sharply. It was revealed more chemical and thermal stability of InAs<sub>0.70</sub>P<sub>0.30</sub> and InAs<sub>0.30</sub>P<sub>0.70</sub> alloys under heating in the temperature range 250C - 2000C, under a protective layer of the flux of boron anhydride, than for InAs and InP. The mass loss does not exceed 0.08% for alloys.

# თერმულად დამუშავებული n-ტიპის სილიციუმის ელექტროფიზიკური თვისებები

მალხაზ ბიბილური

m.bibiluri@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია ნახევარგამტარული სილიციუმი წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად მასალას თანამედროვე მიკროელექტრონული მოწყობილობებისა და სპეციალური დანიშნულების ხელსაწყოების შესაქმნელად. მათი საშუალებით შესაძლებელია დენისა და ძაბვის რეგულირება, გაძლიერება, გადართვა და სტაბილიზირება, მუშავდება და შეინახება ინფორმაცია, წარმოებს მაღალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური ტალღების გენერაცია. განსაზღვრული პარამეტრების, მაღალი ეფექტურობისა და რესურსის ნახევარგამტარული ხელსაწყოების დამუშავება-შექმნის ტექნოლოგიები მოითხოვს საბაზო სილიციუმის სტრუქტურისა და ელექტროფიზიკური თვისებების საიმედო კონტროლის განხორციელებას, რისთვისაც აუცილებელია აღნიშნული თვისებების კომპლექსური კვლევები მაღალი გარჩევადობის სტრუქტურულად მგრძობიარე ფიზიკური მეთოდებით.

**საკვანძო სიტყვები:** მონოკრისტალური სილიციუმი. დისლოკაციური სტრუქტურა. ძვრის მოდული. ელექტრული ძვრადობა. მექანიკური განმტკიცება.

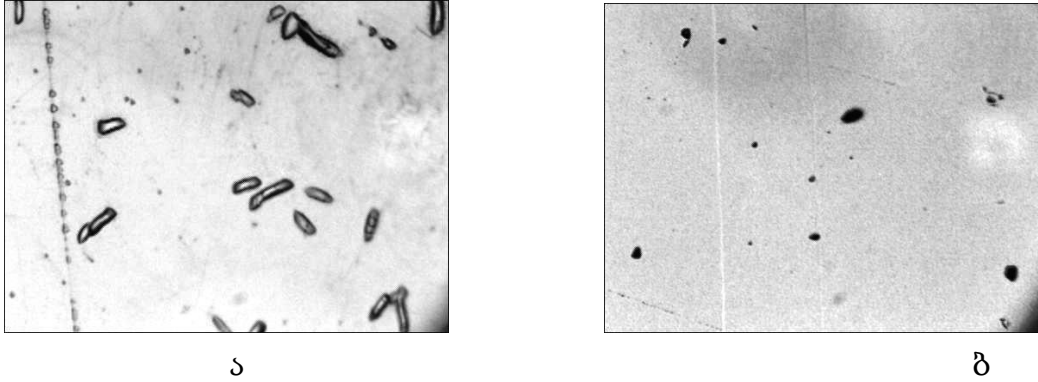
## 1. შესავალი

წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია ჩოხრალსკის მეთოდით მიღებული n-ტიპის სილიციუმის მიკროსტრუქტურისა და ზოგიერთი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლის შესწავლის შედეგები.

ჩოხრალსკის მეთოდით მიღებული ორიენტაციის  $Si:P(10^{14}cm^{-3})$  მონოკრისტალების მეტალოგრაფიული კვლევებით მიღებულია შემდეგი შედეგები. საცდელი ნიმუშების 0,5-1 მმ სისქის ფირფიტები დამზადდა ალმასის დისკზე დაჭრით კრისტალის ზრდის მიმართულების მართობულად. მექანიკური ხეხვის, პოლირებისა და ქიმიური მაპოლირებელი ხსნარების გამოყენებით მიღწეული იქნა ზედაპირებზე მიკროსტრუქტურის დამახასიათებელი კონტურებისა და ფიგურების გამომჟღავნება.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ფოსფორით ლეგირებული Si ნიმუშების მეტალოგრაფიულმა კვლევამ აჩვენა, რომ შედარებით კარგი მონოკრისტალური მდგომარეობა ახასიათებს მალეგირებული კომპონენტის მინიმალური შემცველობის კრისტალებს. მათში დისლოკაციების სიმკვრივე  $10^3-10^4$   $cm^{-2}$ -ია. დისლოკაციები სიბრტყეებზე ერთგვაროვნად არიან განაწილებული. დისლოკაციების სიმკვრივე და განაწილების ხასიათი მეტად მგრძობიარეა ფოსფორის კონცენტრაციისადმი. კერძოდ,  $5 \cdot 10^{14}cm^{-3}$  შემცველი Si ხასიათდება დისლოკაციების  $5 \cdot 10^4 cm^{-2}$  სიმკვრივითა და სიბრტყეებზე არათანაბარი განაწილებით. ხშირ შემთხვევაში დისლოკაციური მოწამვლის ფიგურებს შორის ჩნდება არადისლოკაციური წარმოშობის მცირე ზომის ორმოები, სიცარიელები და ე.წ. „სვირლ-დეფექტები“. მათი წარმოშობა დაკავშირებულია კრისტალის მცირე ზომის ძლიერ დეფორმირებული სფეროს ფორმის უბნების ქიმიურ მოწამვლასთან. ასეთ შემთხვევაში მიღებული ფიგურები ნათელია, ხოლო იმ შემთხვევაში როცა მათში და დეფორმაციის ხაზების გასწვრივ განლაგებულია დისპერსული ჩანართები, მოწამვლის ფიგურები შავი ფერით გამოირჩევიან (ნახ.1,ა). მოცემულ შემთხვევაში პლასტიკური დეფორმაციის წრფივ კვალში განთავსებულია დისლოკაციური ფიგურები. ნახ.1,ბ წარმოადგენს არადისლოკაციური წარმოშობის სხვადასხვა ზომის მიკროსიციური ელემენტებს.



ნახ.1. ორიენტაციის Si მიკროსტრუქტურა მიკროფორებითა (ა) და დისპერსული ჩანართებით (ბ).

მალეგირებელი ფოსფორის  $10^{14}$ - $10^{15}$   $\text{სმ}^{-3}$  შემცველობის ორიენტაციის მონოკრისტალური ნიმუშები ხასიათდებიან დისლოკაციების სიმკვრივით  $5 \cdot 10^4 \text{სმ}^{-3}$ . ისინი არათანაბრად არიან განაწილებული. უპირატესად დისლოკაციები ჩნდება მწკრივებში დეფორმაციის ხაზების გასწვრივ.

Si:P მონოკრისტალის ელექტროფიზიკური მახასიათებლები ოთახის ტემპერატურაზე განისაზღვრა Eco pia-ს სისტემის ხელსაწყოზე ვან დერ პაუს. საწყის მდგომარეობაში n-ტიპის სილიციუმის ძვრადობის მნიშვნელობები 30-40%-ით დაბალია იდენტური შედგენილობის ელექტრონ-სხივური დნობით მიღებული ნიმუშების მახასიათებლებზე, რომლებშიაც ლიტერატურული წყაროების მონაცემების თანახმად დისლოკაციების სიმკვრივე მინიმალურია ( $\sim 10^2 \text{სმ}^{-2}$ ) და ერთი რიგით მცირეა ტექნოლოგიური მინარევების (C,O) კონცენტრაცია [2].

თერმული მოწვა ვაკუუმში ავლენს მუხტის მატარებელი ელექტრონების კონცენტრაციის ცვლილებას, ამავე დროს ადგილი აქვს კუთრი ელექტრული წინააღობის შესამჩნევ ცვლილებას.

**Si:P მონოკრისტალის ელექტროფიზიკური მახასიათებლები**

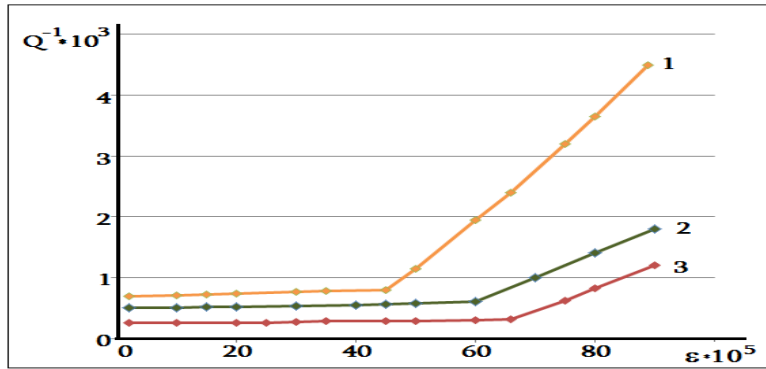
ცხრ.1

Si:P( $10^{14} \text{სმ}^{-3}$ )	კუთრი ელექტროწინააღობა, ომი·სმ	დენის მატარებლების კონცენტრაცია, $\text{სმ}^{-3}$	დენის მატარებლების ძვრადობა, $\text{სმ}^2/\text{ვ.წმ}$
საწყისი	8	$2 \cdot 10^{14}$	1350
მოწვა, 600°C, 3სთ.	6	$4 \cdot 10^{14}$	1200
მოწვა, 900°C, 3სთ.	6.5	$3 \cdot 10^{14}$	1320

შესწავლილია თერმულად მომწვარი Si:P კრისტალების ძვრის მოდულისა და გრებიტი რხევების ენერჯის შთანთქმის პროცესების ამპლიტუდური დამოკიდებულება ოთახის ტემპერატურის პირობებში ამპლიტუდური დეფორმაციის  $10^{-5}$ - $10^{-3}$  დიაპაზონში.

ნიმუშის მყარად დამაგრება ვერტიკალურ შებრუნებულ ქანქარაში განხორციელდა თხევადი მინის გამოყენებით და შემდგომი მოწვით 80°C ტემპერატურაზე 3 სთ-ის განმავლობაში.

საწყის მდგომარეობაში საცდელ ნიმუშში მექანიკური რხევების მიღების პროცესების (შინაგანი ხახუნის) კვლევამ ამპლიტუდური დეფორმაციის ფართო დიაპაზონში გამოავლინა ამპლიტუდისაგან დამოუკიდებელი უბანი., რომელიც კრიტიკულ ამპლიტუდურ დეფორმაციაზე იცვლება შინაგანი ხახუნის წრფივად ამაღლების ინტერვალით (ნახ.2).



ნახ. 2. ორიენტაციის Si:P მონოკრისტალის შინაგანი ხახუნის სპექტრები

1-საწყისი,  $f_0=1,13\text{კ.}$ ; 2-მოწვარი,  $600^\circ\text{C}$ , 3სთ.  $f_0=1,353\text{კ.}$

3-მოწვარი,  $900^\circ\text{C}$ , 3სთ.  $f_0=1,53\text{კ.}$

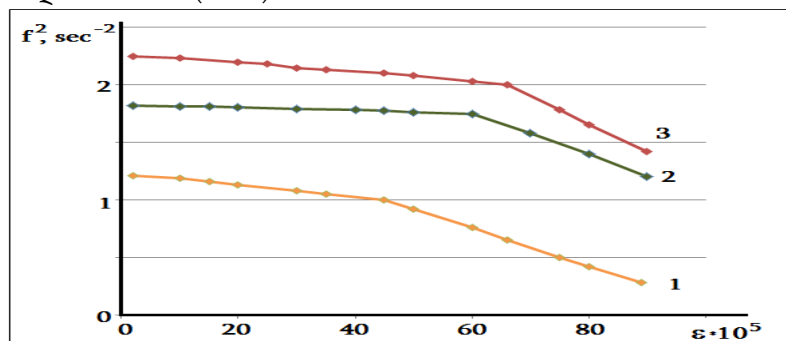
თეორიის თანახმად [3], კრიტიკულ ამპლიტუდურ დეფორმაციაზე თავს იჩენს დამაგრების სუსტი ცენტრებიდან დისლოკაციების მოწყვეტის პროცესი. ისინი წარმოადგენენ უპირატესად ჟანგბადის ატომებს, ვაკანსიებსა და ტექნოლოგიურ მინარევებს, რომლებიც განაწილებულია დისლოკაციების ბირთვებში და დისლოკაციების გარემომცველ ე.წ. კოტრელის ატმოსფეროში. ოთახის ტემპერატურაზე მაღალამპლიტუდური ციკლური დეფორმაცია (ციკლების რიცხვი  $-200$ , ამპლიტუდური დეფორმაცია  $-8 \cdot 10^{-4}$ ) იწვევს რხევათა ენერჯის გაბნევის ინტენსივობის ამაღლებას დაბალი ამპლიტუდების დიაპაზონში ( $\epsilon < 4 \cdot 10^{-4}$ ), რაც აიხსნება მერხევი დისლოკაციური სეგმენტების სიგრძის ზრდით ციკლური დეფორმაციის პროცესში.

თერმული მოწვა ამცირებს ფონის ინტენსივობასა და მაღალამპლიტუდების უბანზე გრაფიკის დახრილობას. მნიშვნელოვნად იზრდება კრიტიკული ამპლიტუდური დეფორმაციის სიდიდე ( $\approx 6 \cdot 10^{-4}$ ). ასეთი ხასიათის ცვლილებები დამახასიათებელია დინამიური მექანიკური განმტკიცების პროცესისათვის, რაც უმთავრესად განპირობებულია დისლოკაციების დამამუხრუჭებელი ცენტრების კონცენტრაციის ამაღლებით. მოცემულ კონკრეტულ შემთხვევაში ასეთებად გვევლინება თერმული მოწვებით ფორმირებული დეფექტები, განთავსებული დისლოკაციების ბირთვებსა და კოტრელის ატმოსფეროებში.

მოწვის ტემპერატურის ამაღლება  $900^\circ\text{C}$ -მდე კიდევ მეტად აძლიერებს დისლოკაციების დამამუხრუჭებას, მნიშვნელოვნად ამაღლებს ამპლიტუდური დეფორმაციის კრიტიკულ სიდიდეს. ცხადია აღნიშნული ცვლილებები გამოწვეულია თერმული დეფექტების კონცენტრაციის გაზრდით დისლოკაციების გარემომცველ კოტრელის ატმოსფეროში.

ექსპერიმენტულმა გაზომვებმა აჩვენეს, რომ თერმული დეფექტებით დინამიური განმტკიცების ეფექტი მეტად მკაფიოდ ვლინდება  $900^\circ\text{C}$ -ზე მოწვის შემდეგ.

დინამიური განმტკიცება ხორციელდება არა მხოლოდ დისლოკაციების ძვრადობის შემცირებით, არამედ აგრეთვე კრისტალურ მესერში ცვლილებებით, რაც ცხადად არის ასახული დინამიური ძვრის მოდულის პროპორციული რხევის სიხშირის კვარდატის ცვლილებებში გრეხითი დეფორმაციის ამპლიტუდის  $10^{-5}$ - $10^{-3}$  დიაპაზონში (ნახ.3).



ნახ. 3. ორიენტაციის Si:P მონოკრისტალის დინამიური ძვრის მოდულის სპექტრები

1-საწყისი,  $f_0=1,13\text{კ.}$ ; 2-მოწვარი,  $600^\circ\text{C}$ , 3სთ.  $f_0=1,353\text{კ.}$

3-მოწვარი,  $900^\circ\text{C}$ , 3სთ.  $f_0=1,53\text{კ.}$



ეტალონთან შედარების ცნობილი მეთოდით განისაზღვრა საცდელი ნიმუშების ძვრის დინამიური მოდულის აბსოლუტური მნიშვნელობები რის საფუძველზეც შეფასდა კრიტიკული ძაბვის სიდიდეები (ცხრილი 2).

**მონოკრისტალური Si:P ნიმუშების დინამიური მექანიკური მახასიათებლები**

ცხრ.2

Si:P	კრიტიკული ამპლიტუდური დეფორმაცია, $\times 10^5$	ძვრის მოდული, $\times 10^{12}$ დნ/სმ <sup>2</sup>	კრიტიკული ძაბვა, $\times 10^{11}$ დნ/სმ <sup>2</sup>
საწყისი	45	470	2,1
მოწვა, 600°C, 3სთ.	60	485	2,9
მოწვა, 900°C, 3სთ.	69	500	3,45

მიღებული შედეგები მნიშვნელოვანია სილიციუმის მაღალეფექტური ხელსაწყოების დამზადების პრობლემისათვის.

**3 დასკვნა**

შესწავლილია მაღალტემპერატურული მოწვების გავლენა ფოსფორით ლეგირებული მონოკრისტალური სილიციუმის მიკროსტრუქტურაზე, ელექტროფიზიკურ პარამეტრებსა და დინამიურ განმტკიცებაზე. გამოვლენილია კორელაცია მოწვის გავლენით ფორმირებულ დისლოკაციურ სტრუქტურისა და ელექტროფიზიკური პარამეტრების (დენის მატარებლების კონცენტრაცია, ძვრადობა) ცვლილებებს შორის. ნაჩვენებია სტრუქტურის განმტკიცების ტენდენცია. კერძოდ, დადგენილია იქნა, რომ მოწვის ტემპერატურის ამაღლება 900°C-მდე იწვევს დისლოკაციების გარემომცველი მინარევების ატმოსფეროს კონცენტრაციის ამაღლებას, რის შედეგადაც ძლიერდება დისლოკაციების დამუხრუჭება. აღნიშნულის გამო ხორციელდება ძვრის დინამიური მოდულის ამაღლება და მექანიკური განმტკიცება.

**ლიტერატურა – References:**

1. Ravey K. (1984). Defects and impurities in semiconductor silicon. M., "MIR"
2. Blanter M.S., Golovin I., Neuhauser H., Sining H. Internal friction in metallic materials. A handbook Series: Springer Series in Materials Science 90. 2007
3. Taran Yu.N., Kutsova V.Z., Chervony I.F., Yashvets E., Falkevich E.S. (2004). Semiconductor silicon. Zaporozhye: ZGIA.

**ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF THERMAL ANNEALED N-TYPES SI**

Malkhaz Bibiluri  
 m.bibiluri@gtu.ge  
 Georgian Technical University

**Summary**

Influence of hightemperature annealing on microstructure, electrophysical parameters and dynamical hardening of monocrystalline Si:P samples has been investigated. Correlation between dislocation structure formed by thermal annealing and changes in electrophysical parameters (carriers concentration, mobility) has been revealed. The tendency to hardening the structure is shown. In particular, it has been established that increase of annealing temperature up to 900°C stipulates increase of concentration of dislocation surrounding impurity atmosphere, that strengthens the dislocation braking. As a result, increase of dynamical shear modulus and mechanical hardening take place.

## ხელოვნური ინტელექტი და სამართალი

მაკა ტაბატაძე, ელენე ტურაშვილი  
m.tabatadze@gtu.ge, eleneturashvili@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია ის გამოწვევები რომელიც ფართოდაა დაკავშირებული იურისპრუდენციის, სამართლის და ხელოვნური ინტელექტის ურთიერთკავშირთან. აღწერილია სისხლის სამართლის მართლმსაჯულებაში ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმების ფართოდ გამოყენების შესახებ. ეს ალგორითმები უმეტესად ისეთ საკითხებში გამოიყენება, როგორცაა წინასაპატიმრო აღკვეთის ღონისძიებები, გირაოს შეფარდება, ბრალდებულის მიერ მიმალვის რისკის შეფასება, რეციდივის ალბათობა და, ზოგ შემთხვევებში, ბრალეულობისა თუ უდანაშაულობის დადგენაც კი. ასევე მოყვანილია ექსპერიმენტები, რომელიც ჩატარდა ამერიკის შეერთებულ შტატებში, რომელშიც მონაწილეობდნენ არა დამწყები არამედ ცნობილი და გამოცდილი იურისტები, კვლევები და ტესტების სიზუსტე შეაფასა „სტენფორდის“, „დიუკისა“ და „USC-ის სამართლის სკოლის“ სამართლის პროფესორებისგან შემდგარმა დამოუკიდებელმა პანელმა.

**საკვანძო სიტყვები:** ხელოვნური ინტელექტი. ალგორითმები. იურისპრუდენცია. სამართალი.

### 1. შესავალი

ხელოვნური ინტელექტის ჩართულობა თანამედროვე ცხოვრებაში ძალზედ იზრდება და იგი ასევე უკავშირდება სამართალმცოდნეობასაც. იმ პროფესიათა უმეტესობა, რომლებსაც კომპიუტერები ან რობოტები ანაცვლებენ, ისეთ საქმეს გულისხმობს, რომელსაც საშუალო განათლება სჭირდება. თუმცა ახლა, როცა კომპიუტერული ალგორითმები უფრო და უფრო იხვეწება, ეს ტალღა იმ პოზიციებსაც შეიძლება მისწვდეს, რომელთა დასაკავებლადაც უმაღლესი განათლებაა საჭირო.

თანამედროვე ეპოქაში, რომელიც სავსეა გამოწვევებით, წაიშალა საზღვრები და ბარიერები ადამიანებს შორის, რაც ტექნოლოგიური პროგრესის დამსახურებაა. ხშირად ისმის შეკითხვა, თუ რა შეცვალა ხელოვნურმა ტექნოლოგიებმა ჩვენს ცხოვრებაში. ვიტყვით, რომ ყველაზე მნიშვნელოვანი ცვლილება საზღვრების არარსებობაა. ხელოვნური ტექნოლოგიების ათვისება ძალიან სწრაფად ხდება და ეს პროცესი სავარაუდოდ კიდევ უფრო დაჩქარდება.

ხელოვნური ინტელექტის წარმოქმნის თარიღად მიიჩნევენ XIX საუკუნეს. ზოგადად, ხელოვნური ინტელექტი (ინგლ. Artificial Intelligence, შემოკლებით AI) — კომპიუტერული მეცნიერების დარგია, რომელიც მიზნად ისახავს ინტელექტუალურ კომპიუტერულ მანქანის/პროგრამის შექმნას რომელსაც ექნება უნარი მიაღწიოს ადამიანის ინტელექტის გაგებას [1]. ინტელექტუალობის დონის განსაზღვრება მეტწილად დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა ამოცანის გადაჭრა დაისახება. ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგია არის აგენტი, რომელიც მოქმედებს ავტომატურად, საკუთარი მოტივებით და ემოციებით და აქვს უნარი, შევიდეს ადამიანთან და გარემოსთან ურთიერთობაში. მიიჩნევენ, რომ აღნიშნული ტერმინის განმარტებაში გათვალისწინებული უნდა იყოს მისი ისეთი კატეგორიები, როგორცაა ბუნება, ავტონომიურობა, დანიშნულება, ოპერატიული გარემო, ადამიანისა და რობოტის ურთიერთკომუნიკაცია. თუმცა ტერმინის საყოველთაოდ მიღებული განმარტება დღეს არ არსებობს.

### 2. ძირითადი ნაწილი

სახელმწიფოს ორგანიზების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი სფერო, სადაც ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება ფართოდ ხდება და კიდევ უფრო მეტად მოხდება, არის სისხლის სამართლის მართლმსაჯულება. ამერიკიდან ევროპამდე, ჩინეთისა და იაპონიის ჩათვლით, ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმები პრაქტიკულად, უკვე წყვეტენ ადამიანის ბედს.

ეს ალგორითმები უმეტესად ისეთ საკითხებში გამოიყენება, როგორც არის წინასაპატიმრო აღკვეთის ღონისძიებები, გირაოს შეფარდება, ბრალდებულის მიერ მიმალვის რისკის შეფასება, რეციდივის ალბათობა და ზოგ შემთხვევებში ბრალეულობისა თუ უდანაშაულობის დადგენაც კი.

ამჟამად, ამერიკის შეერთებულ შტატებში ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება სისხლის სამართლის მართლმსაჯულებაში თითქმის ყველა შტატში ხდება, მათ შორის ფედერალურ დონეზეც.

LawGeex-ის ახალ კვლევაში ხელოვნური ინტელექტი ოც იურისტს შეაჯიბრეს, რათა ენახათ, თუ როგორ გაართმევდა თავს ის სახელშეკრულებო სამართალს [2]. თითოეულ იურისტსა და LawGeex-ის ხელოვნურ ინტელექტს რისკების შესაფასებლად გაუხმაურებლობის შეთანხმებები მისცეს. ადამიანებს მათ გასაანალიზებლად ოთხი საათი ჰქონდათ. შედეგები გასაოცარი იყო.

აღსანიშნავია, რომ კვლევაში მონაწილე იურისტები არც პირველკურსელი სტუდენტები იყვნენ და არც გამოუცდელი ახალკურსდამთავრებულები. ჯგუფი იურიდიული ფირმების თანამშრომლებისგან, დამოუკიდებელი და კორპორაციული ადვოკატებისა და იურისტებისგან დაკომპლექტდა. ზოგ მათგანს ისეთ იურიდიულ ფირმაში მუშაობის გამოცდილება ჰქონდა, როგორცაა „გოლდმან საქსი“, „სისკო“, „ელსთონ & ბერდი“ და „ქეი & ელ გეითსი“. ყველა იურისტი ამ ფირმებში ხელშეკრულებების ანალიზს დიდი ხნის განმავლობაში აკეთებდა.

ტესტების სიზუსტე „სტენფორდის“, „დიუკის“ და „USC-ის სამართლის სკოლის“ სამართლის პროფესორებისგან შემდგარმა დამოუკიდებელმა პანელმა შეაფასა. „იმის შანსი, რომ შედეგები შემთხვევითობითაა განპირობებული, 0.7%-ზე ნაკლებია“, – აღნიშნულია კვლევაში.

ამერიკელმა გამომგონებლებმა შექმნეს ხელოვნური ინტელექტის სისტემა, რომელსაც შეუძლია ამოიციოს დამნაშავის სახის გამომეტყველებით და ხმის ტემბრის საშუალებით იტყუება თუ არა იგი. ტესტირებამ აჩვენა, რომ პროგრამა უკეთ ართმევს თავს ამ დავალებას, ვიდრე ადამიანი. [3] პროგრამამ ამოიციო ტყუილი 90% შემთხვევიდან. არის თუ არა შესაძლებელი ასეთი სისტემის ჩართვა მართლმსაჯულებაში უახლოეს მომავალში?

ადამიანი ყოველდღიურ ცხოვრებაში საკმაოდ ცუდად ათვისებობიერებს ტყუილს. კვლევები გვიჩვენებენ, რომ 54%-ს გამოკვლეულებიდან შეუძლიათ სწორად განსაზღვრონ მართლები არიან თუ არა მათ წინაშე კვლევის სხვა მონაწილეები. მიუხედავად ყველაფრისა ტყუილის გამოვლენის სხვადასხვა ნიშნები-ეს არ არის მხოლოდ ფიზიოლოგიური ცვლილება ორგანიზმისა (აჩქარებული გულისცემა, ოფლიანობა) არამედ შინაგანი მახასიათებლები. მაგალითად სახის გამომეტყველების სულ უმნიშვნელო ცვლილებას შეუძლია გამოხატოს ემოცია, რომლის დამალვასაც ცდილობს ადამიანი.

მანქანური სწავლების თანამედროვე სისტემებს აქვთ დიდი პოტენციალი ტყუილის ამოცნობის. ყოველივე ეს დაკავშირებულია იმასთან რომ კომპიუტერში შეაქვთ დიდი ინფორმაცია, ანუ ხდება მათი დასწავლა და სწორედ ეს აძლევს მას საშუალებას შეამჩნიოს წვრილმანი დეტალებიც, რომლებსაც შეიძლება ადამიანმა ყურადღებაც არ მიაქციოს. ამიტომაც მკვლევრებმა მერლინისა და დარტმუნდის კოლეჯიდან შექმნეს ალგორითმი-პოლიგრაფი DARE. ინჟინრების აზრით, ხელოვნურ ინტელექტს შეუძლია მონაწილეების შემოწმება სასამართლო პროცესზე პოლიგრაფით.

გამომგონებლებმა შეაფასეს DARE-ს მუშაობა მსახიობებთან ერთად, რომლებიც ხან იტყუებოდნენ, ხან მართალს ამბობდნენ. ჯვარედინული შემოწმების დროს მაქსიმალური სიზუსტე ალგორითმისა იყო 92 %-ი. აღსანიშნავია, რომ ძირითადი დატვირთვა მოდიოდა შინაგან თვისებებზე, მაგალითად წარბების შეკმუხვნა ან ტუჩების დაბერვა. მხოლოდ სახის გამომეტყველების ცვლილებაზე დაყრდნობით DARE ამოიციობდა ტყუილის 87 %-ს შემთხვევიდან [3]. მაგრამ ავტორები მიუთითებენ ერთ შეზღუდვაზე-სისტემა ეყრდნობა ინსცენირებულ სასამართლო პროცესს, რეალურ ცხოვრებაში დამნაშავეებს უფრო ოსტატურად შეუძლიათ მოტყუება, რადგან მათი მოტივაცია უფრო ძლიერია, ვიდრე ექსპერიმენტში მონაწილე მსახიობებისა.

გამომგონებლები თვლიან, რომ შეიძლება გაიზარდოს ტყუილის ამოცნობის სიზუსტე, როდესაც შესწავლილი იქნება ალგორითმი დიდი რაოდენობით ჩანაწერებისა.

ხელოვნური ინტელექტი იწერება ევროპის ქვეყნებში და ევროპის საბჭო და ევროკავშირი ეძებენ ყველაზე ეფექტიან გზებს მისი დარეგულირებისათვის. ევროპის საბჭომ 2018 წლის ბოლოს მიიღო კიდევ ქარტია მართლმსაჯულების სისტემაში ხელოვნური ინტელექტის ეთიკური გამოყენების თაობაზე, ხოლო ბალტიის ქვეყნებიდან საფრანგეთ-ბრიტანეთის ჩათვლით, ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება სწრაფი ტენდენციით მიმდინარეობს.

ეს ალგორითმები უმეტესად პოტენციური რეციდივისა და მიმალვის რისკის შეფასებისას გამოიყენება. ამ შეფასებებში ალგორითმები გარდა სამართალდამცავ სტრუქტურებში არსებული მონაცემებისა, იყენებენ ისეთ გარემოებებს, როგორცაა ოჯახური მდგომარეობა, დასაქმება, სქესი, გეოგრაფია, და სხვა. შესაბამისად, ორმა, ერთი და იგივე დანაშაულზე ბრალდებულმა ადამიანმა, შეიძლება სხვადასხვა აღკვეთის ღონისძიება ან სასჯელი მიიღოს.

აქ საინტერესოა ერთი ასპექტი. ეს ალგორითმები უმეტეს შემთხვევაში რომელიმე კომპანიის საკუთრებას წარმოადგენს და პროგრამული გადაწყვეტა მისი მოქმედებისა არ არის საჯარო, ბრალდებულს არ აქვს საშუალება გაიგოს, რა საფუძვლით დაადგინა ალგორითმმა და შესაბამისად უკვე სასამართლომ, მისი რეციდივისა და თუ მიმალვის რისკი. 2017 წელს, საქმეზე Loomis v. Wisconsin სასამართლომ სწორედ ასეთი ალგორითმი - COMPAS გამოიყენა. დადგინა რა ხელოვნურმა ინტელექტმა პირის მიერ რეციდივის დიდი ალბათობა, სასამართლომ მას პატიმრობა შეუფარდა. დაცვის მხარემ ვერდიქტი ჯერ შტატის, ხოლო შემდეგ აშშ-ის უზენაეს სასამართლოში გაასაჩივრა. ორივე სასამართლომ ეს აპელაცია არ დააკმაყოფილა, რითიც მოახდინა ლეგიტიმაცია ასეთი პროგრამების გამოყენების. თუმცა ვირჯინიის შტატი იყენებს მხოლოდ ისეთ ალგორითმებს, რომელთა ტექნიკური შიგთავსი და საფუძვლის დადგენის მექანიზმი ხელმისაწვდომია მხარეებისთვის.

სისტემის გამოყენებამდე 2014 წლიდან 2016 წლამდე, იუსტიციის დეპარტამენტმა, გენერალური პროკურორის მიმართვის საფუძველზე, შეისწავლა სასამართლოებში ალგორითმების გამოყენების მიზანშეწონილობა [3,4]. ამჟამად არსებული ალგორითმებიდან, უმრავლესობა იყენებს რისკის შეფასების 5 მთავარ ფაქტორს: 1. ოჯახური მდგომარეობა, 2. სოციალური გარიყულობის ხარისხი, 3. სამსახურებრივი/დასაქმების ისტორია, 4. დანაშაულებრივი ჩართულობა და ისტორია, 5. პიროვნული მიდგომები.

აქვე საინტერესოა ევროპის იმ ქვეყნების მიდგომები, რომლებიც უკვე იყენებენ ხელოვნურ ინტელექტს სასამართლო სისტემაში - ლატვია, ნიდერლანდები, საფრანგეთი, ინგლისი და ავსტრია. გამოყენების ფარგლები ამ ეტაპზე ამ ქვეყნებში შეეხება შემდეგ საკითხებს - სასამართლოში საქმის წარმოებას, პერსონალური ინფორმაციის დაფარვას და სასამართლო გადაწყვეტილებების ანონიმიზაციას, საგამომიებო მონაცემების ანალიზს, სასამართლოს თანამშრომელთა ოფიციალური მიმოწერის ორგანიზებას, გარე დოკუმენტაციის მიმოქცევას.

ევროპის საბჭოში გამართული განხილვების დროს მიღებული ინფორმაციით, ამ ქვეყნების სასამართლოთა წარმომადგენლები ადასტურებენ, რომ 30-40% გაუმჯობესდა სასამართლოებში საქმის დაყოვნების გარეშე წარმოება, შემცირდა სასამართლოს თანამშრომელთა მეორად, ტექნიკურ და ანალიტიკურ ამოცანებზე დახარჯული დრო და ზოგადად, საგრძნობლად გაიზარდა სასამართლოს საქმიანობის ხარისხი. აღსანიშნავია, რომ ლატვია, ნიდერლანდები და ინგლისი უკვე იყენებენ ხელოვნურ ინტელექტს ზოგი სახის სამოქალაქო დავების ონლაინ გადასაწყვეტად, დავარქვათ მას პირობითად „დავების ელექტრონული მოგვარების“ სისტემა. ხოლო ადმინისტრაციული დავების დიდი ნაწილი ასევე გადადის ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმებით გადაწყვეტის გზაზე.

ბუნებრივია, ეს ყველაფერი უამრავ კითხვას აჩენს მკვლევარებისა და კონსტიტუციონალისტების მხრიდან. მაგალითად, ზემოაღნიშნული ლუმისის საქმეში გასაჩივრების ერთ-ერთი საფუძველი გახდა სქესის საფუძველზე სხვადასხვაგვარი მიდგომა ალგორითმის მხრიდან. ყველა ზემოაღნიშნული შეფასების კრიტერიუმი, გარდა სქესისა, ერთგვაროვანია. ქალისა და მამაკაცის მიმართ ალგორითმს შედარებით განსხვავებული მიდგომა აქვს.

ასევე კითხვებს აჩენს მოსამართლეთა მიერ ალგორითმზე დაყრდნობით გადაწყვეტილების გამოტანის საშუალება. ლუმისის საქმის განმხილველმა მოსამართლე ბაბლერმა უარყო ბრალდებასა და დაცვას შორის საპროცესო შეთანხმება (ერთი წელი საპატიმრო და 2 წელი პრობაცია) და ალგორითმის მიერ დაგენილი რეკიდივის მაღალი ალბათობის გათვალისწინებით და სასჯელად 2 წელი საპატიმრო და 3 წელი პრობაცია დაადგინა.

და მესამე, და შეიძლება მთავარიც. ანაცვლებს თუ არა ალგორითმზე დამყარებული მართლმსაჯულება ადამიანურ მართლმსაჯულებას, რადგან, თუ მოსამართლის შინაგანი რწმენის განმსაზღვრელი ან მაკორექტირებელი არის ალგორითმული დასკვნა, გამოდის, რომ მოსამართლე თავის გადაწყვეტილებაში დამოუკიდებელი აღარ არის. ეს კი წარმოშობს მეოთხე, ასევე მნიშვნელოვან კითხვას - რამდენად სამართლიანია ასეთი მართლმსაჯულება? შეიძლება კი პროგრამა იყოს სამართლიანი?

მსოფლიო ვითარდება და ხელოვნური ინტელექტი დიდი სისწრაფით შემოდის და შემოსულია ადამიანის ცხოვრების ორგანიზებაში. შექმნილია ისეთი ალგორითმებიც კი, რომლებიც ადამიანს ეხმარება წინასწარ, ადვოკატთან მისვლამდე, განსაზღვროს მისი პოტენციური დავის წარმატებულობის ალბათობა, ღირს თუ არა ადვოკატის დაქირავება და თუ დავა სასამართლოში მოგებადია, რა პროცენტულობით არის ის მოგებადი. ეს კი ბუნებრივია, საადვოკატო და სასამართლო ხარჯებისა და დროის დაზოგვასთან არის პირდაპირ კავშირში [4]. ბრუკინგის ინსტიტუტისა და მსოფლიო ეკონომიკური ფორუმის შესაბამისი გათვლების მიხედვით, იურიდიული სფერო ერთ-ერთი ის მთავარი სფეროა, სადაც შესაძლებლად მოხდება ადამიანის ჩანაცვლება ალგორითმების მეშვეობით. 1990 წლიდან დღემდე, ხელოვნურმა ინტელექტმა და რობოტიკამ უკვე ჩაანაცვლა 670 000-ზე მეტ სამუშაო ადგილზე ადამიანი. და ეს არ ეხება ე.წ. დაბალი რანგის სამსახურებს მხოლოდ. იქ, სადაც მეტია ინტელექტუალური სამუშაოს საჭიროება, მანქანები წარმატებით ანაცვლებენ ადამიანებს, რომ აღარაფერი ვთქვათ მძიმე მრეწველობისა და მანქანათმშენებლობის ინდუსტრიაზე.

რას ნიშნავს ეს ყველაფერი? ემუქრებათ იურისტებს ჩანაცვლების საფრთხე? სავარაუდოდ, არა, სულ ცოტა იმ სფეროში მაინც, რაც არგუმენტირებას გულისხმობს. თუმცა, ზოგიერთი იურისტისა და პარალეგალის საქმიანობა ძირითადად ხელშეკრულებების ანალიზს მოიცავს.

LawGeex-ის ხელოვნური ინტელექტის მსგავსმა კომპიუტერულმა ალგორითმებმა შესაძლოა, მათი პოზიცია ჩაანაცვლონ. თუმცა, ეს ცუდი სიახლე შეიძლება სულაც არ იყოს: ასეთ თანამშრომლებს, წესით, ისეთი უნარები აქვთ, რომელთა გამოყენებაც უფრო რთულ სფეროებშია შესაძლებელი.

ამ სიახლემ სავარაუდოდ, მომხმარებლებისთვის სამართლებრივი სერვისების ფასიც უნდა შეამციროს. როცა რუტინულ სამუშაოს კომპიუტერი შეასრულებს, იურისტები თავიანთ დროს უფრო ეფექტიანად გამოიყენებენ, შემცირებული დრო კი კლიენტს ხარჯებს შეუმცირებს. (აჰ, მაგრამ ისე ვის ვატყუებთ? იურისტები კლიენტებს ხარჯებს შეუმცირებენ?) ხელოვნურ ინტელექტის გამოყენება ასევე ხშირად ხდება კიბერდანაშაულის გამოძიებისას. ამ ყველაფერს ეხმარება კომპიუტერული ტექნიკა და განვითარებული ინტელექტი.

ზოგადად, საქართველოს სისხლის სამართლის კოდექსით, კიბერდანაშაულად მიჩნეულია მართლსაწინააღმდეგო ქმედება, რომელიც მოიცავს იმავე კოდექსის 284-ე, 285-ე და 286-ე მუხლების დისპოზიციაში მოყვანილ ერთ-ერთ კომპონენტს მაინც და არა ნებისმიერ მართლსაწინააღმდეგო ქმედებას

ჩადენილს კომპიუტერული სისტემის გამოყენებით. მაგალითად კომპიუტერულ სისტემაში უნებართვო შეღწევა (284), კომპიუტერულ სისტემაში შეღწევისათვის საჭირო პაროლის ან დაშვების კოდის უნებართვო გავრცელება (285), კომპიუტერული მონაცემის უნებართვო დაზიანება (286) და სხვ. ამასთან, შესაძლოა ადგილი ჰქონდეს დანაშაულთა (მუხლთა) ერთობლიობასაც. კერძოდ, კომპიუტერულ სისტემაში უნებართვო შეღწევას და შემდგომ სხვისი მოძრავი ნივთის ფარულ დაუფლებას (სსკ-ის 284-ე და 177-ე მუხლები).

კიბერდანაშაულის საწინააღმდეგოდ შეიძლება შეიქმნას ისეთი მიდგომები და ალგორითმები, რომლებიც შეამცირებს მას. ეს ყველაფერი კი, რა თქმა უნდა, პირველ რიგში ეხება ხელოვნურ ინტელექტს.

ხელოვნურ ინტელექტის დახმარებით ბევრად ადვილი გახდება რთული დანაშაულებრივი შემთხვევების გახსნა, რადგან სწორედ ხელოვნური ინტელექტისა დახმარებით და ალგორითმით შესაძლოა მცირე დეტალებზე დაკვირვებაც, რაც ხანდახან „შეუიარაღებელი“ მიდგომით შეუძლებელია.

ამ ყოველივეს საპირისპირო მხარეც აქვს - შესაძლებელია ხელოვნურმა ინტელექტმა ადამიანები ჩაანაცვლოს? დააზარალებს მათ? შეძლებენ ყოველი დეტალის ათვისებას?

### 3. დასკვნა

ჩემი აზრით, ადამიანის ზოგიერთი თვისების ჩანაცვლება შეუძლებელი იქმნება მაგრამ, რა თქმა უნდა, მათი ერთად მოქმედება მოგვცემს ყველაზე კარგ შედეგს. თუმცა, როგორც ზევით აღვნიშნეთ ხელშეკრულების ანალიზის მსგავსი საქმიანობის შეთავსება ხელოვნურ ინტელექტის საშუალებით სავსებით შესაძლებელია.

ასევე რთულია კომპიუტერილი ტექნიკისაგან მოვითხოვოთ შემოქმედებითი აზროვნება, რაც ძალზედ საჭიროა სამართალმცოდნეობაში. სამუშაო, რომელიც მოითხოვს ფანტაზიის უნარს, შემოქმედებით აზროვნებას, კრეატიულ ანალიზსა და სტრატეგიულ ფიქრს, რთულია, რომ ავტომატიზდეს. შესაბამისად, შემოქმედებითი წვა იქნება ხელშეუხებელი ტექნოლოგიის განვითარების პროცესშიც კი. კომპიუტერები ძალიან მნიშვნელოვან და ეფექტურ როლს ასრულებენ ინფორმაციის ოპტიმიზაციაში, მაგრამ არა - მიზნის დასახვაში, სტრატეგიების შემუშავებასა თუ ემოციებზე დაფუძნებულ საქმიანობაში.

### ლიტერატურა-References:

1. Bernard Marr. (2018). The Key Definitions of Artificial Intelligence (AI) That Explain Its Importance, FORBES (Feb. 14, 1:27 AM), <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/14/the-keydefinitions-of-artificial-intelligence-ai-that-explain-its-importance/#1424d87d4f5d> [<https://perma.cc/T2HU-9ZPF>].
2. Harry Surden. (2014). Machine Learning and Law, 89 WASH. L. REV. 87, 89
3. Bernard Marr. (2016). The Top 10 AI and Machine Learning Use Cases Everyone Should Know About, FORBES (Sept.30), <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/09/30/what-arethe-top-10-use-cases-for-machine-learning-and-ai/#e19355a94c90> [<https://perma.cc/ADN8-A5Z5>].
4. See generally Richard E. Susskind. (1986). Expert Systems in Law: A Jurisprudential Approach to Artificial Intelligence and Legal Reasoning, 49 MOD. L. REV. 168.

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND LAW

Tabatadze maka, Turashvili elene

Georgian Technical University

### Summary

The article describes the challenges that are widely associated with the relationship between jurisprudence, law and artificial intelligence. It describes the widespread use of artificial intelligence algorithms in criminal justice. These algorithms are mostly used in matters such as pre-trial detention measures, bail and Risk assessment by the accused, recurrence probability and in some cases even finding guilt or innocence. It also cites experiments conducted in the United States involving not-so-novice but by prominent and experienced lawyers, and the accuracy of the tests was assessed by an independent panel of law professors from Stanford, Duke, and USC Law School.

## სასწავლო დაწესებულების მენეჯმენტის პროცესების სრულყოფა ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით

სოფიკო პაპავაძე, გია სურგულაძე, გულბაათ ნარეშელაშვილი  
sopopapavadze@yahoo.com, g.surguladze@gtu.ge, g.nareshelashvili@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია საჯარო სკოლის ონლაინ მონიტორინგის კომპიუტერული სისტემის აგების პროექტი. შემოთავაზებულია სისტემის ვერსია, რომელიც გაამარტივებს სასწავლო პროცესის მართვას და ხელს შეუწყობს მოსწავლეებს განვითარებასა და წინსვლაში. აღწერილია შესაბამისი სისტემის მოდულები და გამოყენებული ინფორმაციული ტექნოლოგიები. განსაზღვრულია მონაცემთა ბაზის სტრუქტურა. დასმული ამოცანის სწორად გადასაწყვეტად გამოყენებულია დომენზე ორიენტირებული დიზაინი (DDD). წარმოდგენილია კვლევის ობიექტის დიზაინის ფარგლებში გამოყენებული შრეები და მათ შორის კავშირები. დასაბუთებულია ბიზნეს-ლოგიკისთვის დომენზე ორიენტირებული დიზაინის გამოყენების ეფექტიანობა. ობიექტზე მენეჯმენტისა და მონიტორინგის პროცესების სრულყოფის მიზნით, გადაწყვეტილების მიღების ხარისხის დონის ასამაღლებლად, შემოთავაზებულია მანქანური დასწავლის მეთოდების გამოყენება. განხილვა კონკრეტული მაგალითები შემოთავაზებული კონცეფციის და გამოყენებული ტექნოლოგიების საჭიროების საილუსტრაციოდ.

**საკვანძო სიტყვები:** სასწავლო დაწესებულება. სასწავლო პროცესი, მონიტორინგი, დომენზე ორიენტირებული დიზაინი. DDD, საჯარო სკოლა, მონაცემთა ბაზა. მანქანური დასწავლა,

### 1. შესავალი

სასწავლო დაწესებულებებში მიმდინარე პროცესების ავტომატიზებული მართვისთვის აუცილებელია არსებული მონაცემების სწორად ჩაწერა/წაკითხვა და მათი დამუშავება. საჭიროა სწორად გვესმოდეს არსებული ამოცანა და შეგვეძლოს ამოცანის გადასაჭრელად სწორი მოდელირების შექმნა. იმისათვის, რომ პროგრამული უზრუნველყოფისთვის საჭირო მონაცემები ინახებოდეს უსაფრთხოდ და ხდებოდეს მათი მარტივი დამუშავება, ამისათვის ვიყენებთ მონაცემთა ბაზა MS SQL server-ს, რომელიც წარმოადგენს microsoft-ის მიერ შემუშავებულ რელაციურ მონაცემთა ბაზას. ხოლო იმისთვის რომ ზუსტად დავყოთ დონეებად ჩვენი პროექტი, ავირჩიეთ დომენზე ორიენტირებული დიზაინი (DDD), რომელიც მთლიანად იქნება მორგებული ჩვენს რეალობაზე. ასევე განვიხილავთ მანქანური დასწავლის სისტემას, რომელიც ამარტივებს სასწავლო პროცესის მართვას და ხელს შეუწყობს მოსწავლეებს განვითარებასა და წინსვლაში. ასევე მასწავლებლებს ეხმარება სასწავლო პროცესის უკეთ მართვაში.

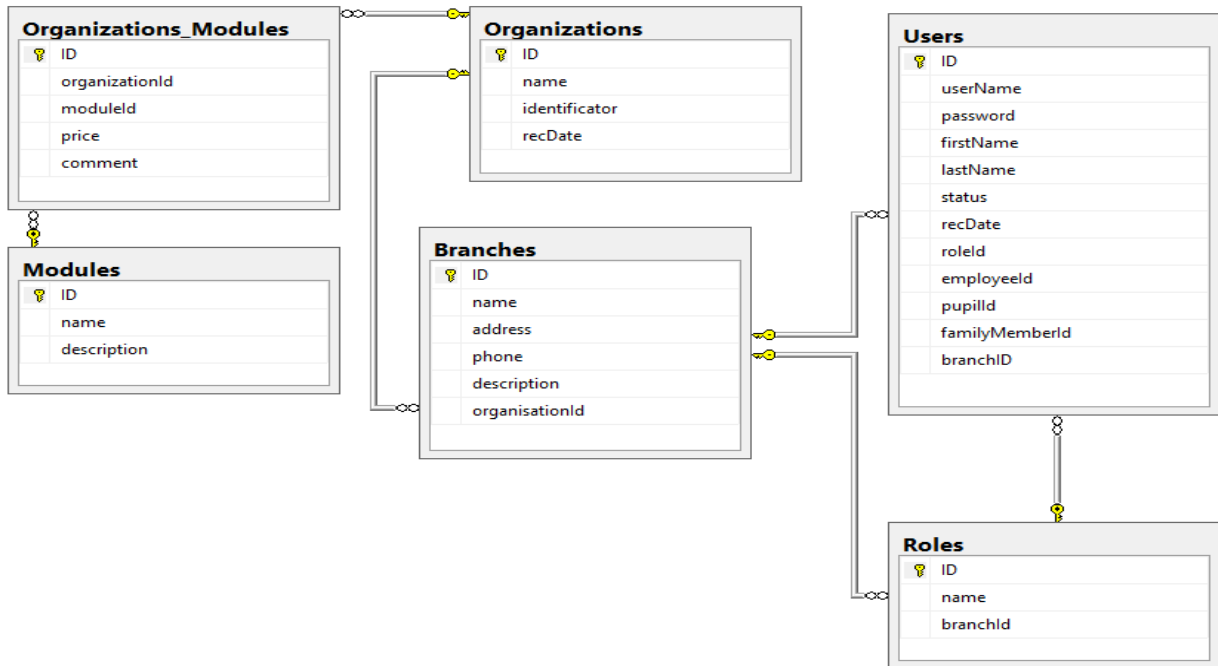
### 2. ძირითადი ნაწილი

სასწავლო დაწესებულებებში მიმდინარე პროცესების ავტომატიზებული მართვის სისტემის შექმნის მიზანია :

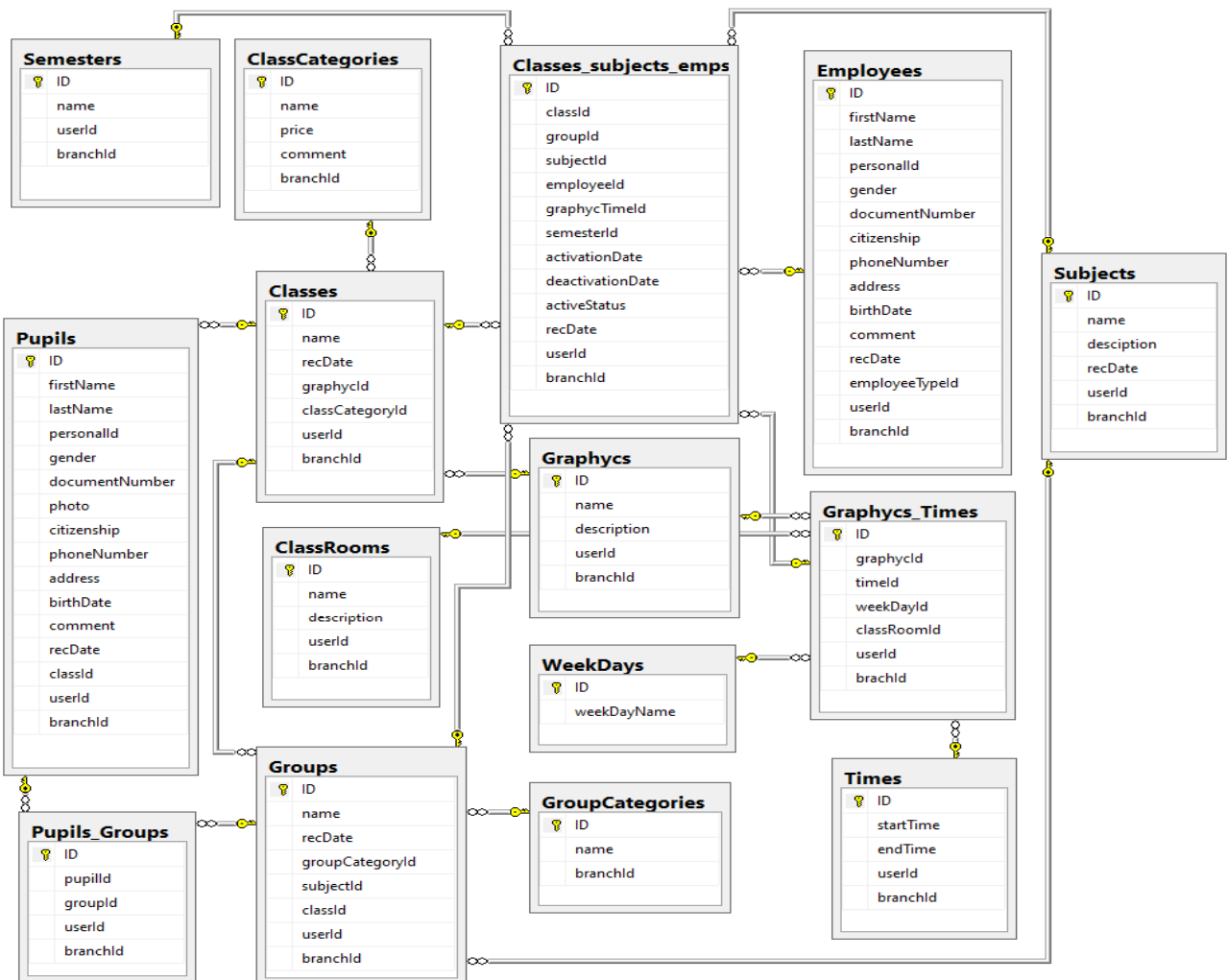
- შევქმნათ მოსწავლეთათვის უსაფრთხო გარემო;
- მოსახერხებელი და მარტივი გავხადოთ მოსწავლეთა აქტივობისა და მიღწევების კონტროლი;
- გაუმარტივოთ მასწავლებლებს სასწავლო პროცესის მართვა;
- მივცეთ მასწავლებლებს საშუალება უკეთ წარმართონ სასწავლო პროცესი;

მონაცემთა ბაზა, რომელსაც გამოვიყენებდით, უნდა ყოფილიყო მოქნილი, დაცული და სწორედ ამიტომ გადავწყვიტეთ MS SQL Server-ის გამოყენება. სისტემის მომხმარებელს, რომელსაც სურს შეინახოს დიდი მოცულობის მონაცემები, მისთვის ერთ-ერთი საუკეთესო გადაწყვეტაა მათი შენახვა MS SQL Server-ის მონაცემთა ბაზაში, რომელსაც დიდი ზომის მეხსიერების გარდა მონაცემების ბევრი დაცვითი მექანიზმიც გააჩნია.

მონაცემთა ბაზა იდეურად დაყვავით რამდენიმე მოდულად, მაგალითად, ორგანიზაციის სტრუქტურა, ორგანიზაციის წევრები, დასწრება, მოსწრება, შეფასებები, ბიბლიოთეკა, საპატიო დღეები, გადახდები და ა.შ. (ფრაგმენტები ნაჩვენებია 1-2 ნახაზებზე).



ნახ.1. ორგანიზაციის სტრუქტურა



ნახ.2. სწავლება

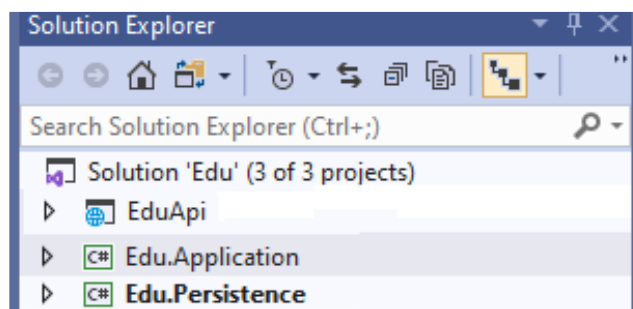


მონაცემთა ბაზის წარმადობის გაზრდისა და მასთან უფრო მარტივად სამუშაოდ ვიყენებთ მართვის სისტემის შესაბამის საშუალებებს, როგორცაა, მაგალითად, ინდექსაცია, ცხრილები დაყოფა და ა.შ.

ბაზასა და აპლიკაციებს შორის კავშირს უზრუნველყოფს დომენზე ორიენტირებული დიზაინი (Domain Driven Design - DDD), ან პრობლემურ-ორიენტირებული დაპროექტება. „პრობლემურ“-ში იგულისხმება საპრობლემო (კვლევის) სფერო. იგი დაფუძნებულია ბიზნესის რეალობაზე, რომელიც შეესაბამება ჩვენ მოთხოვნებს, აღწერს დამოუკიდებელ პრობლემურ ზონებს, როგორც შემოსაზღვრულ კონტექსტებს (თითოეული შემოსაზღვრული კონტექსტი უკავშირდება მიკრო მომსახურებას) და უზრუნველყოფს საერთო სასაუბრო ენას [2].

ჩვენი კვლევის ობიექტი და მისი მენეჯმენტის სისტემა ემსახურება სასწავლო დაწესებულებებში მიმდინარე პროცესების ავტომატიზებულ მართვას, ამიტომ გვჭირდება დიდი ზომის მონაცემების შენახვა და შემდეგ მათი დამუშავება. აუცილებელია მაქსიმალურად ოპტიმალურად შევძლოთ მათზე ზემოქმედება და შემდეგ შესაბამისი ბიზნეს ლოგიკის სწორად გაწერა. ასევე აზრობრივად უნდა დავყოთ შესაბამისი ფუნქციები და ისინი, რომლებიც ერთსა და იმავე იდეის ფარგლებში ხვდებიან უნდა მოვაქციოთ საერთო სივრცეში, ანუ ამ შემთხვევაში საერთო მიკრო სერვისებში.

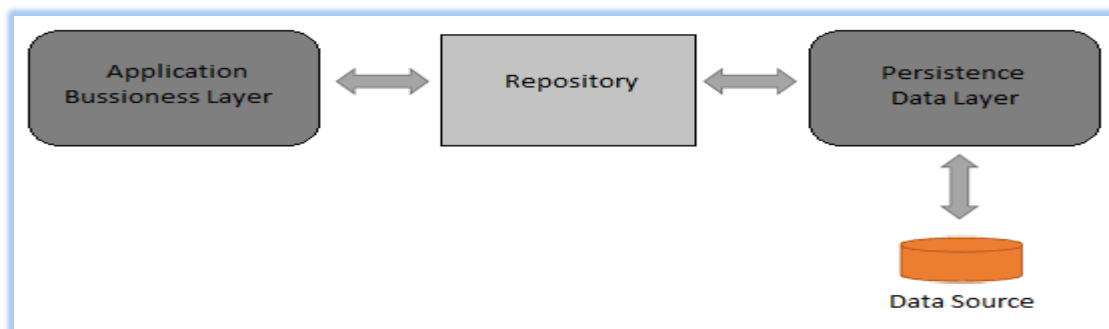
ფენები (შრები) DDD მიკრო სერვისებში ლოგიკური ნიმუშებია და არ არის დაკავშირებული სერვისების გამოყენებასთან. ისინი არსებობს, რათა დაეხმაროს დეველოპერს კოდის სირთულის მართვაში. სხვადასხვა დონე შეიძლება იყოს სხვადასხვა ტიპის, რაც ითხოვს თარგმანს ამ ტიპებს შორის. ჩვენ შევქმენით სამი ფენა (layer) : Persistence, Application და Api (ნახ.3).



ნახ.3

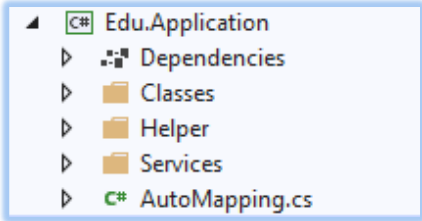
**Persistence** დონე გამოიყენება ბაზასთან საკომუნიკაციოდ. შესაბამის ნაწილში ხდება ნებისმიერი მოთხოვნის გაგზავნა ბაზაში და შესაბამისი პასუხების მიღება. Persistence - ში გვაქვს DBOject, რომელშიც აღწერთ კლასებად მონაცემთა ბაზის ცხრილებს. ასევე აქვე გვაქვს რეპოზიტორები, რომლებიც უნდა შევქმანათ ბაზის ყოველი ცხრილისთვის. სწორედ რეპოზიტორებში ხდება შესაბამის ცხრილებზე სხვადასხვა სახის ოპერაციების განხორციელება. Repository პატერნის გამოყენებისას ხდება მონაცემების საცავში განთავსების და მათი ამოღების შესახებ დეტალების დამალვა. მონაცემთა საცავი შეიძლება იყოს მონაცემთა ბაზა, xml ფაილი და ა.შ. [1]. ჩვენ შემთხვევაში მონაცემთა საცავი არის MS SQL Server.

Persistence Layer-ში მიღებულ მონაცემებს უკვე ვიყენებთ Application Layer-ში (ნახ.4).



ნახ.4

**Application** მოდელის ფენა: პასუხისმგებელია ბიზნესის კონცეფციების, ბიზნეს სიტუაციის შესახებ ინფორმაციისა და ბიზნესის წესების წარმოდგენაზე. შესაბამის შრეში ხდება ბიზნეს ლოგიკის გაწერა, მაშინაც კი, როცა ტექნიკური დეტალები შესაძლებელია გადაეცემა Persistence Layer-ს. ეს დონე არის ბიზნესის პროგრამული უზრუნველყოფა. როდესაც ხდება .NET-ში მიკროსერვისების დომენის მოდელის ფენის იმპლემენტაცია, ეს ფენა იწერება როგორც კლასის ბიბლიოთეკა დომენის ობიექტებით. აქ ხდება მეთოდების გაწერა ბიზნესის შესაბამისი ლოგიკის მიხედვით (ნახ.5).



ნახ.5.

შრეში გვაქვს ობიექტების შესაბამისი კლასები, დამხმარე კლასები და სერვისები (ინტერფეისები და შესაბამისი იმპლემენტაციები). სწორედ სერვისების კლასებში გვაქვს გაწერილი ბიზნეს ლოგიკები. მნიშვნელოვანი კლასია AutoMapper, რომელშიც ხდება Persistence და Application შრეებში არსებული ტიპების თარგმანი.

**Api** ფენა განსაზღვრავს დავალებებს, რომლებიც პროგრამულმა უზრუნველყოფამ უნდა შეასრულოს. ამოცანები, რომლებზეც პასუხისმგებელია ეს ფენა, მნიშვნელოვანია ბიზნესისთვის ან საჭიროა სხვა სისტემების Api ფენებთან ურთიერთქმედებისთვის. იგი არ შეიცავს ბიზნესის წესებს და ცოდნას, მაგრამ კოორდინაციას უწევს ამოცანებს. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, შესაბამის Layer-ში არ ხდება ბიზნეს ლოგიკის გაწერა, მაგრამ აქ შეგვიძლია სხვადასხვა სახის ამოცანის შესრულების ასახვა. შესაბამისი ფენა .NET - ში, როგორც წესი იწერება, როგორც ASP.NET Core Web API -ის პროექტი [3]. ის ახორციელებს მიკროსერვისების ურთიერთქმედებას, დისტანციურ ქსელურ წვდომას და გარე Web API-ს, რომელიც გამოიყენება UI ან კლიენტის აპებიდან.

ჩვენი მიზანია სასწავლო პროცესის მენეჯმენტის გამარტივება, ამიტომ ინტელექტუალური სისტემის დახმარებით შეგვიძლია, მაგალითად, კონკრეტულ საგანში მოსწავლეთა მომავალი სავარაუდო შედეგების პროგნოზი, რათა მასწავლებლებმა შეძლონ დროული რეაგირება. თუ გვეცოდინება კონკრეტულ საგანში, მაგალითად მათემატიკაში, თითოეული მოსწავლის წინა ორ ან მეტ გამოცდაში მიღებული შედეგები და ასევე მოსწავლის შესახებ სხვადასხვა მახასიათებელი, მაშინ მანქანური დასწავლის ალგორითმის დახმარებით შესაძლებელია, მისაღები სიზუსტით, დავადგინოთ მომდევნო გამოცდის სავარაუდო შედეგი. რეგრესიული ანალიზი მოიცავს მანქანური სწავლების მეთოდების ერთობლიობას, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია განვსაზღვროთ უწყვეტი შედეგის ცვლადი (y) ერთი ან მეტი პროგნოზირების ცვლადის (x) მნიშვნელობის საფუძველზე.

მაგალითად, მოსწავლეზე გვაქვს შემდეგი სახის მონაცემები:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• სქესი</li> <li>• ასაკი</li> <li>• ოჯახის წევრების რაოდენობა</li> <li>• მშობლების ერთად ყოფნის სტატუსი</li> <li>• დედის განათლების დონე</li> <li>• მამის განათლების დონე</li> <li>• დედის მუშაობის სტატუსი</li> <li>• მამის მუშაობის სტატუსი</li> <li>• სკოლამდე მისასვლელი დრო</li> <li>• კვირის განმავლობაში მეცადინეობის ხანგრძლივობა</li> <li>• დამატებითი საგანმანათლებლო დახმარება</li> <li>• ოჯახის წევრების დახმარება მეცადინეობისას</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• დამატებითი ფასიანი კლასები</li> <li>• კლასგარეშე</li> <li>• საბავშვი ბაღში დადიოდა თუ არა</li> <li>• უმაღლესი განათლების მიღების სურვილი</li> <li>• ინტერნეტთან წვდომის შესაძლებლობა</li> <li>• შეყვარებული</li> <li>• ოჯახური მდგომარეობა</li> <li>• ჯანმრთელობის მდგომარეობა</li> <li>• გაცდენების რაოდენობა</li> <li>• ქულა 1</li> <li>• ქულა 2</li> <li>• მოსალოდნელი ქულა</li> </ul>
---	--

ჩვენი რეგრესიის ამოცანის ამოხსნის გზა:

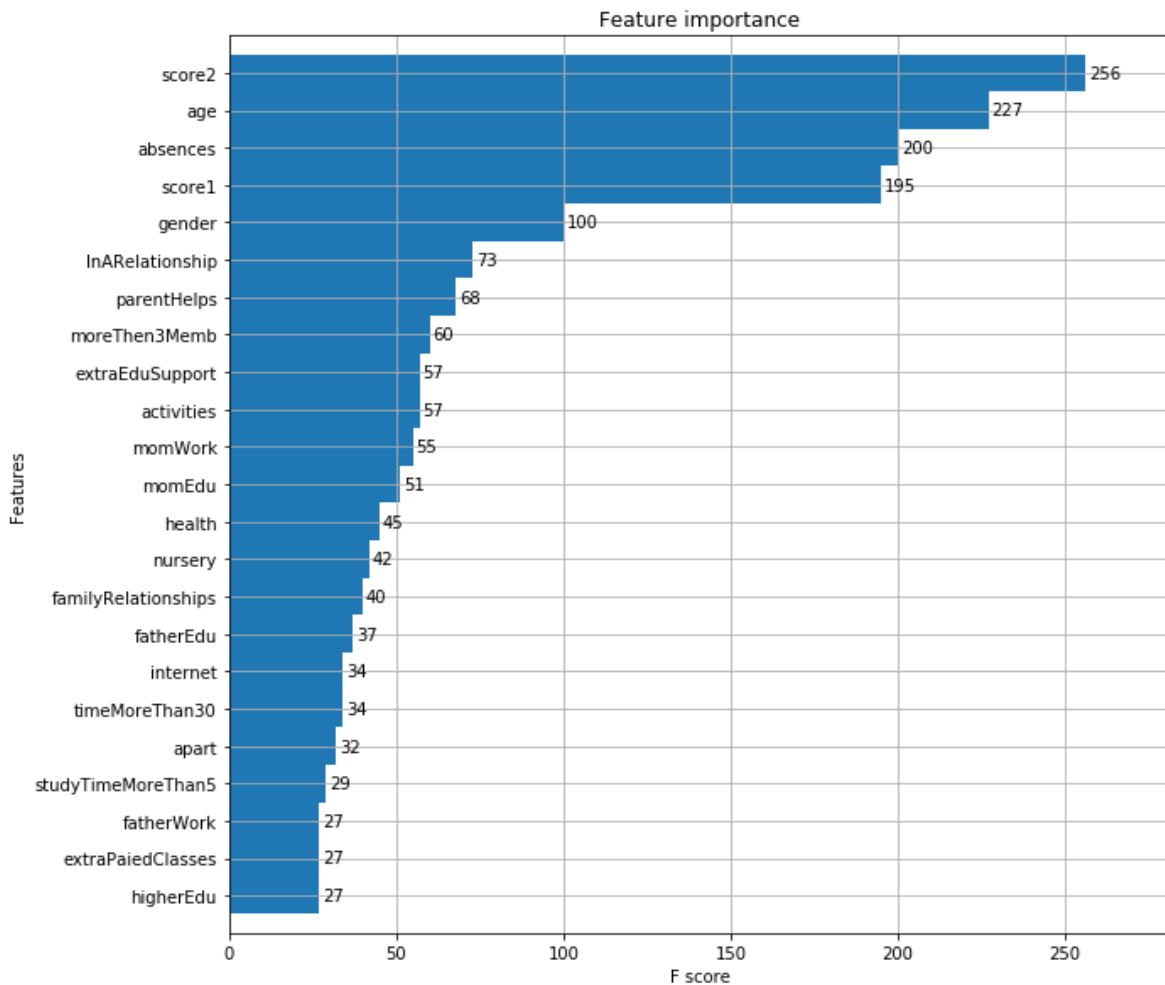
ვიყენებთ პროგრამირების Python ენას და ამ ამოცანის გადასაჭრელად - XGBoost ალგორითმს [4,5]. ეს არის ერთ-ერთი ეფექტური და მარტივი ალგორითმი, რომელიც აგებს გადაწყვეტილებათა მიმღებ ხეს (რაოდენობა კონტროლდება პარამეტრით, რომელსაც ჩვენ ვუთითებთ) და ყველა მათგანის პასუხების გათვალისწინებით გამოყავს საბოლოო პროგნოზი.

ეს ალგორითმი გადაწყვეტილებას იღებს შექმნილ ხეზე (ხეებზე) დაყრდნობით, რომელიც იყენებს გრადიენტული გაძლიერების გარემოს [5]. Boosting-ის დროს ახალი მოდელების დამატება ხდება, რათა გასწორდეს წინა მოდელების მიერ დაშვებული შეცდომები. მოდელები ემატება მანამ, სანამ შეცდომების რაოდენობა შესამჩნევად არ იკლებს. პოპულარული მაგალითია AdaBoost ალგორითმი, რომელიც წონის მონაცემთა წერტილებს, რომელთა პროგნოზირებაც რთულია. საბოლოოდ, მოდელს ეცოდინება, თუ როგორი შედეგები ექნებათ მოსწავლეებს, იმ ფაქტორების გათვალისწინებით, რომლებიც მოქმედებს მათ მომავალ შედეგებზე.

ახალი მონაცემების გადაცემის შემდეგ კი უკვე შესაბამისი მოდელი შეძლებს კონკრეტული მოსწავლისთვის მომავალი სავარაუდო ქულის პროგნოზირებას.

მე-6 ნახაზზე მოცემულია კონკრეტული ატრიბუტების ზემოქმედების დიაგრამა შედეგზე. ანუ რომელმა ჩვენ მიერ მოპოვებულმა ინფორმაციამ ითამაშა დომინირებადი როლი ალგორითმის მიერ ხეების აგებისას.

მანქანური დასწავლის გამოყენება ჩვენს სისტემაში დაგვეხმარება კიდე მრავალი მიდგომის გაუმჯობესებასა და სასწავლო პროცესის მეტად წარმატებულად მართვაში.



ნახ.6. ატრიბუტების ზემოქმედების დიაგრამა შედეგზე

### 3. დასკვნა

ნებისმიერი ამოცანის გადასაჭრელად შესაძლებელია სხვადასხვა მიდგომის არჩევა და გამოყენება, მთავარია რომელი მოერგება ჩვენ მოთხოვნებს ყველაზე მეტად. იქიდან გამომდინარე, რომ სასწავლო დაწესებულებებში მიმდინარე პროცესების ავტომატიზებული მართვის სისტემაში ვითვალისწინებთ მრავალი სხვადასხვა სახის ფუნქციონალს, ამიტომ ვეცადეთ შეგვეჩინა ტექნოლოგიები და მიდგომები, რომლებიც ყველაზე მეტად შეესაბამება რეალობას და, რაც მთავარია, ამარტივებს სასწავლო დაწესებულებაში მიმდინარე პროცესების მართვას და მათ სრულყოფას.

#### ლიტერატურა – References :

1. Kanjilal J. (2020). How to implement the Repository design pattern in C#. Internet resource: <https://www.infoworld.com/article/3107186/how-to-implement-the-repository-design-pattern-in-c.html>
2. Design a DDD-oriented microservice (2021). Int.resource: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/microservices/microservice-ddd-cqrs-patterns/ddd-oriented-microservice>
3. Surguladze G., Mgebrishvili G. (2019). The management of the financial organization by the use of microservice architecture. Transact.of GTU “Automated Control Systems”, N2(29). Tbilisi, pp.117-123
4. Müller A.C., Guido S. (2016). Introduction to Machine Learning with Python
5. Morde V. (2019). XGBoost Algorithm.

## IMPROVING THE MANAGEMENT PROCESSES OF THE EDUCATIONAL INSTITUTION USING INFORMATION TECHNOLOGIES

Papavadze Sopiko, Gia Surguladze, Nareshelashvili Gulbaat  
sopopapavadze@yahoo.com, g.surguladze@gtu.ge, g.nareshelashvili@gtu.ge  
Georgian Technical University

#### Summary

The project on constructing pupils' computer-based online monitoring system is discussed. The project proposes a system that will simplify the management of the learning process and help students to develop and progress. The relevant system modules and technologies used are described. The used database structure is presented, as well as the Domain Driven Design (DDD) to solve the occurred problem correctly. We discuss the layers used within the research object's design and the connections between them, also about the reasons why using domain-oriented design is so beneficial for our business logic. In order to improve the management and monitoring processes of the school, to increase the quality of decision-making, the use of machine learning methods is proposed. Specific examples are considered that illustrate the need for the proposed concept and use of information technologies.

## უსადენო ქსელის რეპუტაციის მართვის სისტემა

გიორგი თევდორაშვილი

giorgitev@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

მობილური კვანძების პაკეტების გადაცემის მონიტორინგისთვის სჭირია ჩამოყალიბდეს სისტემა, რომელიც გააკონტროლებს კვანძების ქცევას და ქცევის შესაბამისად შეაფასებთ მათ. კვანძების რეპუტაცია უნდა შეფასდეს მეთოდით, რომელიც დაფუძნებულია წარმატებით გადაცემულ მონაცემთა რაოდენობაზე და იმ პაკეტების კონტროლზე, რომელსაც კვანძი გამოიმუშავებს სხვა კვანძებისთვის. აღნიშნული მიდგომა საჭიროა, რათა რეპუტაციის მართვის სისტემაში გამოვლინდეს და აღმოიფხვრას სხვადასხვა არასწორი ქცევები, რომლებიც გამოავლინა უსადენო ქსელის კვანძებმა. უშუალოდ მიღებული ინფორმაციის გამოყენება კვანძების რეპუტაციის შესახებ უზრუნველყოფს იმას რომ კვანძები არ ყრდნობიან სხვა კვანძისგან მოწოდებულ ინფორმაციას მის შემოწმებამდე.

**საკვანძო სიტყვები:** რეპუტაციის სისტემა. მობილური კვანძი. პაკეტების კონტროლი.

### 1. შესავალი

უსადენო ქსელში მონაცემთა მისაწვდომობის უზრუნველსაყოფად უსადენო ქსელის ყველა კვანძებმა უნდა იმოქმედონ როგორც როუტერებმა, რომლებიც უზრუნველყოფენ მონაცემთა პაკეტების გადაგზავნას წყაროდან სასურველ მიმართულებაზე. ამიტომ მნიშვნელოვანია უსადენო ქსელში ყველა კვანძებმა იმოქმედონ ერთდროულად ქსელის ეფექტური მუშაობისთვის. თუმცა შეზღუდული ქსელური რესურსების და კვანძების შეზღუდული ენერგომომარების გამო მოსალოდნელია ზოგიერთი კვანძების არასასურველი ქცევების დემონსტრირება. მსგავსი ქცევები უარყოფითად იმოქმედებს ქსელის საერთო საიმედოობაზე და საფრთხის ქვეშ დააყენებს კვანძების ურთიერთქმედებას. უსადენო ქსელის დონეებში გამოყენებულია სპეციალიზირებული პროტოკოლები რათა უზრუნველოს კვანძებს შორის ურთიერთქმედება. ზოგადად მოსალოდნელია, რომ ეს კვანძები შეასრულებენ ოპერაციებს პროტოკოლების სპეციფიკაციის შესაბამისად, თუმცა ეს მოლოდინები ყოველთვის არ მართლდება. კვანძები ხანდახან იღებენ ლოკალურ გადაწყვეტილებას მიყვანენ თუ არა ქსელის ძირითად ოპერაციებს. კვანძებს შეუძლიათ თვითნებურად მიიღონ გადაწყვეტილება მარშრუტიზაციის პროცესში მონაწილეობის არმიღების შესახებ ან ცრუ პასუხი გასცეს ზოგიერთ მარშრუტიზაციის მოთხოვნებს შესაბამისი პაკეტების ჩამოყრით. კვანძები, რომლებიც იქცევიან ცუდად მიმართულია თავისი შეზღუდული რესურსის შენარჩუნებისკენ, ხოლო ამავდროულად კარგი კვანძები იყენებენ საკუთარ ენერგიას რათა უზრუნველყონ ქსელის მუშაობისუნარიანობა. მსგავსი კვანძების რაოდენობის გაზრდა უარყოფითად იმოქმედებს ქსელის ეფექტურობაზე. უსადენო ქსელის ცუდი და თვითნებური ქცევების კონტროლში სავალდებულო მოთხოვნებია.

თვითნებობა, რომელიც იწვევს კვანძების ქმედებების ნაკლებობას შეუძლებელია გადაიჭრას კლასიკური უსაფრთხოების საშუალებებით, რომელიც მიმართულია ოპერაციის სისწორის და მთლიანობის შესამოწმებლად. ამიტომ აუცილებელია ეფექტური მენეჯმენტის მომსახურება, რომელიც შეამოწმებს ყველა კვანძის სანდოობას და ეფექტურობას უსადენო ქსელში. ეფექტური რეპუტაციის მენეჯმენტის სისტემა უზრუნველყოფს, რომ კვანძი მიაღწევს რეპუტაციის გარკვეულ დონეს, სანამ მას შეეძლება ქსელში ეფექტური მუშაობა. ეს უზრუნველყოფს ცუდი ქცევის შემცირებას ან აღმოფხვრას იმ კვანძებს, რომლებიც ცდილობენ ქსელის მუშაობის დარღვევას.

ეს მეთოდი გამორიცხავს ცრუ ინფორმაციის მიღებას კვანძებისგან, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იქნას შეტყვის განსახორციელებლად და დამატებით ენერგიის დასახარჯად.

## 2. ძირითადი ნაწილი

რეპუტაციაზე დაყრდნობილი სქემები მოიხმარს განსხვავებულ მონიტორინგის ტექნიკას ინფორმაციის შეგროვებისთვის, რომლებიც გამოყენებულია ქსელის კვანძების რეპუტაციის და ნდობის გამოთვლისთვის. მსგავსი კვლევები გვთავაზობს სხვადასხვა რეპუტაციის მართვაზე დაფუძნებულ ტექნიკას, სადაც მობილური უსადენო ქსელის კვანძები მონიტორინგს უწევს მეზობელ კვანძებს შორის მონაცემთა პაკეტების გადაგზავნას. თუ კვანძი მონაწილეობას იღებს პაკეტების გადაგზავნაში, კვანძების რეპუტაცია იზრდება. მეორეს მხრივ კვანძების რეპუტაცია მცირდება პაკეტების შემცირებით (მათი ჩამოყრით). ამის შედეგად კვანძის რეპუტაცია თუ დაეცა გარკვეულ დონემდე, ის ან დასჯილია ან იზოლირებულია ქსელიდან. რამოდენიმე შემთავაზებული ნდობის და რეპუტაციის მენეჯმენტის სისტემები ეყრდნობა პირველად და მეორად რეპუტაციის ინფორმაციას, თავიანთი ქსელის კვანძის რეპუტაციის შეჯამების გამოთვლისას. მეორადი რეპუტაცია მიღებულია მეზობელი კვანძებისგან. კვანძების პირველადი რეპუტაციის გამოთვლაში გამოიყენება მოდარაჯე მექანიზმები. შემთავაზებულია რეპუტაციაზე დაყრდნობილი ტექნიკა, რომელიც მოიხმარს მოდარაჯეს (watchdog) და შემფასებელს (path rater). ყველა კვანძი თავიანთ მოდელში იყენებს მოდარაჯეს პაკეტების გადაცემის მიყურადებისთვის და ამოწმებს შემდეგი საფეხურის კვანძის მიერ პაკეტების გადაგზავნას. მოდარაჯეს მექანიზმი ემყარება მეზობელი კვანძიდან გამომავალი პაკეტის გადაცემის შესახებ ინფორმაციის მოსმენას. მონიტორინგის კვანძი ინარჩუნებს უკვე გაგზავნილი პაკეტების ბუფერს და ადარებს თითოეულ მოსმენილ პაკეტს ბუფერში მყოფ პაკეტთან რათა განსაზღვროს ემთხვევა თუ არა ერთმანეთს. თუ დამთხვევა არსებობს პაკეტი იშლება ბუფერიდან და კვანძი განისაზღვრება როგორც ნორმალური. თუ პაკეტი რჩება ბუფერში მოსალოდნელზე დიდი ხნით და არ ისმინება(იგზავნება) შემდგომი პაკეტი ჩავარდნათა რიცხვი იზრდება. თუ რაოდენობა აჭარბებს გარკვეულ ოდენობას ეს განსაზღვრავს, რომ კვანძი იქცევა ცუდად და წყარო კვანძი აღნიშნულია.

შესაძლოა გამოყენებულ გამოყენებული იქნას პროტოკოლი, ცნობილი როგორც CONFIDANT (cooperation of nodes: fairness in dynamic ad hoc networks). პროტოკოლი სპეციალიზირდება ქსელში ანომალური კვანძების აღმოჩენა-იზოლაციაზე. CONFIDANT პროტოკოლი იყენებს მონიტორინგის სისტემას დაკვირვებებისთვის. ის შეიცავს რეპუტაციის სისტემას, რომელიც სპეციალიზირდება პირველადი და მეორადი დაკვირვებების შექმნაში, ნდობის მენეჯერი რომელიც მართავს შემოსულ და გასულ მეორად მოხსენებებს მეზობელი კვანძებიდან, კვალის მენეჯერი, რომელიც ახორციელებს მარშრუტიზაციის გადაწყვეტილებებს ცუდი კვანძების კვალის შემცირების საშუალებით და სხვა კვალზე დაფუძნებულ კვანძების განმეორებით რანჟირებას სხვა კვალზე. უფრო მეტიც CONFIDANT პროტოკოლი იყენებს პასიური დადასტურების სქემას. ეს სქემა ადასტურებს როცა შემდეგი გადასვლის კვანძი მარშრუტიზაციის გზაზე გადაამისამართებს მონაცემთა პაკეტს. CONFIDANT გარანტიას იძლევა იმაზე, რომ დაბალი დონის რეპუტაციის კვანძები უარყოფენ მონაცემთა გადაგზავნის მომსახურებას; მონიტორინგის სქემას არ შეუძლია აღმოაჩინოს თვითნებური კვანძები, რომლებიც არ მონაწილეობენ მარშრუტიზაციის აღმოჩენის პროცესში, იმიტომ რომ ეს კვანძები არასდროს იქნებიან წარმოდგენილები პაკეტების გადაგზავნაში.

## 3. დასკვნა

რეპუტაციის მოდელს შეუძლია მართოს და შეამციროს ცუდი ქცევის კვანძების (თვითნებური და მაცდური) არსებობის უარყოფითი ეფექტები შეზღუდულ ქსელის რესურსებზე. ცუდი ქცევის კვანძების მობილურ ქსელში არსებობა საზიანოა კარგი კვანძებისთვის. კარგი კვანძები მოიხმარენ შეზღუდულ ენერჯიას ყველა სახის ქსელურ აქტივობაში მონაწილეობისთვის, როგორც მოთხოვნილია MANET-ში. შესაბამისად რეპუტაციის სისტემის გამოყენებით შესაძლებელია ცუდი ქცევის კვანძების გამოვლენა და შესაბამისად ქსელის რესურსებისა და ქსელში არსებული ინფორმაციის დაცვა.

**ლიტერატურა – References:**

1. Blakeway S.J., Merabti M. (2010). Simulation Tools for use in Mobile Ad-hoc Networks. The 11th Annual Symposium on the Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting.
2. Flood, M. Blakeway S.J. (2010). VANET: Vehicular Network Communications. The 11th Annual Symposium on the Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting
3. Gundry S., Urrea E., Sahin C.S., Zou J., Uyar M.U. (2011). Formal convergence analysis for bio-inspired topology control in MANETs. 34th IEEE Sarnoff Symposium,
4. Blakeway S.J. (2015). An investigation of mobile ad-hoc network performance with cognitive attributes applied. Intrenet resource: [http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/4336/1/158070\\_2015blakewayphd2.pdf](http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/4336/1/158070_2015blakewayphd2.pdf)

## **WIRELESS NETWORK REPUTATION MANAGEMENT SYSTEM**

Tevdorashvili Giorgi

giorgitev@gmail.com

Georgian Technical University

### **Summary**

To monitor the transmission of packets of mobile nodes, it is necessary to establish a system that will monitor the behavior of the nodes and evaluate them according to the behavior. The reputation of the nodes should be evaluated by a method based on the amount of data successfully transmitted and the control of the packets that the node generates for other nodes. This approach is needed to detect and eliminate various misconduct detected by wireless network nodes in the reputation management system. Using directly received information about a node's reputation ensures that nodes do not rely on information provided by another node before it is checked.

## ვირტუალური კერძო ქსელის - VPN ტექნოლოგია და მისი გამოყენების უპირატესობანი ქსელში

მიხეილ დარჩაშვილი, იოსებ ქართველიშვილი, მათა ოხანაშვილი  
misha8003123@gmail.com, s.kartvelishvili@gtu.ge, m.okhanashvili@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია VPN (Virtual Private Network) ტექნოლოგიის გამოყენების აქტუალობა და VPN ქსელის უპირატესობანი. წარმოდგენილია VPN ქსელის ტიპები. VPN ტექნოლოგიას მრავალმხრივი გამოყენების შესაძლებლობა გააჩნია და მათ შორისაა ტერიტორიულად დაშორებული კორპორაციული თუ სხვა ნაგებობების ერთ ქსელში გაერთიანება. იმავდროულად, ინფორმაცია ხელმისაწვდომი უნდა იყოს მხოლოდ მათთვის, ვისთვისაც ის განკუთვნილია და დაფარული სხვა უცხო პირთათვის. უსაფრთხო კავშირის არხის შესაქმნელად აღნიშნული ტექნოლოგია დღეისათვის ერთ-ერთ ყველაზე ოპტიმალურ ვარიანტს წარმოადგენს.

**საკვანძო სიტყვები:** ვირტუალური კერძო ქსელი. VPN ტექნოლოგია. VPN გვირაბი.

### 1. შესავალი

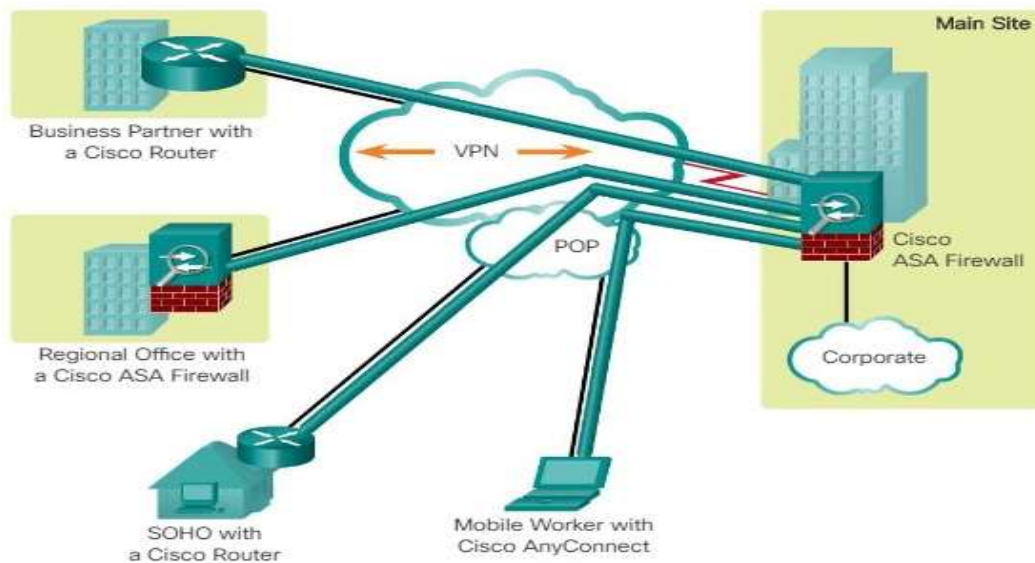
ვირტუალური კერძო ქსელი - VPN წარმოადგენს კერძო ქსელს, რომელიც იქმნება საჯარო ქსელში – ინტერნეტში ე.წ. „გვირაბის“ დახმარებით. VPN არის მონაცემთა გადაცემის გარემო წვდომის მკაცრი კონტროლით, რომელიც თანაბარმნიშვნელოვანი კავშირის საშუალებას იძლევა კონკრეტული ორგანიზაციული გაერთიანების საზღვრებში. VPN მუშაობს ოპერაციული სისტემის დონეზე და აკონტროლებს მოწყობილობის ქსელურ კავშირს, რაც ნიშნავს იმას, რომ VPN შიფრავს კომპიუტერში არსებულ თითოეულ პროგრამას, ვებ-ბრაუზერიდან ონლაინ თამაშების ჩათვლით, ასევე Windows განახლებებსაც, რომელიც გაშვებულია background პროცესებში, ასევე მალავს მომხმარებლის IP მისამართს და ცვლის მას VPN სერვერის მისამართით, რომელიც ვარირებს ქვეყნების მიხედვით [1].

### 2. ძირითადი ნაწილი

სხვადასხვა ორგანიზაციებს სჭირდებათ უსაფრთხო, საიმედო და იაფი მეთოდები სხვადასხვა ქსელების გასაერთიანებლად, რომელიც საშუალებას აძლევს ფილიალებსა და ორგანიზაციებს, რომ დაუკავშირდნენ კორპორაციის მთავარი ოფისის ქსელს. გარდა ამისა, დაშორებულ მომუშავეთა (თანამშრომლების) ე.წ. SOHO (Small office/home Office) სექტორში და სხვა ტერიტორიულად დაშორებულ ადგილებში, საჭირო ხდება უსაფრთხო, საიმედო და ეკონომიური გადაწყვეტა მათი ქსელში ჩართვისათვის [1]. ორგანიზაციები იყენებენ VPN (Virtual Private Network) ქსელს პირდაპირი კონფიდენციალური კავშირისთვის ინტერნეტის ან ექსტრანეტის გავლით. VPN გვირაბი ხსნის ბარიერს, რომელიც დაკავშირებულია ტერიტორიულ დაშორებასთან და საშუალებას აძლევს დაშორებულ მომხმარებლებს, რომ მიიღონ უსაფრთხო წვდომა ცენტრალური ოფისის ქსელურ რესურსებთან (ნახ.1).

VPN ტექნოლოგია მალავს მომხმარებლის IP მისამართს და ცვლის მას VPN სერვერის მისამართით, რომელიც ვარირებს ქვეყნების მიხედვით. მაგალითად, როდესაც გინდა წვდომა მოიპოვო ისეთ სერვისთან, რომელიც ხელმისაწვდომია გარკვეულ ქვეყნებში. ამის კარგი მაგალითია NETFLIX ქსელი, რომელსაც სხვადასხვა ქვეყანაში სხვადასხვა კონტენტი აქვს და მისი ძირითადი კონტენტი ხელმისაწვდომია ამერიკის შეერთებულ შტატებში. ეს VPN-ს ხდის იდეალურ გადაწყვეტად ისეთ ქსელებში, სადაც საჭიროა მონაცემთა დაცვა და უსაფრთხოება. მისი გამოყენებისას, ვერც ინტერნეტ პროვაიდერი და ვერც სხვა ვერ მიიღებს წვდომას კომპიუტერსა და VPN სერვერს შორის არსებულ გვირაბთან და მასში გამავალ ტრაფიკთან. VPN კარგი გადაწყვეტაა, როდესაც მოგზაურობ უცხო ქვეყანაში და გინდა უსაფრთხო წვდომა მიიღო შენს მაილთან, ფინანსურ ვებ-გვერდებთან და სახლის შიდა ქსელთან.





ნახ. 1. VPN ქსელის ტექნოლოგია

VPN სერვისები უმეტესწილად ფასიანია, ვინაიდან მათ გამართულად სამუშაოდ საჭიროა კარგი აპარატურა. ფართოდ გავრცელებული და მოთხოვნადი VPN სერვისებია: ExpressVPN, NordVPN, Cyberghost, PrivateVPN, IPVanish, PureVPN, StrongVPN და ა.შ. არსებობს ასევე უფასო VPN სერვისებიც, რომლებსაც გარკვეული შეზღუდვები აქვთ მრავალფეროვანი კონტენტის განზღოკვასთან დაკავშირებით, თუმცა მათი გამოყენება მაინც შეიძლება ბევრ საქმეში.

პირველი VPN ქსელები წარმოადგენდნენ ჩვეულებრივ IP-გვირაბებს, რომლებშიც არ ხდებოდა მონაცემთა შიფრაცია და მათი მთლიანობის შემოწმება. მაგალითად Generic Routing Encapsulation (GRE) – არის ტუნელირების პროტოკოლი, რომელიც შექმნა კომპანია CISCO-მ. ის ქსელური დონის სხვადასხვა ტიპის პროტოკოლების პაკეტების ინკაპსულაციის საშუალებას იძლევა IP-გვირაბებში და ამის დახმარებით იქმნება ვირტუალური point-to-point არხი [1].

VPN ქსელის რეალიზაციისთვის საჭიროა VPN გასასვლელი ე.წ. Gateway. VPN გასასვლელი შეიძლება იყოს მარშრუტიზატორი, ქსელთაშორისი ეკრანი ე.წ. Firewall და ადაპტირებული დაცვის მოწყობილობა Cisco ASA (Adaptive Security Appliance). ASA – ეს არის ავტონომიური ქსელთაშორისი ეკრანი, რომელიც აერთიანებს ქსელთაშორისი ეკრანის, VPN კონცენტრატორის და IPS (Intrusion Prevention System – შემოჭრის თავიდან აცილების სისტემა) ფუნქციებს.

განვიხილოთ VPN ქსელის უპირატესობანი:

**ხარჯების შემცირება** - VPN ქსელი ორგანიზაციებს საშუალებას აძლევს გამოიყენონ ინტერნეტის იაფი სატრანსპორტო გარემო დაშორებული ოფისებისა და მომხმარებლების ცენტრალურ ოფისთან დასაკავშირებლად, ანუ უარი თქვას ძვირადღირებულ გამოყოფილ WAN არხებზე და მოდემებზე. იაფი ტექნოლოგიების გამოჩენამ (DSL ოპტიკა და ა.შ.), რომლებსაც ასევე აქვთ მაღალი წარმადობა და გამტარუნარიანობა, საშუალება მისცა ორგანიზაციებს, რომ VPN-ის გამოყენებით შეამცირონ ხარჯები და ამასთან ერთად ისარგებლონ მაღალი გამტარუნარიანობით.

**მასშტაბირება** - VPN ქსელის დახმარებით, ორგანიზაციებს შეუძლიათ გამოიყენონ ინტერნეტის ინფრასტრუქტურა ინტერნეტ-პროვაიდერებისა და მოწყობილობების ფარგლებში, რაც აადვილებს ახალი მომხმარებლების დამატებას ქსელში.

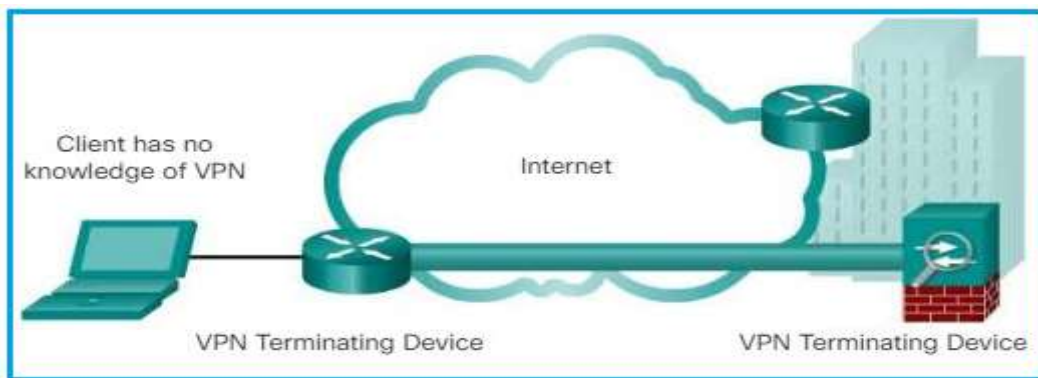
**შეთავსებადობა ინტერნეტ (Broadband) ტექნოლოგიებთან** - VPN ქსელის დახმარებით მობილურ და დაშორებულ მომუშავეებს შეუძლიათ ეფექტურად გამოიყენონ ინტერნეტ ტექნოლოგიები - DSL, კაბელური არხი, ოპტიკა, სატელიტური კავშირი და 3G/4G ქსელი თავიანთი ორგანიზაციის ქსელებთან

წვდომის მისაღებად. მაღალსიჩქარიანი ინტერნეტ ტექნოლოგიები უზრუნველყოფენ მოქნილობას, ეფექტურობას. ის წარმოადგენს ეკონომიურ გადაწყვეტილებას დაშორებულ ოფისებთან კავშირისთვის.

**უსაფრთხოება** - VPN ქსელს აქვს დაცვის სხვადასხვა მექანიზმის მხარდაჭერა და უზრუნველყოფს უსაფრთხოების უმაღლეს დონეს. ამისთვის იყენებს შიფრაციისა და აუტენტიფიკაციის რთულ პროტოკოლებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ მონაცემთა დაცვას არასანქცირებული წვდომისაგან.

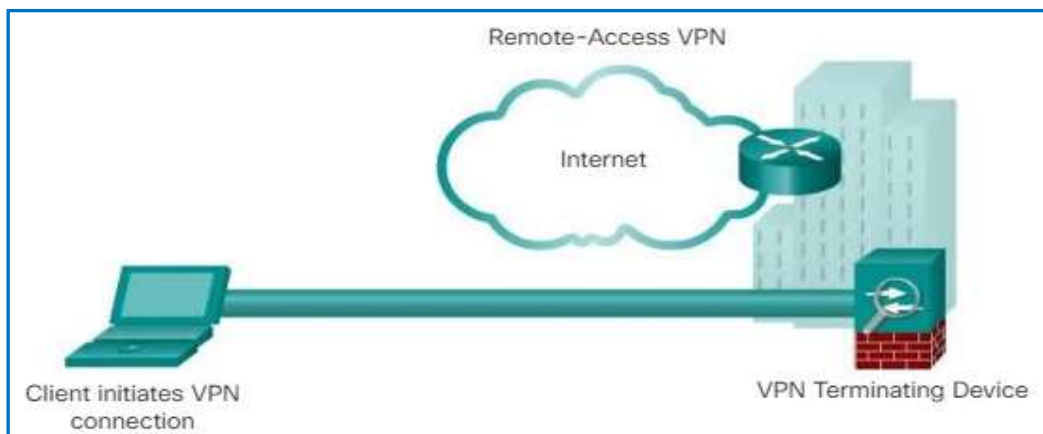
არსებობს ორი ტიპის VPN ტექნოლოგია: **Site-to-site VPN** და **Remote access VPN**

**Site-to-site VPN** - ქსელი Site-to-site VPN იქმნება, როცა ორივე მხარეს მოწყობილობებმა წინასწარ იციან VPN კონფიგურაციის შესახებ. VPN ქსელი რჩება სტატიკური, ვინაიდან შიდა ჰოსტებმა არ იციან მისი არსებობის შესახებ. ასეთ ქსელში კომპიუტერები აგზავნიან და იღებენ ჩვეულებრივ TCP/IP ტრაფიკს VPN გასასვლელის საშუალებით. VPN გასასვლელი პასუხს აგებს შემომავალი ტრაფიკის ინკაპსულაციასა და შიფრაციაზე. ის გადასცემს აღნიშნულ ტრაფიკს ინტერნეტში VPN გვირაბის საშუალებით. მიმღები VPN გასასვლელი დეინკაპსულაციას უკეთებს ტრაფიკს, შლის თავსართს და გაშიფრავს ტრაფიკის შიგთავსს, ამის შემდეგ კი აგზავნის შიდა ქსელში დანიშნულების ადგილზე. Site-to-site VPN საშუალებას იძლევა ერთმანეთთან დააკავშიროს მთლიანი ქსელები, მაგალითად ფილიალის ქსელი კომპანიის მთავარი ოფისის ქსელთან. ადრე ასეთი კავშირისთვის გამოიყენებოდა გამოყოფილი არხი, თუმცა დღეს კორპორაციების უმეტესობას აქვს ინტერნეტთან კავშირი, რის გამოც შესაძლებელი ხდება VPN-ის გამოყენება (ნახ.2).



ნახ. 2. Site-to-site VPN ტექნოლოგია

**Remote access VPN** - ქსელი Remote access VPN აკმაყოფილებს მობილურ და დაშორებულ მომუშავეთა მოთხოვნებს. აღნიშნული ქსელი იქმნება იმ შემთხვევაში, როდესაც VPN-ს შესახებ ინფორმაცია არაა სტატიკური და შეიძლება შეიცვალოს დინამიურად, ხოლო თვითონ არხი შეიძლება ჩაირთოს ან გამოირთოს. Remote access VPN-ს აქვს “კლიენტ-სერვერის” არქიტექტურის მხარდაჭერა, სადაც VPN კლიენტი იღებს დაცულ წვდომას კორპორაციულ ქსელთან VPN სერვერის დახმარებით (ნახ.3).



ნახ. 3. Remote access VPN ტექნოლოგია

მობილური მომხმარებლების მოწყობილობაზე საჭიროა დაყენდეს VPN აპლიკაცია, მაგალითად Cisco AnyConnect Secure Mobility Client. როდესაც მომხმარებელი ცდილობს ნებისმიერი ტრაფიკის გაგზავნას, VPN აპლიკაცია ინკაპსულაციას უკეთებს და შიფრავს ტრაფიკს, შემდეგ აგზავნის ინტერნეტის გავლით VPN გასასვლელზე, მიმღები ქსელის საზღვარზე. ტრაფიკის მიღებისას VPN გასასვლელი მუშაობს იგივე პრინციპით, როგორც Site-to-site VPN-ის შემთხვევაში [2].

### 3. დასკვნა

VPN ტექნოლოგიას, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, უამრავი დანიშნულება აქვს და ის საშუალებას გვაძლევს, რომ ვისარგებლოთ სხვადასხვა სერვისებით. ინტერნეტის ინფრასტრუქტურაში დაშორებული სამუშაო ადგილების უსაფრთხო კავშირის არხის შექმნისათვის, ვირტუალური კერძო ქსელების - VPN აგების ტექნოლოგია დღეისათვის წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე ოპტიმალურ ვარიანტს. ადამიანების უმრავლესობა გლობალურ ქსელში სხვადასხვა ტიპის კავშირების დასამყარებლად VPN ტექნოლოგიას მიიჩნევს ერთ-ერთ ყველაზე მძლავრ და მოსახერხებელ საშუალებად. VPN ტექნოლოგიის გამოყენების ეფექტურობა მდგომარეობს იმაში, რომ როდესაც ტერიტორიულად დაშორებული კორპორაციული ოფისების ერთ ქსელში გაერთიანება გვსურს და ეს პროცესი ინტერნეტ სერვის პროვაიდერების ქსელში გვირავის გაყვანით ხორციელდება, რაც VPN ქსელის გაფართოების შესაძლებლობასაც იძლევა და ამით ხარჯებიც იზოგება.

### ლიტერატურა – References

1. ქართველიშვილი ი., შონია ლ. ვირტუალური კერძო ქსელის (VPN) აგების კონცეფცია, ქსელის ფუნქციები და მათი კლასიფიკაცია. სტუ-ს თემატური სამეცნიერო შრომების კრებული „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ №2(26), თბილისი, 2018 წ.
2. შონია ო., ქართველიშვილი ი., ნარეშელაშვილი გ. უსადენო ქსელების უსაფრთხოება. თბილისი, სტუ 2018.

## VIRTUAL PRIVATE NETWORK - VPN TECHNOLOGY AND THE ADVANTAGES OF ITS USE IN THE NETWORK

Mikheil Darchashvili, Jiseb Kartvelishvili, Maia Okhanashvili

misha8003123@gmail.com, s.kartvelishvili@gtu.ge, m.okhanashvili@gtu.ge

Georgian Technical University

### Summary

This article discusses the urgency of using VPN (Virtual Private Network) technology and the advantages of VPN. VPN network types are presented. VPN technology can be used in many ways, including the integration of corporate or other buildings in a single network. At the same time, information should be available only to those for whom it is intended and covered from other strangers. This technology is one of the most optimal options for creating a secure connection channel today.

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: გ. სურგულაძე, ე. თურქია, გ. ნარეშელაშვილი,  
ხ. ქრისტესიაშვილი, გ. მაისურაძე, გ. დალაქიშვილი

გადაეცა წარმოებას 04.06.2021 წ. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი  
თაბახი 12,8. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 12. ტირაჟი 50 ეგზ.  
იბეჭდება ავტორთა ხარჯით

სტუ-ს „IT-კონსალტინგის სამეცნირო ცენტრი“, თბილისი,  
კოსტავას 77

---