

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

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

შ რ ო მ ე ბ ი
მართვის ავტომატიზებული სისტემები
TRANSACTIONS
AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

N 1(33), vol.2

ედგენება საქართველოს
ტექნიკური
უნივერსიტეტის
დაარსების 100
წლისთავს
(1922-2022)



DEDICATED
TO THE 100th FOUNDATION
ANNIVERSARY OF THE
GEORGIAN TECHNICAL
UNIVERSITY
(1922-2022)

გამოიცემა 2006 წლიდან

პერიოდულობა:
2 ნომერი წელიწადში

თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ
2022

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

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

შ რ ო მ ე ბ ი

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

TRANSACTIONS

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Т Р У Д Ы

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

№ 1(33), vol.2

ედვება საქართველოს
ტექნიკური
უნივერსიტეტის
დაარსების 100
წლისთავს
(1922-2022)



DEDICATED
TO THE 100th FOUNDATION
ANNIVERSARY OF THE
GEORGIAN TECHNICAL
UNIVERSITY
(1922-2022)

გამოცემა 2006 წლიდან

პერიოდულობა:
2 ნომერი წელიწადში

თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ
2022

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, წვერაიძე ზ.,
 - ჩოგოვაძე გ., ანანიაშვილი გ., ბოსიკაშვილი ზ., კაკუბავა რ., კვარაცხელია ვ., მელაძე ვ.
 - გერმანია: ბოტჰე კ., ვედეკინდი ჰ., მაიერ-ვეგენერი კ., რეისიგი ვ.
 - აშშ: ტრივედი კ. (დუკეს უნივერსიტეტი), ჩიხრაძე ბ. (კორპორაცია Apple)
 - კანადა: კაჩიბაია ვ. (IT Industry)
 - უნგრეთი: სცტრიქ 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/>

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

- Азмаипарашвили З., Ахобадзе М., Гаситашвили З., Гигинеишвили А., Гиоргашвили Л., Гогичаишвили Г., Гоциридзе И., Имнаишвили Л., Каишаური Т., Камкамидзе К., Котрикадзе К., Ломинадзе Н., Ломинадзе Т., Мдзинარიшвили Л., Натрошвили Д., Обгадзе Т., Прангишвили А. (председатель), Самхарадзе Р., Сесадзе В., Сургуладзе Г., Тевдорадзе М., Туркия Е., Шония О., Чхаидзе М, Цвараიძე ვ., Цინცაძე А.
- Чоговадзе Г., Ананиашвили Г., Босикашвили З., Какубава Р., Кварацхелия В., Мелаძე Г.
- Германия: Ботэ К., Рейсиг В. (Гумб.Ун. Берлин), Ведекинდ Х., Меиер-Вегенер К. (Ерланген)
- США: Триведи К. (Университет Дукес), Чихрадзе Б. (Apple корпорация)
- Канада: Качибая В. (IT Industry)
- Россия: Бабаян Р. (ИПУ), Васин А. (МГУ), Щукин Б. (МИФИ), Фомин Б. (ЛЭТИ.С-т Петербург)

Ответственный редактор: Г. Сургуладзе.

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

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

© გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2022
Publishing House „Technical University“, 2022
Издательство „Технический Университет“, 2022

შინაარსი - CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

† აკადემიკოსი გოჩა ჩოგოვაძე // Academician Gocha Chogovadze // Академик Гоча Чоговадзе (1941-2022)	5
➤ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი 100 წლისაა – „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დამაარსებლის, აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვაძის წვლილი განათლებისა და მეცნიერების განვითარების სფეროში. გია სურგულაძე // Georgian Technical University Celebrates the 100th Anniversary – the Contribution of Academician Gocha Chogovadze, the Founder of the Department of Automated Control Systems, to the Field of Education and Science Development. Surguladze Gia	7
<u>გამოყენებითი ინფორმატიკა – APPLIED INFORMATICS – ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА</u>	
➤ ნიადაგის ვარგისიანობის მონიტორინგის მიზნით, პოტენციომეტრული ხელაწყოსა და მასთან დაკავშირებული სისტემის გამოყენებით, pH-ის განსაზღვრის მეთოდიკა. თამაზ მაგანია, ელგუჯა ბუცხრიკიძე, ვლადიმერი ფადიურაშვილი // A Method for Determining Soil PH using a Potentiometric Device and an Appropriate System for Monitoring it. Dzagania Tamaz, Butskhrikidze elguja, Fadiurashvili Vladimer	25
➤ ERP სისტემების ინფორმაციული უსაფრთხოება კოვიდ-19 პანდემიის პერიოდში. ირაკლი სვანიძე // Data Security of ERP Systems During COVID-19. Svanidze Irakli	31
➤ დანახარჯების შემცირების მათემატიკური მეთოდი. დალი მაგრაქველიძე // Mathematical Method of Cost Minimization. Dali Magrakvelidze	35
➤ ტექსტური ინფორმაციის შექმნის ბიზნესპროცესების მოდელირების მხარდაჭერი პლატფორმა სერვის ორიენტირებული მიდგომით. დავითი გოგშელიძე // A Platform Supporting the Modeling of Business Processes for the Creation of Textual Information with a Service-Oriented Approach. Gogshelidze Daviti	41
➤ კომპიუტერულ ქსელში უსაფრთხოების კუთხით ქსელური მოწყობილობების დაკონფიგურირების საკითხები. თორნიკე ელიზბარაშვილი, იოსებ ქართველიშვილი // In a Computer Network in Terms of Security Network Devices Configuration Issues. Elizbarashvili Tornike, Kartvelishvili Ioseb	45
➤ პარალელიზმის მოდელირება ბიზნესპროცესების მართვისას. თეიმურაზ სუხიაშვილი, ირაკლი შურღაია, მარინა კაშიბაძე // Modeling Concurrency in Business Process Management. Sukhiashvili Teimuraz, Shurgaya Irakli, Kashibadze Marina	50
➤ ჰუკი-ჯივსის მეთოდის ეფექტურობა ექსპერიმენტის შეცდომების პირობებში. შორენა ხორავა // Efficiency of the Hooke-jives Method under Conditions of Experimental Error. Shorena Khorava	55
<u>ფიზიკური კომპიუტინგი – PHYSICAL COMPUTING – ФИЗИЧЕСКИЙ КОМПЬЮТИНГ</u>	
➤ წინააღმდეგობათა ერთიანობის დამატებითობა, როგორც შემოქმედის ბუნების უნივერსალური კანონი. პავლე ასათიანი // Complementarity of Oppositions Unity as the Universal Law of the Nature of Creator. Pavle Asatiani	59
➤ ნახევარგამტარების ზედაპირების პერიოდული, არაპერიოდული და კომპლექსური ნანოსტრუქტურირება. ზაქარია ტალიაშვილი // Periodic, Non-periodic and Complex Nanostructuring of Semiconductor Surfaces. Taliashvili Zakaria	63
➤ მოდიფიცირებული კონვოლუციური ნეირონული ქსელი. ბადრი მეფარიშვილი, გულნარა ჯანელიძე, ალბერტ მირიანაშვილი // Modified Convolutional Neural Network. Meparishvili Badri, Janelidze Gulnara, Mirianashvili Albert	71
<u>ფიზიკური ქიმია - PHYSICAL CHEMISTRY - ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ</u>	
➤ მაღალენერგეტიკული ნაერთების სინთეზი და ფეთქებადი თვისებების კვლევა. თამარ იაშვილი // Synthesis of High Energetic Compounds and Investigation of their Explosion Properties. Iashvili Tamar	79
➤ ბენზოლის თვისებების თვალსაჩინოდ გამომსახველი მისი მოლეკულის ელექტრონული აღნაგობის ახალი ფორმულის ვიზუალური გამოსახვა (დასურათება). გივი ხიდეშელი // New Formula of Benzene Molecule Electronic Structure, Clearly Showing its Features. Khidesheli Givi	84

ინფორმატიკა – INFORMATICS – ИНФОРМАТИКА

- მიკროპროცესორის ბაზაზე შექმნილი მცენარეთა მორწყვის სისტემის დისტანციური მართვა მობილური საშუალებებით. ოთარ ქართველიშვილი, სიმონ ხოშტარია // Microprocessor-Based Remote Control of the Mobile Tools for Plant Watering Systems. Kartvelishvili Otar, Khoshtaria Simon 94
- კლასიკური SIR მოდელის მრავალაგენტური მოდელირება. იბრაიმ დიდმანიძე, გრიგოლ კახიანი, კახიძე კახი // Multi-agent modeling of the classical SIR model. Didmanidze Ibraim, Kakhiani Grigol, Kakhidze Kakhi 101
- ერთიანი მუნიციპალური საინფორმაციო ცენტრი - მულტიცენტრი. ლია ტულუში // United municipal information center-multicenter. Tughushi Lia 105
- ხელოვნური ინტელექტი ტურიზმში. გულბაათ ნარეშელაშვილი, გოჩა ჩუგუაშვილი // Artificial Inteligence in Tourism. Nareshelashvili Gulbaat, Chuguashvili Gocha 109
- IT ინფრასტრუქტურის მართვა საგანმანათლებლო დაწესებულებებისთვის. ოთარ მაჩალაძე, გია სურგულაძე // IT infrastructure management for educational institutions. Machaladze Otari, Surguladze Gia 113
- SQL და NoSQL მბმს-ების მწარმოებლურობის შედარებითი ანალიზი. ანა მარგველაშვილი // Performance comparison of sql and nosql dbms. analysis. Margvelashvili Ana 118
- სმარტ-კონტრაქტის გამოყენება მიწოდების ჯაჭვის მენეჯმენტში. მარიამ ინაიშვილი // Application of smart contract in supply chain managementinaishvili mariam. Inaishvili Mariam 126
- მიკროსერვისული პროექტების ინფრასტრუქტურის (არქიტექტურის) აგების ერთი კონცეფციის შესახებ. კონსტანტინე თავაური, გია სურგულაძე // About one concept of building the infrastructure (architecture) of microservice projects. Tagauri Konstantine, Surguladze Gia 133
- რეალური დროის სისტემების აგება ნივთების ინტერნეტის საშუალებით. ნინო თოფურია, თინათინ ხატიაშვილი // Building Real-time Systems Based on the Internet of Things. Topuria Nino, Khatiashvili Tinatin 140
- პროგრამული აპლიკაციების Agile დეველოპმენტი და ტესტირება. ხატია ხატიაშვილი // Agile Development and Testing of Software Applications. Khatiashvili Khatia 144
- სწავლებაში ინოვაციური მეთოდების გამოყენების ერთი კონცეფციის შესახებ. ლილი პეტრიაშვილი, ნინო ხაინდრავა // About one Concept of Using Innovative Methods in Training. Petriashvili Lili, Khaindrava Nino 148
- კოლექციათაშორისი კავშირების დაპროექტება და ანალიზი NoSQL-ის MongoDB ბაზაში (ისტორია და რეალობა). მაკა ცერცვაძე, თინათინ კაიშაური, გია სურგულაძე // Designing and Analyzing Relationships Between Collections in NoSQL Database MongoDB (History and Reality). Tsertsvadze Maka, Kaishauri Tinatin, Surguladze Gia 153



აკადემიკოსი გოჩა ჩოგოვაძე (1941 – 2022)

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რეფორმატორი რექტორი (1988-1994), იუნესკოს (პარიზი) კულტურისა და განათლების დეპარტამენტის დირექტორი (1981-1988), დიდი საზოგადო და სახელმწიფო მოღვაწე, საქართველოს იუნესკოს საქმეთა ეროვნული კომისიის ვიცე-პრეზიდენტი (2004-2012), ევროპის და რუსეთის მრავალი უნივერსიტეტის საპატიო დოქტორი და საერთაშორისო აკადემიების წევრი, დიპლომატი, საქართველოს საგანგებო და სრულუფლებიანი ელჩი საფრანგეთსა და ესპანეთის სამეფოში (1994-2004), სტუ-ს „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ (1971) და სტუ-ს UNESCO-ს „ინფორმაციული საზოგადოების“ (2003) კათედრების დამაარსებელი, მათი პირველი გამგე. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ნამდვილი წევრი (1994-დან), ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი (1975) - საპატიო პროფესორი - გოჩა გიორგის ძე ჩოგოვაძე - მრავალი სამეცნიერო წიგნის, პროექტისა და სტატიის ავტორი, მრავალი სტუდენტის აღმზრდელი და ახალგაზრდა მეცნიერის „სამეცნიერო ნათლია“, ქართული და უცხოური ლიტერატურის, პოეზიის, მუსიკისა და სიმღერის დიდი მოყვარული, საერთაშორისო მეგობრობის დიდოსტატი, სუფრის ორიგინალური თამადა, მოსიყვარულე და გულისხმიერი მეუღლე, მამა და ბაბუა, მუდამ სიკეთის მთესველი „ქართველი ფაუსტი“.

<https://gtu.ge/News/19748/>

Academician Gocha Chogovadze (1941 – 1922)

Reformer Rector of the Georgian Technical University (1988-1994), Director of the Department of Culture and Education of UNESCO (Paris) (1981-1988), a great public figure and statesman, Vice-President of the National Commission for UNESCO Affairs of Georgia (2004-2012), Honorary Doctorate at multiple European and Russian Universities and member of international academies, diplomat, Ambassador Extraordinary and Plenipotentiary of Georgia to France and the Kingdom of Spain (1994-2004), GTU "Automated Control Systems" (1971) and GTU UNESCO "Information Society" (2003) the founder of the departments, their first governor. Full member of the National Academy of Sciences of Georgia (since 1994), Doctor of Technical Sciences (1975) - Honorary Professor - Gocha Chogovadze - author of many scientific books, projects and articles, educator of many students and "scientific godfather" of young scientists, A great lover of Georgian and foreign literature, poetry, music and song, a great master of international friendship, a loving and caring husband, father and grandfather, always a sower of kindness "*georgian Faust*".

Академик Гоча Чоговадзе (1941 – 1922)

Ректор-реформатор Грузинского Технического Университета (1988-1994), директор департамента Культуры и Образования ЮНЕСКО (Париж 1981-1988), общественный и государственный деятель, вице-президент Национальной комиссии по делам ЮНЕСКО Грузии (2004-2012), почетный доктор и действительный член международных академий многих европейских и российских университетов, дипломат, Чрезвычайный и Полномочный Посол Грузии во Франции и Королевстве Испания (1994-2004), Основатель кафедр «Автоматизированные системы управления» (1971) и ЮНЕСКО «Информационное общество» (2003) в Грузинском Техническом Университете, Действительный член Национальной Академии Наук Грузии (с 1994), доктор технических наук (1975) и почетный профессор Информатики - *Гоча Георгиевич Чоговадзе* - автор многих научных книг, проектов и статей, воспитатель многих студентов и молодых ученых, их руководитель и „научный крестный отец“, большой любитель и знаток грузинской и зарубежной литературы, поэзии, музыки и песни, гроссмейстер интернациональных дружеских отношений, оригинальный руководитель („тамада“) стола, любящий и заботливый муж, отец и дедушка, всегда сеятель добра „*грузинский Фауст*“

<https://www.rah.ru/events/detail.php?ID=58471>

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი 100 წლისაა - „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დამაარსებლის, აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვაძის წვლილი განათლებისა და მეცნიერების განვითარების სფეროში

გია სურგულაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

g.surguladze@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 100 წლისთავის ფონზე 50 წლის „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის (1971-2021) მიღწევები სამეცნიერო და საგანმანათლებლო სივრცეში. მისი დამაარსებლის, აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვაძის ღვაწლი და როლი კათედრის და უნივერსიტეტის აკადემიური პერსონალისა და სტუდენტების სამეცნიერო-შემოქმედებით და სასწავლო პროცესებში. გაანალიზებულია ინფორმატიკის (და კომპიუტინგის) ინტერდისციპლინური მეცნიერების სფეროში, მართვის ავტომატიზებული სისტემების, როგორც ორგანიზაციული მართვის (მენეჯმენტის) მეცნიერული მიმართულების მისია და ამოცანები. განხილულია პროგრამული ინჟინერიის და მონაცემთა მენეჯმენტის ფუნდამენტური საკითხები მართვის საინფორმაციო სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების, დაპროექტების და ჰიბრიდული პროგრამული რეალიზაციის მიმართულებით. ასახულია ის ძირითადი ინოვაციური საგანმანათლებლო-სამეცნიერო მიღწევები, რომლებიც სტუ-ს „ინფორმაციული საზოგადოების“ და „მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის)“ კათედრებზეა მიღებული აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვაძის თანადგომით.

საკვანძო სიტყვები: გოჩა ჩოგოვაძე. UNESCO. საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი. მართვის ავტომატიზებული სისტემა. ინფორმატიკა. პროგრამული ინჟინერია. განათლება. მეცნიერება. ინფორმაციული საზოგადოება. ინფორმაციული ტექნოლოგია.

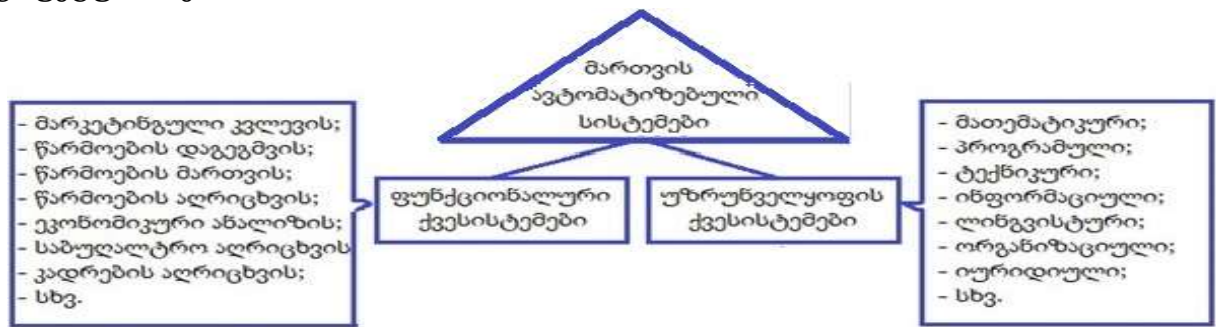
I - ნაწილი) შესავალი: მოკლე ისტორია

1971 წლის 20 მაისს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის რექტორმა, პროფესორმა იოსებ ბუაჩიძემ, აკადემიური საბჭოს ერთსულოვანი გადაწყვეტილებით, ხელი მოაწერა ამიერკავკასიაში პირველი, ახალი მეცნიერული მიმართულების, „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დაარსების ბრძანებას [1]. მსგავსი კათედრები პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში ფუნქციონირებდა მხოლოდ მოსკოვში, პეტერბურგსა და კიევში. ასე შეიქმნა „ავტომატიკისა და გამოთვლითი ტექნიკის“ (ავტ) ფაკულტეტზე „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ (მას) კათედრა - ახალგაზრდა (30 წლის) მეცნიერის, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის, გოჩა ჩოგოვაძის ინიციატივით. იგი იყო კათედრის დამფუძნებელი და მისი პირველი გამგე (1971-1980). არ ყოფილა მარტივი ეს პროცესი, რადგან ამ სიახლესაც თან ახლდა „ძველი თაობის“ ზოგიერთი ხელმძღვანელის ანტიინოვაციური მსოფლმხედველობა და წინააღმდეგობა, სამწუხაროდ. საინიციატივო ჯგუფში იყვნენ პროფ. მურთუზ კაჯაროვი (მოგვიანებით აზერბაიჯანის უნივერსიტეტის პრორექტორი სამეცნიერო დარგში) და დოცენტი გიორგი გოგიჩაიშვილი (ამავე კათედრის მეორე გამგე (1981-2016), პროფ. გ. ჩოგოვაძის მიწვევის შემდეგ პარიზში, UNESCO-ს „განათლებისა და კულტურის“ დეპარტამენტის ხელმძღვანელად, 8 წლით (1981-1988). ეს იყო პირველი პრეცედენტი საქართველოს და სსრკ ისტორიაში.

„მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრა გ. ჩოგოვადემ 1971-73 წლებში ძირითადად დააკომპლექტა იმ დროს ავტომატიზებული ფაკულტეტზე არსებული „გამოთვლითი ტექნიკისა“ და „ავტომატიკა-ტელემექანიკის“ კათედრების წარჩინებული კურსდამთავრებულებისგან. სტუდენტთა 2 ჯგუფი კი - (ქართული და რუსული სექტორები) შეიქმნა მე-3 კურსის სხვა ფაკულტეტის და სპეციალობის „მოხალისეებიდან“. ამავე წელს განხორციელდა **იდმს**-სპეციალობით (ინფორმაციის დამუშავებისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემები) პირველკურსელების მიღებაც. ამოქმედდა ასპირანტურის სექტორიც. სპი-ს 15-ვე ფაკულტეტზე იკითხებოდა ლექციები დარგობრივი მართვის ავტომატიზებული სისტემების პროფილით (ფაკულტეტის შესაბამისად). ეს საგანი ისწავლებოდა ბათუმის, სოხუმის, ფოთის, ზუგდიდის, ჭიათურის, ტყიბულის, გორის, თელავის და სპი-ის სხვა ფილიალებში (სადამოს დასწრებული და დაუსწრებელი სწავლების ფაკულტეტებზე).

მრავაფეროვანი იყო **მას**-კათედრის სამეცნიერო მიმართულება, ორგანიზაციული მართვის (მენეჯმენტის) ავტომატიზებული სისტემები, საწარმოო პროცესების და ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზებული სისტემები და ა.შ. „ავტომატიზებული“ - ნიშნავს „ადამიანურ-მანქანურ“ სისტემებს (ანუ მართვის პროცესში, გადაწყვეტილების მიღებისას მონაწილეობენ ადამიანები). კათედრას სამეცნიერო კონტრაქტებით კავშირი ჰქონდა რუსთავის ქიმიური ბოჭკოს და მეტალურგიულ ქარხნებთან, საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციის ამოცანების გადასაწყვეტად. 1973 წელს კი სსრკ დამზადების სამინისტროს გადაწყვეტილებით (მოსკოვის დაფინანსებით) **მას**-კათედრაზე შეიქმნა პირველი სამეცნიერო-საპროექტო „დარგობრივი ლაბორატორია“ ამიერკავკასიაში (საქართველოს, აზერბაიჯანისა და სომხეთის) პურ-პროდუქტების დამზადების სამინისტროებისა და შესაბამისი საწარმოების ცენტრალიზებული კომპლექსური ავტომატიზებული სისტემის ასაგებად, რომელიც შემდეგ მიუერთდა საერთო საკავშირო სისტემას. **მას**-კათედრის ახალგაზრდა კოლექტივმა გ. ჩოგოვადის და გ. გოგიჩაიშვილის ხელმძღვანელობით წარმატებით გაართვა თავი ამ დიდი პროექტის გადაწყვეტას [2].

გ. ჩოგოვადის ორგანიზაციული მართვის პროცესების ავტომატიზაცია და გ. გოგიჩაიშვილის სიტუაციური მართვის პროცესების კვლევა სემანტიკური ქსელებით ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების საფუძველზე, გახდა კათედრის პრიორიტეტული სამეცნიერო მიმართულება. ახალგაზრდა მეცნიერ-მკვლევართა რამდენიმე ჯგუფი აქტიურად მუშაობდა მართვის ავტომატიზებული სისტემების ფუნქციონალური და უზრუნველყოფის ქვესისტემების პროექტირებისა და პროგრამირების მიმართულებით: ნ. და ს. კვანტალიანები, ვ. სილინსკი, ვ.ცხვედაძე, დ. თარხან-მოურავი, ზ. გოგიშვილი, მ. ყარაულაშვილი, ნ. როსტომაშვილი, ი. აბასოვი, ვ. ხაჩიძე, გოგი ჯანელიძე, ა.კველიშვილი, ვ. რაციმორი და სხვ. **მას**-ის კლასიკური სტრუქტურა ასეთია (ნახ.1).

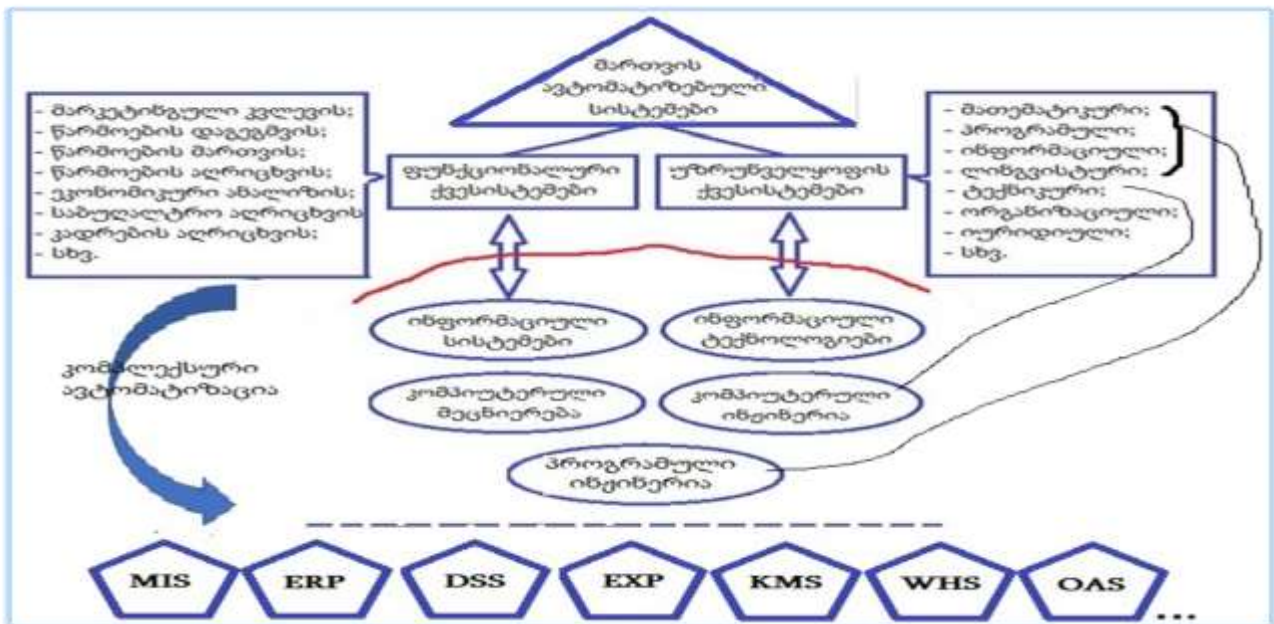


ნახ.1. მართვის ავტომატიზებული სისტემის სტრუქტურა

➤ **ფუნქციონალური ქვესისტემა** ორგანიზაციის (მაგალითად, კორპორაციის) ფუნქციური განყოფილების ან დეპარტამენტის შესაბამისი ავტომატიზებული მართვის ქვესისტემაა. ტერმინი „ავტომატიზებული“ ნიშნავს ადამიანის უშუალო მონაწილეობას მართვის პროცესში (გადაწყვეტილების მისაღებად). მის გარეშე გვაქვს „ავტომატური“ მართვის სისტემა (ანუ მართვა ტექნიკურ სისტემებში, სადაც რეგულირების თეორია დომინირებს).

➤ **უზრუნველყოფის ქვესისტემა** ახორციელებს ფუნქციონალური ქვესისტემების მხარდაჭერას, რათა მათ შეასრულონ ავტომატიზებულ რეჟიმში თავიანთი ბიზნეს-ამოცანები.

დღევანდელი გადმოსახედიდან (კომპიუტერული სისტემების ამერიკული მოდელისა და შესაბამის საგანთა ჯგუფების ანალიზის საფუძველზე) შეიძლება ასეთი კომპლექსური სურათი წარმოვადგინოთ (ნახ.2). ამგვარად, 50-წლის *მას*-ის კათედრა ფაკულტეტზე კი არ „მოკვდა“, არამედ დაიშალა სამ ძირითად დეპარტამენტად (ინფორმაციული ტექნოლოგიების, ინფორმაციული სისტემების და პროგრამული ინჟინერიის) [3]. რაც შეეხება „ეკონომიკური ინფორმატიკის“ დეპარტამენტს, იგი ისტორიულად, თავის დროზე გამოეყო *მას*-ის კათედრას - საბანკო და საფინანსო ოპერაციების ავტომატიზაციის მიზნით, იგი ორგანიზაციული მართვის სისტემაა, რომელიც ასევე შედგება ფუნქციონალური და უზრუნველყოფის ქვესისტემებისგან.



ნახ.2. *მას*-ის ევოლუციური გარდასახვა და მისი როლი სხვადასხვა ტიპის საინფორმაციო სისტემების დეველოპმენტის მიზნით

ნახაზის ქვედა რიგში წარმოდგენილია ინფორმაციულ სისტემათა ტიპები, რომელთა დაპროექტება და პროგრამული რეალიზაცია (დეველოპმენტი) „ინფორმაციის დამუშავებისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემების (იდმას)“ სპეციალობით ისწავლებოდა 40 წლის განმავლობაში სტუ-ს ინფორმატიკისა და დაუსწრებელი სწავლების ფაკულტეტებზე. კერძოდ:

MIS - Management Information System (მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემები);

ERP - Enterprise Resource Planing (საწარმოო რესურსების დაგეგმვა (მართვა));

DSS - Decision Support System (გადაწყვეტილების მხარდამჭერი სისტემები);

EXP - Expert Systems (AI, ექსპერტული სისტემები (ხელოვნური ინტელექტი);

KMS - Knowledge Management System (ცოდნის მართვის სისტემები);

WHS - Warehousing System (OLAP, Data Mining, BigData) (მონაცემთა საცავების სისტემები);

OAS - Office Automation System (ოფისის ავტომატიზაციის სისტემები, მაგ., Office-365) და სხვ.

მას კათედრის პრიორიტეტული „სავიზიტო ბარათი“ მისი საერთაშორისო სამეცნიერო კონტაქტები და კონფერენციებია. დაარსებიდან ყოველ მე-5 წელს (მაგალითად, 1976-დან) ტარდება საერთაშორისო (ადრე საკავშირო) მასშტაბის კონფერენციები „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ (თბილისში, ბათუმში, თელავსა და ბაკურიანში). ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო 1977 წელს სოხუმში 1-ელი საკავშირო (უმადლესი) დონის (7-დღიანი) სკოლა-სემინარის ორგანიზება (მასპინძელი ქვეყნის სტატუსით) „ინტელექტუალური მონაცემთა ბაზების სისტემების“ თემატიკით [4]. მასში პოსტსაბჭოური 15-ვე რესპუბლიკის მეცნიერები მონაწილეობდნენ, რომლის დასკვნით შეხვედრაზე ერთხმად იქნა აღიარებული სპი-ს *მას*-კათედრის წარმატებული მეცნიერული შედეგებისა და წვლილის შესახებ მონაცემთა რელაციური ბაზების თეორიისა და პრაქტიკის განვითარების საკითხებში.

როგორც ცხოვრებამ აჩვენა, უკვე 30 წელზე მეტია, რაც მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემების ბაზარზე ლიდერი ჯერ კიდევ მონაცემთა რელაციური ბაზების ოჯახია (Oracle, SQL Server, MySQL, PostgreSQL და სხვ.). თუმცა, ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ, ბოლო 10 წლის მანძილზე, წარმოადგინა ახალი ალტერნატიული სისტემა – NoSQL ბაზები [5]. დიდი წამყვანი ფირმები და კორპორაციები რელაციური და არარელაციური ბაზების გამოყენების ჰიბრიდულ კონცეფციას ანიჭებენ უპირატესობას, ანუ გადასაწყვეტი ამოცანების კლასის და ბაზების მოცულობების გათვალისწინებით, განისაზღვრება მათი ეფექტური გამოყენების კრიტერიუმები [6].

80-იანი წლების პირველი ნახევარი *მას*-კათედრის პროფესორის, დარგობრივი სამეცნიერო ლაბორატორიის და სტუდენტ-მეცნიერთა მაღალი აქტივობით გამოირჩევა. შედეგები ინერგება დარგობრივი მართვის ავტომატიზებული სისტემების სახით (თბილისში, ბაქოსა და ერევანში, რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში) [2].

გ. გოგიჩაიშვილი იცავს მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხს მოსკოვის საინჟინრო-ფიზიკური ინსტიტუტის „კიბერნეტიკის“ ფაკულტეტის საბჭოზე; სტუდენტთა საკავშირო სამეცნიერო კონკურსზე *პირველი ოქროს მედალი* და ლაურეატები ხდებიან სტუდენტები ვ. რეტერი და გ. ჩიხლაძე (1985, ხელმძღვანელი გ. სურგულაძე), შემდეგ კი სტუდენტი ნ. ნარეზნოი (1987, ხელმძღვანელი ვ. ცხვედაძე). კათედრაზე შესრულებული სამეცნიერო შედეგები „მონაცემთა რელაციური ბაზების სტრუქტურების ოპტიმიზაციის ამოცანების გადასაწყვეტად“, სავალდებულო ექსპერტიზის გავლის შემდეგ, მიღებულ იქნა სსრკ „ალგორითმებისა და პროგრამების სახელმწიფო ფონდში“ (საავტორო უფლების რეგისტრაციით) [7-9]. 1981 წ. იანვრიდან გ. ჩოგოვაძე მიემგზავრება 8 წლით პარიზში, UNESCO-ს შტაბ-ბინაში, კულტურისა და განათლების განყოფილების ხელმძღვანელად. დიდია ბატონი გოჩას საქვეყნო დამსახურება საქართველოს ძველი კულტურული ძეგლების და ქართული პოლიფონიური სიმღერების იუნესკოს მსოფლიო ფონდში მიღებასთან დაკავშირებით [10].

1988 წ. *მას*-კათედრის პირველი გამგე, გოჩა ჩოგოვაძე ბრუნდება UNESCO-დან და ხდება სპი-ს პირველი კონკურსით არჩეული რექტორი. 80-იანი წლების მეორე და 90-ანის პირველი ნახევარი ხასიათდება პოლიტიკური კატაკლიზმებით, რაც მძიმედ აისახება სოციალურ-ეკონომიკური და სამეცნიერო-ტექნიკური გარემოს განვითარებაზე.

9 აპრილის მოვლენებმა გაწყვიტა მეგობრული და სამეცნიერო ურთიერთობის ძაფი მოსკოვთან. დაიშალა საბჭოთა კავშირი, დაინგრა ბერლინის კედელი.

დადგა დრო ცხოვრების ესტაფეტის ახალი ეტაპის გადაწყვეტილებების მისაღებად.

- რეფორმატორი რექტორის, გ. ჩოგოვამის ინიციატივით 1990 წლის იანვრიდან პოლიტექნიკურმა ინსტიტუტმა მიიღო *საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის* (სტუ) სტატუსი;

- იმ დროს დოცენტი გ. სურგულაძე 1991 წლის შემოდგომაზე 3-თვიანი ვიზიტით (პირველად კათედრის ისტორიაში) მიემგზავრება მივლინებით დასავლეთ გერმანიის ნიურნბერგ-ერლანგენის და ბერლინის ჰუმბოლდტის უნივერსიტეტებში, მეცნიერებათა დოქტორის დისერტაციის თეორიული ნაწილის გასაღრმავებლად და ექსპერიმენტული კვლევების შესასრულებლად თემაზე „ავტომატიზებული სამუშაო ადგილების ქსელის დაპროექტება და პროგრამული რეალიზაცია საწარმოო გაერთიანებისათვის“ [11]. ეს იყო *ERP* სისტემების კონცეფციის რეალიზაციის პიონერული ნაშრომი და ახალი სამეცნიერო მიმართულება კათედრაზე. მას დიდი მხარდაჭერით შეხვდნენ აკადემიკოსები ვ. ჭავჭავანიძე და მ. სალუქვაძე, მათემატიკის მეცნ. დოქტორი, პროფ. აკ. გაბელაია (გ. სურგულაძის სადოქტორო დისერტაციის ოპონენტი). 2003-2015 წლებში სტუს *მას*-კათედრაზე გამოიცა რამდენიმე მონოგრაფია ბიზნეს-პროცესების მოდელირების და პროგრამირების თემებზე მონაცემთა საცავებით და ბიზნესანალიტიკით [12-15] (ნახ.2).



ნახ.2. ERP ზოგადი მოდელი

კორპორაციული მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების სამეცნიერო მიმართულებით *მას*-კათედრაზე შემდგომში დაცულ იქნა 20-ზე მეტი მეცნიერებათა კანდიდატის და აკადემიური დოქტორის ხარისხის მისანიჭებელი დისერტაცია. შეიქმნა ახალი მიმართულება - ბიზნეს-პროცესების (Workflow Management Systems) ობიექტ-ორიენტირებული პროგრამირება და პეტრის ქსელებით მათი იმიტაციური მოდელირების კვლევა [16].

2003-2015 წლებში სტუ-ს UNESCO-ს კათედრის გამგე, აკადემიკოსი გ. ჩოგოვადე გამოსცემს ინგლისურ, რუსულ და ქართულ ენებზე სამეცნიერო-პოპულარულ მონოგრაფიებს: „ინფორმაცია: ინფორმაცია, საზოგადოება, ადამიანი“, „გლობალანსი“, „ბიოსფერია“, „ფიქრები მომავალზე“ [17-20].

21-ე საუკუნის დასაწყისი ხასიათდება *მას*-კათედრაზე „გენდერული“ სინდრომის გააქტიურებით მეცნიერული კვლევის მიმართულებაში. ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხს „ინფორმატიკის და მართვის სისტემების“ სადისერტაციო საბჭოზე (პირველად კათედრის ისტორიაში) იცავენ ჩვენი ბაკალავრიატ-მაგისტრატურის კურსდამთავრებული ქალბატონები: ეკა თურქია, თამარ ლომინაძე, ლილი პეტრიაშვილი, ნინო თოფურია, მარინა კაშიბაძე, მაია ოხანაშვილი, ირინა ვაჭარაძე, გულნარა ჯანელიძე, ციური ფხაკაძე, ხატია ქრისტესიაშვილი, მარი ბიტარაშვილი, სოფიო სტომადოვა და სხვ.;

- *მას*-კათედრის დოცენტი გ. ჩაჩანიძე 1991 წელს (სამოქალაქო ომის შემდეგ, ძნელბედობის ჟამს) აფუძნებს მეცნიერებისა და საზოგადოების განვითარების ფონდს „ინტელექტი“, ავითარებს პედაგოგიკაში ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების მიმართულებას, ატარებს სამეცნიერო კონფერენციებს თბილისსა და რეგიონებში. გამოსცემს წიგნებს „ალგებრა და საქართველოს მათიანე“ (1991). „ანბანთქება“ (1992). „პირამიდიდან სვეტიცხოვლამდე: გეომეტრიის ამოცანათა კრებული“ (1997) და სხვ. ამავე წელს დააფუძნა საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტი“, რომლის

მთავარი რედაქტორიცაა. პროფესორ გ. ჩაჩანიძის ხელმძღვანელობით დაცულია 50-ზე მეტი მეცნიერებათა და აკადემიური ხარისხის მისანიჭებელი დისერტაცია განათლების მენეჯმენტისა და ინფორმატიკის დიდაქტიკის საკითხებზე თბილისში, ქუთაისსა და თელავში;

– **მას**-კათედრის დოცენტის ა. ცინცაძის აქტიური ძალისხმევით 1992 წელს სტუ-ში დაარსდა ჰუმანიტარულ-ტექნიკური ფაკულტეტი (შემდგომ ბიზნეს-ინჟინერინგის ფაკულტეტად გადაკეთებული და ბოლოს სამ ფაკულტეტად დაშლილი). დეკანი ა. ცინცაძე ამ პერიოდში იცავს მეცნიერებათა დოქტორის დისერტაციას (გ. ჩოგოვაძის კონსულტანტობით) და როგორც პროფესორი წარმატებით უძღვება ჰუმანიტარულ-ტექნიკური ფაკულტეტის მენეჯმენტის საქმიანობას. ამჟამად იგი ჩვენი კათედრის პროფესორია და ხელმძღვანელობს სამეცნიერო მიმართულებას „ინფორმაციული ტექნოლოგიები ცივილიზაციურ მოდელებში“, რომელშიც მას საინტერესო და მნიშვნელოვანი სამეცნიერო შედეგები აქვს მიღებული;

– **მას**-კათედრის პროფესორის, ბ. მეფარიშვილის და მისი მეუღლის, ასოც. პროფესორის გ. ჯანელიძის ენერგიული ძალისხმევით და ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების შემოტანით სასწავლო პროცესში, მნიშვნელოვანად განახლდა სამივე საფეხურის პროგრამები. ესაა ძირითადად, დიდ მონაცემთა შენახვისა და დამუშავების ტექნოლოგიები, Hadoop-ეკოსისტემები, ბიზნესანალიტიკა, გენეტიკური ალგორითმები და პროგრამები და სხვ.;

– **მას**-კათედრის პროფესორის, ო. შონიას მიერ ჩამოყალიბდა მეცნიერ-პედაგოგთა ჯგუფი (ი. ქართველიშვილი, კ. ოდიშარია, ნ. თოფურია, ნ. ამილახვარი, ლ. შონია და სხვ.). შეიქმნა და ვითარდება „მონაცემთა დაცვისა და კიბერუსაფრთხოების“ მიმართულება. ფუნქციონირებს სამაგისტრო პროგრამის კონცენტრაცია და გამოცემულია ქართულენოვანი სახელმძღვანელოები. დაცულია 10-ზე მეტი დისერტაცია ინფორმაციული უსაფრთხოების მიმართულებით;

– **მას**-კათედრის პროფესორის, გ. ღვინეფაძის და მისი ახალგაზრდა კოლეგების, ასოც. პროფესორების ნ. ჩორხაულისა და ა. კეკელიძის ტრიომ Web-ტექნოლოგიების სფეროში შეძლო არა მხოლოდ თანამედროვე დონის კურსების მომზადება, არამედ ქართულენოვანი სპეც-ლიტერატურის ბაზის შექმნა ვებ-დეველოპმენტის მიმართულებით, ელექტრონული სახელმძღვანელოების სახით.

1994 წელს აკადემიკოსი გ. ჩოგოვაძე ხდება საფრანგეთისა და ესპანეთის ელჩი და გადადის პარიზში, 2001 წ. პარალელურად იგი იუნესკოს აღმასრულებელი საბჭოს ვიცე-პრეზიდენტია. მისი ინიციატივით 2003 წელს სტუ-ში იხსნება UNESCO-ს კათედრა „ინფორმაციული საზოგადოება“. მყარდება საგანმანათლებლო-სამეცნიერო თანამშრომლობის კონტაქტები სტუ-სა და UNESCO-ს შორის. 2023 წელს მაისში აღინიშნება 20 წლის საიუბილეო თარიღისადმი და მისი დამაარსებლის, აკად. გოჩა ჩოგოვაძის ხსოვნისადმი მიძღვნილი III საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „ინფორმაციული საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლოგიები“.

შეიძლება აღინიშნოს, რომ **მას**-კათედრის კურსდამთავრებულები არ იყვნენ მხოლოდ ინფორმატიკის და პროგრამირების სპეციალისტები. შეისწავლიდნენ რა ორგანიზაციული მართვის (მენეჯმენტის) დისციპლინებს (ბიზნესის მართვის პროცესებს – თანამედროვე ტერმინებით), ისინი ქმნიდნენ ბიზნესის მენეჯმენტის პროცესების მხარდამჭერ საინფორმაციო სისტემებს. მრავალი მათგანი კი მეცნიერული ხარისხის მოპოვების შემდეგ გერმანიის (ან სხვა ქვეყნების) უნივერსიტეტებში, ინიშნებიან სხვადასხვა დროს საქართველოს სრულუფლებიან ელჩებად ან წარმომადგენლებად: კანადაში – ვ. ქაჩიბაია, გერმანიასა და შემდეგ ავსტრიაში – კ. ზალდასტანიშვილი, აზერბაიჯანში – ზ. გუმბერიძე, მოლდოვაში – მ. ვაშაკიძე.

თ. ლომინაძე – სტუ-ს ინფორმატიკის ფაკულტეტის დეკანია, გ. ჯოხთაბერიძე – „მაგთიკომი“-ს დამფუძნებელი და ცნობილი ბიზნესმენი, ბ. ჩიხრაძე კალიფორნიაში Apple კორპორაციის წამყვანი პროგრამისტი, ჩვენი დოქტორანტი ს. დოლიძე 2022 წ. სექტემბრიდან Google-კორპორაციის მიწვევით გახდა ლონდონის ფილიალის - პროგრამისტ-დეველოპერი,

მას-ის კათედრის კურსდამთავრებულები, ძმები დავით და გიორგი გოთოშიები, კომპანია „ორისის“ დამფუძნებლები და ცნობილი პროგრამული პაკეტების: „ორის ბულალტერია“, „ორის მენეჯერი“, საბანკო სისტემა (BankNet), სატელეკომუნიკაციო კომპანიის საანგარიშსწორებო სისტემა TeleNet და სხვ. — ავტორებია. ეს პროგრამები ორი ათეული წელია აქტიურად გამოიყენება როგორც მრავალ ორგანიზაციაში, ასევე სტუდენტებთან ინფორმატიკის ფაკულტეტის საგანმანათლებლო პროგრამებში (პროფ. მ. თევდორაძის ხელშეწყობით) და ა.შ.

მე-3 ნახაზზე წარმოდგენილია ჩვენი კათედრის კურსდამთავრებულები (Alumni), რომლებიც წარმატებით შრომობენ მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხეში და საქართველოშიც.



ნახ.3. მას-ის კათედრის წარმატებული კურსდამთავრებულების ერთი ჯგუფი

2001 წლიდან პროფ. გ. სურგულაძის ინიციატივით და ბერლინის ჰუმბოლდტისა და ნიურნბერგ-ერლანგენის უნივერსიტეტების მხარდაჭერით მას-კათედრაზე გაიხსნა გერმანულ-ენოვანი პროგრამა, „Wirtschafts-Informatik“ სპეციალობით (ფუნქციონირებდა 2010 წლამდე). აბიტურიენტები შემოდოდნენ თბილისის გერმანული გიმნაზიებიდან და სკოლებიდან, გამოირჩეოდნენ სწავლის მაღალი მოტივაციით და აქტიურობით. სასწავლო პროცესში დაინერგა ძირითადი საგნების გამოცდების ჩაბარება ღია პრეზენტაციებით. რამდენიმე მათგანმა მოიპოვა სემესტრული გრანტი ავსტრიისა და გერმანიის უნივერსიტეტებში, შემდეგ კი წარმატებით დაიცვეს დისერტაციები.

XXI საუკუნის პირველი ათწლეული *მას*-კათედრისთვის მეტად დატვირთული და ნაყოფიერი იყო საერთაშორისო სამეცნიერო გრანტების მოპოვებით და პროექტების შესრულებით. კერძოდ, 2001 წ. პროფ. სურგულაძემ გაიმარჯვა გერმანიის DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst)-ის კონკურსში „ALUMNI-PROGRAMME des DAAD und der Hochschulen. სამეცნიერო თემა: „Objekt-orientierte Programmierung mit der Unified Modeling Language und Internetsprogrammierung mit Java (Linux Plattform)“.

2002-2003 წლები: *მსოფლიო ბანკის* პროექტი: „საქართველოს ჯანმრთელობის სისტემის რეფორმა“; - საქართველოს საავადმყოფოთა რესტრუქტურირება; - ჯანდაცვის ობიექტების პრივატიზების პროცესის მონიტორინგისა და ანალიზის კომპიუტერული სისტემა; - რესტრუქტურირებულ საავადმყოფოთა ჭარბი ქონების განსაზღვრისა და ძირითად პარამეტრებზე მისი გავლენის ანალიზის კონცეპტუალური მოდელების დამუშავება;

2003-2005: *მსოფლიო ბანკის* პროექტი – „საქართველოს სასამართლო სისტემის რეფორმა“: – სასამართლო საქმეთა წარმოების სისტემური ანალიზი და ქსელური კომპიუტერული სისტემის ტექნიკური დავალების ფორმირება; – სასამართლო საქმეთა წარმოების ქსელური კომპიუტერული სისტემის დაპროექტება, რეალიზაცია, დანერგვა.

2007-2008: სისხლის სამართლის საქმეთა წარმოების ელექტრონული სისტემის სადიაგნოსტიკო პროექტი: „საპროკურორო ზედამხედველობა საგამოძიებო საქმიანობაზე“ (საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტრო და საქართველოს გენერალური პროკურატურა);

2009-2010: *USAID-ის* პროექტები: – სოციალური სფეროს მართვის საინფორმაციო სისტემის ბიზნეს მოთხოვნების პროექტი; – ლტოლვილთა და განსახლების სამინისტროს IT-სტრატეგიის ჩამოყალიბების პროექტი და ა.შ.

სტუ-ს „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრამ (დეპარტამენტმა) 50 წლის მანძილზე (1971-2021) გამოუშვა 4000-ზე მეტი კვალიფიციური ინჟინერი ინფორმაციის დამუშავებისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემების სპეციალობით. ზოგიერთი სტატისტიკურ-ისტორიული ფრაგმენტი კათედრის დაარსებიდან დღემდე ასე გამოიყურება:

- 1974 წელს შედგა კათედრის კურსდამთავრებულთა პირველი გამოშვება;
- 2001 წელს დაფუძნდა „გერმანია-საქართველოს ერთობლივი სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი „GeoGer“, ბერლინის ჰუმბოლდტისა და ნიურნბერგ-ერლანგენის უნივერსიტეტების მხარდაჭერით, 2010 წლამდე ხდებოდა გერმანულენოვანი ჯგუფის სპეციალისტების გამოშვება;
- 2020 წელს კათედრაზე ფუნქციონირება დაიწყო ახალმა ინგლისურენოვანმა საბაკალავრო ჯგუფმა „კომპიუტერული მეცნიერების“ საგანმანათლებლო პროგრამით (პროფ. ქ. ყაჭიაშვილი);
- დაცულია მეცნიერებათა დოქტორის (7), მეცნიერებათა კანდიდატის (30) და აკადემიური დოქტორის (50) ხარისხის მისანიჭებელი დისერტაცია;
- გამოცემულია 200-ზე მეტი სასწავლო და სამეცნიერო წიგნი სტუდენტებისათვის;
- 2006 წელს დაფუძნდა საერთაშორისო სამეცნიერო შრომების კრებული „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“, რომელიც დღემდე გამოიცემა პერიოდულად. 2015 წელს მიენიჭა Online სტატუსი, ხოლო 2020 წლიდან ციფრული იდენტიფიკატორი - DOI.org/10.36073/1512-3979 ;
- 2010 წელს შეიქმნა „IT-კონსალტინგის სამეცნიერო ცენტრი“, რომელიც ეხმარება დოქტორანტებს და ახალგაზრდა სპეციალისტებს ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ათვისებასა და სამეცნიერო პუბლიკაციების მომზადებაში. სტუ-ს აკადემიური და წარმომადგენლობითი საბჭოს დადგენილებით გამოსცემს სამეცნიერო და საკონსულტაციო-მეთოდურ ლიტერატურას;
- ჩატარებულია 20-ზე მეტი საერთაშორისო, საკავშირო და რესპუბლიკური სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია და „სკოლა-სემინარი“. განსაკუთრებით საყურადღებოა 2018 და 2021 წლებში იუნესკოს ვეგით ორი საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის

„ინფორმაციული საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლოგიები“ ჩატარება (ვებ-გვერდი: <http://www.conf-unesco.gtu.ge/>);

- კათედრაზე სხვადასხვა დროს სამეცნიერო სტაჟირება და მაგისტრატურა გაიარა გერმანიის, თურქეთის, ნეპალის, შრი-ლანკას და სხვა ქვეყნების მოქალაქეებმა;
- ჩვენი კურსდამთავრებულები და ყოფილი კოლეგები ამჟამად მოღვაწეობენ ამერიკაში, კანადაში, საფრანგეთში, გერმანიაში, რუსეთში, ავსტრალიასა და სხვა ქვეყნებში;
- 2011-2021 წლებში ჩვენი კათედრის დოქტორანტებმა გაიმარჯვეს რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო კონკურსებში ახალგაზრდა მეცნიერთა და დოქტორანტებს შორის (ე. თურქია, მ. გიუტაშვილი, ზ. არხომაშვილი, გიორგი სურგულაძე, ა. გავარდაშვილი, გ. კვიციანი და სხვ.); ერთ-ერთ პროექტით ევროპაში გაიარეს სტაჟირება სტუდენტებმა (ლ. შონია, გ. ჩილინდრიშვილი და სხვ.);
- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დოქტორანტი მარიამ ინაიშვილი კამპანია - „ასოცირების 6 წელი საქართველოსთვის“ მიერ გამოცხადებული ესეებისა და კვლევის საპროექტო წინადადებების კონკურსის გამარჯვებული გახდა. სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ინფორმატიკის სადოქტორო პროგრამის მე-2 კურსის სტუდენტის საკონკურსო თემამ - „COVID-19-ის შესაძლო გავლენა ევროკავშირისა და საქართველოს ურთიერთობებსა და ასოცირების შესახებ შეთანხმების შესრულებაზე“, კონკურსზე პირველი ადგილი დაიკავა. მარიამ ინაიშვილს (ხელმძღვანელი პროფ. ლ. პეტრიაშვილი), სერტიფიკატთან ერთად, ჯილდო - 500 ევრო გადაეცა;
- ჩვენი კათედრის დოქტორანტი, სანდრო დოლიძე (ხელმძღვანელი პროფ. გ. სურგულაძე) 2021 წლის GITA-სტარტაპების კონკურსის გამარჯვებულია, როგორც „თეამ-კლაუდის“ ერთ-ერთი პროექტის ავტორი (100.000 ლ.). ხოლო 2022 წელს, კონკურსის საფუძველზე, სექტემბრიდან იგი მიწვეულია Google ფირმის ლონდონის ოფისში სამუშაოდ დეველოპერის თანამდებობაზე.

➤ **სტუ-ს ავტ-**ფაკულტეტზე ფუნქციონირებდა სადისერტაციო საბჭო „ტექნიკურ კიბერნეტიკაში“. პროფ. გ. ჩოგოვადის ინიციატივით, მისი მეცნიერული და ორგანიზაციული მოღვაწეობის ავტორიტეტის გათვალისწინებით, საკავშირო უმაღლესმა ატესტაციურმა კომისიამ (მოსკოვი) დაამტკიცა ახალი სადისერტაციო საბჭო „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ (პროფ. გ. ჩოგოვადის თავმჯდომარეობით 1975-1979 წწ.). ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხი დაიცვეს ვ. დიდმანიძემ, თ. შეროზიამ, ი. ნოვოიავჩევმა, ბ. მეფარიშვილმა, ვ. ცხვედაძემ, ნ. სიდამონ-ერისთავმა, ს. ისაკაძემ და სხვ.

სამეცნიერო შემოქმედების განვითარებისა და ახალგაზრდა, პერსპექტიული მეცნიერული მონაცემების თაობის ჩაბმის მიზნით ამ სფეროში განსაკუთრებული როლი ენიჭებოდა, ისტორიულად, 1970-1980 -იანი წლების თაობის აქტიურად-მოქმედ, წამყვან პროფესორებს: კონსტანტინე კამკამიძეს, ნოდარ ლომინაძეს, ოთარ ქართველიშვილს, ლევან ჩხაიძეს, ნოდარ მომცელიძეს, აღმასხან გუგუშვილს, მიხეილ გოთოშიას, გიორგი გოგიჩაიშვილს, გურამ ბუაძეს, ალექსანდრე ედიბერიძეს, ირაკლი ზედგენიძეს და სხვებს.

განსაკუთრებით რთული იყო მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხის დისერტაციის შესრულება, დაცვა და შემდეგ მოსკოვში მათი დამტკიცება. ამიტომ „დიდი ხარისხის“ ზოგიერთი მაძიებელი მოსკოვში „პრობლემების მართვის ინსტიტუტში“ (დირექტორი აკადემიკოსი ივერი ფრანგიშვილი) ასრულებდა თავის სადოქტორო ნაშრომს.

მე-4 ნახაზზე მოცემულია გენეოლოგიური ხე-გრაფი, რომელზეც ჩანს აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვადის მიერ მხარდაჭერილი და წარმატებულად დაცული დისერტაციების ავტორთა სია (მისი „სამეცნიერო შვილები, შვილიშვილები და შვილთაშვილები“).

საზღვარგარეთ მოღვაწეობენ:

1. ვახტანგ ქაჩიბაია - კანადა, ტორონტოს ნაც. ბანკის მონაცემთა ბაზის ადმინისტრატორი
 2. ბესო ჩიხრაძე - აშშ, კალიფორნია, Apple-ფორმის წამყვანი პროგრამისტ-დეველოპერი
 3. ტარიელ გოგუაძე - გერმანია, კარლსრუე, ბომის ფორმის IT-მენეჯერი
 4. დავით ბუღუა - ბახრეინის უნივერსიტეტის პროფესორი [5 წლიანი კონტრაქტით]
 5. ხატია ქრისტესიაშვილი - აშშ, ფლორიდა, გაზის საინჟინრო ფორმის ERP-სპეციალისტი
 6. ანა ბაგარდაშვილი - ბუდაპეშტი, უნგრეთი, Avion-ის ტესტირებისა და დანერგვის სამსახურის უფროსი
- და სხვ.

თელავის უნივერსიტეტი - 6
 ინფორმატიკა - 6
 განათლების მენეჯერება და მენეჯმენტი - 18
 სხვა უნივერსიტეტები - 8

 სულ - 52
 უცხოელი - 9

ც.ფხაკაძე
 ა.ბაგარდაშვილი
 ი.ქარქაძე
 ა.მჭედლიძე
 ს.პაპავაძე
 ს.ქობულაშვილი
 დ.გოგუაძე
 ლ.ტულუში

 სულ: - 35

სამეცნიერო სტაჟირება გერმანიაში:

1. გოჩა ჩოგუაძე - დარმშტადტის უნივერსიტეტი. (1968 წ.)
 2. ვია სურგულაძე - წიუნხერგ-ერლანგენის უნივერსიტეტი. და ბერლინის ჰუმბოლდტის უნივერსიტეტი. (1974-2017 წწ.)
 3. ვეპტერინე თურჯია - ბაიროითის და ერლანგენის უნივერსიტეტები (2002-2010)
 4. ლილი პეტრიაშვილი - წიუნხერგ-ერლანგენის უნივერსიტეტი. (1995-2020)
 5. დავით ბუღუა - ბერლინის ჰუმბოლდტის უნივერსიტეტი. (2002-2010)
 6. გიორგი ედიბერიძე - ერლანგენის უნივერსიტეტი. (1993-დან) ცხოვრობს ბერლინში (ოჯახთან ერთად), სიმენსის ფირმის პროექტების მენეჯერი.
- და სხვ.

ბ. ჩოგუაძე - მართვის ავტომატიზებული სისტემების კათედრის პირველი ასპირანტების და მაძიებლების მენეჯერ-ხელმძღვანელი და კათედრის პირველი ტექნიკის მენეჯერებათა კანდიდატები

3. დიდმანიძე 1977, სპი	თ შეროზია 1978, სპი	შ.მაკაროვი 1978, სპი	ბ.მეფარიშვილი 1977, სპი	ნ.სიდამონ-ერისთავი 1979, სპი	ვ.ცხვედაძე 1979, სპი	ი.ნოვოთაშვილი 1975, სპი	ო.შონია 1983, სპი	ო.გაბედავა 1988, სპი
ბ.ღვინეფაძე 1982, კიევი	თ.კაპანაძე 1981, კიევი	ბ.ღვინეფაძე 1982, კიევი	ბ.პეტაშვილი ლ.წითაშვილი ც.ქოროლიძე	გ.სურგულაძე 1980, პეტერბურგი	ბ.ედბერიძე 2006, სტუ	ბ.ჯოხთაშვილი 1983, მოსკოვი	თ.ქორთუა 1985, მოსკოვი	
ა. იასინ ვ.ჭუმბურიძე წ.გიორგაძე	თ.სუხიაშვილი 1983, ერევანი	ბ.სურგულაძე 1984, პეტერბურგი	ბ.ნარშულაშვილი 1984, პეტერბურგი	ს.ისაკაძე 1984, პეტერბურგი	დ. გოთოშია 1987, პეტერბურგი	ბ. გოთოშია 1991, პეტერბურგი	ბ.ლარიაშვილი 1984, მოსკოვი	
ვ.ქაჩიბაია 1983, დრეზდენი	ვ.ჩაღდასტანი-შვილი. 1985, დრეზდენი	კ. ზაღდასტანი-შვილი. 1985, დრეზდენი	ზ. გუმბერიძე 1983, დრეზდენი	ზ. გუმბერიძე 1983, დრეზდენი	გ. ერმანიძე 1983, დრეზდენი	ს. კოლა 1983, დრეზდენი	და სხვ.	

ნახ.4. (გარბელება)

იგი იყო მეცნიერებათა დოქტორის დისერტაციების (კონსულტანტი) და მეცნიერებათა კანდიდატების (სამეცნიერო ხელმძღვანელი).

ასეთი გრაფის საშუალებით შესაძლებელია გარკვეული ანალიზის გაკეთება, თუ რამდენად მნიშვნელოვანი იყო „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის შექმნა საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში. ამ ახალი მეცნიერულ-პრაქტიკული მიმართულების სწავლებას საბჭოთა კავშირში განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა. საკავშირო საგანმანათლებლო-მეთოდურ საბჭოში პროფ. გ. ჩოგოვაძე ერთ-ერთი მთავარი ექსპერტის ფუნქციას ასრულებდა [2].

1981 წლიდან, გ. ჩოგოვაძის გადასვლის შემდეგ UNESCO-ში, *მას*-ის სადისერტაციო საბჭო აღარ გააგრძელეს და კათედრის მოქმედ ასპირანტებს მოუწიათ დისერტაციების დაცვა პეტერბურგის, მოსკოვის, კიევის, ტაშკენტის და სხვ. უნივერსიტეტებში (ნახ.4).

განსაკუთრებით რთული იყო BAK-ში *მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხის* დამტკიცება. დისერტაციაში უნდა ყოფილიყო შემოთავაზებული ახალი („ინოვაციური“ – ახალი ტერმინით) სამეცნიერო-ტექნიკური მიმართულების კონცეფცია და მისი სხვადასხვა წარმოებაში პრაქტიკული რეალიზაციის და დანერგვის ამსახველი დოკუმენტაცია. მეცნიერების დოქტორთა წინააღმდეგ „მუშაობდა“ ფაკულტეტზე არსებული „იატაკვემეთის ანონიმური-მწერლები“...

ყოფილა შემთხვევები, როცა პროფ. გ. ჩოგოვაძე კვალიფიციურ დახმარებას უწევდა ასეთ პირობებში BAK-ის მიერ „დაჩაგრულ“ დისერტანტებს, ხდებოდა მათი კონსულტანტი (ან ხელმძღვანელი). გარკვეული დროის შემდეგ, განმეორებითი დაცვები წარმატებით მთავრდებოდა, როგორც დისერტაციების სრულყოფის საფუძველზე, ასევე პროფ. გ. ჩოგოვაძის ავტორიტეტის გათვალისწინებით BAK-ში.

პროფ. გ. ჩოგოვაძის დაბრუნების შემდეგ იუნესკოდან (1988) იგი ხდება სპი-ს რექტორი. მისი მაღალრეიტინგული ავტორიტეტისა და მეგობრული ურთიერთობების საფუძველზე საკავშირო განათლების სამინისტროსა და BAK-თან, სტუ-ში კვლავ იხსნება ახალი სადისერტაციო საბჭო „მართვის ავტომატიზებული სისტემები და პროექტირების ავტომატიზაცია“ (თავმჯდომარე პროფ. გ. ჩოგოვაძე, მოადგილე პროფ. გ. გოგიჩაიშვილი).

სწორედ ამ საბჭოზე დაიცვეს ტექნიკის *მეცნიერებათა დოქტორის* ხარისხები: ა. ფრანგიშვილმა (1992.10), გ. სურგულაძემ (1993.04), ზ. ბოსიკაშვილმა (1993.05), ო. ვერულავამ (1993), ზ. გასიტაშვილმა (1994), რ(ი). კაკუბავამ (1995), რ. ხუროძემ (1997), მ. ახოზაძემ (1997), ი. ვერულავამ (1997), შ. ნაჭყებამ (1998), ა. ცინცაძემ (1999), ნ. კუციავამ (2000), ი. ხომერიკმა (2001), ო. შონიამ (2003), ნ. ბერაიამ (2006) და სხვ. აღნიშნულ სადისერტაციო მიმართულებით იცვებოდა ასევე *ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის* დისერტაციებიც.

1993 წელს გ. ჩოგოვაძე აირჩიეს საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ნამდვილ წევრად (აკადემიკოსად). 1988-1993 წლების პოლიტიკური და სოციალური კატაკლიზმების მიუხედავად რექტორმა გ. ჩოგოვაძემ შეძლო ძირეული საუნივერსიტეტო რეფორმების განხორციელება, სასწავლო პროცესისა და მეცნიერული შემოქმედების დონების მნიშვნელოვანი ამაღლება.

1994 წელს აკადემიკოსი გ. ჩოგოვაძე მთავრობის მიერ გაგზავნილ იქნა პარიზში, საფრანგეთისა და ესპანეთის სამეფოს საგანგებო და სრულუფლებიან ელჩად (2004 წლამდე). „ვარდების რევოლუციის“ შემდეგ იგი რჩება პარიზში.

2004-2012 წლებში გ. ჩოგოვაძე ბრუნდება UNESCO-ში და ხდება იუნესკოს საქმეთა ეროვნული კომისიის ვიცე-პრეზიდენტი, მოგვიანებით კი იუნესკოს პრეზიდენტის მრჩეველი.

2016 წლიდან ბატონი გოჩა სტუ-ს UNESCO-ს „ინფორმაციული საზოგადოების“ კათედრის გამგე, იწყებს აქტიურ მოღვაწეობას (ეს კათედრა შეიქმნა მისივე ინიციატივით 2003 წელს სტუ-ს ხელმძღვანელობისა და იუნესკოს პრეზიდენტის შეთანხმების საფუძველზე).

2018 და 2021 წლებში ჩატარდა ორი საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია „საინფორმაციო საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლოგიები“ [21]. მასში მონაწილეობა მიიღო აშშ-ის, კანადის, საფრანგეთის, გერმანიის, უნგრეთის და სხვა ქვეყნების უნივერსიტეტების მეცნიერებმა. ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების პრობლემების სწრაფ გადაწყვეტას ხელი შეუწყო „კოვიდ-19“ პანდემიის შემოტევამ. საზოგადოების მასობრივი ინფორმატიზაცია მოითხოვდა ახალ გამოწვევებს, რაც აკადემიკოს გ. ჩოგოვაძის და მისი გუნდის (ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის) ძირითადი საფიქრალი გახდა.

იმ-ფაკულტეტზე ამ დროისთვის შეიქმნა ახალი საგანმანათლებლო პროგრამები საბაკალავრო, სამაგისტრო და სადოქტორო საფეხურებისთვის, რომლებიც კარგად პასუხობს საერთაშორისო განათლების პრინციპებს და მოთხოვნებს. საფაკულტეტო რეფორმების პრობლემათა სწრაფ გადაწყვეტას ხელი შეუწყო უნივერსიტეტის ხელმძღვანელობისა და ფაკულტეტის ახალი გუნდების ჰარმონიულმა თანამშრომლობამ, რაც პირველ რიგში აისახა სასწავლო პროცესის ჰიბრიდული რეჟიმის სწორ დამკვიდრებაში (პანდემიის ფონზე).

დეკანი, პროფესორი თამარ ლომინაძე „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის და სპეციალობის ბაკალავრიატის, მაგისტრატურის და დოქტორანტურის კურსდამთავრებულთა და კარგად ესმის ორგანიზაციული მართვის სისტემების ფილოსოფია. იმედია იგი, თავის ახალ გუნდთან ერთად, აქტიურად გააგრძელებს ფაკულტეტის და მისი დეპარტამენტების უწყვეტ „ორკესტრირებას“, რაც უდავოდ მიგვიყვანს ჩვენი 100-წლოვანი უნივერსიტეტის შემდგომი ხარისხობრივი სრულყოფისა და წარმატებებისკენ.

II - ნაწილი) „მართვის ავტომატიზებული სისტემა“...

... ან „მართვის საინფორმაციო სისტემა“ კლასიკური განმარტებით – ინფორმატიკის, როგორც ინტერდისციპლინური მეცნიერების ერთ-ერთი მიმართულებაა, რომელიც შეისწავლის ადამიან-მანქანური სისტემების აგების თეორიას და პრაქტიკას, ეყრდნობა ეკონომიკურ-მათემატიკურ მეთოდებს და თანამედროვე კომპიუტერულ ტექნოლოგიებს *ორგანიზაციული სისტემების მენეჯმენტის* პროცესების ავტომატიზაციის მიზნით [22]. იგი აერთიანებს საკვლევე ობიექტის მართვის პროცესების შინაარსობრივ აღწერას (სემანტიკური მოდელირება), მათი გადაწყვეტის ალგორითმული სქემების აგებას (ლოგიკური მოდელირება) და კომპიუტერის ენაზე ამ უკანასკნელთა რეალიზაციას (ლინგვისტური მოდელირება). ეს საკითხები მჭიდრო კავშირშია პროგრამულ ინჟინერიასთან, როგორც მეცნიერული, ასევე აკადემიური თვალსაზრისით [23].

1960-იან წლებში, კომპიუტერული ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარების საფუძველზე, გაიზარდა მოთხოვნილება კორპორაციული მენეჯმენტის მონაცემთა (ინფორმაციის) დამუშავების ახალი შესაძლებლობების შექმნისა და გამოყენებისათვის. ამ პერიოდში წარმოშვა მენეჯმენტის (მართვა ორგანიზაციულ სისტემებში) კომპლექსური საინფორმაციო სისტემის (შემდგომში MIS) აგების იდეა. MIS-ის კონცეფცია მდგომარეობდა ერთიანი ზეცენტრა-

ლიზებული სისტემის მიდგომის რეალიზებაში, რომელიც გააერთიანებდა კომპანიის ოპერატიული მართვის სისტემების ყველა ინფორმაციას ერთ მონაცემთა მოდელში და შეძლებდა რეალურ დროში მათი ეფექტური ანალიზის განხორციელებას. ამგვარად, მართვის ავტომატიზებული სისტემები (ACS – Automated Control Systems) და მისი ანალოგი საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციის სისტემები (ICS – Industrial Control Systems) შეიქმნა და ემსახურებოდა დიდი და რთული ორგანიზაციული სისტემების მენეჯმენტის ამოცანების გადაწყვეტას, მათი ავტომატიზაციის საფუძველზე, როგორც ბიზნეს-ადმინისტრირების მხარდამჭერი კომპიუტერული სისტემები. ასეთი მართვის სისტემების კლასიფიკაციის სხვადასხვა ხერხი არსებობს.

მას-ების კლასიფიკაციის ფუნდამენტური კვლევა და შედეგები პროფ. გ. ჩოგოვამ გამოაქვეყნა თავის წიგნში „მას-ის აგების საფუძვლები“ (1980 წ. ქართულ და რუსულ ენებზე). ეს სახელმძღვანელო დღესაც აქტუალურია დამწყები სპეციალისტებისათვის ამ სფეროში.

სისტემების კლასიფიკაცია მართვის ობიექტების მიხედვით, რომელიც, ძირითადად, მოიცავდა სამი ტიპის მართვის ავტომატიზებულ სისტემებს (**მას**): „ტექნოლოგიური პროცესების **მას**“, „საწარმოო პროცესების **მას**“ და „დარგობრივი **მას**“. ფუნქციური დანიშნულების თვალსაზრისით კი შეიძლება აღვნიშნოთ: მარკეტინგული კვლევის, სტრატეგიული და ოპერატიული დაგეგმვის, ფინანსების მართვის, საბუღალტრო აღრიცხვის, კადრების მართვის და სხვ. ავტომატიზებული ქვესისტემები.

განხილული კომპიუტერული სისტემების ძირითადი მიზანი სახელმწიფო ორგანიზაციებსა თუ კერძო კორპორაციებში ბიზნეს-პროცესების (საქმისწარმოების სისტემის) სრულყოფა, სწორი და დროული გადაწყვეტილებების მიღებაა, და ამის საფუძველზე, რაც მთავარია, ორგანიზაციის ეფექტიანობის, მწარმოებლურობის, მდგრადი განვითარებისა და ფუნქციონირების საიმედოობის უზრუნველყოფაა. ყოველივე ეს ორგანიზაციული მართვის ანუ მენეჯმენტის პროცესების სრულყოფას მოითხოვს ავტომატიზაციის საფუძველზე, რისთვისაც თანამედროვე მენეჯმენტის საინფორმაციო (ადამიანურ-მანქანური) სისტემებია (MIS) შექმნილი.

მას-კათედრის დაარსების პირველივე წლებიდან გ. ჩოგოვამის ინიციატივით და ხელმძღვანელობით იქმნებოდა და ძლიერდებოდა მეცნიერული კავშირები წარმოების ობიექტებთან. ამის პირველი მაგალითი იყო 1975 წელს რუსთავის ქიმიური ბოჭკოს ქარხნის საამქროში „ექსტრაქციის პროცესის მართვის ავტომატიზებული სისტემის „ხერთვისის“ დანერგვა (სურ..5).



სურ.5. რუსთავის ქიმიური ბოჭკოს ქარხანაში „ხერთვისის“ დანერგვა

შემდეგი ინოვაციური სიახლე გახლდათ (1976-79) წლებში რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის მილსაგლინავი საამქროსთვის ტექნოლოგიური პროცესის მართვის ავტომატიზებული სისტემის შემუშავება რუსთავის „ავტომატიზაციის“ საკავშირო კვლევითი ინსტიტუტის (დირექტორი აკადემიკოსი ზ. ყრუაშვილი) ბაზაზე. კერძოდ მას-კათედრაზე შემუშავდა მეტალურგიული ქარხნის ტექნოლოგიური პროცესების მართვის ავტომატიზებული სისტემის მონაცემთა რელაციური ბაზა (გ. ჩოგოვაძე, გ. სურგულაძე, გ. ჩაჩანიძე). საკავშირო მასშტაბით, ეს იყო პირველი ექსპერიმენტი რელაციური მოდელების გამოსაყენებლად წარმოებაში და იმდენად ეფექტური გამოდგა, რომ შემდეგ წლებში იგი ადაპტირებულ და დანერგილ იქნა რუსეთის უმველეს და მძლავრ - „ვიკსას მეტალურგიულ ქარხანაში“ (Выксунский металлургический завод), რომელიც აშენდა 1757-ში, პეტრე პირველის ქალიშვილის, ელიზავეტას განკარგულებით.

ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პროექტი, რომელსაც გ. ჩოგოვაძე ხელმძღვანელობდა (როგორც ამ სტატიის 1-ელ ნაწილში აღვნიშნეთ) – იყო საკავშირო დონის დამზადების სამინისტროს მიერ სპი-ის მას-კათედრაზე პრობლემური ლაბორატორიის შექმნა და ამერიკა-კავკასიაში (თბილისი, ბაქო, ერევანი) შესაბამისი დარგობრივი მართვის ავტომატიზებული სისტემების შექმნა. გ. ჩოგოვაძის კონსულტანტობით დოცენტმა გ. გოგიჩაიშვილმა ამ პროექტში განხორციელებული კვლევების საფუძველზე, რომლებიც ხელოვნური ინტელექტის და სიტუაციური მართვის თეორიას ეფუძნებოდა, დაიცვა მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხი (მოსკოვში), საკანდიდატო დისერტაციები კი დაიცვეს გ. ნარეშელაშვილმა, თ. სუხიაშვილმა, ზ. შურღაიამ სხვა რესპუბლიკების უნივერსიტეტებში.

1997 წელს ჩატარდა საქართველოს ეროვნული გმირის, ჟიული შარტავას სახელობის პრემიების მინიჭების 1-ელი კონკურსი - ლიტერატურის, მეცნიერების, ტექნიკის, სპორტის და სხვა ნომინაციებში. მას-კათედრის პროფესორი გია სურგულაძე გახდა ტექნიკის ნომინაციაში ლაურეატი, მის მიერ შექმნილი ინოვაციური თეორიული და პრაქტიკული შედეგები, გამოცემული ქართულენოვანი მონოგრაფიებისა და სახელმძღვანელოების სახით გ. ჩოგოვაძესთან და გ. გოგიჩაიშვილთან თანავტორობით, ასევე ორიგინალური სამეცნიერო სტატიები მონაცემთა რელაციური და ცოდნის ბაზების დაპროექტების ავტომატიზაციის სფეროში, ერთხმად იქნა აღიარებული საკონკურსო კომისიის მიერ ტექნიკის დარგში საუკეთესოდ.

III - ნაწილი) ინფორმაციული საზოგადოება - XXI საუკუნის გამოწვევა

აკადემიკოსი გოჩა ჩოგოვაძე 2003 წელს UNESCO-ს ოფიციალური მხარდაჭერით, სტუ-ს ბაზაზე ქმნის ახალ კათედრას „ინფორმაციული საზოგადოება“, რომლის მიზანი საქართველოში ინფორმაციული და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების მეცნიერული მიმართულების განვითარება და საინფორმაციო საზოგადოების ფორმირების პროცესების ხელშეწყობაა [24].

„კოვიდ-19“ პანდემიის სამწლიანმა შემოტევამ, რომელიც ჯერ კიდევ ბოლომდე არაა აღმოფხვრილი, დაანახვა მსოფლიო საზოგადოებას, რომ ეკონომიკის, ბიზნესის, განათლების, სპორტის და თითქმის ყველა სხვა სფეროსა და დარგში, სტაბილური მდგრადობის შესანარჩუნებლად ერთ-ერთი ახალი მასობრივი ფორმა – დისტანციური თანამშრომლობაა ინფორმაციული და კომუნიკაციური ტექნოლოგიების (ICT) საფუძველზე. ეს ცხადად იქნა აღიარებული მსოფლიო ინფორმაციული საზოგადოების ფორუმზე 2022 წ. ჟენევაში (შვეიცარია) [25]. ასეთი ფორუმი ყოველ წელს იმართება ჟენევაში მაისის ბოლოს.

თანამედროვე მსოფლიოსა და ჩვენ ქვეყანაშიც „ინფორმაციული საზოგადოების“ ჩამოყალიბების გლობალიზაციის პროცესი და მისი შემდგომი განვითარება მნიშვნელოვანი მიზანია,

რომლის ძირითადი მოტივაცია ერთა დაახლოება და მშვიდობიანი თანაცხოვრებაა. ინფორმაციული საზოგადოების (Information Society) შექმნის პროცესი უნდა განვიხილოთ როგორც *მეტამეცნიერება* ხალხთა ჰუმანიზაციისა და თანაარსებობის ჰარმონიზაციისათვის უახლესი საინფორმაციო ტექნოლოგიებისა და ინფორმატიკის დიდაქტიკის მეცნიერებათა კომპლექსური გამოყენების ბაზაზე.

ინფორმაციული საზოგადოების ჩამოყალიბების კონცეფციის რეალიზაცია მჭიდრო კავშირშია ინფორმაციული და კომუნიკაციური სისტემების თეორიული და პრაქტიკული საკითხების უწყვეტ განვითარებასთან. იგი, როგორც ინტერდისციპლინური ან მულტიდისციპლინური მეცნიერება, განსაკუთრებულ როლს თამაშობს ინფორმაციული და ცოდნის საზოგადოების ფორმირებაში. საინფორმაციო სისტემა არის ის კომპლექსური მექანიზმი (პრესა, რადიო, ტელევიზია, კომპიუტერული სისტემები, კომუნიკაციის საშუალებები), რომელიც უზრუნველყოფს პიროვნებისა და მთელი საზოგადოების სრულფასოვან ინფორმატიზაციას, მათი განათლებისა და ცოდნის დონის ამაღლების გზით.

განსაკუთრებით სასიცოცხლო მნიშვნელობა აქვს მართვის საინფორმაციო სისტემების (MIS) დამუშავების, პროდუქციის წარმოების, ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროებში მათი დანერგვისა და ეფექტიანი გამოყენების საკითხების გადაწყვეტას [23].

სტუ-ს UNESCO-ს კათედრის მიზანია საზღვარგარეთის მოწინავე უნივერსიტეტების პროფესორებთან მჭიდრო კავშირში, საქართველოში „ინფორმაციული საზოგადოების“ ჩამოყალიბებისა და მისი შემდგომი განვითარების კონცეფციის რეალიზაციის მხარდაჭერა [24]. საზოგადოების ინფორმატიზაციის ხარისხის დონის ამაღლება ახალი საინფორმაციო ტექნოლოგიების, ინფორმატიკის დიდაქტიკისა და მედიაინფორმატიკის მეცნიერებათა კომპლექსური გამოყენების ბაზაზე.

ამ მიმართულებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის)“ და „ქართული ფილოლოგიისა და მედიატექნოლოგიების“ დეპარტამენტებში სტუ-ს UNESCO-ს კათედრის (აკად. გ. ჩოგოვადის) ხელმძღვანელობით მიმდინარეობს გარკვეული სამუშაოები სტუდენტთა განათლებისა და მეცნიერული კვლევების სფეროში [26]. შემუშავებულია ახალი სასწავლო პროგრამები, შესრულებულია არაერთი დისერტაცია ამ მიმართულებით, გამოქვეყნებულია მრავალი სახელმძღვანელო და მონოგრაფია „ინფორმაციული საზოგადოების“ ძირითად დისციპლინებში, როგორებიცაა საინფორმაციო და კომუნიკაციური სისტემები და სხვ.

თავისი არსებობის მანძილზე სტუ-ს UNESCO-ს კათედრამ განახორციელა მნიშვნელოვანი სამუშაოები: მოეწყო საერთაშორისო სემინარები, რომლებიც მიემდვნა თანამედროვე საზოგადოებაში ახალი საინფორმაციო ტექნოლოგიების პრობლემებს, მომზადდა და შემუშავდა სპეციალური პროგრამა და ლექციების კურსი. ამ მიმართულებით, გამოიცა მონოგრაფიები „ინფორმაცია“ (ქართულად, ინგლისურად და რუსულად), „გლობალანსი“ და „ბიოსფერია“ (ქართულად, რუსულად), რომლებმაც არა მარტო საუნივერსიტეტო, არამედ ფართო საზოგადოებრიობის დიდი ინტერესი გამოიწვია. სტუდენტების, მაგისტრანტებისა და დოქტორანტების ფართო წრისათვის ქართულ ენაზე დამუშავდა და გამოიცა 1001 გვერდიანი მონოგრაფია „საინფორმაციო სისტემების დაპროგრამების ჰიბრიდული ტექნოლოგიები და მონაცემთა მენეჯმენტი“, აგრეთვე მონოგრაფია – „ინფორმაციული საზოგადოება და ინტერდისციპლინური სწავლება ციფრული ტექნოლოგიების ბაზაზე“ [27]. 2006 წლიდან გამოიცემა პერიოდული საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ (Print და Online ვერსიები), 2019-დან მიენიჭა ციფრული იდენტიფიკატორი (DOI) [28].

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G., Gogichaishvili G., Surguladze G.. (2021). Chair of „Automated Control Systems“ Celebrates 50th Anniversary – its Role in the Development of Education and Science. Transact. of GTU. Automated control systems - No 1(32), vol.1,1,, pp.7-18 (DOI.) (in Georgian)
2. Chogovadze G. (1981). Results and Prospects of Scientific Rresearch of the Department of ACS of the Georgian Polytechnical Institute. Transact. of GPI. Tbilisi, pp. 3-9, (in Russian)
3. Chogovadze G., Surguladze G., Gulitashvili M., Dolidze S. (2020). Software Quality Management: Testing and Optimization. GTU. "IT-Consulting Scientific Center", Tbilisi, (in Georgian)
4. Chogovadze G., Surguladze G., Chachanidze G. (1977). Designing of Relational Databases and Issues of Communication in Them. Abstracts of the 1-st All-Union School-Seminar "Intellectual Information Banks". - M. MEPhI-GPI. Sukhumi, 23.09-2.10.1977, pp.55-58 (in Russian)
5. Surguladze G., Kiviladze G. (2017). Introduction to NoSQL Databases. ISBN 978-9941-0-9642-6. GTU, Tbilisi, 2017. -152 p., (in Georgian)
6. Petriashvili L., Surguladze G. (2017). Data Management Modern Technologies (Oracle, MySQL, MongoDB,Hadoop). ISBN 978-9941- 27-176-2. GTU, Tbilisi, 2017. -202 p., (in Georgian)
7. . Chogovadze G., Surguladze G. (1980). Algorithm and Software for the Design and Modification of Logical Structures of Databases. Information bulletin "Algorithms and Programs", No. 1 (33), n-124. State Fund of Algorithms-Programs of the USSR. -M. in Russian)
8. 5. Chogovadze G., Surguladze G. (1980). Algorithm and Software for Developing the Optimal Oorganization of n-ary Database Relations. Information bulletin "Algorithms and Programs", No. 1 (33), n-125. State Fund of Algorithms-Programs of the USSR. -M. in Russian)
9. 6. Surguladze G., Retter V., Shonia O. (1983). The program for further decomposition of the structure of functional dependencies. Information bulletin "Algorithms and Programs", N5(56), Per.N П006378. State Fund of Algorithms-Programs of the USSR. -M. in Russian)
10. Heritage For Future: Protecting intangible cultural heritage of Georgia, regarding to UNESCO 2003 convention for safeguarding intangible cultural heritage. Internet resource: <https://ichgeorgia.wordpress.com/2015/02/21/polyphony/> (11.05.22)
11. Surguladze G. (1993). Construction a network of automated workstations and implementation of software for an industrial association. Diss. of Tech. Science. GTU, Tb., (in Georgian)
12. Surguladze G., Turkia E. (2003). Design of Automated Business-Processes Management Systems. Monograph. GTU, Tbilisi 230 p. (in Georgian)
13. Surguladze G., Petriashvili L. (2005). Technology of Construction a Data Warehouse for Internet Business Systems. Monograph. GTU, "Techn.Univ", Tb., -200 p., (in Georgian)
14. Surguladze G., Okhanashvili M., Surguladze G. (2009). Unified and Simulation Modeling of Marketing Business Processes. Monograph. GTU, "Tech. Un.", Tb., -170 p., (in Georgian)
15. Surguladze G., Kristesiashvili Kh., Surguladze G. (2015). Modeling and Research of Enterprise Resource Management Business Processes). Monograph. GTU, "Tech. Un.", Tb., 216 p., (in Georgian)
16. Surguladze G., Gulua D. (2005). Object-oriented modeling of distributed systems with unified Petri network. Monograph. GTU, "Tech. Un.", Tb., -210 p., (in Georgian)
17. Chogovadze G. (2003). InforNation: Information, Society, People. Tbilisi, "Neostudio"
18. Chogovadze G. (2006). Global balance. Moscow. "Z. Tsereteli Creative Workshops "
19. Chogovadze G. (2009). Biosphere. Moscow. "Z. Tsereteli Creative Workshops "
20. Chogovadze G. (2015). Thoughts for the future. Tbilisi. -198 p.
21. International Technical-Scientific Conference "Information Society and Technologies for Intensification of Education. (2018, 2021). <http://conf-unesco.gtu.ge/eng.php> (20.05.22)
22. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G., Shonia O. (2019). FROM AUTOMATED CONTROL SYSTEMS TO MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS: A MODERN METAMORPHOSIS. Transact. of GTU. Automated control systems - No 2(29), pp.7-18 (in Georgian)
23. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017). Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. Monograph, GTU, „Techn.Univ.“, Tb., -1001 p., (in Georgian)

24. Chogovadze G., Prangishvili A., Djagodnishvili T., Surguladze G. (2018). INFORMATION SOCIETY - MODERN CHALLENGE OF MULTIDISCIPLINARY EDUCATION. Transact. of GTU. ACS - No 2(26), pp.19-25 (in Georgian)

25. World Summit on the Information Society Forum 2022 in Geneva, Switzerland. <https://www.itu.int/net4/wsis/forum/2022/en>

26. Chogovadze G., Prangishvili A., Gogichaishvili G., Didmanidze V., Surguladze G. (2016). MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS AND SOFTWARE ENGINEERING - INNOVATIONS IN UNIVERSITY EDUCATION. Transact. of GTU. Automated control systems - No 1(21), pp.9-24 (in Georgian)

27. Chogovadze G., Surguladze G., Topuria N., Kharitonashvili M. (2021). INFORMATION SOCIETY AND INTERDISCIPLINARY TEACHING BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES. GTU. © „IT-Consulting scientific center” of GTU, ISBN 978-9941-8-3338-0. Tbilisi, 360 p., (in Georgian)

28. TRANSACTIONS OF GTU "AUTOMATED CONTROL SYSTEMS". ISSN 1512-3979 (print), EISSN 1512-2174 (online), DOI.org/10.36073/1512-3979. https://gtu.ge/Journals/mas/jurnali_web/referE.html.

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY CELEBRATES THE 100th ANNIVERSARY – THE CONTRIBUTION OF ACADEMICIAN G. CHOGOVADZE, THE FOUNDER OF THE DEPARTMENT OF ACS, TO THE FIELD OF EDUCATION AND SCIENCE DEVELOPMENT

Surguladze Gia

Georgian Technical University
g.surguladze@gtu.ge

Summary

The article discusses achievements of the 50-year-old department Automated Management Systems (1971-2021) in celebration of the 100th founding anniversary of Georgian Technical University. Information is presented about the important role and merits of its founder, academician Gocha Chogovadze, in the creative and educational processes of the department and university academic staff and students. The article provides analysis in the interdisciplinary scientific field of Informatics (and Computing) particularly related to the mission and objectives of Automated Management Systems – as a scientific direction of organizational management. Fundamental issues of software engineering and data management in the direction of object-oriented modeling, designing and hybrid software implementation of management information systems are discussed. Presented are major innovative educational-scientific achievements that have been achieved at the departments of Information Society and Automated Control Systems of the GTU constantly supported by the academician Gocha Chogovadze. **(Received 20.05.2022)**

ТЕХНИЧЕСКОМУ УНИВЕРСИТЕТУ ГРУЗИИ 100 ЛЕТ – ВКЛАД ОСНОВАТЕЛЯ КАФЕДРЫ АСУ, АКАДЕМИКА Г. ЧОГОВАДЗЕ В РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

Сургуладзе Г.

Грузинский Технический Университет
g.surguladze@gtu.ge

Резюме

На фоне 100-летия основания Грузинского Технического Университета обсуждаются достижения 50-летней кафедры «Автоматизированные системы управления» (1971-2021 гг.) в научно-образовательном пространстве. Заслуги и роль его основателя, академика Гочи Чоговадзе, в поддержке развития профессорско-преподавательского состава и студентов университета в творческом и учебном процессах. В области междисциплинарной науки информатики (и вычислительной техники) анализируются целевые задачи Автоматизированных систем управления, как научно-технического направления развития систем организационного управления. Обсуждаются фундаментальные вопросы современной программной инженерии и управления данными в направлении объектно-ориентированного моделирования, проектирования и гибридной программной реализации информационных систем управления. Описаны основные инновационные учебно-научные достижения, полученные на кафедрах Информационного Общества и АСУ (программная инженерия) ГТУ, при постоянном содействии академика Гочи Чоговадзе. **(Поступила 20.05.2022)**

ნიადაგის ვარგისიანობის მონიტორინგის მიზნით, პოტენციომეტრული ხელაწყოსა და მასთან დაკავშირებული სისტემის გამოყენებით, pH-ის განსაზღვრის მეთოდის

თამაზ ძაგანია, ელგუჯა ბუცხრიკიძე, ვლადიმერი ფადიურაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

tamaz_dzaganian@yahoo.com, elguja_bucxrikidze@maia.ru, v.padiurashvili@gmail.com

რეზიუმე

გაკეთებულია pH -ის ცნების განმარტება და მისი შეფასების თეორიული და პრაქტიკული ასპექტები. ნაჩვენებია მისი ზუსტი შეფასებისათვის საჭირო მატერიალურ ტექნიკური ბაზა. წყალბადის მაჩვენებლის – pH-ის განსაზღვრის ყველაზე ზუსტი, ობიექტური მეთოდი პოტენციომეტრული მეთოდია, რის გამოც შესაბამისი ტექნიკური საშუალებების არსებობის პირობებში, სწორედ ამ მეთოდს ენიჭება უპირატესობა. განხილულია ნიადაგის pH-ის განსაზღვრის მეთოდი პოტენციომეტრული ხელაწყოსა და მასთან დაკავშირებული სისტემის გამოყენებით. სისტემის ძირითადი რგოლია გამოზომი ხელსაწყო, რისთვისაც შერჩეულია ხელსაწყო pH100, რომელიც საშუალებას იძლევა სამუშაოები ჩატარდეს როგორც ლაბორატორიულ, ასევე საველე პირობებშიც.

საკვანძო სიტყვები: ნიადაგი. სინჯი. აქტივობა. წყალბადიონი. pH-მეტრი.

1. შესავალი

წყალბადის მაჩვენებელი pH ეწოდება წყალბად-იონთა აქტივობის უარყოფით ლოგარითმს: $pH = -\lg a(H^+)$. pH-ის სიდიდე გვიჩვენებს ხსნართა მჟავურ ან ტუტე თვისებებს, ანუ წყალბადის იონთა (H^+) ან ჰიდროქსილიონთა (OH^-) კონცენტრაციას. pH ძირითადად იზომება წყალხსნარებში. პრაქტიკულად უფრო მოხერხებულია გამოვიყენოთ ტერმინი „წყალბადის მაჩვენებელი“ რომელიც წყალბადის იონთა აქტივობის ათობითი ლოგარითმია შებრუნებული ნიშნით.

რადგანაც წყლის თვითიონიზაციის ანუ ავტოპროტოლიზის დროს $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$ (კვადრატული ფრჩხილებით აღინიშნება კონცენტრაცია მოლ/დმ³). ხოლო წყალბადიონებისა და ჰიდროქსილიონების კონცენტრაციები ემორჩილებიან მოქმედ მასათა კანონს, ცხადია რომ წყალბადის მაჩვენებლის რიცხვითი მნიშვნელობა იცვლება 0-იდან 14-მდე ფარგლებში:

როდესაც $[H^+] > 10^{-7}$, მაშინ pH ნაკლებია 7-ზე, ხოლო როდესაც $[H^+] < 10^{-7}$, მაშინ pH მეტია 7-ზე. შესაბამისად გვექნება მჟავე, ან ტუტე არე. არსებობს პირდაპირი ფუნქციონალური დამოკიდებულება ხსნარში მჟავას ან ტუტის კონცენტრაციასა და pH-ს შორის.

თუ წყალში გავხსნით მჟავას, მისი მოლეკულების დისოციაციის დროს H^+ იონების კონცენტრაცია გაიზრდება და მოქმედ მასათა კანონის შესაბამისად, შემცირდება OH^- იონების კონცენტრაცია. ტუტის გახსნა ცვლის H^+ და OH^- იონების კონცენტრაციას საპირისპიროდ, რაც უფრო მეტია ტუტის სიჭარბე, მით ნაკლებია წყალბადის იონის კონცენტრაცია.

ამრიგად, წყალბადის იონების კონცენტრაციის საშუალებით შეგვიძლია რაოდენობრივად გამოვსახოთ არა მარტო მჟავიანობის ხარისხი, არამედ ტუტეანობის ხარისხიც. კონცენტრაციების გამოსახვის ასეთი მეთოდი მოსახერხებელია კიდევ იმიტომაც, რომ სხვაობა ორ რიცხვს შორის უშუალოდ გვიჩვენებს კონცენტრაციების ფარდობით ცვლილებას. pH-ის შეცვლა 1 ერთეულით შეესაბამება როგორც წყალბადის, ასევე ჰიდროქსილის იონების

კონცენტრაციის შეცვლას ათჯერ (ისე რომ მოქმედ მასათა კანონის შესაბამისად, მათი ნამრავლი დარჩეს მუდმივი).

pH-ის გაზომვის ყველაზე უფრო ზუსტ და უნივერსალურ მეთოდს წარმოადგენს ელექტრომეტრული მეთოდი. იგი დაფუძნებულია წყალბადის იონების ცნობილი ნორმალური კონცენტრაციის ხსნარში ჩაშვებულ ელექტროდსა და საცდელ ხსნარში ჩაშვებულ ელექტროდს შორის პოტენციალთა სხვაობის გაზომვით, pH-ის სიდიდის განსაზღვრაზე. წყალბადის იონების კონცენტრაციის მნიშვნელობა გამოისახება pH ერთეულებში.

წყალბადის ელექტროდი საშუალებას გვაძლევს მაღალი სიზუსტით გავზომოთ pH 0-დან 14-მდე ფარგლებში. გამზომი ელექტროდის სახით ყველაზე უფრო ფართო გავრცელება ჰპოვა მინის ელექტროდებმა. pH ელექტროდის სახით საქართველოში დამკვიდრებულ ლაბორატორიულ პრაქტიკაში გამოიყენება საქართველოში, სსგ „ანალიზხელსაწყო“-ში დამუშავებული და შექმნილი მინის ელექტროდები ЭСЛ-43-07 (0-დან 40 გრადუსამდე ტემპერატურის ინტერვალში მუშაობისათვის) და ЭСЛ-63-07 (25-დან 100 გრადუსამდე ტემპერატურის ინტერვალში მუშაობისათვის). ხოლო დამხმარე ელექტროდებად კი ქლორვერცხლის ЭВЛ ტიპის, კერძოდ ЭВЛ-1М3 ელექტროდები.

მინის pH ელექტროდი წარმოადგენს მინის მილს, მის ბოლოში სპეციალური ელექტროდული მინისაგან დამზადებული თხელკედლიანი ბურთულით (მინა შეიცავს ლითიუმის დიდ რაოდენობას). მილში და ბურთულაში მოთავსებულია ეტალონური HCl-ის ნორმალური ან დეცინორმალური (ე.ი. წყალბად-იონების ცნობილი კონცენტრაციის) ხსნარი, რომელშიდაც ჩაშვებულია მოქლორილი ვერცხლის პატარა მავთული. ამგვარად შესრულებული მინის ელექტროდი მუშაობისას ავლენს წყალბადის ელექტროდის თვისებებს.

საანალიზო ხსნარში ასევე ჩაშვებულია ქლორვერცხლის დამხმარე ელექტროდი რომელიც მინის გამზომ ელექტროდთან ერთად ქმნის პოტენციალთა სხვაობას, რომლის სიდიდეც დამოკიდებულია როგორც ხსნარის pH-ის მნიშვნელობაზე, ასევე ტემპერატურაზე. ამიტომაც დამხმარე და საზომ ელექტროდებთან ერთად, თერმოკომპენსაციის მიზნით, საკვლევ ხსნარში განთავსებულია თერმომგრძნობიარე ელექტროდიც.

2. ძირითადი ნაწილი

შექმნილი სერიული სამამულო pH-მეტრებიდან, რომლებიც დამუშავებულია და გამოშვებულია თბილისის სამეცნიერო-საწარმოო გაერთიანება „ანალიზხელსაწყო“-ში ქართველი სპეციალისტების მიერ, აღსანიშნავია pH-მეტრების სერია: pH-262; pH-673; pH-100.

pH-100-ის მაგალითზე გავეცნოთ pH-მეტრის საშუალებით pH-ის გაზომვის თანმიმდევრობას (ნახ.1).



ნახ.1

pH-100 განკუთვნილია როგორც წყალბად-იონების აქტიურობის გასაზომად (pH), ისე ჟანგვა-აღდგენითი პოტენციალის გასაზომად. ხელსაწყო ფართოდ გამოიყენება სოფლის მეურნეობაში, მედიცინაში, სამეცნიერო-კვლევით და სასწავლო უნივერსიტეტებში და რაც მთავარია, როგორც ლაბორატორიულ, ასევე საველე პირობებში სამუშაოდ, რისთვისაც მასში გათვალისწინებულია ავტონომიური კვების ბლოკი ± 9 ვოლტის ძაბვის მქონე კვების ავტონომიური წყაროდან. ხელსაწყოს სამუშაოდ მომზადება მიმდინარეობს შემდეგნაირად.

ხელსაწყოს მივაერთოთ კომბინირებული ელექტროდი ЭСКЛ-09, ან გადამყვანი ბლოკის საშუალებით მივაერთოთ მინის ელექტროდი ЭСЛ-43-07, ხოლო დამხმარე ელექტროდად კი ქლორვერცხლის ЭВЛ-1М3 ელექტროდი. შესაბამის ბუდეში მივაერთოთ ასევე თერმო-კომპენსატორი ТКА-07.

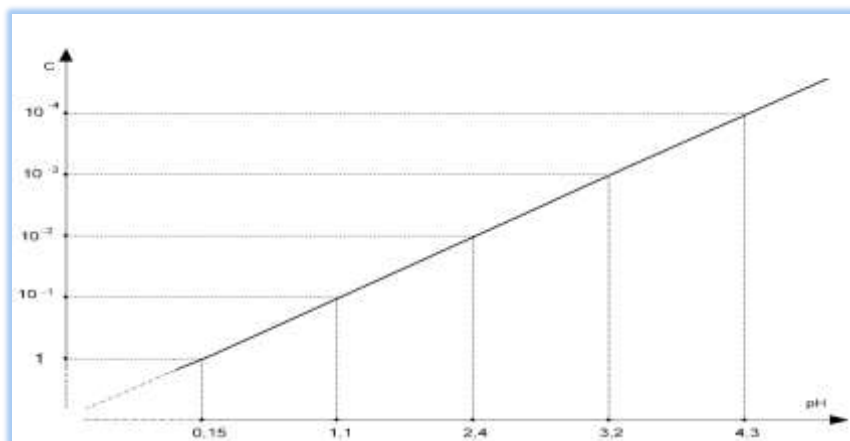
ჩავრთოთ ხელსაწყო და ვაცადოთ 10 წუთი ტემპერატურული რეჟიმის დამყარებამდე. მოვამზადოთ pH = 6,86 სტანდარტტიტრი pH = 4,01 ან pH = 9,18 ტიტრი, იმისდამიხედვით თუ სავარაუდოდ რომელ არეში მოუწევს მუშაობა ხელსაწყოს. მოვიყვანოთ დაჭერილ მდგომარეობაში ღილაკი pH, ჩავუშვათ ელექტროდები pH = 6,86 ხსნარში და დავაყოვნოთ ჩვენების სტაბილიზაციამდე, მაგრამ არანაკლებ 3 წუთისა. ხელსაწყოს მარჯვენა მხარეს განლაგებული ღილაკის CT-1 -ს საშუალებით ციფრულ ტაბლოზე ვაყენებთ „6,86“.

შემდეგ ასევე ვიღებთ მეორე ბუფერულ ხსნარს, რომლის pH=4,01, ან pH=9,18-ს, და ჩვენების სტაბილიზაციის შემდეგ ღილაკის CT-2-ს საშუალებით ვაყენებთ ჩვენებას ბუფერის შესაბამისად. ყოველი ოპერაციის შემდეგ ვრეცხავთ ელექტროდებს გამოხდილი წყლით და ვამშრალებთ ფილტრის ქაღალდით. საჭიროების შემთხვევაში ვიმეორებთ ყველა ოპერაციას.

სამუშაოდ მომზადების შემდეგ pH-მეტრს ვიყენებთ ხსნარების სინჯების გასაზომად ლაბორატორიულადაც და საველე პირობებშიც. გაზომვას ვაწარმოებთ შემდეგნაირად:

დავუშვათ გვსურს განვსაზღვროთ ხსნარში მარილმჟავას კონცენტრაცია. ამისათვის საჭიროა ჯერ გადავიღოთ გრადუირების მრუდი, რისთვისაც ვამზადებთ მარილმჟავის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებს: 1მოლ/ლ(1); 0,1მოლ/ლ(10^{-1}); 0,01მოლ/ლ(10^{-2}); 0,001მოლ/ლ(10^{-3}); 0,0001მოლ/ლ(10^{-4} მოლ/ლ) და ვზომავთ თითოეულისათვის pH-ის მნიშვნელობას. ვაგებთ გრაფიკს pH-ის დამოკიდებულებას HCl-ის კონცენტრაციაზე:

მე-2 ნახაზზე აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია ხსნარის pH-ის მნიშვნელობა, ხოლო ორდინატაზე კონცენტრაცია მოლ/ლ ერთეულებში. (გათვალისწინებული უნდა იქნას რომ ორდინატათა ღერძზე მასშტაბი ლოგარითმულია).



ნახ.2

გრაფიკის საშუალებით უკვე შესამდლებელია განვსაზღვროთ HCl-ის უცნობი კონცენტრაცია ხსნარში pH-ის განსაზღვრის საშუალებით. ამისათვის ვზომავთ ხსნარის pH-ს და გრაფიკის საშუალებით ვპოულობთ შესაბამის კონცენტრაციას.

2.1 ნიადაგის pH-ის განსაზღვრის მეთოდი

ნიადაგი - უმნიშვნელოვანესი, ძნელად განახლებადი ბუნებრივი რესურსი და წარმოების საშუალებაა, არაორგანული და ორგანული ბუნების დამაკავშირებელი ხიდი და მათი რთული, ხანგრძლივი ურთიერთქმედების პროდუქტია. ჰაერთან და წყალთან ერთად იგი ადამიანის არსებობის და კეთილდღეობის წყაროა. ვარაუდობენ, რომ ნიადაგის წარმონაქმნები 400 მილიონი წლის წინ გაჩნდა, როცა სიცოცხლე ჩაისახა დედამიწაზე.

ქიმიური და მინერალოგიური შედგენილებით, აგრეთვე მასში მიმდინარე პროცესების მრავალფეროვნებით ნიადაგი პლანეტის ურთულესი სისტემაა. მჭიდრო გენეტიკური კავშირის გამო ნიადაგებისა მისი წარმომქმნელი ქანების მინერალური შედგენილობა მსგავსია. მათ შორის ძირითადი განსხვავება ნიადაგებში ბიოგენური და ორგანული ნივთიერებების სიჭარბეა. სწორედ ბიოლოგიური პროცესების შედეგად წარმოქმნილი ორგანული ნივთიერებების ჩასახვით იწყება ქანების ტრანსფორმაცია ნიადაგად.

ნიადაგის აგროქიმიური ბუნება, სხვა პარამეტრებთან ერთად, დამოკიდებულია მის pH-ზე. ნიადაგის pH ფართო ზღვრებში იცვლება, რაც განპირობებულია ნივთიერებათა არსებობის მრავალგვარი ფორმებისა და კონცენტრირებისაგან. იგი თავის მხრივ განაპირობებს მათი ტოქსიკაციის ხარისხს.

ნიადაგის pH-ის მნიშვნელობა ასევე უდიდეს გავლენას ახდენს მცენარის ზრდა-განვითარებასა და მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობაზე. არის მცენარეები, რომლებიც ტუტე რეაქციას ვერ იტანს და იღუპება... და პირიქით, ტუტე რეაქციის პირობებთან შეგუებულ მცენარეებს უჭირთ მჟავა რეაქციის ნიადაგში განვითარება.

ყოველივე ზემოთ თქმულისაგან ცხადად ჩანს, რაოდენ მნიშვნელოვანია ნიადაგის pH-ის განსაზღვრა.

უპირველეს ყოვლისა უნდა მოხდეს ნიადაგის სინჯის აღება. ამისათვის შესაფერისი ნიჩბით გამოსაკვლევი ფართობის არანაკლებ 5 სხვადასხვა ადგილისა იღებენ სინჯს, მიიტანენ ლაბორატორიაში და კარგად შერევის შემდეგ გაშლიან გასაშრობად არა უმეტეს 1სმ სისქის ფენის სახით. გაშრობის შემდეგ იღებენ ნიმუშს 30 გრამის ოდენობით.

ანალიზისათვის საჭირო ხელსაწყოთარალებია:

- pH მეტრი რომლის ცდომილებაა არა უმეტეს 0,05 pH;
- მინის ელექტროდი წყალბადიონების აქტივობის გასაზომად;
- ქლორვერცხლის შედარების ელექტროდი;
- ტემპერატურის გამზომი ელექტროდი;
- ლაბორატორიული სასწორი 2 კლასის სიზუსტის;
- შემრევი 700ზრ/წთ;
- ცილინდრები II სიზუსტის კლასის;

- კონუსური კოლბები 250 გ.;
- მინის ძაბრები;
- თერმომეტრი ლაბორატორიული 15-30°C დანაყოფის ფასი 1°C;
- ფილტრის ქაღალდი;
- სტანდარტ-ტიტრები ბუფერული ხსნარების დასამზადებლად;
- დისტილირებული წყალი.

30გ. ჰაერზე გამომშრალ ნიადაგის სინჯს ათავსებენ კონუსურ კოლბაში და ამატებენ 150 მლ დისტილირებულ წყალს. კოლბას ურევენ 3წთ-ის განმავლობაში მომრევეზე და ტოვებენ დასალექად არანაკლებ 5 წთ-ის განმავლობაში. ნაყენს 15-20 გრამის რაოდენობით ფრთხილად გადმოსახამენ 50 მლ მინის ჭიქაში და წინასწარ შემოწმებული pH მეტრის საშუალებით ახდენენ pH - ის გაზომვას.

- თუ pH 3-დან 4-მდეა- გვაქვს ძლიერი მჟავა ნიადაგი;
- თუ pH 4-დან 5-მდეა- მჟავა ნიადაგი;
- თუ pH 5-დან 6,5-მდეა- სუსტი მჟავა ნიადაგი;
- თუ pH 7 ±0,5 - გვაქვს ნეიტრალური ნიადაგი;
- თუ pH 7,5-დან 8-მდეა- სუსტი ტუტე ნიადაგი;
- თუ pH 8-დან 9-მდეა- ძლიერი ტუტე ნიადაგი.
-

3. დასკვნა

ამრიგად, სტატიაში განხილულია pH-ის ცნება და მისი გაზომვის მეთოდები სხვადასხვა საკვლევი არეს შემთხვევაში. ყურადღება გამახვილებულია ნიადაგის pH-ის გასაზღვრაზე და ამისათვის შერჩეულია ამ კუთხით ყველაზე უფრო ზუსტი, საიმედო და უნივერსალური მეთოდი pH-ის გაზომვის ელექტრომეტრული მეთოდი. განხილულია გაზომვის სპეციფიკიდან გამომდინარე, შესაბამისი სისტემის შექმნის ასპექტები.

ლიტერატურა-References-Литература:

1. Agrochemical methods of soil research. (1975). Soil Institute named after V.V. Dokuchaev. Ed. "Nauka", Moscow
2. Kaurichev I.S. (1986). Workshop on soil science. Moscow. Agropromizdat
3. Arinushkin E.V. (1970). Guidelines for the chemical analysis of soils. Ed. Moscow State University
4. GOST 26423-85 Soils. Methods for determining the specific electrical conductivity, pH and the dense residue of the aqueous extract.
5. Zedgenidze I. (1999). Expertise, Methods and Means. GTU, Tbilisi (in Georgian)
6. Fadiurashvili V. (2007). Fundamentals of Ecological Expertise. GTU, Tbilisi (in Georgian)

(სტატია მიღებულია 22.05.2022)

A METHOD FOR DETERMINING SOIL PH USING A POTENTIOMETRIC DEVICE AND AN APPROPRIATE SYSTEM FOR MONITORING IT

Dzagania Tamaz, Butskhrikidze elguja, Fadiurashvili Vladimer

Georgian Technikal University

tamaz_dzagania@yahoo.com, elguja_bucxrikidze@maial.ru, v.padiurashvili@gmail.com

Summary

The definition of the concept of pH and the theoretical and practical aspects of its evaluation are given. The material and technical base necessary for its accurate assessment is shown. The potentiometric method is the most accurate, objective method for determining the hydrogen index - pH, therefore, if appropriate technical means are available, this method is preferred. A method for determining soil pH using a potentiometric instrument and the corresponding system is discussed. The main link of the system is the measuring device, for which the pH100 device was chosen, which makes it possible to carry out work even in the field.

(Received 21.05.2022)

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ PH ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО ПРИБОРА И СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ, ДЛЯ ЕГО МОНИТОРИНГА

Дзагания Т., Буцхрикидзе Э., Фадиурашвили В.

Грузинский Технический Университет

tamaz_dzagania@yahoo.com, elguja_bucxrikidze@maial.ru, v.padiurashvili@gmail.com

Резюме

Дано определение понятия pH и теоретические и практические аспекты его оценки. Показана материально-техническая база, необходимая для его точной оценки. Потенциометрический метод является наиболее точным, объективным методом определения водородного показателя - pH, поэтому при наличии соответствующих технических средств предпочтение отдается этому методу. Обсуждается метод определения pH почвы с помощью потенциометрического прибора и создание соответствующей системы. Основным звеном системы является измерительный прибор, для которого был выбран прибор pH100, позволяющий проводить работы даже в полевых условиях.

(Поступила 21.05.2022)

DATA SECURITY OF ERP SYSTEMS DURING COVID-19

Svanidze Irakli

Georgian Technical University

iraklisvannidze@gmail.com

Summary

The unexpected shutdown of many offices and businesses as a result of the COVID-19 epidemic has ushered in a new era of remote employment. It resulted in a quick move to full-time remote work for the majority of workers, and firms were obliged to allow employees to work from home whenever feasible in order to stay alive. The worldwide IT landscape has been irreversibly transformed by the COVID-19 outbreak, and "remote work" has become synonymous with "work". This has quickly become a cultural norm throughout the world due to extensive use of information technologies such as cloud computing, video conferencing, collaboration platforms and broadband Internet. As a result, the great majority of projects, business processes, and operations, including the integration of enterprise resource planning systems, are now implemented and managed remotely. Security and data leakage issues in software projects have grown dramatically as a result of the fast move to remote operations. The primary goal of this paper is to discuss the data protection strategy used in ERP system integration processes when working remotely. I gathered information and assessed best practices in one of Georgia's largest financial institutions.

Keywords: data privacy. Remote working. Ddata breach. ERP systems. Cybercrime. Security software. COVID-19.

1. INTRODUCTION

The imposed lockdown has led the vast majority of people to working from home and spending most of their time on the Internet. More specifically, employees are working remotely, employers are managing companies from home and pupils and students are having their classes remotely as well. Furthermore, a recent Gartner CFO survey revealed that over two-thirds (74%) plan to permanently shift at least 5% of their on-site employees to remote work after the Covid-19 crisis ends [1,2].

Accordingly, the increased percentage of the population connected to the Internet and the time spent online has created an advantageous environment for cybercriminals. On the one hand, cybercrime is a three-fold scheme which includes a victim (target of the attack), a motive (to drive the attack) and an opportunity (a vulnerability and/or unprotection in the system). Thus, this triad is extremely difficult to prevent and mitigate which raises a multitude of complex challenges either to individuals, organizations, and governments. On the other hand, cybersecurity is positioned as the top technology challenge for IT professionals and researchers and organizations should consider reviewing on a continuous basis their IT audit plans to address the cybersecurity threats and emerging technologies [3]. Indeed, there is a myriad of activities and/or challenges that IT personnel may address including risk/compliance management, development life cycle, security, third-party management, information/asset management, access management, threat/vulnerability management, data management and protection, risk analytics, crisis management and resiliency, security operation and awareness, training, just to mention a few. In ERP systems, data security can be easily affected, if the components such as availability (reliability of the system and ability to use the information), confidentiality (protection of the secrecy of data), integrity (trustworthiness of information) and non-repudiation (denial of risky events committed by an entity) of the system aren't organized and maintained properly.

Using different tactics cybercriminals are able to steal very sensitive data such as financial data, intellectual property, personal and vulnerable information. For example, with the help of the most dangerous tactics - Social Engineering, which will be explained later in this article, hackers are placing a trap pertaining

to the ERP end users. The traps are intended to reveal personal information, credentials, etc. from a victim. As a result, a scam occurs and a company may have to pay hundreds of dollars to remediate the issue. The most dangerous scenario is one in which hackers pose as authorized users, gain access to the system, and reroute payments according to their needs and benefits [4].

2. MOST POPULAR STRATEGIES OF CYBERATTACKS

1) Phishing - A target or targets are contacted by email or telephone by someone posing as a legitimate institution to tempt individuals into providing sensitive data such as personal information, banking and credit card details, and passwords [5];

2) Social Engineering - A perpetrator first investigates the intended victim to gather necessary background information needed to proceed with the attack. Then, the attacker moves to gain the victim's trust and provide stimuli for subsequent actions that break security practices [6];

3) Ransomware - Ransomware is a type of malicious software that threatens to publish or blocks access to data or a computer system, usually by encrypting it, until the victim pays a ransom fee to the attacker [7].

In January 2020, Google registered a total of 149,195 active phishing websites. In February, the number nearly doubled to 293,235. In March that number hit 522,495, which is a 350% increase since January [8].

3. RISKS OF DATA BREACH IN ERP SYSTEM INTEGRATION

Such a quick and drastic shift to remote workforces has increased the risks of data breach or data leak in ERP system integration. ERP systems are more vulnerable to attacks because they are connected to the Internet and they contain a huge amount of information, combined in one place and covering many functions in the company. In case cybercriminals manage to get inside, they would have access to applications that control business processes, such as business intelligence, business analytics, and business development [9]. In 2020 US Department of Homeland Security (DHS) published a warning about the increasing activity of government hackers in ERP systems. And not only criminals, but also government agencies and private-sector organizations are targeting these systems [10].

As one of the crucial steps of ERP integration is data gathering and documentation, most probably there can be innumerable data that needs to be exchanged between the client and the vendor. This is where hackers are looking to exploit the application and steal the data. Hackers have targeted the Critical Information Infrastructure (CII) in particular. The majority of CII breaches are simple to carry out because of vulnerabilities or setup problems as well as detailed how-to manuals widely available on the Internet [11]. Therefore, it's crucial to have high-quality information security which means ensuring the confidentiality, integrity and accessibility of both physical and digital information. Good security environment protects sensitive information from unauthorized access, use, disclosure, breach, modification or destruction. In case of confidentiality, the information is available only to the person who has access to it. Additionally, CII Protection (CIIP) prevents cyber-attacks on critical infrastructure and reduces the amount of damage and time it takes to recover from cyber-attacks that do occur.

4. REASONS OF ERP DATA LEAKAGE

4.1 Lack of knowledge

Let's consider the features for the parameter's estimation of models by the method using the Fourier approximation by the method of the least squares, in the case when the transfer functions of the model's linear dynamic parts are defined by the expression:

Many times, not only the ERP system itself is a problem of data loss, but a little knowledge of the company's employees as they aren't aware of their responsibility in caring for the information. Information

leaks can cause damage to the reputation of an organization or an individual, financial losses, litigations, layoffs or stock devaluation.

Information stored in ERP can be classified in three different types:

1) Confidential - Confidential information Includes information that is extremely sensitive and highly valued by the company. Unauthorized access or disclosure of this type of information is detrimental to the organization as a whole and to its staff. Its use is determined only by pre-established authority. Employees who possess this information should not talk about it in crowded places, with family members, loved ones and colleagues. Examples of confidential information are: Personal information (e.g. Name, date of birth, age, sex, and address), contact details, bank account, balances on their accounts, etc.;

2) Internal - Internal information is mainly used for day-to-day operations and is only accessible to company employees. It does not constitute sensitive information, although its disclosure is unethical. It can be used, disclosed, transferred and destroyed only within the company. Examples of internal consumption information include: Corporate Code of Conduct, application forms, procedures, directory of company's employees, internal communication and more;

3) Public - Public information is available to anyone interested. For example: brochures, flyers, published financial statements, information posted on the website, etc.

With the combination of best practices and my own experience I have developed a policy for computer system usage, which includes four main rules for the protection of sensitive information (Figure 1)..

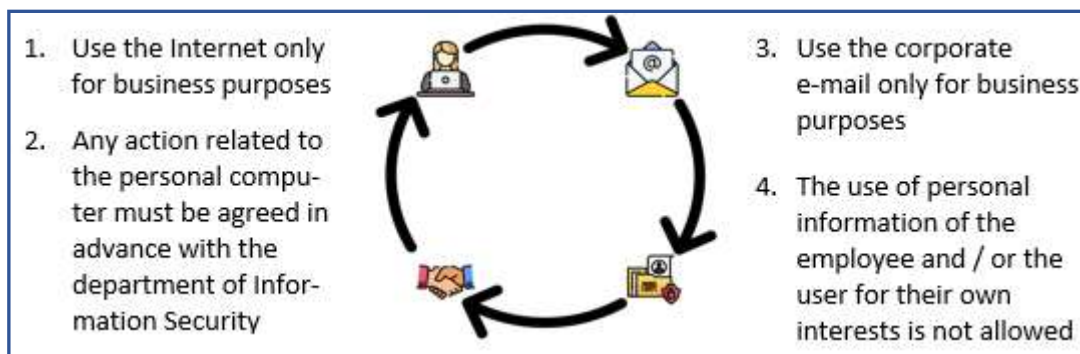


Fig.1. Four main rules for the protection of sensitive information

4.2. The clean table and clean desktop standard

In addition to the proper interaction with the computer systems, I have developed the standard of clean table and clean desktop that appeals to the protection of digital as well as physical sensitive information in our workplace.

The standard consists of eight most important day-to-day habits that shouldn't be ignored:

- 1) Whenever you leave the workplace, even for a while, lock the computer. Turn off the computer at the end of the workday;
- 2) Don't write your windows password on a piece of paper and don't leave it noticeably;
- 3) Do not leave a CD, USB or other removable device unattended or connected to a computer;
- 4) Timely remove printed sheets containing sensitive information from the printer, fax or scanner;
- 5) Don't take a picture of your computer screen and don't upload it to the social network;
- 6) Don't leave internal use only or confidential information unattended. Keep it locked in a cupboard or drawer;
- 7) Don't leave documents containing sensitive information in a meeting room;
- 8) Don't throw away any internal or confidential documents without destroying them.

5. CONCLUSION

To conclude, as a result of the developed protocols and standards, we lowered the risk of data leak to the minimum for our ERP integration project. With the combination of using the variety of data leakage protection tools we secured data exchange processes, our employees' connection to the internal products and files and vendor's interaction with our databases and servers to the highest level.

The described protection tools created such a safe environment, that we are now working proactively and are fixing any weak spots in our security before they cause a data breach.

ლიტერატურა – References:

1. Tim J. (2021). Research on Remote Work in the Era of COVID-19. Journal of Global Information Technology Management, Vol. 24, Issue 2.
2. Justin L. (2020). Gartner CFO Survey Reveals 74% Intend to Shift Some Employees to Remote Work Permanently. Arlington, Virginia.
3. Sandy P., Geoffrey K., Michael J., Glenn W., Clay Y., Deloitte (2017), Cybersecurity and the role of internal audit.
4. Term Conventional paper (2019). ERP and Information Security.
5. Vaishnavi B. (2018). Study on Phishing Attacks. International Journal of Computer Applications 182(33), 27-29.
6. Hugo B., (2017). Social Engineering and Cyber Security. Intern. Technology, Education and Development Conference, 1-2.
7. Camelia S., Christopher G., Joseph B. and Sharad G. (2018). A study of ransomware, 2-4.
8. Edward G. (2020). Increase in Phishing Websites Amid Quarantine.
9. Siong-Choy C. (2015). Risks in ERP Systems. European Journal of Computer Science and Information Technology, Vol.3, No.1, pp. 1-14.
10. Ensar S. (2020). Data Breaches in ERP (Enterprise Resource Planning) Systems.
11. Eugene Christov N. (2005). Critical Information Infrastructure Protection: Analysis, Evaluation and Expectations, 112-114.

(Received 17.05.2022)

ERP სისტემების ინფორმაციული უსაფრთხოება კოვიდ-19 პანდემიის პერიოდში

ირაკლი სვანიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

iraklisvannidze@gmail.com

რეზიუმე

COVID-19 პანდემიით გამოწვეული ოფისებისა და სამუშაო ადგილების დახურვამ ხელი შეუწყო დისტანციური მუშაობის ეპოქის დასაწყისს. ამან გამოიწვია დასაქმებული პერსონალის უმეტესობისთვის სრულ განაკვეთზე დისტანციურ სამუშაო რეჟიმზე სწრაფი გადასვლა და კომპანიებში დაუშვს სახლიდან მუშაობის შესაძლებლობა, რათა შეენარჩუნებინათ თავიანთი ბიზნესი. მსოფლიო IT კულტურამ გარდაუვალი ტრანსფორმაცია განიცადა და დისტანციური მუშაობა ყოველდღიურობის განუყოფელი ნაწილი გახდა. ამ კულტურის პროვოცირებას ხელი შეუწყო ისეთმა ტექნოლოგიურმა ხელსაწყოებმა, როგორებიცაა cloud computing, ვიდეო კონფერენციები, კოლაბორაციის პლატფორმები და broadband Internet. შედეგად, პროექტების, ბიზნეს პროცესებისა და ოპერაციების უმრავლესობა, მათ შორის ERP სისტემების ინტეგრაცია, დღესდღეობით ხორციელდება და იმართება დისტანციურად. დისტანციურ სამუშაო რეჟიმზე სწრაფმა გადასვლამ საგრძნობლად გაზარდა უსაფრთხოებისა და მონაცემთა გაჟონვის რისკები პროგრამული უზრუნველყოფის პროექტებში. სტატიის მთავარი მიზანია, აღწეროს მონაცემთა დაცვის სტრატეგიები ERP სისტემის ინტეგრაციის პროცესში დისტანციურ რეჟიმზე მუშაობისას. შეკრებილ იქნა მონაცემები და გაანალიზებული ის მიღებული პრაქტიკები, რომლებიც გამოიყენება საქართველოს ერთ-ერთ წამყვან ფინანსურ ორგანიზაციაში.

(სტატია მიღებულია 17.05.2022)

MATHEMATICAL METHOD OF COST MINIMIZATION

Dali Magrakvelidze

Georgian Technical University

d.magrakvelidze@gtu.ge

Summary

In this article, we study the behavior of firms focused on profit maximization in both competitive and non-competitive market conditions. For this, we determine the minimum of the Kob-Douglas function $f(x_1, x_2) = x_1^a x_2^b$ using the Lagrange method.

Key words: Kob-Douglas function. Lagrange method. Isoquants. Isocosts.

1. Introduction

Reducing costs not only has a positive effect on the financial result of the enterprise, but also allows you to free up funds that can be invested in the development of production.

Additionally, a reduction in cash costs improves the competitiveness of the enterprise: by reducing the cost of production, a "reserve of profitability" appears, which can allow, in the event of a competitive struggle in price, to react quickly and reduce the cost of selling products.

In general, the process of minimizing costs is a constant process, which implies continuous work of the enterprise to optimize the expenditure side. Theoretically, it is possible to minimize costs in two ways: either determine the maximum possible volume of production for a given amount of costs, or establish the minimum possible costs for the production of a given volume of products.

The purpose of this article is to study the behavior of firms that are focused on profit maximization in both competitive and non-competitive market conditions. For this, we determine the minimum of the Kob-Douglas function $f(x_1, x_2) = x_1^a x_2^b$ using the Lagrange method.[4]

2. Main part

Suppose we have two factors of production, the prices of which are ω_1 and ω_2 , and we want to find the cheapest way of production at a given y level of production. If we set the x_1 and x_2 to be the number of factors and $f(x_1, x_2)$ the production function of these firms, then we can formulate our problem as:

$$\min_{x_1, x_2} \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2, \text{ when, } f(x_1, x_2) = y.$$

The solution, that is the minimum cost required to achieve the desired level of production, will depend on the values ω_1, ω_2 and y . So, we write it as the function: $c(\omega_1, \omega_2, y)$. that is known as the cost function. The cost function reflects the minimum production costs of the y unit of product, when the prices of the factors are (ω_1, ω_2) .

To better understand this problem, let us reflect the firm cost and its technological constraints in one graphic. Isoquants¹ provide a technological constraint: all combinations of x_1 and x_2 required to produce y . [1]

Suppose we want to construct all combinations of production factors that correspond to a given level of cost. This can be recorded as follows:

$$\omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 = C$$

Which we can transform as:

$$x_2 = \frac{C}{\omega_2} - \frac{\omega_1}{\omega_2} x_1$$

It is easy to see that this is a line with the slope of ω_1/ω_2 and with vertical intersection C/ω_2 . By changing the magnitude of C we get the whole family of isotropic circles. Each point in the isocost circle corresponds to the same value of the cost C . The higher cycles of isocosts are associated with the higher costs.

Thus, it is possible to re-formulate the problem of minimizing our costs: we need to find a point on the isoquant that corresponds to the lowest circle of isocosts. Such a point is illustrated in Fig. 1.

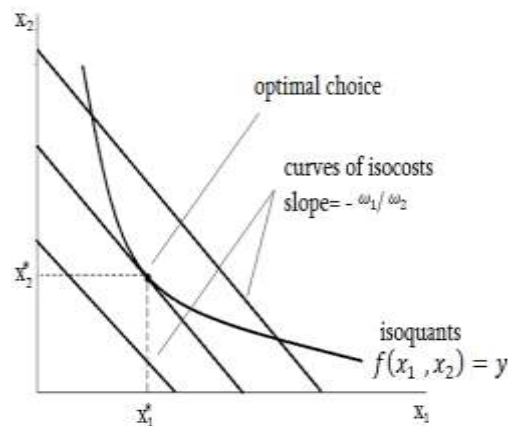


Fig.1. Minimization of costs. The choice of factors that influence the minimization of production costs can be determined by finding a point on the isoquant that corresponds to the lowest range of isocosts.

¹ An **isoquant** (derived from quantity and the Greek word iso, meaning equal), in microeconomics, is a contour line drawn through the set of points at which the same quantity of output is produced while changing the quantities of two or more inputs.

Note that, if the optimal choice involves the use of a certain amount of each factors, and if the isoquant is a smooth curve, then the point of minimization of the cost circle is characterized by the condition of tangentiality. The isoquants slope should be equal to the slope of the isocost circle or the technical rate of the substitution should be equal to the price ratio of the factors:

$$-\frac{MP_1(x_1, x_2)}{MP_2(x_1, x_2)} = TRS(x_1, x_2) = -\frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (1)$$

The algebra implied by equation (1) is not complicated. Consider any change in factors $(\Delta x_1 \Delta x_2)$ as a result of which the product remains unchanged. Such a change must satisfy the equation:

$$MP_1(x_1, x_2)\Delta x_1 + MP_2(x_1, x_2)\Delta x_2 = 0 \quad (2)$$

Note that the values Δx_1 and Δx_2 must have opposite signs. If we increase the use of factor 1, we must reduce the use of factor 2 to keep the quantity of products unchanged.

If we are at a minimum cost, then this change cannot reduce costs, thus we have:

$$\omega_1\Delta x_1 + \omega_2\Delta x_2 \geq 0 \quad (3)$$

Now let's consider the change $(-\Delta x_1, -\Delta x_2)$. This change also gives us a constant level of production, so it cannot reduce costs either, hence:

$$-\omega_1\Delta x_1 - \omega_2\Delta x_2 \geq 0 \quad (4)$$

From these two equations it follows that

$$\omega_1\Delta x_1 + \omega_2\Delta x_2 = 0 \quad (5)$$

Let's find the value $\Delta x_2/\Delta x_1$ from the equations (2) and (5)

$$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = -\frac{\omega_1}{\omega_2} = -\frac{MP_1(x_1^*, x_2^*)}{MP_2(x_1^*, x_2^*)}$$

This is the same as what we obtained from the geometric reasoning above. In fact, the choice that a firm makes with minimal costs will generally depend on the price of the material and the level of production that the firm wants to produce. So, we write this choice with the following way: $x_1(\omega_1, \omega_2, y)$ and $x_2(\omega_1, \omega_2, y)$. This expression is called the functions of factor conditional demand. They reflect the relationship between prices,

products, and the firm's optimal choice of factor provided that the firm produces its products at the level y .

Suppose we have the technology where the factors represent complete filling, so that $f(x_1, x_2) = \min\{x_1, x_2\}$. Then, if we want to produce y units of product, obviously we need y units of x_1 and y units of x_2 . Thus, the minimum costs are:

$$c(\omega_1, \omega_2, y) = \omega_1 y + \omega_2 y = (\omega_1 + \omega_2)y.$$

This problem represents the following type of limited minimization problem:

$$\min_{x_1, x_2} \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2$$

where, $f(x_1, x_2) = y$.

The Lagrange multiplication method is a method that is quite advisable to use in this case. Let use the following Lagrangian:

$$L = \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2 - \lambda(f(x_1, x_2) - y)$$

and find its differential with respect to the variables x_1 , x_2 and λ . This will give us the conditions of the first tier

$$\omega_1 - \lambda \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_1} = 0$$

$$\omega_2 - \lambda \frac{\partial f(x_1, x_2)}{\partial x_2} = 0$$

$$f(x_1, x_2) - y = 0.$$

Where the last condition is a restriction. We can convert the first two equations by dividing the first by the second, resulting in:

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\partial f(x_1, x_2)/\partial x_1}{\partial f(x_1, x_2)/\partial x_2}$$

Then the problem of cost minimization will look like this:

$$\min_{x_1, x_2} \omega_1 x_1 + \omega_2 x_2,$$

where, $x_1^a x_2^b = y$.

Here we have a private functional form and it can be solved by the Lagrange method.

For solving the Lagrange problem we have three first-degree equations:

$$\omega_1 = \lambda a x_1^{a-1} x_2^b$$

$$\omega_2 = \lambda b x_1^a x_2^{b-1}$$

$$y = x_1^a x_2^b.$$

Multiplying the first equation by x_1 and the second by x_2 , we obtain:

$$\omega_1 x_1 = \lambda a x_1^a x_2^b = \lambda a y,$$

$$\omega_2 x_2 = \lambda b x_1^a x_2^b = \lambda b y,$$

thus,

$$x_1 = \lambda \frac{a y}{\omega_1} \quad (6)$$

$$x_2 = \lambda \frac{b y}{\omega_2} \quad (7)$$

From the third equation we can find λ . We substitute the values of the variables x_1 and x_2 into the third condition of the first order to get:

$$\left(\frac{\lambda a y}{\omega_1}\right)^a \left(\frac{\lambda b y}{\omega_2}\right)^b = y$$

From this we can find λ :

$$\lambda = (a^{-a} b^{-b} \omega_1^a \omega_2^b y^{1-a-b}) \frac{1}{a+b}$$

which together with the equations (6) and (7) gives us the final solutions for the variables x_1 and x_2 . The demand functions will look like this:

$$x_1(\omega_1, \omega_2, y) = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{a}{a+b}} \omega_1^{-\frac{b}{a+b}} \omega_2^{\frac{b}{a+b}} y^{\frac{1}{a+b}}$$

$$x_2(\omega_1, \omega_2, y) = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{a}{a+b}} \omega_1^{\frac{a}{a+b}} \omega_2^{-\frac{a}{a+b}} y^{\frac{1}{a+b}}$$

The cost functions can be found by recording the costs that a firm has when making a minimized choice of costs:

$$c(\omega_1, \omega_2, y) = \omega_1 x_1(\omega_1, \omega_2, y) + \omega_2 x_2(\omega_1, \omega_2, y)$$

As a result of algebraic calculations we obtain:

$$c(\omega_1, \omega_2, y) = \left[\left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{b}{a+b}} + \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{-a}{a+b}} \right] \omega_1^{\frac{a}{a+b}} \omega_2^{\frac{b}{a+b}} y^{\frac{1}{a+b}}$$

Note that compared to the linear increase of products, the costs will increase more or less, depending on whether $a + b$ is greater, equal or less than 1. This is fair because Cobb-Douglas technology shows a decreasing, continuous, or increasing effect of $a + b$ value.

What about the technology of complete substitutions $f(x_1, x_2) = x_1 + x_2$? Since goods 1 and goods 2 are complete substitutions, obviously the firm will use the goods that are

cheaper. Thus, the minimum production costs of the y unit of output will be $\omega_1 y$ or $\omega_2 y$, whichever is less. In other words,

$$c(\omega_1, \omega_2, y) = \min\{\omega_1 y, \omega_2 y\} = \min\{\omega_1, \omega_2\} y.$$

Isoquants of the Cob-Douglas production function are the simplest example of regular isoquants. They have regular shape and are convex and monotonous. The technical rate of substitution (TRS) gives slope to isoquant. TRS decreases as it travels along the isoquant. This indicates convexity of isoquant.

3. Conclusion

Defining the conditional demand of the factors clearly is usually impossible. They are a hypothetical construction and answer the question: how much of each factor the firm would use to produce a given level of product in cheapest way. Cost-optimizing behavior puts to some constraints on choices made by the firm. In particular, the conditional demand functions of the factor will be negatively sloped.

ლიტერატურა- References:

1. Varian H.R. (2010). Microeconomics: A Modern Approach, 8th edition, W. W. Norton & Company, Inc.
2. Nicholson W. (2008). Chr. Snyder, Microeconomic Theory, Basic Principles and Extensions, Tenth Edition, Thomson
3. Chauhan S.P.S. (2009). Microeconomics: An Advanced Treatise, New Delhi-110001
4. Bertsekas D.P. (1982). Constrained Optimization and Lagrange Multiplier, Academic Press,

(Received 21.05.2022)

დანახარჯების შემცირების მათემატიკური მეთოდი

დალი მაგრაქველიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
d.magrakvelidze@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია ფირმების ქცევა, რომლებიც ორიენტირებულია მოგების მაქსიმიზაციაზე, როგორც კონკურენტულ, ისე არაკონკურენტულ ბაზრის პირობებში. შემოთავაზებულია დასმული ამოცანის გადაწყვეტის განსაზღვრა კობ-დუგლასის ფუნქციის მინიმუმი $f(x_1, x_2) = x_1^a x_2^b$ ლაგრანჟის მეთოდით.

(სტატია მიღებულია 21.05.2022)

ტექსტური ინფორმაციის შექმნის ბიზნესპროცესების მოდელირების მხარდამჭერი პლატფორმა სერვის ორიენტირებული მიდგომით

დავითი გოგშელიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
daviti1@mail.com

რეზიუმე

განხილულია მულტიპლატფორმული პროგრამის ბიზნესპროცესების მოდელირება, რომელიც გააერთიანებს ერთის მხრივ, მწერლის ხელშეწყობას როგორც წიგნის ან სამეცნიერო ნაშრომის წერის პროცესში, ასევე მისი მკითხველამდე მიწოდების, რეალიზაციის და სხვა მარკეტინგული საშუალებების უზრუნველყოფას, ხოლო მეორეს მხრივ, მკითხველის ხელშეწყობას წიგნის ან ნაშრომის არჩევის, მისი შეძენისა და წაკითხვისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ტექსტური ინფორმაცია. ბიზნესპროცესი. მოდელირება. პროგრამული პლატფორმა. სერვის ორიენტირებული არქიტექტურა.

1. შესავალი

ნაშრომის ერთ-ერთი ძირითადი და ინოვაციური მოთხოვნაა სხვადასხვა ტიპის მწერლების და მათი სამუშაო მიმართულების, სტილისა და პროცესების გამოვლენისა და კლასიფიკაციის გზით - წერის პროცესის ხელშეწყობა. აგრეთვე ინოვაციურია, სხვადასხვა ნაშრომების შექმნის პროცესის ავტომატიზაცია, სამეცნიერო ნაშრომების სხვადასხვა თანავეტორების მიერ განხილვისა და შემდეგ ამ განხილვათა ისტორიის შენახვის გზით. მწერლისა და მკითხველის მოთხოვნების დაკმაყოფილება ერთი პროგრამული პროდუქტის საშუალებით, სადაც ასევე იქნება მათი დამაკავშირებელი ისეთი გზების არსებობა, როგორცაა, წიგნის ყიდვა-გაყიდვა, მარკეტინგულ პროცესში კრიტიკოსების, მეცნიერების და სხვა კომპეტენტური პირების მონაწილეობა, გვადლევს იმის საშუალებას, რომ ბიზნეს პროცესების მოდელირებისას, დავნერგოთ ინოვაციური მეთოდები.

2. ძირითადი ნაწილი

„წერის პროცესის ხელშეწყობის“ სრულყოფა - ჩვენი კვლევის ობიექტია. ამკარაა, რომ სხვადასხვა ტიპის მწერლების გამოვლენის გზით *მომხმარებლის ინტერფეისის* შესაბამისობა სამუშაო თემასთან, ნამდვილად ხელისშემწყობი იქნებოდა ნებისმიერი მწერლისთვის. ამ მოთხოვნის შესასრულებლად, პირველ რიგში საჭირო იყო გამოგვეყო საწერი ფუნქციონალის საერთო ნაწილი ყოველი ტიპის მწერლისათვის, შემდეგ გამოგვეყო სხვადასხვა ტიპის მწერალთა კატეგორიები (მაგალითად, თარგმანი, სხვადასხვა ტიპის სამეცნიერო ნაშრომთა კატეგორიები და სხვ.), მოგვეკვლია მათი მუშაობის სტილი და მათთვის კომფორტული მომხმარებლის ინტერფეისი.

ყველა ტიპის მწერლისთვის მნიშვნელოვანი და საერთო ფუნქციონალი, დღეისათვის თითქმის ყველა დოკუმენტის ედიტორს აქვს. ისინი ძირითადად მორგებულია ყველა ტიპის მწერალზე, იქნება ეს მხატვრული ლიტერატურის, მთარგმნელი თუ მეცნიერო და შესაბამისად შეიძლება ითქვას რომ რამდენიმე მთავარ ფუნქციას წარმოადგენს, ეს ფუნქციები შეიძლება იყოს

ტექსტის დიზაინი, სურათის ჩასმა და სხვა. შეიძლება ითქვას მოცემული ფუნქციონალი, იმაზე ბევრად უფრო ნაკლებია, ვიდრე დღეს მსოფლიოს პირველი დოკუმენტის შექმნის აპლიკაციები გვთავაზობს, ისინი გადატვირთულია არა ყველასთვის საჭირო ფუნქციონალით. მაგალითად, რომ ვთქვათ, Microsoft Office Word-ის ინსტრუმენტების პირველი გვერდის უდიდეს ნაწილზე განლაგებულია წინასწარ შექმნილი თემების არჩევის პანელი და ა. შ. (ნახ.1). აქ მონიშნული იქნება word-ის ინსტრუმენტების პირველ ტაბზე მოცემული ფუნქციონალი:



ნახ.1. Ms Office Word-ის ინსტრუმენტების პირველ ტაბზე მოცემული ფუნქციონალი

შემდეგ, მოვნიშნოთ ის ფუნქციები რომელიც არ არის ყველა ტიპის მწერლისთვის აუცილებელი და შეიძლება საერთოდ არ იყოს გამოყენებული წერის პროცესში (ნახ.2).



ნახ.2. არააუცილებელი ფუნქციები ყველასათვის

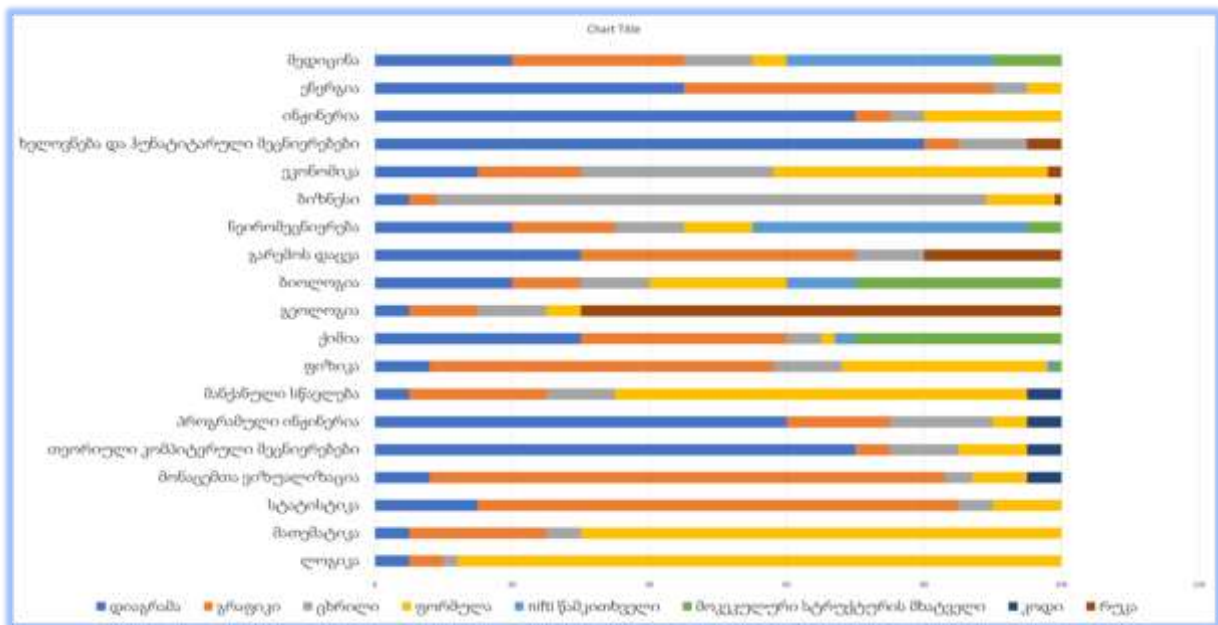
როგორც გამოიკვეთა, რომ მწერალს პირველივე გვერდზე აქვე არაერთი უსარგებლო ღილაკი და მას უწევს სასარგებლო ინსტრუმენტების უფრო გართულებული ძიება. მაგალითად, თუ ნაშრომზე მუშაობს მათემატიკოსი და მას უნდა, რომ ტექსტის წერის პროცესში ძალიან ხშირად გამოიყენოს მათემატიკური ფორმულები, მას მოუწევს მეორე „Insert“ ტაბის ბოლოს მხოლოდ ერთი ღილაკის მოძებნა, და მხოლოდ ამ ღილაკის გააქტიურების შემთხვევაში შეძლებს მწერალი დაინახოს სპეციალური ტაბი, რომელიც ფორმულის ჩაწერისთვისაა საჭირო, ამ ყველაფერთან ერთად კი უნდა აღინიშნოს რომ ფორმულა მაინც არ იქნება ტექსტის ნაწილი, ის ცალკე არსებულ ბლოკად დაემატება დოკუმენტში და შეიძლება ყველა მწერლისთვის კომფორტული არ გამოდგეს.

მოცემული პრობლემის მოგვარების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი გზა გახლავთ სხვადასხვა კატეგორიის სამეცნიერო ნაშრომზე მომუშავე მეცნიერთათვის სპეციფიური მომხმარებლის ინტერფეისის შექმნა. იმის უზრუნველყოფა, თუ რა ტიპის ინტერფეისი უნდა შეიქმნას კონკრეტული კატეგორიის მეცნიერებისთვის, ჯერ საჭიროა გამოიყოს მეცნიერებათა კატეგორიები. ამისათვის საუკეთესო გზა იქნება თუ ავიღებთ გლობალურ სამეცნიერო ჟურნალებს და ვიხეიძვანელებთ მათი კატეგორიზაციით. ამის შემდეგ უნდა გამოვყოთ ძირეული სამეცნიერო კატეგორიების სია, რომელიც პროექტის განვითარების პროპორციულად გაიზრდება.

სამეცნიერო სფეროების გარდა, სისტემა უნდა ემსახურებოდეს მხატვრული ლიტერატურის მწერლებს და მთრამგმნელებს. მწერალთათვის მნიშვნელოვანია მარტივად მოხდეს წიგნის თავებისა თუ პარაგრაფების დაგეგმარება, მათი შეცვლა, მნიშვნელოვანია ინახებოდეს წერის პროცესის ისტორია და არ იშლებოდეს იმ შემთხვევაშიც კი, თუ მწერალი გადაწყვეტს, რომ რაიმე მომენტში არსებული ტექსტი შეცვალოს ან წაშალოს. ამავდროულად

მთარგმნელისთვის მნიშვნელოვანია სათარგმნ და მუშაობის პროცესში შექმნილ (ნათარგმნ) ტექსტს ხედავდეს ერთდროულად, შეეძლოს თითოეული მხრიდან მეორე მხარეს არსებული წინადადების მარტივი პოვნა. მას უნდა შეეძლოს მარტივად ჰქონდეს წვდომა სხვადასხვა ლექსიკონებსა და ბიბლიოთეკებზე.

მოცემული მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, ჩვენი კვლევის ერთ-ერთი ეტაპი გახლდათ სხვადასხვა კატეგორიის სამეცნიერო ნაშრომთა განხილვა და მათგან ყველაზე მეტად გამოყენებული დიაგრამებისა თუ ფორმულების გამოვლენა. ამ გზით, შესაძლებელი იქნება იმის დადგენა, თუ როგორ უნდა გამოიყურებოდეს მომხმარებლის ინტერფეისი სხვადასხვა ტიპის სამეცნიერო ნაშრომის შექმნისას და რა ფუნქციონალია მნიშვნელოვანი მისთვის. აღნიშნული კვლევის დროს განხილულ იქნა სხვადასხვა ტიპის მრავალი სამეცნიერო ნაშრომი და გამოვლენილ იქნა თუ რა ფუნქციონალია ყველაზე მეტად გამოყენებული ამა თუ იმ ნაშრომში. განხილვის შედეგად მიღებული შედეგები შეგიძლიათ იხილოთ მე-3 ნახაზზე.



ნახ.3. სხვადასხვა კატეგორიების მიხედვით ნაშრომში გამოყენებული ფორმები

3. დასკვნა

მიღებული შედეგების მიხედვით გამოყოფილ იქნა ამა თუ იმ კატეგორიების მიხედვით ყველაზე ხშირად გამოყენებული მნიშვნელოვანი შესალებლობები, თუმცა ეს კვლევის მხოლოდ ზედაპირული ნაწილია. მაგალითად, კატეგორია „მათემატიკასა“ და კატეგორია „ლოგიკაში“ - დომინირებს ფორმულების შეყვანა, თუმცა ეს ფორმულები ერთმანეთისგან საგრძნობლად განსხვავდება. სამეცნიერო განხილვების უფრო იღრმა კვლევის შედეგად ვიგებთ, რომ ლოგიკაში და მათემატიკაში სხვადასხვა სიმბოლოები გვხვდება. შესაბამისად კვლევაში ვაკვირდებით, არა მხოლოდ ფორმას, არამედ ამ ფორმის კონკრეტული დეტალებსაც.

გამოკითხვების შემდეგ, ასევე დადგენილ იქნა სამეცნიერო ნაშრომის შექმნის დროს სხვადასხვა ბიზნეს პროცესები, მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია. თანავტორების მხრიდან მის შესწორებას და შესწორებათა ისტორიის შენახვას. აგრეთვე გამოვლინდა ინტერფეისის ისეთი საჭიროებები სხვადასხვა ტიპის ტექსტური ინფორმაციის შექმნისას, რომელმაც უნდა გაამარტივოს წერის პროცესი.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G., Surguladze G., Topuria N., Kharitonashvili M. (2021). Information society and interdisciplinary learning based on digital technologies. ISBN 978-9941-8-3338-0. Monograph. Stu. "IT-Consulting Scientific Center", Tbilisi (in Georgian)
2. Surguladze G., Petriashvili L. (2021). Software development of corporate management systems (WCF/WPF, SOA). ISBN 978-9941-8-2725-9. Methodological references of the course project. "IT-Consulting Scientific Center" of GTU, Tbilisi (in Georgian)
3. Surguladze G., Turkia E. (2021). Informatics - "Software Engineering" (method. references of the bachelor's thesis). ISBN 978-9941-8-2927-7. GT Univ. "IT-Consulting Scient. Center". Tb., (in Georgian)
4. Surguladze G. (2020). Applied software engineering (methodical guidelines for doctoral syllabus). ISBN 978-9941-8-2871-3. GT Univ. "IT-Consulting Scientific Center". Tbilisi (in Georgian)
5. Surguladze G. (2019.). Computer programming methods and methodologies (SP, OOP, VP, Agile, UML). ISBN 978-9941-1900-1. Stu. "IT-consulting center". Tbilisi (in Georgian)
6. Chogovadze G., Frangishvili A., Surguladze G., (2017). Hybrid technologies of management information systems programming and data management. ISBN 978-9941-20-790-7. Stu. "Technical University", Tbilisi (in Georgian)
7. Surguladze G., Topuria N., Gavardashvili A. (2018). Black Sea ecological monitoring and research information system. ISBN 978-9941-8-0624-7. Stu. "IT-consulting center". Tbilisi (in Georgian)

(სტატია მიღებულია 21.05.2022)

A PLATFORM SUPPORTING THE MODELING OF BUSINESS PROCESSES FOR THE CREATION OF TEXTUAL INFORMATION WITH A SERVICE-ORIENTED APPROACH

Gogshelidze Daviti
Georgian Technical University
daviti1@mail.com

Summary

Discussed the modeling the business processes of a multi-platform system, which will combine, on the one hand, the writer's support for writing a scientific paper of the book, as well as providing its readers with early delivery, sales and other marketing means, and on the other hand, the reader's support for choosing, purchasing and reading the book or the work. *(Received 21.05.2022)*

ПЛАТФОРМА ПОДДЕРЖКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СОЗДАНИЯ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ С СЕРВИСНО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ПОДХОДОМ

Гогшелидзе Давити
daviti1@mail.com
Грузинский Технический Университет

Резюме

Обсуждается моделирование бизнес-процессов мультиплатформенной программы, которая будет совмещать, с одной стороны, авторское сопровождение в процессе написания книги или научной статьи, а также ее доставку читателям, продажу и т. д. предоставить маркетинговые средства, а с другой стороны, побудить читателя выбрать, купить и прочитать книгу или произведение. *(Поступила 21.05.2022)*

კომპიუტერულ ქსელში უსაფრთხოების კუთხით ქსელური მოწყობილობების დაკონფიგურირების საკითხები

თორნიკე ელიზბარაშვილი, იოსებ ქართველიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
Elizbarashvili.t41@gtu.ge, s.kartvelishvili@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია კომპიუტერულ ქსელში ქსელური მოწყობილობების უსაფრთხოების საკითხები, კერძოდ მარშუტიზატორისა და კომუტატორის დაკონფიგურირება უსაფრთხოების უზრუნველყოფით. წარმოდგენილია მასთან დაკავშირებული პრობლემები, მათი გამომწვევი მიზეზები და აღნიშნული პრობლემების მოგვარების გზები. ასევე აღწერილია შიდა საფრთხეები და მათგან დაცვის რეკომენდაციები.

საკვანძო სიტყვები: კომპიუტერული ქსელი. უსაფრთხოება. კონფიგურაცია.

1. შესავალი

ჩვენს დროში ქსელის უსაფრთხოება მეტად მნიშვნელოვანია, რადგან მასეზა დამოკიდებული ციფრული სამყარო. როგორც ჩვენთვის ცნობილია არსებობს გარე და შიდა საფრთხეები. გარე საფრთხის დროს ჰაკერი შესაძლოა ონლაინ იყოს ჩართული ჩვენს ქსელში და ისე აკონტროლებდეს ტრაფიკებს. რაც შეეხება შიდა საფრთხეებს, მეტად საყურადღებოა, რადგან თუ გარე საფრთხის დროს ჰაკერი ონლაინ ერთვება ჩვენს ქსელში, შიდა საფრთხის დროს მას შეუძლია ფიზიკურად დაუკავშირდეს ჩვენს ქსელს, რაც ბევრად უფრო მარტივია მისთვის. ასევე შესაძლებელია უკმაყოფილო თანამშრომელმა მოახდინოს ქსელის დაზიანება, ან ცნობის მოყვარე პირმა შეძლოს უსაფრთხოების დარღვევა. იმისთვის რომ თავი დავიცვათ შიდა საფრთხეებისგან, პირველ რიგში მარშუტიზატორზე და კომუტატორზე უნდა დავაყენოთ რთული პაროლები, ასევე ყველა მომხმარებელს უნდა გააჩნდეს განსხვავებული პაროლები და მკაცრად განსაზღვრული პრივილეგიები. კომუტატორზე ჩართული უნდა იყოს პორტის უსაფრთხოება, ასევე ჩართული უნდა იყოს MAC მისამართებით ამოცნობა. რაც შეეხება მარშუტიზატორს, როგორც უკვე ავლინეთ, ყველა მომხმარებელს უნდა გააჩნდეს მკაცრად განსაზღვრული წვდომის უფლება, ასევე უნდა შეიქმნას ზონები, რაც საშუალებას მოგვცემს ვაკონტროლოთ ჩვენი ქსელი და თავიდან ავირიდოთ შიდა ქსელიდან უნებართვო ბრძანებები, როგორც არის მარშუტიზატორისთვის ახალი ქსელის შესწავლა. აღნიშნული ღონისძიებების შესრულების შემდგომ ქსელი დაცული იქნება არასანქცირებული შეღწევებისაგან [1].

2. ძირითადი ნაწილი

ქსელური ინფრასტრუქტურის დაცვას აქვს კრიტიკული მნიშვნელობა მთელი ქსელური უსაფრთხოებისათვის. ქსელური ინფრასტრუქტურა მოიცავს მარშუტიზატორებს, კომუტატორებს, სერვერებს, საბოლოო მოწყობილობებს და სხვა მოწყობილობებს.

წარმოიდგინეთ უკმაყოფილო თანამშრომელი, რომელიც შემთხვევით ზურგის მხრიდან უყურებს ქსელის ადმინისტრატორს, როცა ადმინისტრატორი შედის სასაზღვრო მარშუტიზატორზე. ეს წარმოადგენს გასაოცრად ადვილ გზას თავდამსხმელისთვის, რათა მიიღოს არავტორიზებული წვდომა. თუ თავდამსხმელი მიიღებს წვდომას მარშუტიზატორთან, შესაძლოა რისკის ქვეშ დადგეს მთელი ქსელის უსაფრთხოება და მართვა.



ნახ.1

მაგალითად, პირველ სურათზე ნაჩვენებმა თავდამსხმელმა წაშალა საწყისი კონფიგურაცია და პარამეტრები მომართა ისე, რომ მარშრუტიზატორი გადაიტვირთოს ხუთ წუთში [1]. როდესაც გადაიტვირთება მარშრუტიზატორი, მას აღარ ექნება საწყისი კონფიგურაცია (ნახ.1).

ყველა ინფრასტრუქტურულ მოწყობილობაზე არაავტორიზებული წვდომის შესაზღუდად აუცილებელია შესაფერისი უსაფრთხოების პოლიტიკებისა და კონტროლების დანერგვა.

მარშრუტიზატორები წარმოადგენს მთავარ სამიზნეს თავდამსხმელებისთვის, რადგან ეს მოწყობილობები მოქმედებს როგორც ტრაფიკის პოლიტიკა,

რომელიც ამისამართებს ტრაფიკს შიგნით, გარეთ და ქსელებს შორის. ფიზიკური უსაფრთხოება უზრუნველყოფს დაცვას მარშრუტიზატორებისათვის.

განათავსეთ მარშრუტიზატორი და მასთან დაკავშირებული ფიზიკური მოწყობილობები დაცულ, ჩაკეტილ ოთახში, სადაც წვდომა შეუძლიათ მხოლოდ ავტორიზებულ პირებს, სადაც არ ხდება ელექტროსტატიკური ან მაგნიტური ჩარევა, არსებობს ცეცხლმაქრობი და ასევე ტემპერატურისა და ტენიანობის კონტროლი [2]. დააყენეთ უწყვეტი კვების წყარო (UPS) ან დიზელის სარეზერვო კვების გენერატორი და შეინახეთ სათადარიგო კომპონენტები. ეს ამცირებს ქსელის შეფერხებით მიწოდების შესაძლებლობას, ძირითადი ძაბვის არარსებობის დროს.

ოპერაციული სისტემის უსაფრთხოებისთვის არსებობს რამდენიმე პროცედურა, რომელიც დაკავშირებულია ფუნქციების დაცვასთან და მარშრუტიზატორის ოპერაციული სისტემის წარმადობასთან:

- მომართეთ მარშრუტიზატორი მაქსიმალურად შესაძლო მეხსიერების მოცულობით. მეხსიერების ხელმისაწვდომობა შესაძლოა დაგვეხმაროს ზოგიერთი მომსახურებაზე უარის თქმის (DoS) თავდასხმებისგან ქსელში გამოწვეული რისკების შესუსტებაში, როდესაც ხდება უსაფრთხოების სერვისების ფართო დიაპაზონის მხარდაჭერა;

- გამოიყენეთ ოპერაციული სისტემის უახლესი, სტაბილური ვერსია, რომელიც შეესაბამება მარშრუტიზატორის ან ქსელური მოწყობილობის ფუნქციის მახასიათებლებს. ოპერაციულ სისტემაში არსებული უსაფრთხოებისა და შიფრაციის ფუნქციები მუდმივად უმჯობესდება და ახლდება, რის გამოც კრიტიკულად აუცილებელია განახლებული ვერსიის ქონა;

- შეინახეთ ოპერაციული სისტემის იმიჯების დაცული ასლი და მარშრუტიზატორის კონფიგურაციის ფაილები, როგორც სარეზერვო ასლები. მარშრუტიზატორის გამაგრება (hardening) თავიდან მოიცილეთ გამოუყენებელი პორტებისა და სერვისების პოტენციური ბოროტად გამოყენება;

- დაიცავით ადმინისტრაციული კონტროლი. დარწმუნდით, რომ მხოლოდ ავტორიზებულ პირებს აქვთ წვდომა და კონტროლდება მათი წვდომის დონე;

- გათიშეთ გამოუყენებელი პორტები და ინტერფეისები;

- შეამცირეთ მოწყობილობასთან შესაძლო წვდომის გზების რიცხვი;

- გათიშეთ არააუცილებელი სერვისები. ბევრი კომპიუტერის მსგავსად, მარშრუტიზატორსაც აქვს სერვისები, რომლებიც ჩართულია ნაგულისხმევად. ზოგიერთი ეს სერვისი არ არის საჭირო და ის შეიძლება იქნას გამოყენებული თავდამსხმელის მიერ, მარშრუტიზატორისა და ქსელის

შესახებ ინფორმაციის მისაღებად, რომელიც შემდგომში გამოყენებული იქნება ექსპლუატაციურ თავდასხმებში [2].

ადმინისტრაციული წვდომის უსაფრთხოება. ადმინისტრაციული წვდომის დაცვა წარმოადგენს უსაფრთხოების ძალიან მნიშვნელოვან ამოცანას. თუ არაავტორიზებული პირი მიიღებს ადმინისტრაციულ წვდომას მარშრუტიზატორთან, ამ პირს შეუძლია მარშრუტიზაციის პარამეტრების შეცვლა, მარშრუტიზაციის ფუნქციების გამორთვა ან ქსელში არსებული სხვა სისტემების აღმოჩენა და წვდომის მიღება. ინფრასტრუქტურული მოწყობილობის ადმინისტრაციული წვდომის უსაფრთხოებაში ჩართულია რამოდენიმე მნიშვნელოვანი ამოცანა:

- მოწყობილობის ხელმისაწვდომობის აკრძალვა: განსაზღვრეთ ხელმისაწვდომი პორტების ზღვარი, შეზღუდეთ დაშვებული კომუნიკატორები და აკრძალეთ წვდომის დაშვებული მეთოდები.

- ყველა წვდომის ლოგირება (ჩანაწერების გაკეთება) და ანგარიშგება - ჩაიწერეთ ნებისმიერი, ვინც განახორციელებს წვდომას მოწყობილობასთან, რაც მოხდება წვდომის პროცესში და აუდიტის მიზნით როდის მოხდა წვდომა.

- წვდომის აუთენტიფიკაცია. დარწმუნდით, რომ წვდომა მინიჭებული აქვს მხოლოდ ავტორიზებულ მომხმარებლებს, ჯგუფებს და სერვისებს. შეზღუდეთ წარუმატებელი შესვლის მცდელობები და სისტემაში შესვლებს შორის დაშვებული დრო.

- ქმედებების ავტორიზაცია. შეზღუდეთ ქმედებები და ხედვები (views), რომელიც დაშვებულია ნებისმიერი მომხმარებლით, ჯგუფით ან სერვისით.

- სამართლებრივი შეტყობინების წარდგენა. გამოიტანეთ სამართლებრივი შეტყობინება, რომელიც შემუშავებულია კომპანიის იურიდიულ მრჩეველებთან შეთანხმებით, ინტერაქტიული სესიებისთვის [1].

- მონაცემთა კონფიდენციალურობის უზრუნველყოფა. დაიცავით ლოკალურად შენახული და კონფიდენციალური მონაცემები ნახვისა და ასლის შექმნისაგან. გაითვალისწინეთ მონაცემთა სისუსტე საკომუნიკაციო არხით გადაცემის დროს, სნიფინგის, სესიის მიტაცების და კაცი შუაში (MiTM) თავდასხმებთან მიმართებით.

წვდომის უსაფრთხოების გაზრდა. არსებობს მარშრუტიზატორის კონფიგურაციის მრავალი ბრძანება, რომლებიც შეიძლება იქნას გამოყენებული პაროლის უსაფრთხოების გასაზრდელად, როგორც მე-2 ნახაზზეა ნაჩვენები, წვდომის უსაფრთხოების გაზრდის ბრძანებები.

```

Enter configuration commands, one per line. End with a
Router(config)#security passwords min-length 10
Router(config)#service password-encryption
Router(config)#line vty 0 4
Router(config-line)#exec-timeout 3 30
Router(config-line)#line console 0
Router(config-line)#exec-timeout 3 30
Router(config-line)#
    
```

ნახ.2

სტანდარტულად, პაროლის სიგრძის მინიმუმი არის ექვსი სიმბოლო. მინიმალური სიგრძის გასაზრდელად გამოიყენება გლობალური კონფიგურაციის რეჟიმის ბრძანება `security passwords min-length length`.

Cisco მარშრუტიზატორის ყველა პაროლი, სტანდარტულად, ინახება ღია ტექსტით მარშრუტიზატორის საწყის და გაშვებული კონფიგურაციის ფაილებში, გამონაკლისია `enable secret` ბრძანებით შექმნილი პაროლი. ღია ტექსტით მოცემული ყველა პაროლის დასაშიფრად გამოიყენება გლობალური კონფიგურაციის რეჟიმის `service password-encryption` ბრძანება (ნახ.3).



ნახ.3

როგორც ნახაზზეა ნაჩვენები, შიფრაციის რევერსირება ადვილია სწორი ინსტრუმენტის გამოყენებით. ამ მიზეზით, მოცემული ბრძანება არ უნდა იქნას გამოყენებული კონფიგურაციის ფაილების სერიოზული თავდასხმებისაგან დაცვის მიზნით [2]. ადმინისტრაციული ინტერფეისი ბოლო სესიური აქტივობიდან 10 წუთის განმავლობაშია აქტიური და სისტემაში შესული.

დაუსწრებელი კავშირების გასათიშად გამოიყენება ხაზის კონფიგურაციის რეჟიმის `exec-timeout minutes [seconds]` ბრძანება ყველა ხაზისთვის, რომელიც წვდომისთვისაა კონფიგურირებული. ასევე შესაძლებელია EXEC პროცესის გათიშვა კონკრეტული ხაზისათვის, როგორცაა aux პორტი. გათიშვა შეიძლება ხაზის კონფიგურაციის რეჟიმის `no exec` ბრძანებით. მოცემული ბრძანება უშვებს მხოლოდ გამავალ კავშირს ხაზზე, გამორთავს EXEC პროცესს კავშირებისთვის, რომლებმაც შეიძლება სცადოს არასასურველი მონაცემების გაგზავნა მარშრუტიზატორისთვის.

3. დასკვნა

უსაფრთხოება არის მეორე ნაბიჯი წარმატებული ქსელის განლაგების შემდეგ. არსებობს მრავალი სახის თავდასხმა, რამაც შეიძლება პოტენციურად ზიანი მიაყენოს ქსელს, ადმინისტრატორმა ფრთხილად უნდა დააფიქსიროს და დაგეგმოს სუსტი უბნები, სადაც ქსელი შეიძლება დაზიანდეს. თავდამსხმელები იყენებენ სპეციალურ ინსტრუმენტებსა და ტექნიკას, რათა გაარკვიონ ქსელის უსაფრთხოების დამარცხების ყველა შესაძლო გზა.

მარშრუტიზატორებისა და კონცენტრატორების საუკეთესოდ უზრუნველყოფა უსაფრთხოების საწინდარია, სწორედ ამიტომ შევეცადეთ გამოგვევლინა ამ მოწყობილობების დაცვის მნიშვნელოვანი გზები, მათ შეზღუდვებთან ერთად და შემდეგ განვსაზღვრეთ საუკეთესო შესაძლო გზა. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ქსელის უსაფრთხოებაში ყველაზე მეტი ყურადღება ექცევა მარშრუტიზატორს, მაგრამ გაცილებით ნაკლები ყურადღება ეთმობა კომუტატორის დაცვას. აღნიშნულ ნაშრომში კი განხილულია კომუტატორის როლი უსაფრთხო ქსელის შექმნისას და მასთან დაკავშირებული უსაფრთხოების ზომები.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Shonia O., Kartvelishvili I., Shonia L. (2020). Analysis of the Risks Associated with Ensuring Information Security of Corporate Information Systems. Transact. of Georgian Technical University. *Automated control systems* - No 1(30), Tbilisi, pp. 113-118 (in Georgian)

2. Shonia O., Kartvelishvili I., Shonia L. (2020). Security Issues of Wireless Networks and their Analysis. Transact. of Georgian Technical University. *Automated control systems* - No 1(30), Tbilisi, pp. 109-112 (in Georgian) წ.

(სტატია მიღებულია 10.05.2022)

**IN A COMPUTER NETWORK IN TERMS OF SECURITY NETWORK
DEVICES CONFIGURATION ISSUES**

Elizbarashvili Tornike, Kartvelishvili Ioseb

Georgian Technical University

Elizbarashvili.t41@gtu.ge , s.kartvelishvili@gtu.ge

Summary

The paper discusses the security of network devices in a computer network, in particular the configuration of routers and switches to ensure security. Problems related to it, their causes and also ways to solve these problems are presented. Internal threats and recommendations are also mentioned.

(Received 10.05.2022)

**ВОПРОСЫ НАСТРОЙКИ СЕТЕВЫХ УСТРОЙСТВ С ТОЧКИ
ЗРЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ**

Элизбарашвили Т., Картвелишвили И.

Грузинский Технический Университет

Elizbarashvili.t41@gtu.ge , s.kartvelishvili@gtu.ge

Резюме

Рассматривается безопасность сетевых устройств в компьютерной сети, в частности настройка маршрутизаторов и коммутаторов для обеспечения безопасности. Представлены связанные с этим проблемы, их причины, а также пути решения этих проблем. Также упоминаются внутренние угрозы и рекомендации.

(Поступила 10.05.2022)

პარალელური მოდელირება ბიზნესპროცესების მართვისას

თეიმურაზ სუხიაშვილი, ირაკლი შურღაია, მარინა კაშიბაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

sukhiashviliteimuraz08@gtu.ge, Shurghaia@gtu.ge, m.kashibadze@gtu.ge

რეზიუმე

ბიზნესპროცესების მართვის კომპიუტერული სისტემა უნდა უზრუნველყოფდეს მრავალი მომხმარებლის ერთდროულ მუშაობას, რაც განაპირობებს მართვის რამდენიმე ნაკადის არსებობას სისტემაში. განხილულია ბიზნესპროცესების ასახვის უნიფიცირებულ პროცესში პარალელურად მიმდინარე პროცესების მოდელირების საკითხები. შემოთავაზებულია მოდელირების უნივერსალურ ენაზე (UML2) დაფუძნებულ პროგრამული სისტემის დამუშავების უნიფიცირებულ პროცესში (UP) საშუალებები, რომლებიც გვეხმარება გამოვავლინოთ და ავსახოთ პარალელურად მიმდინარე პროცესები, მოვახდინოთ მართვის ნაკადების მატერიალიზაცია აქტიური კლასების სახით, დავადგინოთ, რომელ სხვა აქტიურ და პასიურ კლასებთან კოოპერირდება ყოველი მათგანი. განვსაზღვროთ კომუნიკაციისა და სინქრონიზაციის ყველაზე მისადაგებული საშუალებები იმ ობიექტებთან, რომლებთანაც ისინი კოოპერირდებიან. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ყოველ მართვის ობიექტს აქვს თავისი სპეციფიკა მათი გამოვლენა მოითხოვს ინდივიდუალურ მიდგომას და დამოკიდებულია ანალიტიკოსის გამოცდილებაზე.

საკვანძო სიტყვები: მოდელირება. UML. უნიფიცირებული პროცესი. ბიზნესპროცესი. აქტიური კლასი. ობიექტი. ურთიერთქმედების - მიმდევრობის დიაგრამა. ოპერატორი par.

1. შესავალი

ბიზნესპროცესების მართვის თანამედროვე სისტემები არის მრავალი მომხმარებლის, განაწილებული სამუშაო ადგილების, ქსელით შეკავშირებული კლიენტ-სერვერული სისტემები [1]. ამიტომ ბიზნეს პროცესების მართვის კომპიუტერული სისტემა უნდა უზრუნველყოფდეს მრავალი მომხმარებლის (კლიენტ-მომხმარებელი) ერთდროულ მუშაობას, რაც განაპირობებს მართვის რამდენიმე ნაკადის არსებობას სისტემაში. შესაბამისად დამუშავებისას საჭირო ხდება ისეთი მოდელების აგება, რომლებიც უზრუნველყოფს სისტემის საიმედო ფუნქციონირებას და სრულად დააკმაყოფილებს მომხმარებელთა მოთხოვნებს. ამისათვის კი საჭიროა მართვის ნაკადების პარალელური მოქმედების უზრუნველყოფა.

ასეთი ქსელური სისტემების მოდელირების პროცესში ერთ-ერთი მთავარი პრობლემა ჩიხური სიტუაციების წარმოშობაა [2]. პროცესი ჩიხურია (deadlock), თუ იგი ელოდება ისეთი ხდომილების შესრულებას, რომელიც არასოდეს მოხდება. ორი ან რამდენიმე პროცესი შეიძლება მოხვდეს ჩიხში, თუ თითოეული მათგანი აბლოკირებს რესურსებს (მაგალითად, მონაცემთა ბაზის ცხრილებს, ან მის ფრაგმენტებს), რომლებიც ესაჭიროება სხვა პროცესებს და თვითონ კი მოითხოვს ისეთ რესურსებს, რომლებიც ბლოკირებულია სხვა პროცესების მიერ. განაწილებულ სისტემაში ჩიხი წარმოიშობა მაშინ, როცა ორი ქვესისტემა ერთდროულად ურთიერთლოდინის მდგომარეობაში იმყოფება ან კონფლიქტია

რომელიმე რესურსისთვის. ასეთ სისტემაში გვაქვს რამდენიმე მართვის ნაკადი. როდესაც ნაკადი გადის რაიმე ოპერაციაზე, ჩვენ ვამბობთ, რომ ეს ოპერაცია არის შესრულების წერტილი. თუ ოპერაცია განსაზღვრულია რომელიმე კლასში, შეიძლება ითქვას, რომ შესრულების წერტილს წარმოადგენს ამ კლასის კონკრეტული ეგზემპლარი. ერთ ოპერაციაში (შესაბამისად ერთ ობიექტში) შესაძლებელია ერთდროულად იმყოფებოდეს რამდენიმე მართვის ნაკადი. ასევე, ხდება ისე, რომ სხვადასხვა ნაკადები იმყოფებოდეს სხვადასხვა ოპერაციებში, მაგრამ ერთ ობიექტში.

პრობლემა წარმოიშობა მაშინ, როდესაც ერთ ობიექტში იმყოფება ერთდროულად რამდენიმე მართვის ნაკადი. თუ არ გამოვიჩინოთ სიფრთხილეს, ნაკადებმა შეიძლება ხელი შეუშალოს ერთმანეთს, რაც მიგვიყვანს ობიექტის მდგომარეობის არაკორექტულ შეცვლამდე. ეს არის ურთიერთგამორიცხვის კლასიკური პრობლემა. შეცდომები ასეთი სიტუაციების დამუშავებისას შეიძლება გახდეს სხვადასხვა სახის კონკურენციების მიზეზი.

2. ძირითადი ნაწილი

პარალელიზმის მოდელირების ძირითადი პრინციპია – „ყოველი მართვის ნაკადი ან პარალელური პროცესი მოდელირდება როგორც აქტიური კლასი, რომლის ქვეშ გაიგება ობიექტი, რომელშიც ინკაფსულირებულია საკუთარი მართვის ნაკადი“ [3]. აქტიური ობიექტები არის აქტიური კლასების ეგზემპლარები. აქტიური ობიექტები და აქტიური კლასები დიაგრამებზე გამოისახება როგორც ჩვეულებრივი კლასები და ობიექტები, მაგრამ ორმაგი ზოლით მარჯვნიდან და მარცხნიდან.

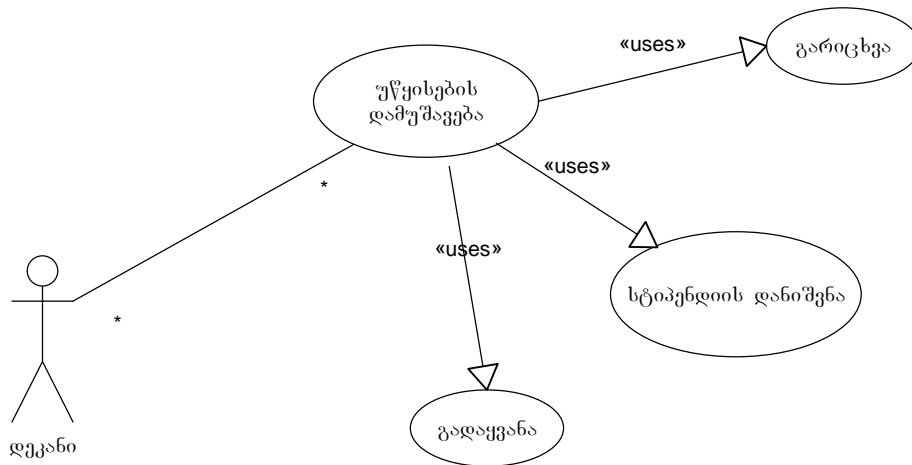
ნაკადებს შორის. პარალელიზმი ნიშნავს სისტემის ნაწილების პარალელურ შესრულებას. UML უზრუნველყოფს პარალელიზმის საკმაოდ კარგ ასახვას (აქტიური კლასები, მოღვაწეობის დიაგრამაზე განშტოება და შერწყმა, დროითი დიაგრამების სხვადასხვა წარმოდგენები). მისი უფრო ზუსტი ასახვა ხორციელდება UML2-ში (ოპერატორი `par` მიმდევრობის დიაგრამაზე; რიგითი ნომრები პრეფიქსების სახით კომუნიკაციის დიაგრამაზე; ორთოგონალური შემადგენელი მდგომარეობები მდგომარეობის დიაგრამებზე) [1].

მართვის რამდენიმე ნაკადის მოდელირებისათვის, პირველ რიგში, უნდა დავადგინოთ მოქმედებათა პარალელიზმის შესაძლებლობა და მოვახდინოთ მართვის ნაკადის მატერიალიზაცია აქტიური კლასის სახით. შემდეგ განვიხილოთ, რომელ სხვა აქტიურ და პასიურ კლასებთან კოოპერირდება სტატიკურად ყოველი მათგანი. სტატიკური გადაწყვეტილებები გამოვხატოთ კლასების დიაგრამის სახით, ნათლად გამოვყოთ აქტიური კლასები.

განვიხილოთ მარტივი ჩართული სისტემა – „სტუდენტების მოსწრებისა და დასწრების აღრიცხვა“. იგი აკონტროლებს სტუდენტების კურსიდან კურსზე გადაყვანას, გარიცხვას, სტიპენდიების დანიშვნას. პრეცედენტების მოდელი მოცემული სისტემისათვის მოყვანილია 1-ელ ნახაზზე.

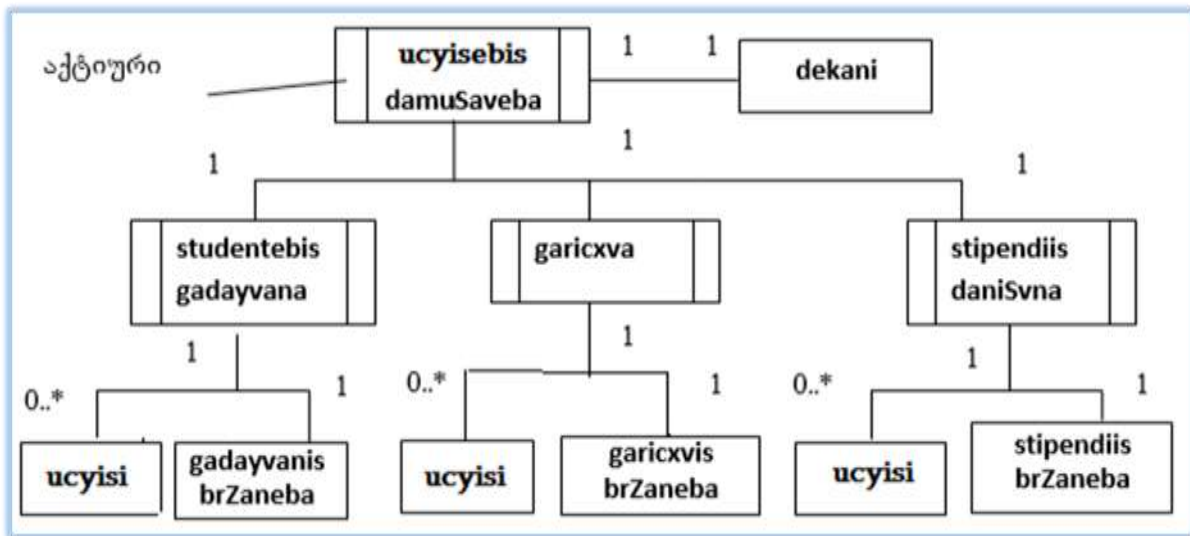
ამის შემდეგ უნდა დავადგინოთ კლასები. ჩართული სისტემებისათვის კლასების წყარო პრეცედენტებია. მათ შესახებ ინფორმაციის საფუძველზე საშუალება გვქვია მივიღოთ კლასების დიაგრამა მოცემული სისტემისათვის, რომელიც მოცემულია მე-2 ნახაზზე.

სისტემა ყოველდღიურად აღრიცხავს სტუდენტთა დასწრება/მოსწრებას და სესიის დამთავრებისას ახდენს მიღებული უწყისების დამუშავებას. ამიტომ გამოიყენება მრავალ-ნაკადიანობა (multithreading) [2].



ნახ.1.

კლასები Ucyisebis_damuSaveba (მართვის ბლოკი), Gadayvana (გადაყვანის ბრძანების მომზადება), stipendiis_daniSvna (სტიპენდიის დანიშვნის ბრძანების მომზადება) და Garicxva (გარიცხვის ბრძანების მომზადება) ნაჩვენებია ორმაგი ჩარჩოებით მარჯვნიდან და მარცხნიდან - ისინი აქტიური კლასებია.



ნახ.2.

ამის შემდეგ უნდა დავადგინოთ, თუ როგორ კოოპერირდება დინამიკურად თითოეული კლასი სხვა კლასებთან ურთიერთქმედების დიაგრამაზე. აქ ნათლად მიუთითოთ აქტიური ობიექტები, როგორც საწყისი წერტილები შესაბამისი მართვის ნაკადისა. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს აქტიურ ობიექტებს შორის კომუნიკაციებს. გამოვიყენოთ, საჭიროებისამებრ, როგორც სინქრონული, ასევე ასინქრონული შეტყობინებები.

მიმდევრობითობის დიაგრამაზე პრეცედენტისათვის უწყისების დამუშავება ვიყენებთ par ოპერატორს (ოპერანდები სრულდება პარალელურად). ქვევით მოყვანილია დიაგრამის ანალიზი:

1. ობიექტი :Dekani უგზავნის შეტყობინებას activate() ობიექტს :UcyisebisDamuSaveba.
2. : UcyisebisDamuSaveba ბადებს სამ მართვის ნაკადს, წარმოდგენილი par ოპერატორის ოპერანდებით. ჯერ გამოიძახება 1-ოპერანდი, შემდეგ 2, ხოლო ბოლოს 3.
3. par ოპერატორის 1 ოპერანდი:
.ControlBox. უგზავნის შეტყობინებას „დადგინდეს დამაკმაყოფილებელი შეფასების სტუდენტები“ ობიექტს :ucyisi.
4. par ოპერატორის 2 ოპერანდი:
.ControlBox. უგზავნის შეტყობინებას „დადგინდეს არადამაკმაყოფილებელი შეფასების სტუდენტები“ ობიექტს :ucyisi.
5. par ოპერატორის 3 ოპერანდი:
.ControlBox. უგზავნის შეტყობინებას „დადგინდეს მაღალი შეფასების სტუდენტები“ ობიექტს :ucyisi.

ამ ურთიერთქმედებაში par ოპერატორის სამივე ოპერანდი სრულდება პარალელურად და დაგჭირდება ორი ციკლი სემანტიკით Repeat...Until (გავიმეორეთ...სანამ), ერთი – ჯგუფის უწყისების დასადგენად, მეორე - სტუდენტების დასადგენად უწყისში.

მოყვანილ მაგალითში ხდება სამი აქტიური ობიექტის მიმართვა ერთ პასიურზე - :ucyisi, იმისათვის, რომ ნაკადებმა ხელი არ შეუშალოს ერთმანეთს, უნდა ოპერაციებზე, რომლებიც განსაზღვრულია კლასში, მივანიჭოთ გარკვეული მასინქრონიზებული თვისებები, რისთვისაც უნდა გამოვიყენოთ ყველაზე მისადაგებული სემანტიკა – **Sequential** (მიმდევრობითი), **guarded** (დაცული) და **Concurrent** (პარალელური). სინქრონიზაციის მექანიზმების დამუშავება უნდა განხორციელდეს თითოეული აქტიური ობიექტის მიერ პასიურ ობიექტზე მიმართვის სიხშირის, შესასრულებელი ოპერაციების რაოდენობის, თითოეული ოპერაციის მომსახურების დროის ანალიზის საფუძველზე [2].

მართვის რამდენიმე ნაკადის დროს სინქრონიზაციის მექანიზმების გარდა, ასევე უნდა დადგინდეს კომუნიკაციის სწორი მექანიზმები სისტემის აქტიურ და პასიურ ობიექტებს შორის. განაწილებული სისტემებისათვის, ერთ ობიექტზე მიმართვების რეგულირებისათვის ახდენენ პროცესების გადანაწილებას კვანძების მიხედვით. ამის გამო, პროცესები შეიძლება სრულდებოდეს სხვადასხვა კვანძებზე. პროცესებს შორის კომუნიკაციისათვის არსებობს ორი კლასიკური მიდგომა: შეტყობინების გადაცემა და დაშორებული პროცედურების გამოძახება. ეს მექანიზმები მოდელირდება შესაბამისად, როგორც ასინქრონული და სინქრონული მოვლენები.

3. დასკვნა

პარალელიზმის მოდელირების მოყვანილი მიდგომა საშუალებას მოგვცემს თავიდან ავიცილოთ სისტემაში ჩიხური სიტუაციები – მართვის ნაკადების ურთიერთგამორიცხვა აქტიურ ობიექტებში და უზრუნველვყოთ განაწილებულ სისტემებში ქსელის ნორმალური(სასურველი) ფუნქციონირება, უზრუნველყოთ მომხმარებელთა სრული და დროული მომსახურება.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Arlow D., Neustadt A. (2008). UML2 and the unified process. 2nd ed., Practical Object-Oriented Analysis and Design. St. Petersburg-Moscow (in Russian)
2. 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>.
3. Sukhiashvili T., Shurgaya I. (2020). Formation of classes during development of software systems. Transactions. Georgian Technical University. AUTOMATED CONTROL SYSTEMS - No 2(31), pp.93-95(in Georgian)

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

**MODELING CONCURRENCY IN BUSINESS PROCESS
MANAGEMENT**

Sukhiashvili Teimuraz, Shurgaya Irakli, Kashibadze Marina

Georgian Technical University

sukhiashviliteimuraz08@gtu.ge, Shurghaia@gtu.ge, m.kashibadze@gtu.ge

Summary

A computerized business process management system must support the simultaneous work of many users. This causes the existence of several control flows in the system. Considered in a unified process of reflecting business processes, modeling in parallel with current processes. Based on the universal modeling language (UML2), a unified process (UP) for developing a software system is proposed, which helps to identify and show the simulation of parallel ongoing processes, materialize in the form of active classes, establish which other active and passive classes each of them cooperate with. Establish the most suitable means of communication and synchronization with the objects with which they cooperate. If we foresee that each control object has its own specifics, their identification requires an individual approach and depends on the experience of the analyst.

(Received 20.05.2022)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАЛЕЛИЗМА ПРИ УПРАВЛЕНИИ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

Сушиашвили Т., Шургая И., Кашибадзе М.

Грузинский Технический Университет

sukhiashviliteimuraz08@gtu.ge, Shurghaia@gtu.ge, m.kashibadze@gtu.ge

Резюме

Компьютерная система управления бизнес-процессов должна обеспечивать одновременную работу многих пользователей. Это обуславливает существование в системе нескольких потоков управления. Рассматривается в унифицированном процессе отражения бизнес процессов моделирование параллельно текущих процессов. Предлагается основанном на универсальном языке моделирования(UML2) унифицированном процессе(UP) разработки программной системы средства, которые помогают выявить и показать моделирование параллельно текущие процессы, произвести материализацию в виде активных классов, установить с какими другими активными и пассивными классами кооперируются каждый из них. Установить наиболее подходящие средства коммуникации и синхронизации с теми объектами, с которыми они кооперируются. Если предусмотреть, что каждый объект управления имеет свою специфику их выявление требует индивидуального подхода и зависит от опыта аналитика. *(Поступила 15.05.2022)*

ჰუკი-ჯივისის მეთოდის ეფექტურობა ექსპერიმენტის შეცდომების პირობებში

შორენა ხორავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

sh.khorava@gmail.com

რეზიუმე

შესწავლილია ექსტრემუმის ძიების ერთ-ერთი მეთოდის - ჰუკი-ჯივისის მეთოდის ეფექტურობა ექსპერიმენტის შეცდომების პირობებში. მოდელირებულია ჰუკი-ჯივისის მეთოდის ალგორითმი. დადგენილია ექსპერიმენტის შეცდომების ზეგავლენა ექსტრემუმის ძიების ეფექტურობაზე სხვადასხვა ბიჯის პირობებში.

საკვანძო სიტყვები: ექსტრემუმის ძიება. ჰუკი-ჯივისის მეთოდი.

1. შესავალი

ნულოვანი რიგის მეთოდებს შორის ჰუკი-ჯივისის მეთოდი ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული და ეფექტური მეთოდია. ძიების პროცესი შემდეგი პროცედურებისაგან შედგება: საბაზისო წერტილის გამოკვლევა და ნიმუშის მიხედვით ძებნა. საბაზისო წერტილის გამოკვლევა ანუ როგორც ზოგიერთ ლიტერატურაში გვხვდება „კვლევითი ძიება“ ორიენტირებულია მიზნის ფუნქციის ლოკალური ქვევის ხასიათის დადგენაზე და „ხევი“-ის გასწვრივ მიმართულების განსაზღვრაზე. მიღებული ინფორმაცია გამოიყენება ნიმუშის მიხედვით ძებნისას „ხევი“-ის მიდამოებში მოძრაობისას [1].

მეთოდი ეფექტურად გამოიყენება, როცა ექსპერიმენტი შეცდომების გარეშე მიმდინარეობს. თუმცა რეალურ სიტუაციებში საზომ საშუალებებს ყოველთვის გააჩნიათ განსაზღვრული შეცდომები, რომელიც გავლენას ახდენს ძიების შედეგზე [2].

კვლევითი ძიების ჩასატარებლად აუცილებელია ბიჯის სიდიდის შერჩევა, რომელიც შეიძლება იყოს განსხვავებული სხვადასხვა საკოორდინატო მიმართულებისათვის, ამასთან ერთად ძიების პროცესში მისი სიდიდე იცვლება. თუ საბაზისო წერტილში მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობა არ აღემატება საწყის წერტილზე მის მნიშვნელობას, მაშინ ძიების ბიჯი განიხილება როგორც წარმატებული სვლა. წინააღმდეგ შემთხვევაში აუცილებელია წინა წერტილში დაბრუნება და საწინააღმდეგო მიმართულების შერჩევა. ყველა N კოორდინატის გადარჩევის შემდეგ კვლევითი ძიება დასრულებულია. მიღებულ წერტილს ბაზისური წერტილი ეწოდება.

ნიმუშის მიხედვით ძიება გულისხმობს ერთი ბიჯის რეალიზაციას საბაზისო წერტილის გასწვრივ. ნიმუშის ახალი წერტილი განისაზღვრება ფორმულით:

$$x(k+1)_p = x(k) + (X(k) - X(k-1)) \quad (1)$$

როგორც კი ნიმუშის მიხედვით მოძრაობა არ მიგვიყვანს მიზნის ფუნქციის შემცირებამდე (გადიდებამდე), $x(k+1)_p$ წერტილი ფიქსირდება, როგორც დროებითი საბაზისო წერტილი და ისევ წარმოებს კვლევითი ძიება. თუ ძიების შედეგად მიღებული იქნა წერტილი, რომლი შესაბამისი მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობა ნაკლები იქნება (აღემატება) $x(k)$ -ს შესაბამის მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობაზე, მაშინ $x(k+1)$ წერტილი განიხილება, როგორც ახალი საბაზისო წერტილი. თუ კვლევითი ძიება წარუმატებელი გამოდგა აუცილებელია წერტილში დაბრუნება

და კვლევითი ძიების გაგრძელება ახალი ოპტიმალური მიმართულების გამოსავლენად. წარუმატებელი კვლევის შემთხვევაში საჭიროა ბიჯის შემცირება გარკვეული მამრავლის შემოტანით და კვლევითი ძიების განახლება. მეთოდის რეალიზაციის პროცესის შედეგად მიღებული წერტილების მიმდევრობა შეიძლება შემდეგი სახით წარმოვადგინოთ:

- x(k) მიმდინარე საბაზისო წერტილი,
- X(k-1) წინამდებარე საბაზისო წერტილი,
- x(k+1)_p წერტილი, მიღებული ნიმუშის მიხედვით მოძრაობისას,
- X(k+1) მომდევნო (ახალი) საბაზისო წერტილი.

არსებობს ჰუკი-ჯივსის მეთოდის რეალიზაციის რამდენიმე ვარიანტი, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან, როგორც ძიების შეწყვეტის კრიტერიუმით, ასევე ექსტრემუმის წერტილის პოვნის სტრატეგიით, ამისათვის გამოიყენება ნებისმიერი ერთგანზომილებიანი ძიების მეთოდი. ბუნებრივია, რომ გადაწყვეტის ვარიანტის შერჩევის მიხედვით საბოლოო შედეგი სხვადასხვა ბიჯის რაოდენობით მიიღება [1].

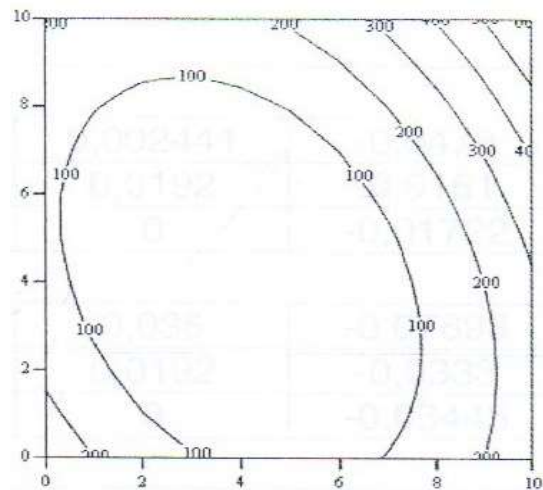
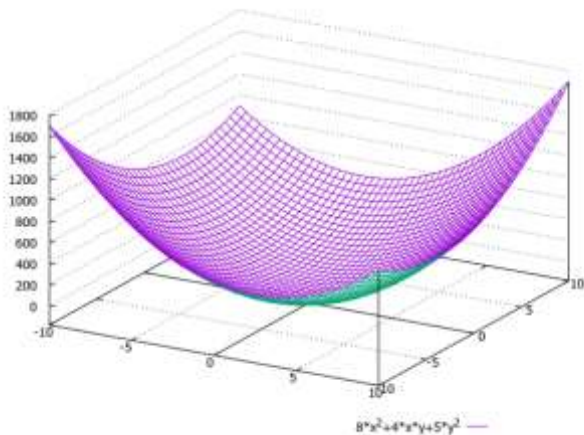
2. ძირითადი ნაწილი

ჰუკი-ჯივსის ალგორითმი ითვლება ერთ-ერთ ეფექტურ მეთოდად, რამდენადაც წინა იტერაციაზე მიღებული ინფორმაცია გამოიყენება ძიების დასაჩქარებლად.

ჰუკი-ჯივსის მეთოდით ძიება ჩავატარეთ ზედაპირებისათვის, რომლებიც განსაზღვრულია განტოლებით

$$f(x, y) = 8x^2 + 4xy + 5y^2$$

ზედაპირების სახე და შესაბამისი კონტურული მრუდები მოცემულია შესაბამისად ნახ. 13, ნახ.16 და ნახ.22 ა,ბ.



ნახ. 1 $f(x, y) = 8x^2 + 4xy + 5y^2$ ფუნქციის გრაფიკი და კონტურული მრუდები

ექსპერიმენტი ჩავატარეთ ბიჯის შემცირების კოეფიციენტის სხვადასხვა მნიშვნელობისათვის, ძიების დამთავრების პარამეტრად ავიღეთ $\epsilon=0,0001$. ანუ ძიებას

ვწყვეტით მაშინ, როცა ბიჯის მნიშვნელობა აღმოჩნდებოდა 0,0001-ზე ნაკლები. (1) ზედაპირის გამოკვლევის შედეგად მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში 1.

ცხრ.1

ბიჯის შემცირების კოეფიციენტი α	ცდების რაოდენობა	X	y	f
ძიება შეცდომების არარსებობის პირობებში				
2	34	0	0	0
5	18	0	0	0
10	14	0	0	0
$\xi = 2\%$				
2	43	0	0	-0,019
5	25	0	0	-0,0058
10	16	0	0	-0,0068
$\xi = 5\%$				
2	43	0,000977	0,002441	-0,0478
5	25	0,008	0,0192	-0,0161
10	16	0,001	0	-0,01722
$\xi = 10\%$				
2	46	0,033	0,036	-0,07698
5	25	0,008	0,0192	-0,0333
10	16	0,001	0	-0,03445
$\xi = 20\%$				
2	46	0,033	0,036	-0,14271
5	25	0,008	0,0192	-0,0678
10	16	0,001	0	-0,0689

შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ფუნქციის მინიმუმის პოვნისას შეცდომების უმნიშვნელო გავლენა შეიმჩნევა $\xi = 2\%$ -ის შემთხვევაში, მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობა წანაცვლებულია საშუალოდ 0,02-ით. x-ისა და y-ის მნიშვნელობების წანაცვლება $\xi = 5, 10, 20\%$ მნიშვნელობებისათვის შესაბამისად ტოლია (0,003326; 0,007214); (0,014; 0,0184); (0,014; 0,0184), ხოლო მიზნის ფუნქციის მნიშვნელობის წანაცვლება შესაბამისად შეადგენს საშუალოდ 0,02704; 0,04824; 0,10314. შეცდომების პირობებში ოპტიმალური შედეგის მიღწევისათვის უნდა ჩავატაროთ საშუალოდ 2-ჯერ მეტი ცდა.

3. დასკვნა

ჩატარებული კვლევის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ მინიმუმის ძიება ჰუკი-ჯივის მეთოდით ბიჯის მცირე მნიშვნელობისათვის, $\xi = 10, 20\%$ ადიტიური შეცდომების პირობებში, მნიშვნელოვანი გადახრებით მიმდინარეობს, ბიჯის მნიშვნელობის ზრდასთან ერთად შეცდომების გავლენა მცირდება.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Jibladze N., Topchishvili A. (2001). Numerical methods of statistical optimization. Management Systems Institute. Tbilisi (in Georgian)
2. Chkheidze I., Otkhozoria V., Narchemashvili M., Khorava Sh. (2021). Measurement quality Assessment. Transact. of GTU "Automated Control Systems", No 1(32), Vol.1.2. Tbilisi, pp.306-310 (in Georgian)

(სტატია მიღებულია 9.05.2022)

**EFFICIENCY OF THE HOOKE-JIVES METHOD UNDER
CONDITIONS OF EXPERIMENTAL ERROR**

Shorena Khorava
Georgian Technical University
sh.khorava@gmail.com

Summary

The effectiveness of one of the methods for searching for an extremum, the Hooke-Jives method, under conditions of experimental errors, has been studied. The algorithm of the Hooke-Jeeves method is modeled. The influence of experimental errors on the efficiency of extremum search under different step conditions is established.

(Received 9.05.2022)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ГУКА-ДЖАЙВСА В УСЛОВИЯХ
ПОГРЕШНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Хорава Ш.
sh.khorava@gmail.com
Грузинский технический университет

Резюме

Изучена эффективность одного из методов поиска экстремума - метода Гука-Джайвса в условиях экспериментальных ошибок. Смоделирован алгоритм метода Гука-Дживса. Установлено влияние экспериментальных ошибок на эффективность поиска экстремума при различных шаговых условиях.

(Поступила 9.05.2022)

COMPLEMENTARITY OF OPPOSITIONS UNITY AS THE UNIVERSAL LAW OF THE NATURE OF CREATOR

Pavle Asatiani

Georgian Technical University,
V. Chavchanidze Institute of Cybernetics (Tbilisi, Georgia)

pavleasatiani1@gmail.com

Summary

Experimental physics of superfluidity and is turned out to be decisive for our widening of such a key notions of modern physics as movement, matter, space and time, circulation, wave function and velocity, simmetry, superfluidity and superconductivity. On the basis of mentioned widening we have come to N. Bohr's complementarity of oppositions unity generalization in Nature of Creator. Throughout the mentioned generalization we have got the universal law of the nature of Creator.

Keywords: computing. Complementarity of oppositions unity.

1. Introduction

Experimental discovery of helium's spectral lines on the Sun and later on the Earth [3] two fluid hydrodynamics of two motions of liquid helium near absolute zero leads us to new-type oscillation-rotation experiments by E. Andronikashvili [9] and other world physical laboratories, including our MOS field transistors with ring circulation geometry constructed in Tbilisi [4] examined successfully on Apollo-type space apparatus as decisive for our widening of Niels Bohr's principle of complementarity – based "Unity of Knowledge" through below notions:

movement – complementarity of oppositions unity – changes and their feedback in space and time (non-stationary movement) and independent of space-time (stationary movement);

matter – substance of each physical objects of Universe consists opposite to mind and spirit;

non-matter – state of the Universe free of matter;

space-time – arrangement (space) and existence sequence (time) in the complementarity of oppositions unity with rotation (circulation) symmetry in matter and non-matter states of the Universe among stars;

circulation (rotation) – universal stationary and non-stationary movements in matter and non-matter (among stars) with rotation symmetry;

symmetry – correlation (feedback) of the oppositions with harmonization in the complementarity of oppositions unity (further, complementarity);

wave function and phase – in Schrödinger equation generalized by R. Feynman for superfluid helium and superconductivity near absolute zero in space-time independent Maxwell vector-potential giving us stationary circulation of classical portion (quanta abstracted from \hbar – Planck's constant) of usual – two vector-potentials – between angles with unlimited phase velocity used by us in the architecture of Internet of All (IoA) (see p. 244 of the paper [4] with reference [6]);

superfluidity (superconductivity) – stationary (space-time independent) curl – free circulation with rotation symmetry in non-matter and matter states unity complementarity near $T = 0K$ with phase velocities in long-range ordered Universe [6].

2. Principal Part

The above-mentioned experiments have shown that the properties of liquid helium (zero interaction, viscosity, entropy, the highest heat conductivity, space-time independent velocity) were not covered in limits of matter properties and attempts to understand two-component nature of “superfluid” liquid helium.

Experimental physics of liquid helium has required to widen the methodology of nature observations. We have used widening of the principle of oppositions unity complementarity delivered to us by Niels Bohr (Tbilisi, Georgia, 14-17 May 1961, “oppositions are not contradictions, they are complements”). This widening principle we have applied to the below-mentioned physics of oppositions – normal and superfluid components, demonstrated in experimental “two-fluid” model of liquid helium – one of the first witnesses of the Universe genesis.

Together with newcomers from cosmic (space) race – positrons and neutrino united in our intention physics of superfluidity and pulsars neutron stars behavior in “pure quantum mechanism of microscopic scale” [6, p. 154] has united micro-, nano- and macro-spaces in our widening of notions system.

3. Conclusions

As is well known, our system observations of the Nature was bound as whole history of physics shows with the Solar system matter only. Experimental physics of liquid helium hydrodynamics near absolute zero has shown the complementarity of matter in the Solar system uniting all richness of great matter equations, and state non being subordinate to the matter equations behavior. Namely, such an equation has shown the only way out to widen and apply Niels Bohr’s principle to the state defined by Fritz London relating to superfluids as “mysterious” [6].

Throughout our “Establishment of Fundamental Ideas of Superfluidity Thinking” under tutorship of E. Andronikashvili staying at the beginnings of superfluidity/super-conductivity thinking, we have come to the intention uniting “mysterious” helium experimental superfluidity manifesting the complementarity with neutron stars – pulsars.

This intention has given stimulus to model pulsar in low temperature laboratory at E. Andronikashvili Institute of Physics successfully.

So, we have united in a single intention physics of superfluidity of liquid helium and pulsars – neutron stars in rotation superfluid/superconducting state.

In 2018, when we have got “Brief Answers to the Big Questions” by S. Hawking with paradigm of rotation symmetry at non-matter interstellar state we were ready to include this paradigm as a basis to the broadened complementarity of matter and non-matter states of two-fluid hydrodynamics of superfluid helium together with supertranslational charges [7, p.145-147]. As is shown in our “Circulation Physical Fundamentals of Computing and Technologies” [4, p. 242], we revealed the same nature of charge and mass in (1) expression of [4, p. 242] on a way to quantum-classical generalization of the circulation (2) expression in the given paper that coincides successfully with supertranslational charges (supertranslation symmetry) after S. Hawking [7, p. 146].

Steven Hawking has avoided Niels Bohr’s complementarity principle in favor of Albert Einstein’s theory of relativity. At the same time due to the phase velocities in liquid superfluid helium following R. Feynman's wave function as space-time independent vector – potential, matter equations of the theory of relativity are turned out to be imaginary for non-matter interstellar state of liquid helium:

$$\sqrt{1 - \left(\frac{v_\varphi}{c}\right)^2}, v_\varphi \gg c$$

This important reason has closed the many-year discussion between N. Bohr and A. Einstein on the theory of cognition in favor of N. Bohr's complementarity of oppositions unity),

under the influence of Newton's matter - ether;

Faraday's chemical affinity and Mendeleev's periodic system of chemical elements as oppositions unity relating to Bohr-Rutherford atom; Maxwell's vector potential stationary circulation field thinking (see N. Bohr collection of works, vol. I, II (in Russian), vol. I, II – pp. 662-669, M. "Nauka", 1971);

N. Bohr has come to the quantum object by classical device observation's problem decision throughout his principle of oppositions unity,

as a result, to the unity of knowledge and faith (see in the same collection, vol. II, p. 495, 562, "in secular matter and accordingly non-matter (non-secular P.A.) states complementarity context relating to helium").

Following N. Bohr it was heuristic for us to discover the complementarity-based Moses “Genesis” (see Old Testament First Book “Genesis”, Chapter I).

Extension of N. Bohr's complementarity principle on the basis of experimental physics of superfluid helium – one of the first witnesses of the Universe genesis have reduced as a result of the above-mentioned generalizations synthesis-given “Circulation Physical Fundamentals of Computing and Technologies” publication (Certificate No.8088 17/07/2020 deposited at Georgian Patent National Center) to the complementarity of oppositions unity as the universal law of the Nature of Creator, prepared by Pavle Asatiani, one of probably last disciples of N. Bohr (14-17 May, 1961, Tbilisi, Georgia) [2].

ლიტერატურა – References – Литература:

1. N. Bohr. The Unity of Knowledge (in Russian), selected scientific works, vol. II (1925-1961), M. 1971, pp. 481-496.
2. P. Asatiani “God Sabaoth of Modern Physics” in Tbilisi; newspaper “Sakartvelos Respublika” No. 59-60, 22-23 March, 2021 (in Georgian)
3. K. Mendelsohn. Kalte physik Low-temperature Physics (in Russian), M., 1959, p. 784.
4. P. Asatiani. Circulation Physical Fundamentals of Computing and Technologies. SCCTW-2016, South Caucasus-2016, South Caucasus Computing and Technology Workshop, GTU-CERN, Tbilisi, Georgia, 3-7 October, 2016 (see proceedings of conference Modern Trends in Physics, Baku, 01-03 May, 2019).
5. R. Feynman. “Application of Quantum Mechanics to Liquid Helium” (1955); “Feynman lectures in physics” vol. 8, Quantum Mechanics I (1966), p. 107 (“...Behavior in time with necessity includes behavior in space”); vol. 9, Quantum Mechanics II, Chapter 19 “Equation of Schrödinger in Classical Context. Seminar in Superconductivity (see, wave function as a classical vector-potential) pp. 233-234, 1967 (in Russian).
6. F. London. Superfluids, vol. I, II; see vol. II, p.151 (1954).
7. S. Hawking. “Brief Answers to the Big Questions” (in Russian), 255 p., 2018.
8. Vladimer Chavchanidze, Zurab Chachkhiani, Pavle Asatiani. Beginnings of Physical Computing of Information Systems. Transactions of Automated Systems, No. 1 (33), vol. 1, pp. 41-44, 2022. (in Georgian)

9. P. Asatiani, etc. (1989). E. Andronikashvili Biobibliography. University of Wisconsin Madison, Twentieth Century, Physical Sciences, pp. 123.

(სტატია მიღებულია 15.05.2022)

წინააღმდეგობათა ერთიანობის დამატებითობა, როგორც შემოქმედის ბუნების უნივერსალური კანონი

პავლე ასათიანი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
ვ. ჩავჭანიძის სახ. კიბერნეტიკის ინსტიტუტი (თბილისი)

pavleasatiani1@gmail.com

რეზიუმე

თანამედროვე ფიზიკის ძირითადი ცნებების სემანტიკური გაფართოებისთვის, როგორცაა მოძრაობა, მატერია, სივრცე და დრო, ცირკულაცია, სიჩქარე, ტალღური ფუნქცია, სიმეტრია ზედენადობის და ზეგამტარობის, ექსპერიმენტული ფიზიკა აღმოჩნდა გადამწყვეტი ამ ცნებათა გაფართოების საფუძველზე. ჩვენ მივედით ნილს ბორის წინააღმდეგობათა ერთიანობის პრინციპის განზოგადებამდე, შემოქმედის ბუნების უნივერსალური კანონის სახით.

(Received 15.05.2022)

ЕДИНСТВО ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ ПРОТИВОПОЛОЖНОСТЕЙ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЗАКОН ПРИРОДЫ ТВОРЦА

Асатиани Павле

Грузинский Технический Университет,
Инст. Кибернетики им. В. Чавчанидзе (Тбилиси, Грузия)

Резюме

Для смыслового расширения ключевых понятий современной физики таких базовых как движение, материя, пространство и время, циркуляция, скорость, волновая функция и.т.д., Экспериментальная физика сверхтекучести и сверхпроводимости оказалась ключевой. На основе вышеприведенного расширения понятий мы пришли к обобщению принципа единства противоположностей Н. Бора в природе. И на основе полученного обобщения пришли к универсальному закону природы Творца.

(Поступила 15.05.2022)

ნახევარგამტარების ზედაპირების პერიოდული, არაპერიოდული და კომპლექსური ნანოსტრუქტურირება

ზაქარია ტალიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ztaliashvili@gmail.com

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია პერიოდულად, არაპერიოდულად და კომპლექსურად ნანოსტრუქტურირებული Si-ის ზედაპირები. სუბმიკრონული პერიოდის მქონე პერიოდული ნანოსტრუქტურების დასამზადებლად გამოყენებულია ერთსხივიანი ულტრაიისფერი ლაზერული ინტერფერენციული ლითოგრაფია (LIL). არაპერიოდული ნანოსტრუქტურების დასამზადებლად ვიყენებით ვერცხლის ნანონაწილაკებით სტიმულირებულ ქიმიურ ამოჭმას (Ag-MacEtch). კომპლექსური ნანოსტრუქტურირებისთვის გამოყენებულია პერიოდული და არაპერიოდული სტრუქტურირების ტექნოლოგიების ერთიანობა. მოყვანილია ოპტიკური და ატომურ-ძალური (Bruker Dimension Icon) მიკროსკოპით გადაღებული ზედაპირული ფირები.

საკვანძო სიტყვები: ნანოტექნოლოგია. ნანოსტრუქტურირება. ნანომატრიცები.

1. შესავალი

დღეისათვის ნანოტექნოლოგიები გახდა ქვეყნების ენერგეტიკის, ეკონომიკის, მედიცინის, მეცნიერების, განათლების სისტემის და სამხედრო ძლიერების განმსაზღვრელი ფაქტორი [1]. ისინი ფართოდაა წარმოდგენილი ფარმაკოლოგიაში, მედიცინაში, ენერგეტიკაში, ელექტრონიკაში, ქიმიურ და ნავთობის გადამამუშავებელ კვების პროდუქტების წარმოებაში და სხვ. [2-6].

აქტიურად მიმდინარეობს მასალის ზედაპირზე მცირე პერიოდიანი სისტემების ფუნქციონირების თეორიული შესწავლა. ამ მიმართულებით აღსანიშნავია ნანოზოლოგანის სისტემების ფუნქციონირების თეორიული სამუშაოები, სადაც ნაჩვენებია, რომ ნანოზოლოგანის არსებობის შედეგად მცირდება კვანტურ მდგომარეობათა სიმკვრივე. ამის შედეგად მდგომარეობათა ინტეგრალური სიმკვრივე ზონაში შესაძლებელია 4,1-ჯერ შემცირდეს. ეს ეფექტი განსაკუთრებით საგრძნობია 8-10 ნმ რიგის ნანოწარმონაქმნების არსებობისას, რაც Si-ში დე ბროილის ტალღის სიგრძეს ეთანადება და მნიშვნელოვნად ცვლის ნიმუშის ნანოზოლოგანის ფენის თვისებებს [7,8].

ნანოტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ აქტუალური გახდა ნანომასალებისა და ნანოტექნოლოგიური პროცესების ჩართვა სხვადასხვა დანიშნულების (ენერგეტიკული, ოპტიკური, ელექტრონული და სხვ.) ნახევარგამტარული ხელსაწყო-მოწყობილობების (სენსორების, მზის ელემენტების, მიკროელექტრონული კომპონენტების და სხვ.) დამზადების და გაუმჯობესების საქმეში, თუმცა, ეს პროცესი ჯერ კიდევ განვითარების საწყის ეტაპზე იმყოფება. ამ ხელსაწყო-მოწყობილობების მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია: განსხვავებული ფიზიკო - ქიმიური თვისებების (გამოსვლის მუშაობის, აკრძალული ზონის, ფერმის დონის, წინაღობის, ძვრადობის, ზედაპირული ენერჯის, და სხვ.) მქონე მასალების გამოყენებაზე.

არსებობს მთელი რიგი ფაქტები რომლებიც მიგვიჩვენებენ რომ ნახევარგამტარების ზედაპირზე სხვადასხვა მეთოდებით ნანოწარმონაქმნების შექმნისას მცირდება გამოსვლის მუშაობის და p ტიპის Si-ის ხვედრითი წინაღობა, იცვლება ენერჯის ცვლილება და სხვ. აღნიშნული ეფექტის ერთ-ერთი გამოვლინება ნანოსტრუქტურირებული ფენის გამტარებლობის ტიპის ცვლილება, რასაც G ლეგირებასაც უწოდებენ. ეს ეფექტი საშუალებას იძლევა მივიღოთ არამეტალურგოლი- ე.წ. ფიზიკური p-n გადასასვლელი [9,10].

წარმოდგენილ ნაშრომში განხილულია: Si-ის ზედაპირის პერიოდული, არაპერიოდული და კომპლექსური ნანოსტრუქტურირების ტექნოლოგიები რომელთა განვითარება განაპირობა ამ მეთოდებით მიღებული სტრუქტურების განსხვავებულმა ფიზიკო-ქიმიურმა თვისებებმა. ნაჩვენებია მიღებული ზედაპირული ფირების ოპტიკური და ატომურ ძალური მიკროსკოპით მიღებული გამოსახულებები.

ამრიგად: ნანოსტრუქტურირების მეთოდებით მიკროელექტრონიკაში ფართოდ გამოყენებული და კარგად შესწავლილი მასალების (Si, Ge, GaAs და სხვ.) ზედაპირების ნანოსტრუქტურირებით ან მათ ზედაპირზე მიღებულ ნანო-მატრიცებში სხვადასხვა ტიპის ნანონაწილაკების ჩანერგვით, შესაძლებელია საჭიროების მიხედვით ვცვალოთ გარკვეულ დიაპაზონში ამ მასალების ზედაპირის ფიზიკო - ქიმიური თვისებები.

შესაბამისად წარმოდგენილი ნაშრომის ამოცანაა მიკროელექტრონიკაში ფართოდ გამოყენებული და კარგად შესწავლილი ნახევარგამტარული მასალების (Si, Ge, GaAs და სხვ.) ზედაპირებზე პერიოდული, არაპერიოდული და კომპლექსური სტრუქტურებით ნანო-მატრიცების დასამზადებლად საბაზო ტექნოლოგიების შექმნა, მიღებული ზედაპირული ფირების მორფოლოგიის შესწავლა და ზომების ცვლილების დიაპაზონის დადგენა.

2. ძირითადი ნაწილი

კვლევითი მიზნებისათვის, ნანოსტრუქტურირებული ზედაპირის მქონე ნიმუშების დასამზადებლად, იყენებენ მცირე ფართობზე პერიოდული ნანოსტრუქტურების მიღების მარტივ მეთოდებს, რომელთაგან აღსანიშნავია ლაზერული ინტენფერენციული ლითოგრაფია (LIL) [11].

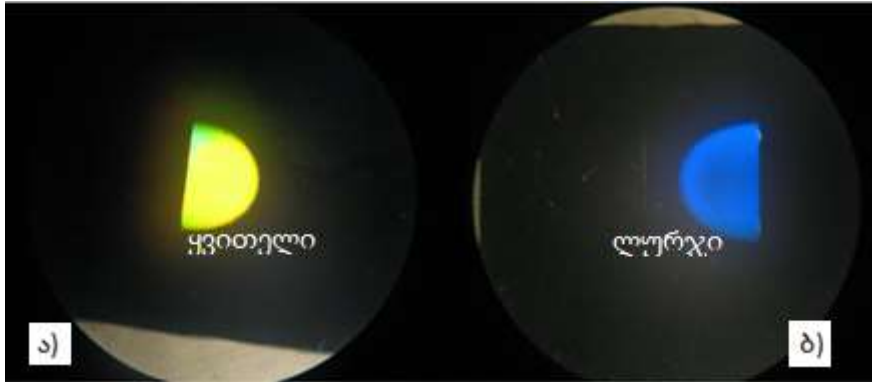
ლაზერულ ინტენფერენციული ლითოგრაფიით პერიოდული ნანოსტრუქტურების მისაღებად, ჩვენ ვიყენებთ ნეგატიური ma 2401 და პოზიტიური AZ5214E ფოტორეზისტს. ცხრ. 1-ში მოცემულია გამოყენებული ფოტორეზისტების მახასიათებლები.

გამოყენებული ფოტორეზისტის ტიპის ცვლილებით ფირფიტის ზედაპირზე ვიღებდით ინტენფერენციული გამოსახულების ნეგატიურ ან პოზიტიურ სურათს.

გამოყენებული ფოტორეზისტების მახასიათებლები ცხრ. 4.

ფოტორეზისტი	3000პრ/წთ სიჩქარისას ფირის სისქე (მკმ)	მგრძნობიარობა
ma-N 2401	0.1	ღრმა UV: 24858- 25458.
AZ5214E	1,62	UV;310-32968.

1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია ერთსხივიანი ლაზერული ინტენფერენციული ლითოგრაფიით მიღებული 2 და 1 მკმ პერიოდის ნანოზოლოგანი ფოტორეზისტის სტრუქტურების გამოსახულებები, რომლებიც დაიმზირება ოპტიკურ მიკროსკოპში შავი ფონზე. ზედაპირიდან ფოტორეზისტი არ არის მოცილებული, რის გამოც მისი პერიოდულად სტრუქტურირებული ზედაპირი რეალურად ოპტიკურ მესერს წარმოადგენს და ამიტომ შეფერილია ყვითლად და ლურჯად.

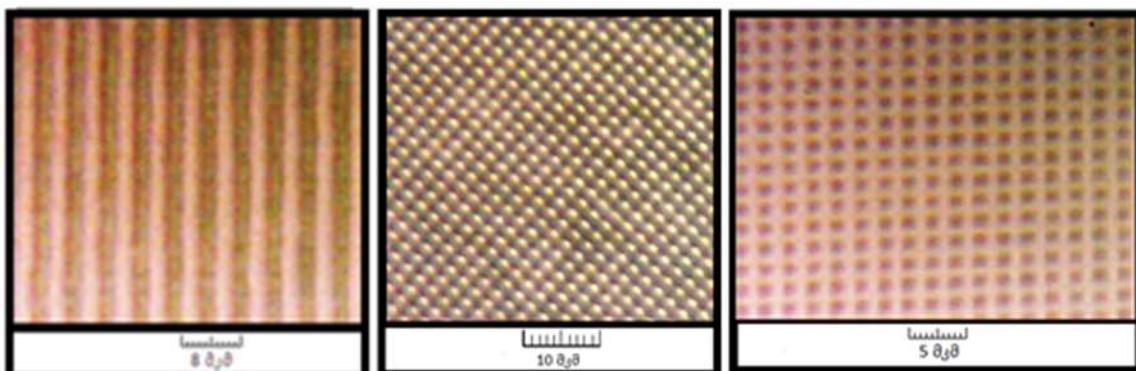


ნახ.1. ნანოზოლოგანი სტრუქტურების ოპტიკური გამოსახულებები. ა) ყვითლად შეფერილი უბანს შეესაბამება 2 მკმ-იანი პერიოდი; ბ) ლურჯად შეფერილს - 1 მკმ-იანი პერიოდი

Si-ის ნიმუშის ზედაპირზე პერიოდული სტრუქტურების მისაღებად ვიყენებით ლაზერული ინტერფერენციული ლითოგრაფიისა (LIL) და რეაქტიული იონური ამოჭმის პროცესებს (RIE) [12].

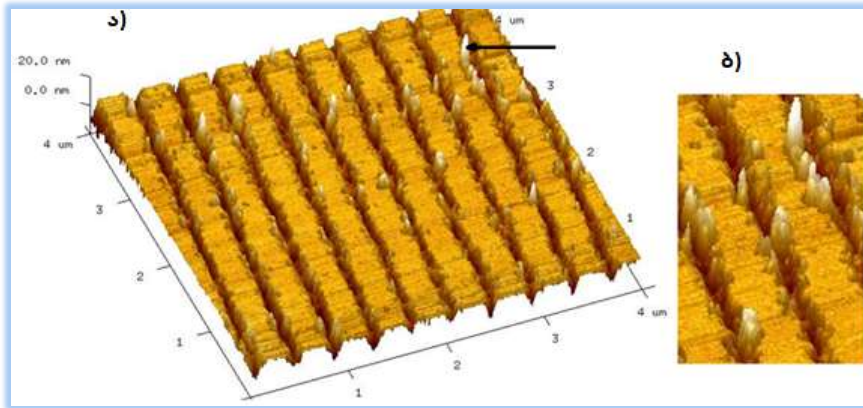
პერიოდული ნანოსტრუქტურების ტექნოლოგია თავდაპირველად დავამუშავეთ შედარებით დიდი, 5-დან 2 მკმ-მდე პერიოდის მქონე ზედაპირებისათვის, რადგან მათი პერიოდის ზომების ოპტიკური - ვიზუალური ექსპრეს-კონტროლი შედარებით იოლია. ამ მიზნისთვის ვიყენებდით MIII-4 -ის ბაზაზე დამზადებულ თვითნაკეთ ციფრულ მიკროსკოპს. ასეთი გზით დამუშავებული ტექნოლოგია ადვილად გადავიტანეთ უფრო მცირე, 0,3-0,5 მკმ პერიოდის მქონე ზედაპირების დასამზადებლად, რომელითა პერიოდის ზომების კონტროლიც ატომურ-ძალური და რასტრული მიკროსკოპის გამოყენებას მოითხოვს.

მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია ჩვენს მიერ დამზადებული და ციფრული მიკროსკოპით გადაღებული ზოლოვანი, წერტილოვანი და ბადისებრი ნანოსტრუქტურები.



ნახ.2. ციფრული მიკროსკოპით გადაღებული ზოლოვანი, წერტილოვანი და ბადისებრი ნანოსტრუქტურები

მე-3 ნახაზზე მოცემულია ატომურ-ძალური მიკროსკოპით, 4x4 მკმ ფართობზე მიღებული 0,4 მკმ პერიოდიანი ნანოზოლოგანი სტრუქტურის ზედაპირის მოცულობითი გამოსახულება (ნახ.3-ა) და მისი დეტალიზაცია (ნახ.3-ბ).

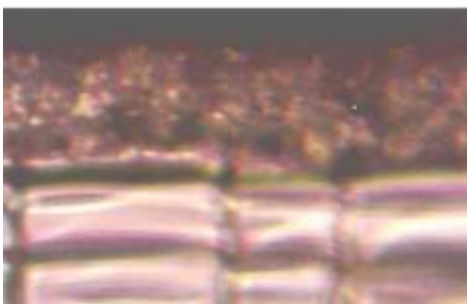


ნახ.3. ატომურ ძალური მიკროსკოპით მიღებული გამოსახულება: ა) 4x4 მკმ ფართობზე 0,4 მკმ პერიოდიანი ზოლოგანი სტრუქტურა; ბ) მისი დეტალიზაცია

ნახაზზე ვხედავთ ფირფიტის საწყის ზედაპირზე არსებული ხაოიანობის გავლენას ნანოზოლოგური უბნის ერთგვაროვნებაზე. ისარით ნაჩვენებია მოცემული ნიმუშისათვის დამახასიათებელი პერიოდულობის დარღვევები, რომლებიც საწყის ფირფიტის ზედაპირზე არსებული ხაოიანობით არის გამოწვეული. როგორც ვხედავთ, ამ ტიპის დარღვევების ზომები, პერიოდული სტრუქტურის სიღრმის რიგისაა, და მათი რაოდენობა საშუალოდ 1x1 მკმ² ფართობზე 4 - 5-ს შეადგენს.

ვერცხლის ნანონაწილაკებით სტიმულირებული ამოჭმის პროცესი (Ag-MacEtch) პროცესი სამეტაპიანია, პირველ ეტაპზე ნახევარგამტარული მასალის ზედაპირზე იქმნება მეტალის წვრილმარცვლოვანი თხელი ფენა, რომელიც გამჭოლია და მედეგი მასალის ამომჭმელი სითხის მიმართ. მეორე ეტაპზე ამომჭმელ ხსნარში ელექტროქიმიური პოტენციალის გავლენით ხდება მასალის ზედაპირის ამოჭმა - „თავისთავადი ელექტროლიზი“, ამოჭმის სიღრმე დამოკიდებულია სითხისა და მასალის ზედაპირის კონტაქტის დროზე. ბოლო ეტაპზე ხდება მეტალის ფენის მოცილება [13].

მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია ციფრული მიკროსკოპით გადაღებული ვერცხლის ნანონაწილაკე-

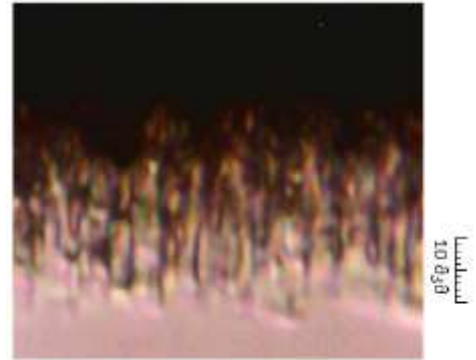


ბით სტიმულირებული Si-ს ზედაპირის ამოჭმის შედეგად მიღებული გატეხილი ნიმუშის ჭრილზე გვერდხედი. ნახაზის ზედა ნაწილში ვხედავთ ფოროვანი Si-ის ფენას, რომლის ქვემოთ Si-ის კრისტალური ზედაპირია.

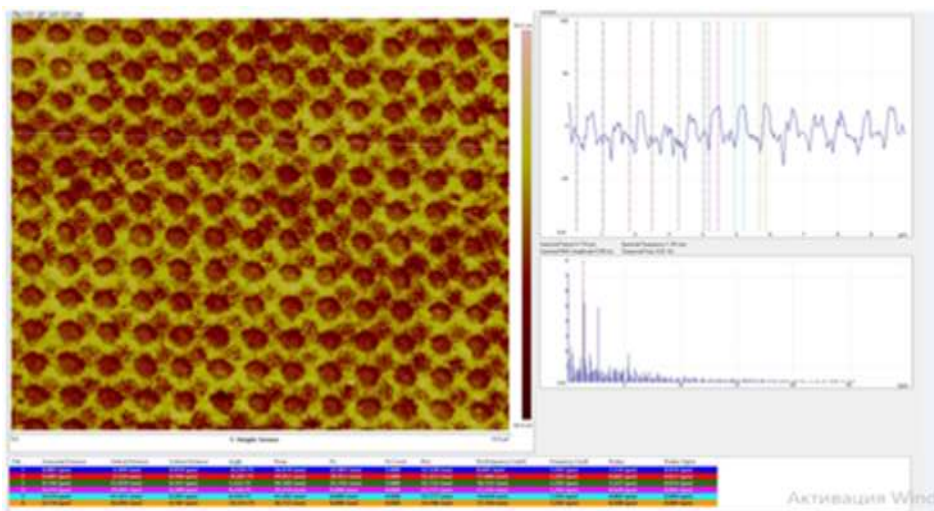
ნახ.4. ვერცხლის ნანონაწილაკებით სტიმულირებული Si-ის ზედაპირის ამოჭმის შედეგად მიღებული ჭრილზე გადაღებული პროფილი

მე-5 ნახაზზე ნაჩვენებია ციფრული მიკროსკოპით გადაღებული ვერცხლის ნანონაწილაკე-ბით სტიმულირებული Si-ის ზედაპირის ღრმა ამოჭმის შედეგად მიღებული 10 მკმ-იანი მავრთულები. ეს ტექნოლოგია ცალკე მიმართულებაა და გამოიყენება Si-ის ნანომავრთულების მისაღებად.

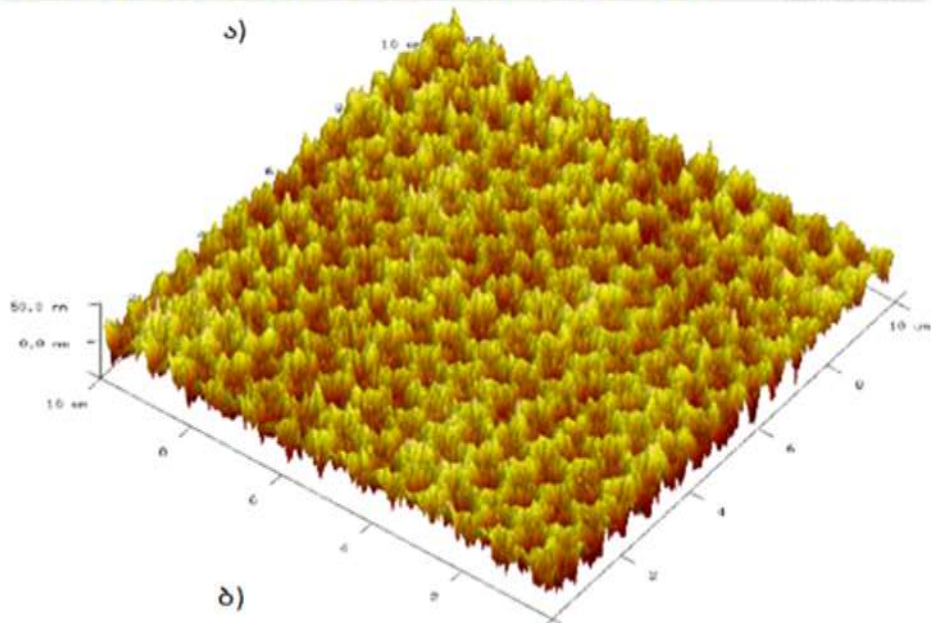
ნახ.5. ციფრული მიკროსკოპით გადაღებული ვერცხლის ნანონაწილაკებით სტიმულირებული Si-ის ზედაპირის ღრმა ამოჭმით მიღებული მავრთულები



მე-6 ნახაზზე ნაჩვენებია ატომურ-ძალური მიკროსკოპით გადაღებული, კომპლექსური ნანოსტრუქტურირებით 10 მკმx10მკმ ფართობზე მიღებული 0,5-0,7 მკმ პერიოდის და 50 ნმ სიღრმის მქონე ნანოწერტილოვანი უბნის ზედხედი და ჭრილზე გადაღებული სიღრმეების პროფილი (ნახ.6-ა) და მოცულობითი გამოსახულება (ნახ.6-ბ), რომლის პერიმეტრი არაპერიოდულად არის ნანოსტრუქტურირებული.



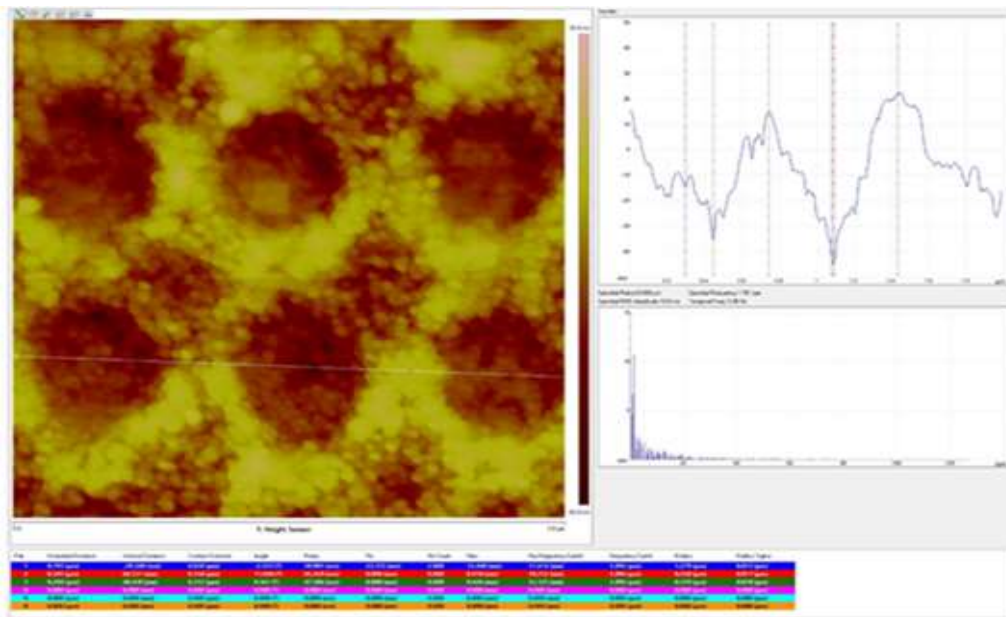
ა)



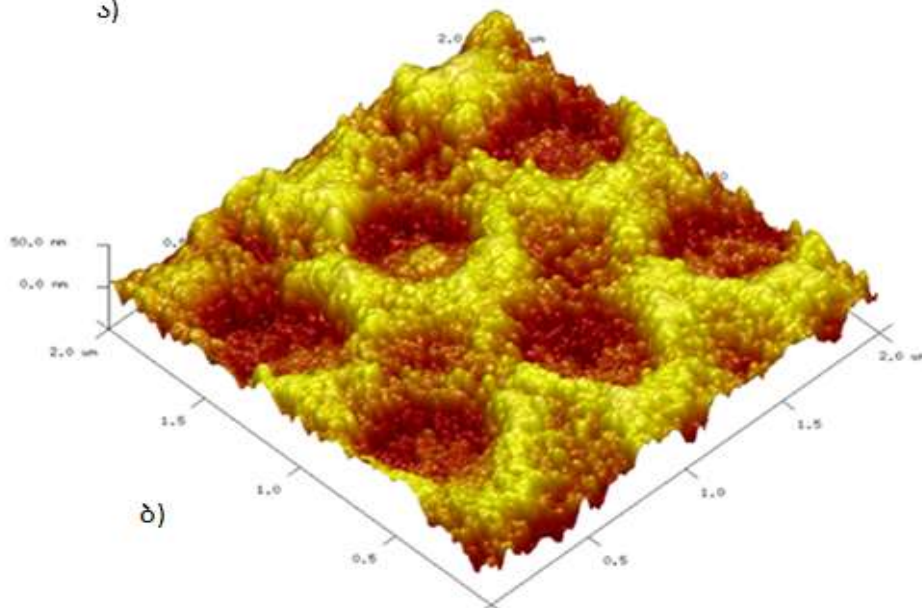
ბ)

ნახ.6. 10x10 მკმ ფართზე კომპლექსური ნანოსტრუქტურირებით მიღებული დაახლოებით 0,5-0,7 მკმ პერიოდის და 50 ნმ სიღრმის მქონე ნანოწერტილოვანი უბნის: ა) ზედხედი და ჭრილზე გადაღებული სიღრმეების პროფილი; ბ) მოცულობითი გამოსახულება

7-ა,ბ ნახაზებზე მოცემულია 2x2 მკმ ფართობზე (ნახ. 5, 6 - ზე ნაჩვენები სტრუქტურის დეტალიზაცია).



ა)



ბ)

ნახ.7. 2x2 მკმ ფართზე კომპლექსური ნანოსტრუქტურირებით მიღებული 0,5-0,7 მკმ პერიოდის და 50 ნმ სიღრმის მქონე ნანოწერტილოვანი უბანის: ა) ზედახედი და ჭრილზე გადაღებული სიღრმეების პროფილი; ბ) მოცულობითი გამოსახულება

პერიოდული სტრუქტურირებით მიღებული ნანოზოლოვანი სისტემების ზედაპირული ენერგიას [14] და გამტარებლობას [15] ანიზოტროპული ხასიათი აქვს, რაც არ ახასიათებს არაპერიოდული სტრუქტურირებით მიღებულ ზედაპირებს. ნანოსტრუქტურირების ამ მეთოდების გამოყენებით შეგვიძლია ვცვალოთ ზედაპირული ენერგეტიკული და ელექტრული პარამეტრები, მაგალითად ვაქციოთ ჰიდროფობული ზედაპირი ჰიდროფილურად და სხვ.

ზემოთ განხილული მეთოდები წარმოადგენს ნანოსტრუქტურირების საბაზო ტექნოლოგიის შემადგენელ პროცესებს.

3. დასკვნა

ნაშრომში ჩატარებული კვლევების შედეგად შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგი დასკვნები:

1) შემუშავებულია ერთსხვიანი ულტრაიისფერი ლაზერული ინტერფერენციული ლითოგრაფია და მისი გამოყენებით პერიოდული (წერტილოვანი, ზოლოვანი და ბადისებრი) ნანოსტრუქტურების მიღების ტექნოლოგიები. Si-ს ზედაპირზე ნანოსტრუქტურირების შედეგად პარამეტრების ცვლა შესაძლებელია შემდეგ დიაპაზონში: თანაბარი ნანოსტრუქტურირების მაქსიმალური ფართობი 4 მმ²; სიღრმე 20-50 ნმ; პერიოდი 0,3–5,0 მკმ;

2) დამუშავებულია ვერცხლის ნანონაწილაკებით სტიმულირებული (Ag-MacEtch) და აირადი ქიმიური ამოჭმის გამოყენებით, Si-ის ფირფიტების ზედაპირის არაპერიოდული ნანოსტრუქტურირების ტექნოლოგია. ამ მეთოდით მიღებულია ერთეული ნანომეტრების და მიკრონების ზომის არაპერიოდული ნანოსტრუქტურები, ასევე ათეული მიკრონის სიგრძის ძაფები;

3) პერიოდული და არაპერიოდული ნანოსტრუქტურირების მეთოდების გამოყენებით დამუშავებულია კომპლექსური ნანოსტრუქტურირების ტექნოლოგია. მისი გამოყენებით მოვახდინეთ წერტილოვანი, მესრული და ბადისებრი პერიოდული სტრუქტურის ზოლებისა და უჯრედების შიდა უბნების არაპერიოდული სტრუქტურირება.

შემუშავებული პერიოდული, არაპერიოდული და კომპლექსური ნანოსტრუქტურირების ტექნოლოგია შესაძლებელია გამოვიყენოთ მზის ელემენტების წარმოებაში, Si-ის ნანომატრიცების, მავრთულების დასამზადებლად და სხვ.

ლიტერატურა – References:

1. <https://www.iberdrola.com/innovation/nanotechnology-applications>. (12.5.2022).
2. Zhang R., Jason L., Zhang T., Amini M., He C., Lu B., Ahmed T., Lip H., Rauth A., Wu X. (2018). Importance of integrating nanotechnology with pharmacology and physiology for innovative drug delivery and therapy – an illustration with firsthand examples. *Acta Pharmacologica Sinica*. 39, 825–844.
3. Contera S., Serna J., Tetley T. (2020). Biotechnology, nanotechnology and medicine. *Emerging Topics in Life Sciences*. 4, 6, 551–554.
4. Huilin W., Xitong L., Jiutian W., Shengjian J., Dongfeng X. (2020). Multifunctional inorganic nanomaterials for energy applications., *Nanoscale*. 12, 14-42.
5. Samer B., Muhammad A., Tiziano T., Cordani M., Flavio R. (2020). The History of Nanoscience and Nanotechnology: From Chemical–Physical Applications to Nanomedicine. *Molecules*. 25, 1, 112. doi. org/10.3390/molecules25010112
6. Cheraghian C., Rostami S., Afrand M. (2020). Nanotechnology in Enhanced Oil Recovery. *Processes*. 8, 9, 1073-1090.
7. Yin H., logo O., Xing K., Zhang Y., Aradhana D., Dissanayake S., Lu Z., Zhao H., Zeng Z. (2020). Periodic nanostructures: preparation, properties and applications. *Chemical Society Reviews*. 50, 6423-6482.
8. Samoila C., Ursutiu D., Tavkhelidze A., Jangidze, L., Taliashvili Z., Skhiladze G., Tiorean M. (2020). Nanograting layers of Si. *Nanotechnology*. 31, 3, 7. DOI: 10.1088/1361-6528/ab4889
9. Kakulia D., Tavkhelidze A., Gogoberidze V., Mebonia M. (2016). Density of quantum states in quasi-1D layers. *Physica E*. 78. 49-55.
10. Tavkhelidze A., Svanidze V., Noselidze I. (2007). Fermi gas energetics in low-dimensional metals of special geometry. *J. Vac. Sci. Technol. B*, v. 25(4), p. 1270. doi.org/10.1116/1.2753852

11. Shimizu Y. (2021). Laser Interference Lithography for Fabrication of Planar Scale Gratings for Optical Metrology. *Nanomanufacturing and Metrology*. 4, 3–27.
12. Donnelly V., Kornblit A. (2013). Plasma etching: Yesterday, today, and tomorrow. *Journal of Vacuum Science & Technology A*. 31, 050825-050873; doi.org/10.1116/1.4819316.
13. Hee H, Zhipeng H, Woo L. (2014). Metal-assisted chemical etching of silicon and nanotechnology applications. *Nano Today*. 3, 271-304.
14. Liu Y., Loh W., Leong E., Kustandi T., Sun X., Teng J. (2012). Nanoimprinted ultra-fine line and space nanogratings for liquid crystal alignment. *Nanotechnology*. 23; 23(46):465302. doi: 10.1088/0957-4484/23/46/465302.
15. Tavkhelidze A., Jangidze L., Mebonia M., Piotrowski K., Więckowski J., Taliashvili Z., Skhiladze G., Nadaraia L. (2020). Geometry-induced quantum effects in periodic nanostructures. *Phys. Status Solidi A*, 2017, 214, 7. DOI: 10.1002/pssa.201700334.

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

PERIODIC, NON-PERIODIC AND COMPLEX NANOSTRUCTURING OF SEMICONDUCTOR SURFACES

Taliashvili Zakaria
Georgian Technical University
ztaliashvili@gmail.com

Summary

The article presents periodically, non-periodically and complex nanostructured Si surfaces. The LIL (Laser Interference Lithography) technology was used to fabricate nanostructures with submicron periodicity. We used the Ag-MacEtch (Ag-Metal Assisted Chemical Etching technology) to fabricate non-periodic nanostructures. A combination of LIL and Ag-MacEtch technology was used for complex nanostructuring. The images of the obtained structures made on the optical and atomic force (Bruker Dimension Icon) microscopes are presented.

(Received 20.05.2022)

ПЕРИОДИЧЕСКОЕ, НЕПЕРИОДИЧЕСКОЕ И КОМПЛЕКСНОЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Талиашвили З.
Грузинский технический университет
ztaliashvili@gmail.com

Резюме

В работе представлена периодически, непериодически и комплексно наноструктурированные поверхности кремния. Для изготовления наноструктур с субмикронной периодичностью применяли LIL технологию. Для изготовления непериодических наноструктур использовали Ag-MacEtch технологию. Комбинацию LIL и Ag-MacEtch технологии использовали для комплексного наноструктурирования. Приведены снимки полученных структур сделанные на оптическом и атомно-силовом (Bruker Dimension Icon) микроскопе.

(Поступила 20.05.2022)

მოდულირებული კონვოლუციური ნეირონული ქსელი

ბადრი მეფარიშვილი, გულნარა ჯანელიძე,

ალბერტ მირიანაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

meparishvilibadri08@gtu.ge, janelidzegulnara08@gtu.ge, Albert.Mirianashvili@gtu.ge

რეზიუმე

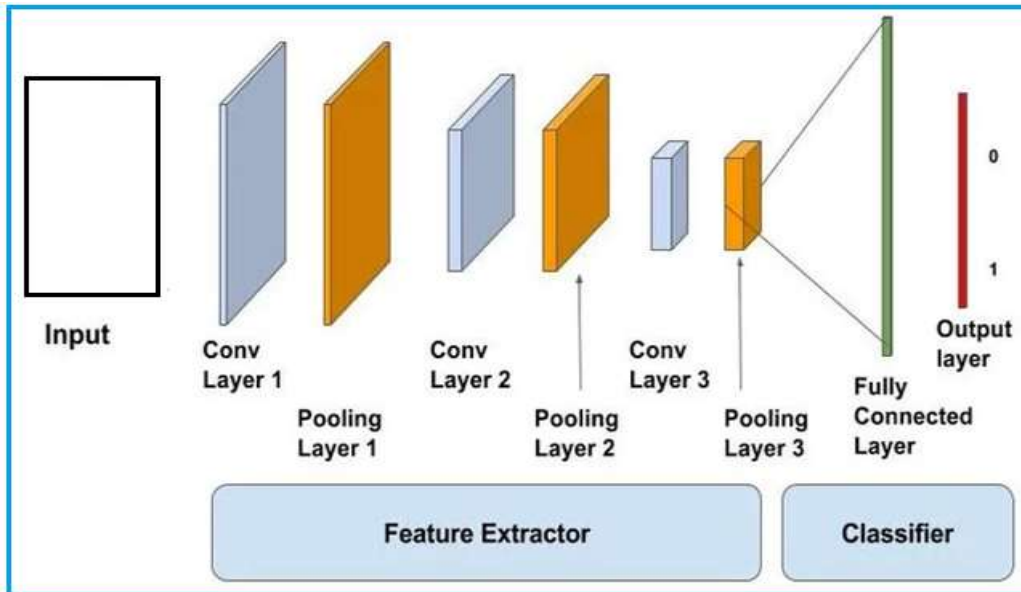
გამოსახულების კლასიფიკაცია და ძებნა ფართოდ არის წარმოდგენილი მანქანური სწავლების და კომპიუტერული ხედვის აპლიკაციებში. შემუშავებულ ალგორითმებს შორის ერთ-ერთ საუკეთესოდ მიჩნეულია ღრმა სწავლების ალგორითმები, კერძოდ, კონვოლუციური ნეირონული ქსელების (CNN) არქიტექტურაზე დაფუძნებული. მოცემული ნაშრომი წარმოადგენს ღრმა სწავლების მიდგომას, სადაც სტანდარტულ CNN-ში გაერთიანების ფენა (Pooling) ჩანაცვლებულია თვითორგანიზებადი რუკისა (SOM) და ნაწილაკთა გროვის ოპტიმიზაციის (PSO) ჰიბრიდული ნეირონული ქსელის ფენით. შემოთავაზებულ მიდგომას შეუძლია შეამსუბუქოს სემანტიკური ხარვეზის პრობლემა, რომელიც ეხება განსხვავებას დაბალი დონის და უფრო მაღალი დონის გამოსახულების წარმოდგენებს შორის, რაც მას ეფექტურს გახდის ვიზუალური შეცნობის ამოცანებში, განსაკუთრებით სამედიცინო სფეროში დიაგნოსტიკის თვალსაზრისით, ასევე დიდ მონაცემთა სისტემების შემთხვევაში.

საკვანძო სიტყვები: ღრმა სწავლება. კონვოლუციური ნეირონული ქსელი. თვითორგანიზებადი რუკა. ნაწილაკთა გროვის ოპტიმიზაცია.

1. შესავალი

მანქანურ სწავლებაში, გრაფიკული გამოსახულების ამოცნობის მიზნით შემუშავებულია სპეციფიკური ქსელი ე.წ. *კონვოლუციური ნეირონული ქსელი* (Convolutional Neural Networks - CNN), რომელიც მიეკუთვნება სიღრმისეული სწავლებისა და პირდაპირი გავრცელების ქსელების კლასს [1]. სიღრმისეული სწავლების ქსელები გამოირჩევა ფარული შრეების სიმრავლით და სწავლების ოპტიმიზაციური ალგორითმებით. შრეებს სხვადასხვა დანიშნულება და მოქმედების პრინციპი აქვს. სიღრმისეული ქსელების საშუალებით განსაკუთრებით ეფექტურად ხდება გრაფიკული გამოსახულებების ამოცნობა. გრაფიკულ გამოსახულებათა ამოცნობისთვის იყენებენ CNN ქსელებს [2].

კონვოლუციური ნეირონული ქსელი. კონვოლუციური ნეირონული ქსელები (CNN) წარმოდგენილია კონვოლუციური (Convolutional) და გაერთიანებული (Pooling), ასევე სხვა ფენების თანმიმდევრობით (ნახ.1.). Convolutional შრე შედგება იგივე ტიპის ნეირონებისგან, რაც ANN ქსელს გააჩნია, ოღონდ ამ შემთხვევაში საწყისი გრაფიკული გამოსახულების ყველა წერტილი არ არის დაკავშირებული Convolutional შრის თითოეულ ნეირონთან. ნეირონები მხოლოდ გრაფიკული გამოსახულების მცირე უბანთან ე.წ. მატრიცასთან არის შეერთებული. Convolutional შრის ნეირონების გამოსასვლელი სიგნალები მატრიცის ფორმით დალაგდება, გრაფიკულ გამოსახულებასთან ნეირონის არეების შეერთების განლაგების მსგავსად. შესაბამისად, ნეირონების გამოსასვლელიდან მიღებული სიგნალები გეომეტრიულ გამოსახულებებს იძლევა.



ნახ.1.

Convolutional შრის თითოეული ნეირონის გამოსასვლელი სიგნალის ანგარიშის დროს ფაქტობრივად ხდება გრაფიკული გამოსახულებისა და ნეირონის წონების მატრიცების შესაბამისი წევრების ნამრავლების შეკრება, b -ს დამატება და აქტივაციის ფუნქციის დამატება:

$$y = \sigma \left(\sum_{i=1}^{5+5} x_i w_i + b \right) \quad (1)$$

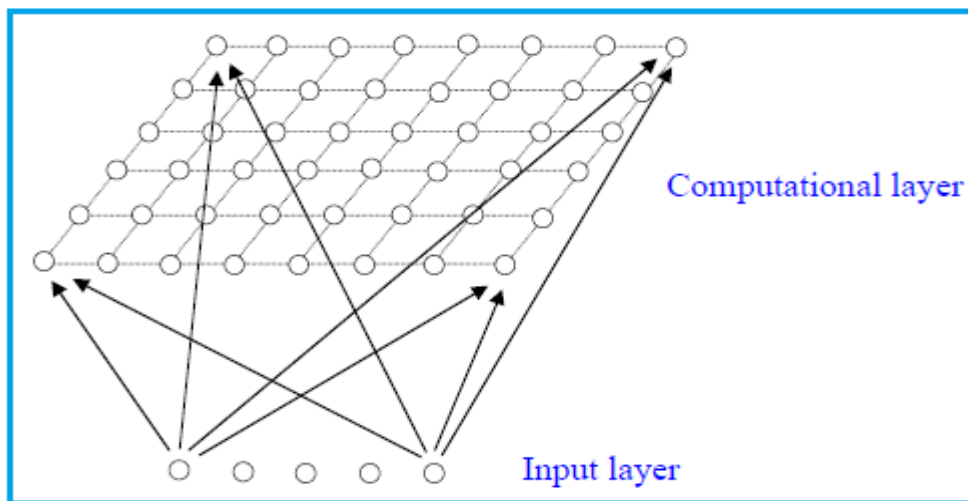
Convolutional შრის ნეირონებს აქვთ ერთნაირი წონები, რაც ამცირებს Convolutional ქსელის პარამეტრების რაოდენობას. Convolutional შრეების ნაკრების გამოსასვლელი სიგნალები Pooling შრეებს უერთდება ანუ Pooling შრე უშუალოდ არის შეერთებული Convolutional შრის გამოსასვლელ სიგნალებთან. საზოგადოდ, თითოეულ Convolutional შრეს უერთდება ცალკე Pooling შრე, რომლის დანიშნულებაც Convolutional შრიდან გამოსული სიგნალების რაოდენობის შემცირება. Pooling შრის ნეირონების მიერთება ხდება Convolutional შრის ნეირონების ანალოგიურად, ოღონდ Pooling შრის მეზობლად მდგომი ნეირონების მიერთების არეები არ იკვეთებიან, რის გამოც მიღებული მატრიცა გაცილებით მცირე გამოდის, ვიდრე საწყისი [3].

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

2. ძირითადი ნაწილი

მოდულირებული კონვოლუციური ნეირონული ქსელი. ნაშრომში შემოთავაზებულია კონვოლუციური ნეირონული ქსელის ღრმა სწავლების ახალი მიდგომა. წარმოგიდგინებ განსხვავებული ღრმა CNN არქიტექტურას, რომელშიც კონვოლუციის ფილტრი ანუ Pooling შრე ჩანაცვლებულია თვითორგანიზებადი რუკისა (SOM) და ოპტიმიზაციის ნაწილაკთა გროვის (PSO) ჰიბრიდული შრით. შემოთავაზებული მეთოდი შეიძლება აღვნიშნოთ როგორც მოდიფიცირებული კონვოლუციური ნეირონული ქსელები (Modified Convolutional Neural Network -MCNN).

თვითორგანიზებადი რუკა. თვითორგანიზებადი რუკები (Self-Organizing Maps - SOM) მიეკუთვნება ნეირონული ქსელების კლასს, რომლებიც იყენებენ ნეირონული ქსელის „ზედამხედველის გარეშე“ სწავლების მეთოდს. თვითორგანიზებადი ქსელი, მრავალშრიანი ნეირონული ქსელისგან განსხვავებით, შეიცავს მხოლოდ ორ შრეს: შემავალსა და გამომავალს. რუკის ელემენტები განლაგებულნი არიან ორგანიზაციის სივრცეში (ნახ.2.).



ნახ.2

თვითორგანიზებადი ქსელის სწავლება ხდება მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით. ასეთი სწავლების პროცესში ქსელს შესასვლელზე მიწოდება რაღაც მონაცემები, რომლის შესაბამისადაც ქსელი იწყებს გადაწყობას. სწავლების დროს, მონაცემების თანმიმდევრული გადაცემით ქსელის შესასვლელზე განისაზღვრება ე.წ. „გამარჯვებული“ ნეირონი (ნეირონი, რომლის წონის სკალარული ნამრავლი შესასვლელზე მიწოდებულ ვექტორთან მინიმალურია), რომელიც შემდეგში გამოიყენება მეზობელ ნეირონებში წონების განაწილების ცენტრად. ქსელის ასეთი სწავლება განიხილება როგორც „შეჯიბრებითი“ სწავლება, ნეირონებსა და გამარჯვებულ ნეირონს შორის მანძილის მხედველობაში მიღებით. ამ დროს სწავლების არსი არის შემავალ მონაცემებთან შესაბამისობაში ყოფნა.

თვითორგანიზებადი რუკა გულისხმობს ნეირონების მოწესრიგებული სტრუქტურის გამოყენებას [4], როდესაც გამოიყენება ერთ ან ორგანიზაციის ბადეები. ამასთან, ყოველი ნეირონი არის n -განიზაციის სვეტ-ვექტორი.

$$\omega = [\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n]^T \quad (2)$$

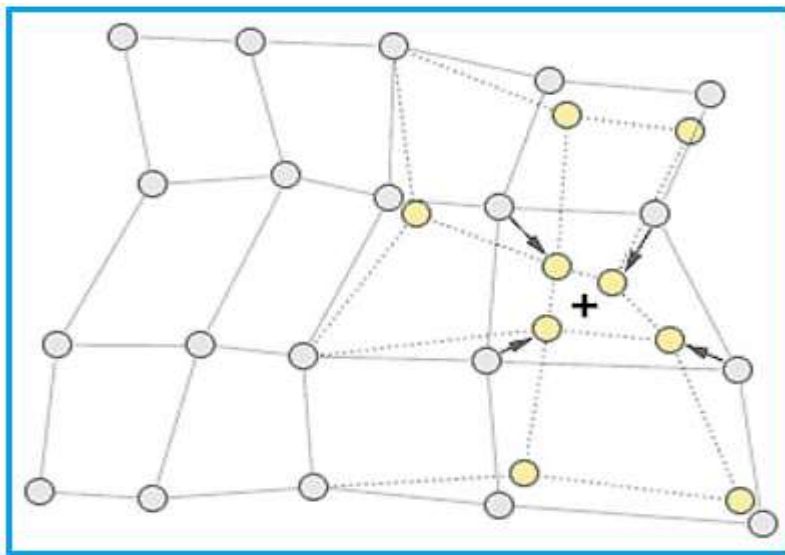
სადაც n განისაზღვრება საწყისი სივრცის განზომილებით (შემავალ ვექტორთა განზომილებით).

ალგორითმის რეალიზაციისას წინასწარ იძლევა ბადის კონფიგურაცია (მართკუთხედი ან ექვსკუთხედი), აგრეთვე ნეირონების რაოდენობა ქსელში. ამასთან შესწავლის საწყისი რადიუსი (neighborhood) მიღებული რუკის მეშვეობით, მნიშვნელოვნად მოქმედებს განზოგადების უნარზე.

თვითორგანიზებადი რუკების სწავლება. სწავლება შედგება ვექტორების კორექციის თანმიმდევრობისგან, რომლებიც წარმოადგენენ ნეირონებს. სწავლების ყოველ ბიჯზე საწყის მონაცემთა კრებულიდან შემთხვევით ირჩევა ერთ-ერთი ვექტორი, ხოლო შემდეგ წარმოებს ყველაზე მეტად მისი მსგავსი ნეირონის კოეფიციენტების ვექტორის ძებნა. ამასთან ირჩევა გამარჯვებული-ნეირონი, რომელიც უფრო მეტად ჰგავს შემავლების ვექტორს. მსგავსებაში, მოცემულ შემთხვევაში იგულისხმება ვექტორებს შორის მანძილი, რომელიც ძირითადად გამოითვლება ევკლიდეს სივრცეში. ამგვარად, თუ აღვნიშნავთ გამარჯვებულ ნეირონს როგორც c , მივიღებთ:

$$\|x - \omega_c\| = \min_i \|x - \omega_i\| \quad (3)$$

გამარჯვებული ნეირონის პოვნის შემდეგ, ხორციელდება ნეირონული ქსელის წონების კორექტირება. ამასთან ვექტორი, რომელიც აღწერს გამარჯვებულ-ნეირონს და ვექტორი, რომელიც აღწერს მის მეზობლებს ბადეში, გადაადგილდებიან შემავალი ვექტორის მიმართულეებით (ნახ.3.) ორგანზომილებიანი ვექტორისთვის [4].



ნახ.3. გამარჯვებული ნეირონის და მისი მეზობლების წონების ქვეწყოზა

შემავალი ვექტორის კოორდინატები აღნიშნულია ჯვარედინით, რუკის კვანძების კოორდინატები მოდიფიკაციის შემდგომ აღნიშნულია ნაცრისფერი ფერით. მოდიფიკაციის შედეგად მიღებული ბადე ნაჩვენებია შტრიხული ხაზებით. ამასთან წონითი კოეფიციენტების მოდიფიკაციისთვის გამოიყენება ფორმულა:

$$\omega_i(t+1) = \omega_i(t) + h_{ci}(t) * [x(t) - \omega(t)] \quad (4)$$

სადაც: t აღნიშნავს დისკრეტული დროის ნომერს. ამასთან $x(t)$ ვექტორი ირჩევა შემსწავლელი შერჩევიდან ყოველ შემთხვევით t -ს იტერაციაზე. $h(t)$ ფუნქცია წარმოადგენს ნეირონების მეზობლობის ფუნქციას გამარჯვებულ-ნეირონსა და მეზობელ ნეირონებს შორის ბადეში.

თვითორგანიზებადი ნეირონული ქსელის სწავლების არსი მდგომარეობს წონების ისეთ ქვეწყობაში, რომლის დროსაც ახლო შემავალი ვექტორები გაააქტიურებენ თვითორგანიზებას ერთსა და იმავე ნეირონს. თვითორგანიზებადი შრის სწავლებისას, შესავალზე მიეწოდება შემავალი ვექტორი და გამოითვლება სკალარული წარმოებულები წონების ვექტორებთან ერთად, რომლებიც დაკავშირებულია თვითორგანიზებადი რუკის ყველა ნეირონთან. სკალარული წარმოების მაქსიმალური მნიშვნელობის ნეირონი ცხადდება „გამარჯვებულად“, ხოლო მისი წონები გადაეწეობა.

თვითორგანიზებადი რუკის ყოველ ნეირონთან თუ ასოცირდება ერთი შემავალი ვექტორი, მაშინ თვითორგანიზებადი რუკის შრე შესწავლილ იქნას წონის ერთჯერადი გამოთვლით. გამარჯვებული ნეირონის წონები გაუტოლდებოდა შემსწავლელი ვექტორების კომპონენტებს. როგორც წესი, შემსწავლელი სიმრავლე მოიცავს ბევრ მსგავს შემავალ ვექტორს და ქსელს უნდა შეეძლოს თვითორგანიზებადი რუკის ერთი და იგივე ნეირონის აქტივირება, თითოეული მათგანისთვის. ასეთ შემთხვევაში, ამ ნეირონის წონები მიიღება შემავალი ვექტორების გასაშუალოებით, რომლებმაც უნდა მოახდინონ მისი აქტივირება.

ამგვარად, წონები, რომლებიც ასოცირდება ნეირონთან (რომლებიც წარმოქმნიან კლასის ე.წ. „ბირთვს“), მიიღებენ შემავალი ვექტორების „ცენტრის“ ახლო მნიშვნელობას, რომლისთვისაც მოცემული ნეირონი არის „გამარჯვებული“. წონები კორექტირდება იმგვარად, რომ წონების ვექტორი უახლოვდება მიმდინარე შემავალ ვექტორს. შესწავლის სიჩქარის კოეფიციენტი მართავს კლასის (წონების ვექტორის) ბირთვის სწრაფ მიახლოებას შემავალ ვექტორთან. ალგორითმი სრულდება მანამ, სანამ წონები არ შეწყვეტენ ცვლილებას.

ნაწილაკების გროვის ოპტიმიზაციის მეთოდი. ამჯერად განვიხილოთ შემოთავაზებული ახალი ჰიბრიდული მიდგომის მეორე მდგენელი ნაწილაკთა გროვის მეთოდის ბაზაზე. ნაწილაკთა გროვის ოპტიმიზაციის (PSO) მეთოდი მიეკუთვნება ევოლუციური ალგორითმების ოჯახს [5]. ალგორითმში წარმოდგენილ გროვის (ანუ გუნდის) ინდივიდებს ნაწილაკებს უწოდებენ, რომლებიც ხასითდება მათ შორის ურთიერთქმედებით.

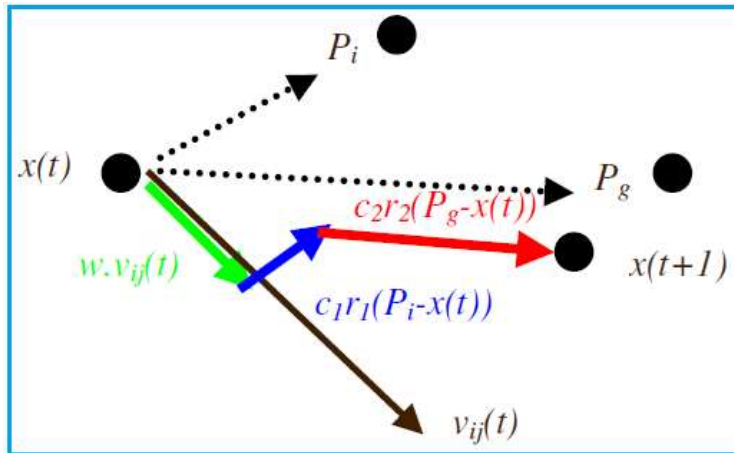
ნაწილაკების მოძრაობა საძიებო არეში არის განპირობებული როგორც საკუთარი საუკეთესო პოზიციით, ასევე მთლიანი გროვის საუკეთესო პოზიციით აღნიშნულ არეში. ამდენად, ნაწილაკების გადაადგილების აუცილებელ პირობაა საკუთარი პოზიციის და შესაბამისად მთელი გროვის მდგომარეობის გაუმჯობესება, ვიდრე არ მოხდება საძიებო არეში გლობალური ოპტიმუმის მოძებნა.

ნაწილაკების გროვა ხასიათდება რამდენიმე ძირითადი პარამეტრით: გროვის ზომა (S), სიჩქარე (v_{max}), ინერცია (w), $c1$ და $c2$ კონსტანტები, ტოპოლოგია ($gbest$, $lbest$, $star$).

ალგორითმის მიზანია ნაწილაკების შეგროვება როგორც მიზნობრივი ფუნქციის გლობალურ (მთელი საძიებო არე) და ისე ლოკალურ (კონკრეტული კლასტერი) ოპტიმუმებში. ჩვენს შემთხვევაში PSO გლობალური ოპტიმიზაციის ამოცანას ემსახურება, რადგან გვინტერესებს გლობალური ოპტიმუმის ანუ „გამარჯვებული ნეირონის“ გამოვლინება, რომლის მიმართაც უნდა მოხდეს თვითორგანიზებადი რუკის კონფიგურაციის გადაწყობა.

PSO ალგორითმის მუშაობის იტერაციულ პროცესში ხდება ყოველი ნაწილაკის სიჩქარისა და პოზიციის განახლება და მიმდევარი ნაწილაკების წანაცვლება ცენტრალურის მიმართ

საძიებო არეს ფარგლებში [5]. სიჩქარის განახლება დამოკიდებულია ნაწილაკის წინა იტერაციის მოძრაობის თვისებებზე (სიჩქარე, აჩქარება, პოზიცია, ინერცია), ნაწილაკის საუკეთესო პოზიციაზე და ამ ნაწილაკზე გროვის გავლენაზე (ნახ. 4.).



ნახ. 4. ნაწილაკის წონის ინერციის ტრაექტორია

სიჩქარის განახლება შემდეგ იტერაციაში იქნება:

$$v_{k+1}^i = wv_k^i + c_1 \text{rand} \frac{(p_k^i - p_k^i)}{\Delta t} + c_2 \text{rand} \frac{(p_k^g - p_k^i)}{\Delta t} \quad (5)$$

სადაც:

w - არის ინერცია;

p_k^i - ლოკალური(ნაწილაკის) საუკეთესო პოზიცია;

p_k^g - გლობალური (გროვის) საუკეთესო პოზიცია;

wv_k^i - მოძრაობა მიმდინარე იტერაციის დროს;

$\frac{(p_k^i - p_k^i)}{\Delta t}$ - ნაწილაკის გავლენის ფაქტორი;

$\frac{(p_k^g - p_k^i)}{\Delta t}$ - გროვის გავლენის ფაქტორი;

c_1, c_2 - შემეცნებითი და სოციალური პარამეტრები;

თითოეულ იტერაციაზე, ნაწილაკების სიჩქარისა და პოზიციის განახლების შემდეგ, ხდება ნაწილაკების და გროვის საუკეთესო პოზიციების განახლება. გროვის საუკეთესო პოზიცია განისაზღვრება ცენტრალურის საუკეთესო პოზიციით, რაც დადგინდება შემდეგნაირად:

$$l_{k+1}^r = p_{k+1}^g = [x_{k+1}^g, y_{k+1}^g], \quad r=1,2, \dots, M. \\ p_{k+1}^g = \begin{cases} p_{k+1}^i & \text{if } f(p_{k+1}^i) \leq f(p_k^g), \\ p_k^g & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

თვითორგანიზებადი რუკისა და ნაწილაკთა გროვის ჰიბრიდული ალგორითმი

კონვოლუციური ნეირონული ქსელის დრმა სწავლებისადმი ახალი მიდგომა მდგომარეობს Pooling შრის ნაცვლად თვითორგანიზებადი რუკისა და ნაწილაკთა გროვის ალგორითმების ჰიბრიდულ გამოყენებაში, როდესაც თვითორგანიზებადი რუკის „გამარჯვებული“ ნეირონის გამოვლინება და მის მიმართ დანარჩენი ნეირონების განლაგების

პროცესში აქტიურად არის ჩაბმული ნაწილაკთა გროვის ოპტიმიზაციის ალგორითმი [6,7].

ჰიბრიდულ ალგორითმში სწავლების პროცესი შეიცავს აგრეთვე ინსპირირებულ CNN ბლოკს, სადაც თითოეული შედგება SOM & PSO ფენისგან. თვითორგანიზებადი რუკისა და ნაწილაკთა გროვის ჰიბრიდზე აგებული Pooling შრის სწავლების ალგორითმი შეიძლება განვიხილოთ შემდეგი სახით:

ბიჯი 1: ინიციალიზაცია. თვითორგანიზებადი რუკის შესასვლელზე მოცემულია საწყისი სივრცის განზომილებით განსაზღვრული ბადის წინასწარი კონფიგურაცია (მართკუთხედი ან ექვსკუთხედი), აგრეთვე ნეირონების რაოდენობა ქსელში.

ბიჯი 2: რანდომიზებული გენერაცია. შემთხვევითი მნიშვნელობებით ინიციალიზდება საწყისი ვექტორები იგივე ნაწილაკები საწყისი პოზიციებით (კოორდინატებით), საწყისი სიჩქარეებითა და სინაპტიკური წონებით.

ბიჯი 3: თითოეული ნაწილაკისთვის ფიტნეს-ფუნქციების გამოთვლა.

ბიჯი 4: ნაწილაკების სორტირება ფიტნეს-ფუნქციების კლებადობის მიხედვით.

ბიჯი 5: „გამარჯვებული“ ნეირონის ანუ ცენტრალური ნაწილაკის გამოვლინება.

ბიჯი 6: განახლება. ხდება ყოველი ნეირონ-ნაწილაკისთვის პოზიციების, სიჩქარეებისა და სინაპტიკური წონების განახლება.

ბიჯი 7: პირობის შემოწმება. თუ მოცემულ იტერაციაში რომელიმე ნაწილაკის პოზიცია არ არის ვარგისი, მაშინ ხდება მისი სიჩქარის განულება და დაბრუნება ბიჯი 2-ში. წინააღმდეგ შემთხვევაში:

ბიჯი 8: „გამარჯვებული“ ნეირონის ანუ ცენტრალური ნაწილაკის წონების კორექტირება.

ბიჯი 9: ცენტრალური ნაწილაკის საუკეთესო პოზიციის გაუმჯობესების ხარისხის გამოთვლა და შეფასება.

ბიჯი 10: საძიებო არეში ცენტრალური ნაწილაკის მიმართ ნაწილაკების შეჯგუფების ხარისხის გამოთვლა და შეფასება.

ბიჯი 11: მე-9 და მე-10 ბიჯებზე გამოთვლილი კომპონენტების ფუნქციის მნიშვნელობის გამოთვლა და შეფასება. აღნიშნული პირობის დაკმაყოფილების შემთხვევაში ალგორითმი წყვეტს სწავლების პროცესს (ბიჯი 12). წინააღმდეგ შემთხვევაში იტერაცია დაბრუნდება განახლების ბიჯზე (ბიჯი 6).

ბიჯი 12: სწავლების დასასრული.

3. დასკვნა

განხილულია ღრმა სწავლების ალგორითმები, კერძოდ, კონვოლუციური ნეირონული ქსელების (CNN) არქიტექტურისადმი ახლებური მიდგომა, სადაც სტანდარტულ CNN-ში გამაერთიანებელი ფენა (Pooling) ჩანაცვლებულია თვითორგანიზებადი რუკისა (SOM) და ნაწილაკთა გროვის ოპტიმიზაციის (PSO) ჰიბრიდული ნეირონული ქსელის ფენით. შემოთავაზებული მიდგომა განპრობებულია ნაწილაკთა გროვის ოპტიმიზაციის გამოყენებით თვითორგანიზებადი რუკის ე.წ. „გამარჯვებული“ ნეირონის გამოვლინებისა და თვითორგანიზებადი რუკის რეკონფიგურაციის პროცესში. ეს ეფექტურს გახდის ღრმა სწავლების გამოყენებას ვიზუალური შეცნობის ამოცანებში, განსაკუთრებით სამედიცინო სფეროში დიაგნოსტიკის თვალსაზრისით.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Schmidhuber J. (2015). Deep learning in neural networks: An overview. Neural Networks, Vol 61, 85–117
2. Krizhevsky I., Sutskever G.E., Hinton. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. Proceedings of the 25th International Conference on Neural Information Processing Systems NIPS, Vol. 1, 1097–1105

3. Wei L., Dao-Ping Y., Yan J., Mao-Qiang Y. (2015). The Era of Big Data of Image Retrieval and Recognition Technology. The International Conference on Intelligent Transportation, Big Data and Smart City, Halong Bay, 858-861. <https://doi.org/10.1109/ICITBS.2015.217>
4. Kohonen T. (1982). Self-organized formation of topologically correct feature maps. Biological Cybernetics, Vol. 43, 59-69
5. Parsopoulos K.E., Vrahatis M.N. (2009). Particle swarm optimization and intelligence : advances and applications. Published in the United States of America by Information Science Reference. Hershey, New York ISBN 978-1-61520-666-7
6. Kervalishvili P., Meparishvili B., Janelidze G. (2009). Self-Organization Modelling Of Multi-Agent Systems. SynEnergy Forum (S.E.F.)-2. The conference for International Synergy in Energy, Environment, Tourism and Information Technology. Spetses, Greece
7. Meparishvili B., Goderdzishvili G., Janelidze G. (2012). Mobile Multi-Robot Systems Control Based on Evolutionary Algorithms. ERA-7, SynEnergy Forum. The Conference for International Synergy in Energy, Environment, Tourism and contribution of Information Technology in Science, Economy, Society and Education. T.E.I. ISSN 1791-1133, Piraeus, Greece, 1-8..

(სტატია მიღებულია 10.05.2022)

MODIFIED CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Meparishvili Badri, Janelidze Gulnara, Mirianashvili Albert

Georgian Technical University,

meparishvilibadri08@gtu.ge, gulijanelidze@gmail.com, Albert.Mirianashvili@gtu.ge

Summary

Image classification and search are widely represented in machine learning and computer vision applications. One of the best developed algorithms is considered to be in-depth learning algorithms, in particular, based on the convolutional neural network (CNN) architecture. This paper presents an in-depth teaching approach in which the standard CNN layer is replaced by a hybrid layer of self-organizing map (SOM) and particle cluster optimization (PSO) modifies neural network. The proposed approach can alleviate the problem of semantic deficiency related to the difference between low-level and higher-level image representations, making it effective in visual cognition tasks, especially in medical diagnostics, as well as in big data systems.

(Received 20.05.2022)

МОДИФИЦИРОВАННАЯ СВЕРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ

Мепаришвили Б., Джanelидзе Г., Мирианашвили А.

Грузинский технический университет,

meparishvilibadri08@gtu.ge, gulijanelidze@gmail.com, Albert.Mirianashvili@gtu.ge

Резюме

Классификация и поиск изображений широко используются в приложениях машинного обучения и компьютерного зрения. Среди разработанных алгоритмов одними из лучших считаются алгоритмы глубокого обучения, в частности, основанные на архитектуре сверточных нейронных сетей (CNN). В этой статье представлен подход к глубокому обучению, в котором слой пула (Pooling) в стандартной CNN заменяется слоем гибридной нейронной сети самоорганизующейся карты (SOM) и оптимизации роя частиц (PSO). Предлагаемый подход может облегчить проблему семантического разрыва, которая относится к разнице между низкоуровневыми и высокоуровневыми представлениями изображений, что делает его эффективным в задачах визуального распознавания, особенно в медицинской сфере с точки зрения диагностики, а также как в случае с системами больших данных.

(Поступила 20.05.2022)

მაღალენერგეტიკული ნაერთების სინთეზი და ფეთქებადი თვისებების კვლევა

თამარ იაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

tamuna123iashvili@gmail.com

რეზიუმე

ბუნებაში ფეთქებადი ნივთიერებების ძალზე მცირე რაოდენობა მოიპოვება. მათი აბსოლუტური უმრავლესობა სინთეზის გზით მიიღება. სტატიაში წარმოდგენილია ცნობილი ფეთქებადი ნივთიერებების - პიკრინმჟავას და ტროტილის ქიმიური გარდაქმნების გზით, ახალი „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზი; სინთეზირებული მასალების აფეთქებითი გარდაქმნის უნარის და ენერგეტიკული მახასიათებლების კვლევა; პროდუქტის თვითღირებულების შემცირება და ეფექტურობის გაზრდა.

საკვანძო სიტყვები: პიკრინმჟავა. ტროტილი. ამონიუმის ნიტრატი. „მოლეკულური ნაერთი“. ფეთქებადი ნივთიერება.

1. შესავალი

დღეისათვის, მსოფლიოში სხვადასხვა სახეობისა და დანიშნულების ფეთქებადი ნივთიერებები იწარმოება, თუმცა, მათ მიმართ წაყენებული მოთხოვნები სულ უფრო მკაცრდება და იზრდება. სამრეწველო დანიშნულების სერიული წარმოების ფეთქებად ნივთიერებებს, გამოყენების მრავალ დადებით ფაქტორებთან ერთად გააჩნიათ მნიშვნელოვანი ნაკლოვანებებიც, რაც ძირითადად გამოიხატება, ენერგეტიკულ, ეკოლოგიურ, საექსპერტო და ეკონომიკურ მაჩვენებლებში. ამდენად, აღნიშნული ნაკლოვანი მხარეების აღმოსაფხვრელად, აგრეთვე, წარმოების, მოხმარების და გამოყენების პროცესში უსაფრთხოების რისკების შესამცირებლად უაღრესად აქტუალურია ფეთქებადი ნივთიერებები სინთეზის ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება და არსებული ტექნოლოგიების სრულყოფა.

ახალი ფეთქებადი მასალების მისაღებად განხორციელებული კვლევები სამ ეტაპს მოიცავს: 1. პოლინიტროარომატული ნაერთების სინთეზი; [1] 2. მათი სტრუქტურული ანალოგების მიღება ქიმიური გარდაქმნის გზით (ასეთებად შერჩეულია ე.წ. „მოლეკულური ნაერთები“) 3. სინთეზირებული პოლინიტროარომატული და „მოლეკულური ნაერთების“ ზოგიერთი ფეთქებადი მახასიათებლის განსაზღვრა.

2. ძირითადი ნაწილი

➤ „მოლეკულური ნაერთების“ სინთეზის მექანიზმი

ტროტილს, პიკრინმჟავას და სხვა პოლინიტროარომატულ ნივთიერებებს უნარი აქვთ წარმოქმნან ე.წ. „მოლეკულური ნაერთები“, ანუ ნაერთები „მუხტის გადატანით“ („Charge transfer compounds“). ამ ცნობილი ფეთქებადი ნივთიერებების მოლეკულებში, სამ-სამი ძლიერი ელექტრონოაქცეპტორული ნიტროჯგუფის არსებობის გამო, მათი არომატული ბირთვები იმდენადაა გაღარიბებული π - ელექტრონებისაგან, რომ შეუძლიათ ურთიერთქმედება ისეთ ელექტრონოდონორულ ნაერთებთან, როგორცაა, ბენზოლი, ტოლუოლი, მ-ქსილოლი,

მეზითილენი, და ა.შ., მოლური თანაფარდობით 1:1. ამ დროს, ადგილი აქვს, მხოლოდ ელექტროსტატიკურ ურთიერთქმედებას მოლეკულურ დონეზე. კერძოდ, დონორი მოლეკულის, მაგალითად, ბენზოლის ერთი π - ელექტრონი ან მთლიანად გადადის ელექტრონოაქცეპტორული ტრინიტროფენოლის (TNP) მოლეკულაზე, ან ადგილი აქვს მის საერთო „მფლობელობაში“ გადასვლას[2,3].

➤ პიკრინმჟავასა და ამონიუმის ნიტრატისაგან „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი

აღებულ იქნა 30 გ TNP და გახსნილ იქნა აცეტონში, 10.3 გ ამონიუმის ნიტრატი გახსნილ იქნა წყალში, ორივე სხნარი შემთბარი და მუდმივი მორევის პირობებში იქნა შერეული. გამხსნელების აორთქლების შემდეგ მიღებულ იქნა 37 გ „მოლეკულური ნაერთი“ მოყვითალო კრისტალური ნივთიერება. გამოსავალი 91,8% (ნახ.1)



ნახ.1

➤ ტროტილისა და ამონიუმის ნიტრატისაგან „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზი

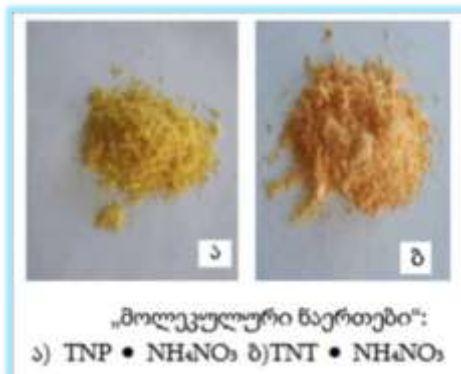
აღებულ იქნა 22.7 გ TNP და გახსნილ იქნა აცეტონში, 8 გ ამონიუმის ნიტრატი გახსნილ იქნა წყალში, ორივე სხნარი შემთბარი და მუდმივი მორევის პირობებში იქნა შერეული. გამხსნელების აორთქლების შემდეგ მიღებულ იქნა 28 გ კრისტალური ნივთიერება. გამოსავალი 91,2% (ნახ.2).



ნახ.2

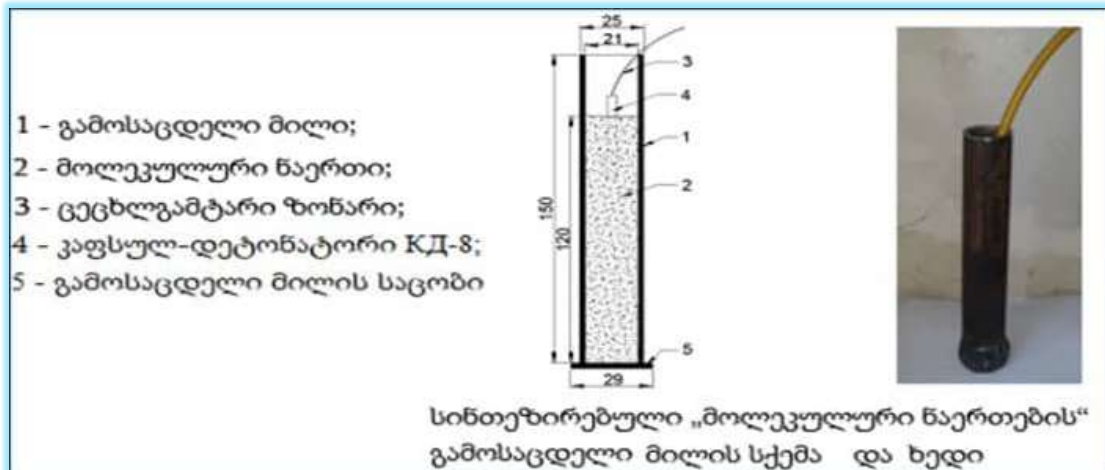
➤ „მოლეკულური ნაერთების“ გამოცდა დეტონაციის აღძვრასა და მუშაუნარიანობაზე

დეტონაციის აღძვრაზე გამოიცადა პიკრინმჟავას „მოლეკულური ნაერთი“ ამონიუმის ნიტრატთან და ტროტილის „მოლეკულური ნაერთი“ ამონიუმის ნიტრატთან. აღნიშნული „მოლეკულური ნაერთები“ ნიმუშები აღებულ იქნა 15-15 გ ოდენობით. ვიზუალურად, მიღებული ნაერთები არის კრისტალური ფხვნილების სახით, სადაც ნაწილაკთა გრანულომეტრული შემცველობა მერყეობს 0-5 მმ დიაპაზონში (ნახ.3)



ნახ.3

დეტონაციის აღძვრის უნარის შესამოწმებლად გამოყენებულ იქნა მუხტების მყარ გარსაცმში ლოკალიზებულ მდგომარეობაში გამოცდის სტანდარტული სქემა, რომელიც ნაჩვენებია მე-4 ნახაზზე. კერძოდ, გრძივი მუხტების მისაღებად, საცდელი ნივთიერება ჩაიტვირთა დაბალნახშირბადიანი ფოლადის მილში. მილის ერთი ბოლო დახშულია იგივე მასალის საცობით, ხოლო მეორე მხრიდან დეტონაციის ინიცირებისთვის გამოყენებულ იქნა კაფსულ-დეტონატორი KД-8 ცეცხლგამტარი ზონარით [4].



ნახ. 4

პიკრინმჟავას ამონიუმის ნიტრატთან „მოლეკულური ნაერთის“ აფეთქებამ გამოიწვია გარსაცმის სრული ფრაგმენტაცია, რაც დამახასიათებელია მაღალი ბრიზანტულობისა და მუშუნარიანობის მქონე ფეთქებადი ნივთიერებებისთვის.

ტროტილის ამონიუმის ნიტრატთან „მოლეკულური ნაერთის“ აფეთქებამ გამოიწვია ფოლადის მილის ცილინდრული ზედაპირის სიმეტრიული რღვევა მსახველზე და მისი დეფორმაცია, რაც დამახასიათებელია მაღალი დინამიკური წნევებით ცილინდრული დახშული სივრცის დატვირთვებისთვის. შედეგები ნაჩვენებია მე-5 ნახაზზე.



ნახ.5

პიკრინმჟავას ამონიუმის ნიტრატთან „მოლეკულური ნაერთის“ მუშაუნარიანობის შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა ტრაუცლის სინჯი. აფეთქების შედეგად ტრაუცლის ყუმბარის ცილინდრული ხვრელის მოცულობა გაიზარდა და მსხლისებური ფორმა მიიღო. მოცულობის ნამატი, რომელიც იზომება კუბური სანტიმეტრობით, აღებულ იქნა ფეთქებადი ნივთიერების მუშაობის უნარის პირობით საზომად [5].

მნიშვნელოვანია 2 ფეთქებადი ნივთიერების შედარება. მიუხედავად იმისა, რომ 10გ მოლეკულური ნაერთი შეიცავს დაახლოებით 30%-ით ნაკლებ პიკრინმჟავას, მისი მუშაუნარიანობა პიკრინმჟავას იგივე მახასიათებელზე 41%-ით მეტი აღმოჩნდა. ამონიუმის ნიტრატი გაცილებით იაფია, ვიდრე პიკრინმჟავა, თვალსაჩინოა ეკონომიკური ეფექტი.

3. დასკვნა

1) სინთეზირებულია პიკრინმჟავასა და ტროტილის „მოლეკულური ნაერთები“ არაორგანულ მარილთან - ამონიუმის ნიტრატთან.

2) პირველადი ლაბორატორიული კვლევებით აფეთქების ხარისხის შესაფასებლად პიკრინმჟავასა და ტროტილის „მოლეკულურმა ნაერთებმა“ ამონიუმის ნიტრატთან (15-15 გ ოდენობით) გამოავლინეს მუხტის გარსაცმის სრული ფრაგმენტაციის და ძლიერი დეფორმაციის უნარი.

3) ელექტრონოდონორულ კომპონენტთან - ამონიუმის ნიტრატთან ურთიერთქმედებით „მოლეკულური ნაერთის“ სინთეზით გაიზარდა ელექტრონაქცეპტორული კომპონენტის - პიკრინმჟავას აფეთქების სიძლიერე.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chikhradze N., NadiraSvili M., Iashvili T., Gigineishvili A, Beinashvili G. (2021). The Improvement of Picric Acid Synthesis Methodology. 7th World Multidisciplinary Earth Symposium (WMESS 2021) IOP Publishing Prague Czech Republic. doi: 10.1088/1755-1315/906/1/012132

2. Nesmanov A., Nesmeyanov N. (1970). Fundamentals of Organic Chemistry. Vol.2, pp.120-121 (in Russian)

3. Khvadagiani A., Chikhradze N., Khomeriki S., Nadirashvili M. (2016). Explosive and Chemical Synthesis. Mining Journal, №2(37), Tbilisi, pp. 66-69

4. Yuriev I. (1969). Practical Works in Organic Chemistry. TSU Publishing House, Tbilisi, 510 p. (in Georgian)

5. N. Chikhradze, M. Nadirashvili, T. Iashvili. (2021). Synthesis and blast testing of some molecular compounds. The Development of Mining and Geology is the Precondition for the Revival of Economy. 7th International Scientific-Practical Conference on Up-to-date Problems of Mining and Geology BOOK OF ABSTRACTS, 31 p., Tbilisi.

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

SINTHESIS OF HIGH ENERGETIC COMPOUNDS AND INVESTIGATION OF THEIR EXPLOSION PROPERTIES

Iashvili Tamar

Georgian Technical University

tamuna123iashvili@gmail.com

Summary

In nature, explosives are mined in extremely small quantities. Their absolute majority is produced by synthesis. The article presents the synthesis of new molecular compounds by using the chemical transformation of familiar explosives – picric acid and trinitrotoluene; study of energy indicators and the ability of explosive transformation of synthesized substances; reducing products costs and increasing efficiency.

(Received 20.05.2022)

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Иашвили Т.Т.

Грузинский Технический Университет

tamuna123iashvili@gmail.com

Резюме

В природе добывается небольшое количество взрывчатых веществ. Подавляющее большинство из них получают путем синтеза. В работе представлена синтез новых «молекулярных соединений» путем химического синтеза и превращений известных взрывчатых веществ — пикриновой кислоты и тротила; исследование способности преобразования энергии и энергетических характеристик синтезированных материалов; снизить себестоимость продукции и повысить эффективность.

(Поступила 20.05.2022)

ბენზოლის თვისებების თვალსაჩინოდ გამომსახველი მისი მოლეკულის ელექტრონული აღნაგობის ახალი ფორმულის ვიზუალური გამოსახვა (დასურათება)

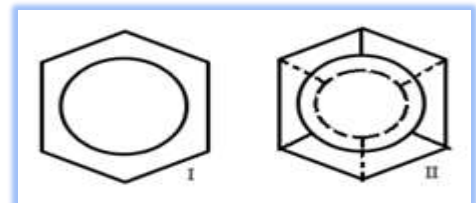
გივი ხიდემელი
ქიმიურ მეცნიერებათა კანდიდატი

რეზიუმე

ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ბენზოლის (C_6H_6) I ფორმულაზეა აგებული დღევანდელი ბენზოლის ქიმია, ხოლო II ფორმულა მოწოდებულია ჩვენს მიერ და I ფორმულის ალტერნატივაა. შედარებულია I და II ფორმულების შესაბამისი მოლეკულების საშუალებით ბენზოლის ქიმიური თვისებების გამოსახვა და დადგენილია, რომ II ფორმულა I ფორმულას ჯობნის 4 პუნქტში: 1) ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესის თვალსაჩინოდ გამოსახვაში; 2) ბენზოლის ჰიდრირების პირველი საფეხურის ახსნის დამაჯერებლობაში; 3) ბენზოლის მონოწარმოებულების ჰიდრირების პირველ საფეხურზე ელექტრონის მიერთების მიმართულების ანუ მიღებული დიჰიდროპროდუქტის სტრუქტურის ნათლად ჩვენებაში. 4) ბენზოლისა და ქრომის შემცველი, სენდვიჩისა და ნახევრადსენდვიჩის ტიპის ნაერთების სტრუქტურის ახსნაში. აღნიშნულია, რომ ბენზოლის მოლეკულაში C-C ბმის სიგრძე 14-5მ -ით ნაკლებია ეთანის მოლეკულის C-C ბმის სიგრძეზე, რაც გამოწვეულია ბმის წარმომქმნელი ელექტრონული წყვილის მდებარეობით C-C ბმის შემაერთებელი ხაზის გარეთ 23.22 ნმ მანძილზე. ამ ფაქტის II ფორმულაში შეტანამ გამოიწვია ბენზოლის მოლეკულის ვიზუალური გამოსახვა IV ფორმულის სახით, რომელიც ბენზოლის სხვა ფორმულებზე კარგად გამოხატავს ბენზოლის თვისებებს.

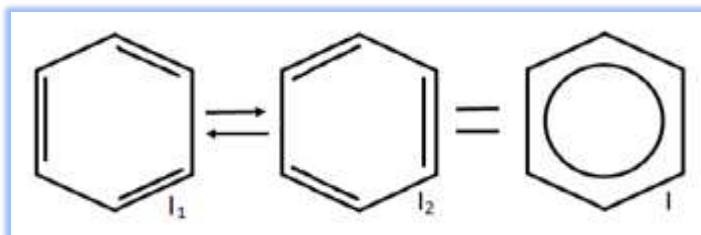
1. შესავალი

ბენზოლის მოლეკულის ელემენტარული შედგენილობის ფორმულას (C_6H_6) შეესაბამება მრავალი ციკლური და ლიაჯაჭვიანი იზომერული და ელექტრონული აღნაგობის „რეზონანსული“ ფორმულები, მაგრამ ბენზოლის თვისებებს ყველაზე მეტად გამოხატავენ I და II ელექტრონული სტრუქტურული ფორმულები (ნახ.1).



ნახ.1

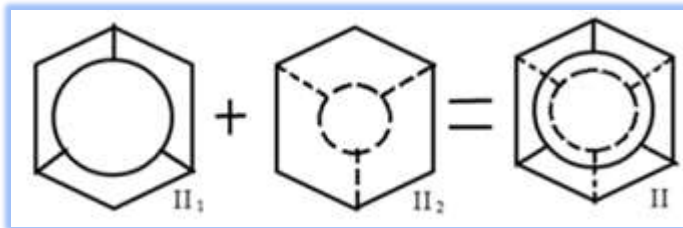
I ფორმულა საყოველთაოდ ცნობილია. მასზეა აგებული დღევანდელი ბენზოლის ქიმია. იგი წარმოადგენს კეკულეს მიერ 1865 წელს მოცემული ბენზოლის სტრუქტურული ფორმულების I₁ და I₂ „რეზონანსულ“ ჰიბრიდს (ნახ.2).



ნახ.2

II ფორმულა მოწოდებულია ჩვენს მიერ და I ფორმულის ალტერნატივაა [1]. მის შესახებ ინფორმაცია გამოქვეყნდა 2001 წლის 16 მარტს გაზეთ ახალ შვიდ დღეში. შევადართო ერთმანეთს ეს ფორმულები: 1) ბენზოლის ორივე ფორმულაში (I და II) ნახშირბადის ექვსივე ატომი ექვივალენტურია და წყალბადის ექვსივე ატომი ტოლფასია; 2) ბენზოლი იძლევა მხოლოდ ერთ მონოწარმოებულ პროდუქტს (C_6H_5Cl და სხვა), რასაც ორივე ფორმულა აკმაყოფილებს; 3) ბენზოლი იძლევა სამ (ორთო, მეტა, პარა) დიჰანაცვლებულ იზომერულ პროდუქტს და სამ ტრიჰანაცვლებულ იზომერულ ნაწარმს, რასაც ორივე ფორმულა აკმაყოფილებს; 4) ბენზოლის I და II ფორმულების შესაბამის მოლეკულებს აქვთ ბრტყელი, ციკლული აღნაგობა და შეიცავენ დელოკალიზებული ელექტრონების სისტემებს, რითაც ისინი აკმაყოფილებენ არომატული ნაერთის მოლეკულის აღნაგობას [2].

I ფორმულის აღნაგობა ახსნილია SP^2 ჰიბრიდიზაციით. II ფორმულის აღნაგობა შეიძლება აღიწეროს ნახშირბადის ატომის ირგვლივ ელექტრონების განლაგებით დაახლოებით ტეტრაედრულის მსგავსად. მათ მიერ ექვსწევრიანი ციკლის წარმოქმნის დროს ბენზოლის მოლეკულის სიბრტყის ორივე მხარეს მიიღება სამი არალოკალიზებული ელექტრონისაგან შემდგარი ორი სისტემა (II_1 და II_2) რომლებიც სიმეტრიულად არიან განლაგებული მოლეკულის სიბრტყის მიმართ. II_1 და II_2 ფორმულებში არსებული სამი არალოკალიზებული ელექტრონის



სისტემის ერთ მოლეკულაში გამოსახვით ვღებულობთ II ფორმულას (ნახ.3).

ნახ.3

I და II ფორმულების შედარებიდან ჩანს, რომ მათი მოლეკულების სტრუქტურებში ატომების განლაგების გეომეტრია ერთნაირია, ხოლო ელექტრონული აღნაგობა განსხვავებულია. I ფორმულაში 6 არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემა შედგება ბირთვში შემავალი ნახშირბადების ექვსივე ატომის თითო ელექტრონისაგან. II ფორმულაში მოლეკულის სიბრტყის ორივე მხარეს არსებული სამი არალოკალიზებული ელექტრონისგან შემდგარი სისტემები შეიცავენ ნახშირბადის სამი ატომის - მოლეკულის სიბრტყის ერთ მხარეს კენტი (1, 3, 5), ხოლო მეორე მხარეს ლუწი (2, 4, 6) - ნახშირბადის ატომების თითო ელექტრონს. ეს განსხვავება I და II ფორმულების შესაბამისი მოლეკულების ენერგომემცველობას არ ცვლის; ასევე ერთნაირია მათში არსებული არალოკალიზებული ელექტრონების სისტემების ენერგიები, რის გამოც ნახშირბად ატომებს შორის მიზიდვა თანაბარია.

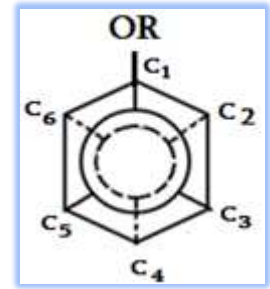
2. ძირითადი ნაწილი

ქიმიურ ლიტერატურაში დამკვიდრებულ პირველ ფორმულას, ბენზოლოს თვისებების ვიზუალურ გამოსახვაში, მეორე ფორმულა ჯობნის რამდენიმე პუნქტში. განვიხილოთ ისინი:

1) ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესის თვალსაჩინოდ წარმოჩენა მეორე ფორმულით.

I და II ფორმულების ელექტრონული აღნაგობის აღწერიდან ჩანს, რომ მათში არ არიან მკვეთრად გამოხატული ერთმაგი, ორმაგი და სამმაგი ბმები; მაგრამ ბენზოლი უჯერი ნაერთია და მისთვის დამახასიათებელია ჩანაცვლების და მიერთების რეაქციები. ამასთან, ჩანაცვლების რეაქციები უფრო ადვილად მიმდინარეობენ, ვიდრე მიერთების რეაქციები ღიაჯაჭვიანი უჯერი

ნაერთებისაგან განსხვავებით. ბენზოლში ჩანაცვლების რეაქციებით მიიღება მისი მონოწარმოებულები. ჩანაცვლებული ატომი ან ატომთა ჯგუფი, ელექტრონისადმი დამოკიდებულებიდან გამომდინარე, გავლენას ახდენს ბირთვის ნახშირბადის ატომების ელექტრონულ სიმკვრივეზე, რომელსაც თავისებური კანონზომიერება ახლავს. ელექტროდონორული ან ელექტროაქცეპტორული ნაწილაკები. შესაბამისად, უფრო მეტად ზრდიან ან უფრო მეტად ამცირებენ ელექტრონულ სიმკვრივეს ბირთვის 2, 4, და 6 (ორთო და პარა) მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომებზე, ვიდრე 3 და 5 (მეტა) მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომებზე [2-5]. ელექტრონული სიმკვრივის გაზრდა ან შემცირება აღნიშნულ ნახშირბადის ატომებზე შესაბამისად ხდება $+M$ (მეზომერული) ეფექტით ან $-M$ (მეზომერული) ეფექტით.



ნახ. 4

მაგალითად, ბენზოლის მონოწარმოებულში (ნახ.4) წყალბადის ადგილზე ჩანაცვლებული ელექტროდონორული ნაწილაკი $OR + M$ მეზომერული ეფექტით ელექტრონულ სიმკვრივეს ზრდის ბირთვის 2, 4, 6 ნახშირბადის ატომებზე უფრო მეტად, ვიდრე 3 და 5 ნახშირბადის ატომებზე. ამის მიზეზია C_2 და C_6 ნახშირბადის ატომების უშუალო კავშირი C_1 ატომთან, რომელშიც ჩანაცვლებულია ელექტროდონორული ნაწილაკი OR . C_4 ნახშირბადზე ელექტრონული მუხტის გაზრდა გამოწვეულია მისი დაკავშირებულ C_2 და C_6 ნახშირბადის ატომებთან არალოკალიზებული სამი ელექტონული სისტემით და აგრეთვე იმით, რომ ბენზოლის ბირთვში ენერჯის გადაცემის ყველა გზა მასთან მთავრდება. C_3 და C_5 ნახშირბადის ატომებზე მუხტის გადაცემა ნაკლებია, რადგან ისინი უფრო შორს იმყოფებიან ბირთვში არსებული ელექტროდონორული ნაწილაკიდან, ვიდრე C_2 და C_6 ნახშირბადის ატომები.

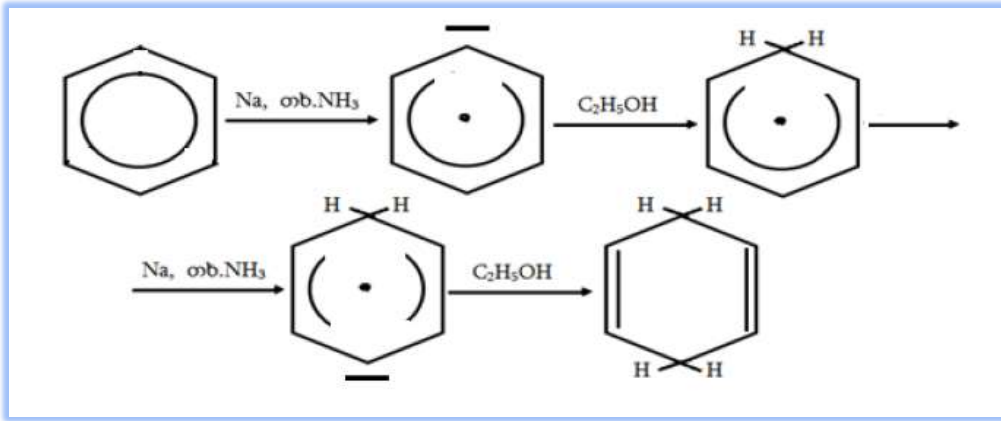
C_3 და C_5 ნახშირბადის ატომებს მხოლოდ სამი არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემა აკავშირებს C_1 ატომთან.

$-M$ მეზომერულ ეფექტს იწვევს ბენზოლის ბირთვში ჩანაცვლებული ელექტროაქცეპტორული ნაწილაკი, მაგალითად, $COOH$ და ენერჯის გადაცემა $+M$ მეზომერული ეფექტის საწინააღმდეგოდ ხდება. აქედან გამომდინარე, ბენზოლის მონოწარმოებულში მყოფი ელექტროდონორული ნაწილაკი, ბენზოლის ბირთვში შემდგომი (მეორე) ჩანაცვლებისას, ელექტროაქცეპტორულ ნაწილაკს ჩანაცვლებს დიდი ელექტრონული სიმკვრივის მქონე 2, 4, ან 6 (ორთო, პარა) მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომთან. ამ თავისებურებას ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესი ეწოდება, რასაც მეორე ფორმულა თვალსაჩინოდ გამოსახავს, ხოლო პირველი ფორმულით მისი გამოსახვა მოუხერხებელია [3]. მოუხერხებელია იმიტომ რომ, I ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის შემთხვევაში ამას ვერ ვიტყვით, რადგან ბირთვის ექვსივე ნახშირბადის თითო ელექტრონისაგან შედგება ექვსი არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემა, რომლის ელექტრონული სიმკვრივის გაზრდა ან შემცირება, ყველა ნახშირბადზე ერთნაირად უნდა მოხდეს; ამ შემთხვევაში II ფორმულის უპირატესობა I ფორმულასთან შედარებით აშკარაა.

2) ბენზოლის ჰიდრირების პირველი საფეხურის ახსნა II ფორმულით:

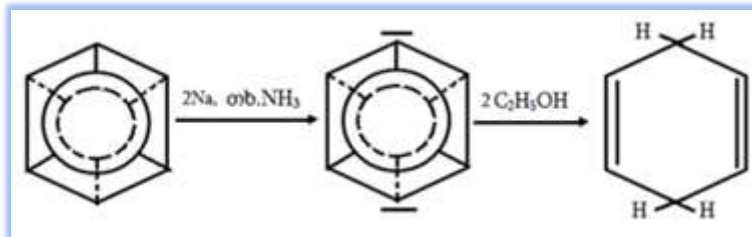
ბენზოლი მიერთების რეაქციებში შედის ქლორთან და წყალბადთან სპეციალურ პირობებში. ორივე შემთხვევაში შუალედური პროდუქტების გამოყოფა არ ხერხდება [4]. [5]-ის მიხედვით ბენზოლის ჰიდრირება პირველ საფეხურზე შეიძლება თხევად ამიაკში, ნატრიუმის

მოქმედებით, მცირე რაოდენობის ეთანოლის თანაობისას. ამ დროს პირველი ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის შემთხვევაში, (1)-სქემის მიხედვით (ნახ.5), ბენზოლის ბირთვი იერთებს ელექტრონს ნატრიუმის ატომიდან და გარდაიქმნება ანიონ - რადიკალად, რომელიც ეთანოლის მოლეკულას ართმევს პროტონს. პროტონის მიერთების შემდეგ მიღებული რადიკალი განიცდის ასეთივე აღდგენის მეორე საფეხურს და მიიღება 1, 4 - დიჰიდროჰექსადიენ - 2, 5:



ნახ.5. სქემა-1

ბენზოლის II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის ჰიდრირების პირველი საფეხური შეიძლება გამოვსახოთ (2)-სქემით (ნახ.6).



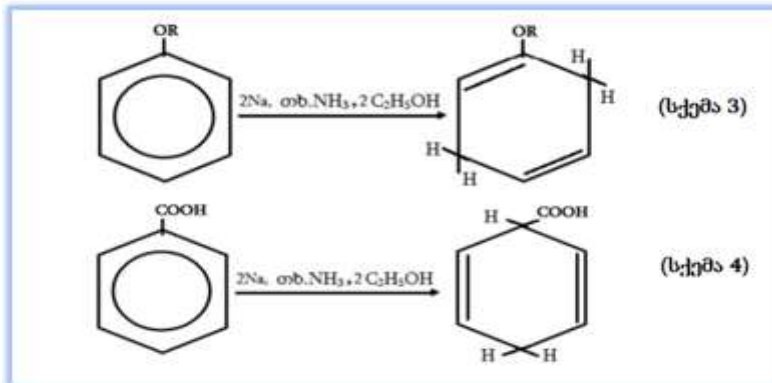
ნახ.6. სქემა-2

ამ დროს II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულაში არსებული სამი დელოკალიზებული ელექტრონის ორი სისტემა ნატრიუმიდან იერთებს თითო ელექტრონს, რომლებიც ელექტრონული განზიდვის გამო ფიქსირდებიან ბენზოლის ბირთვის მოპირდაპირე (1, 4) ნახშირბადის ატომებზე. შედეგად წარმოიქმნება დიანიონი, რომელიც ეთანოლს ართმევს პროტონებს და მიიღება 1,4 - დიჰიდროციკლოჰექსადიენ - 2,5. (2) სქემა უფრო მარტივია (1) სქემაზე. თანაც, I ფორმულაში არსებული არალოკალიზებული ელექტრონების სისტემა ორ ელექტრონს იერთებს, რაც ძნელია; ამიტომ უპირატესობა II ფორმულის მხარესაა.

3) ბენზოლის მონოწარმოებულების ჰიდრირების პირველ საფეხურზე ელექტრონის მიერთების მიმართულების ანუ მიღებული დიჰიდროპროდუქტის განსაზღვრა მეორე ფორმულით:

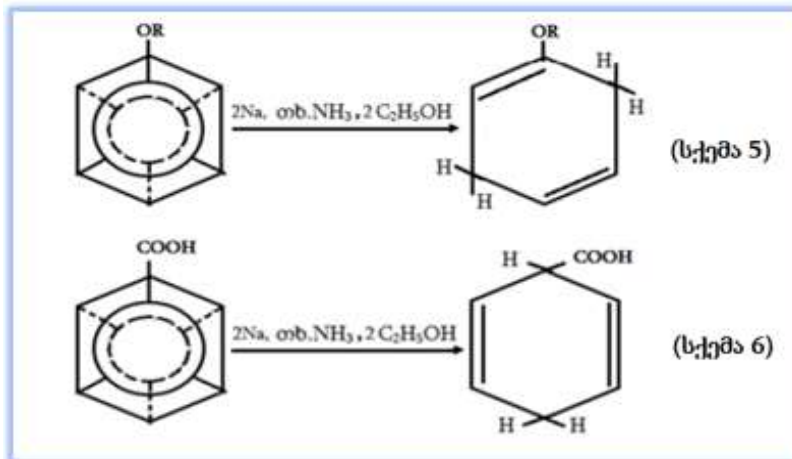
საინტერესოა ბენზოლის მონოწარმოებულების მიერ წყალბადის მიერთების პირველ საფეხურზე მიმდინარე რეაქციები, რომლის შესახებაც, I ფორმულიდან გამომდინარე [5] აღნიშნავს: ნათელი არაა ბირთვში ჩანაცვლებული ჯგუფის გავლენა ელექტრონის მიერთების მიმართულებაზე ანუ მიღებული პროდუქტის სტრუქტურაზე. ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება ითქვას, რომ ელექტროდონორული ჯგუფები, მაგალითად R, OR და სხვა

იწვევს 2,5-დიჰიდროპროდუქტების წარმოქმნას (სქემა-3), ხოლო ელექტროაქცეპტორული ჯგუფები, მაგალითად COOH, NO₂ და სხვა 1,4 - დიჰიდროპროდუქტების მიღებას (სქემა-4) (ნახ.7).



ნახ.7

ბენზოლის II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულის ელექტროდონორული და ელექტროაქცეპტორული ჯგუფების შემცველი მონოწარმოებულების ჰიდრირება პირველ საფეხურზე შესაბამისად მიმდინარეობს (5) და (6) სქემების მიხედვით (ნახ.8).



ნახ.8

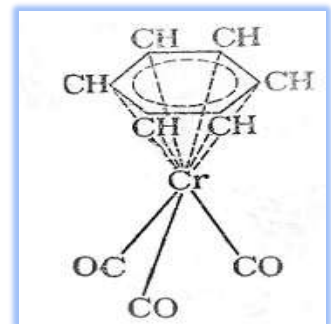
მართალია, ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჰიდრირების პირველ საფეხურზე წყალბადის მიერთების რეაქციასთან, მაგრამ მის ასახსნელად შეიძლება გამოვიყენოთ ბენზოლის მონოწარმოებულებში ჩანაცვლების ორიენტაციის წესი. მაგალითად, თუ ბენზოლის მონოწარმოებულში ჩანაცვლებულია ელექტროდონორული ჯგუფი OR [სქემა (3) და (5)], მაშინ I და II ფორმულების შესაბამისი მოლეკულებში, +M მეზომერული ეფექტის გამო, ელექტრონული სიმკვრივე უფრო მეტად იზრდება 2,4 და 6 მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბადის ატომებზე. ბენზოლის I ფორმულის შესაბამისი მოლეკულაში ეს არ უნდა მოხდეს, რადგან 6 არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემაში ელექტრონული სიმკვრივის გაზრდა თანაბრად უნდა განაწილდეს ექვსივე ნახშირბადის ატომზე; სწორედ ამიტომ არაა ნათელი [5]-სთვის ბირთვში ჩანაცვლებული ჯგუფის გავლენა ელექტრონის მიერთების მიმართულებაზე ანუ მიღებული პროდუქტის სტრუქტურაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ [5] -ის დაწერის დროს II ფორმულა არ იყო ცნობილი. ბენზოლის II ფორმულის შესაბამისი მოლეკულაში ეს შესაძლებელია და ამრიგად ნათელია ელექტრონის მიერთების მიმართულება ანუ მიღებული პროდუქტის სტრუქტურა იმიტომ, რომ ბენზოლის მოლეკულის ერთი მხარის 3 არალოკალიზებული

ელექტრონის სისტემა შედგება 2, 4 და 6 ნახშირბადის ატომების თითო ელექტრონისაგან. რადგან მათზე ელექტრონული სიმკვრივე დიდია, ამიტომ ბენზოლის დონორჯგუფიანი მონოწარმოებულის ჰიდრირების პირველ საფეხურზე ნატრიუმიდან ელექტრონი მიუერთდება ნაკლები ელექტრონული სიმკვრივის მქონე 3 ან 5 მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომს; შედეგად, მასზე ელექტრონული მუხტი ჭარბად გაიზრდება და მეორე ელექტრონი ნატრიუმიდან, ელექტრონული განზიდვის გამო, მიუერთდება მისგან ბირთვში ყველაზე შორს, 6 ან 2 მდგომარეობაში მყოფ ნახშირბადის ატომს. მიღებული დიანიონი მიიერთებს პროტონებს ეთანოლიდან და მიიღება 3,6 ან 2,5 დიჰიდრონაწარმი, რაც ერთიდაიგივეა. ამ შემთხვევაშიც II ფორმულის უპირატესობა აშკარაა I ფორმულასთან შედარებით.

როცა ბენზოლის მონოწარმოებულში ჩანაცვლებულია ელექტროაქცივტორული ჯგუფი - COOH {სქემა (4) და (6)}, მაშინ ბირთვის ყველა ნახშირბადის ატომიდან (უფრო მეტად 2,4,6), - M მეზომერული ეფეტის გავლენით, ელექტრონული სიმკვრივე გადაიწევა მისკენ. ამის გამო ელექტრონული სიმკვრივე უფრო ნაკლები იქნება ბირთვის მე-4 ნახშირბადის ატომზე. შედეგად, ჰიდრირების დროს, ნატრიუმიდან ელექტრონი მიუერთდება მე-4-ე ნახშირბადის ატომს და მასზე ელექტრონული მუხტი გაიზრდება ჭარბად; ამიტომ მეორე ელექტრონი, ელექტრონული განზიდვის გამო, მიუერთდება პირველ ნახშირბადის ატომს. წარმოქმნილი დიანიონი ეთანოლის მოლეკულებიდან მიერთებს პროტონებს და მიღება 1,4 დიჰიდროპროდუქტი. ამ შემთხვევაშიც უპირატესობა ბენზოლის II ფორმულის მხარესაა.

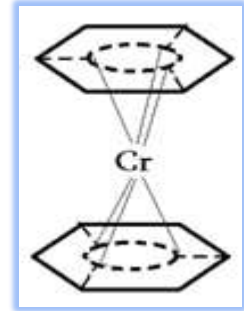
4) ბენზოლისა და ქრომის შემცველი სენდვიჩისა და ნახევრადსენდვიჩის ტიპის ნაერთების აღნაგობის ახსნა მეორე ფორმულით:

არსებობს ბენზოლის ნაერთები მეტალებთან, რომელთაგან აღსანიშნავია სენდვიჩისა და ნახევრადსენდვიჩის ტიპის ნაერთები ქრომთან [6]. სენდვიჩის ტიპის ნაერთში ქრომის ატომი აკავშირებს ბენზოლის ორ მოლეკულას სიბრტყეებით, ხოლო ნახევარ-სენდვიჩის ტიპის ნაერთში ქრომის ატომთან მიერთებულია ბენზოლის მოლეკულა სიბრტყით და CO-ს სამი მოლეკულა. ეს ნაერთებია: 1. Cr(C₆H₆)₂ – დიბენზოლქრომი; 2. CrC₆H₆(CO)₃ – ტრიკარბონილბენზოლქრომი; 3. Cr(CO)₆ – ჰექსაკარბონილქრომი. მე-3 ნაერთი მოტანილია შედარებისათვის. ამ ნაერთებში ქრომის დაქანგულობის რიცხვი ნულის ტოლია [6]. მასთან დაკავშირებული არიან მოლეკულები; ამიტომ ქრომის ატომსა და მოლეკულებს შორის ბმის სახეობა გაურკვეველია, მაგრამ ისინი არსებობენ. მე-3-ე ნაერთში ქრომის ატომი დაკავშირებულია ექვს კარბონილის ჯგუფთან, მე-2 ნაერთში სამი კარბონილის მოლეკულა ჩანაცვლებულია ბენზოლის ერთი მოლეკულით, ხოლო 1 ნაერთში ექვსი CO-ს ადგილს იკავებს ბენზოლის ორი მოლეკულა. გამოდის, რომ ბენზოლის მოლეკულა სენდვიჩისა და ნახევარსენდვიჩის ტიპის ნაერთებში ქრომის ატომთან დაკავშირებულია სამი ბმით. აქედან გამომდინარე, ბენზოლის II ფორმულაში არსებული სამი არალოკალიზებული ელექტრონის შემცველი ნახშირბადები უნდა ამყარებდნენ სამ ბმას ქრომთან. თუ ეს ასეა, მაშინ ბენზოლის II ფორმულას დიდი უპირატესობა ექნება ბენზოლის I ფორმულასთან შედარებით სენდვიჩისა და ნახევრადსენდვიჩის ტიპის ნაერთების აღნაგობის ახსნაში. (6)-დან მოტანილ მე-9 ნახაზზე ჩანს, რომ I ფორმულის შესაბამისი მოლეკულა ექვსი ბმით არის დაკავშირებული ქრომის ატომთან, მაშინ 2 მოლეკულა 12 ბმით უნდა იყოს დაკავშირებული ქრომის ატომთან, რაც შეუძლებელია. ე.ი ბენზოლის მოლეკულა სამი ბმით არის დაკავშირებული ქრომთან.



ნახ.9. Cr (CO)₃(C₆H₆) მოლეკულის აღნაგობა

მე-10 ნახაზზე მოტანილია ქრომისა და ბენზოლის შემცველი სენდვიჩის ტიპის ნაერთის აღნაგობა, რომელშიც ქრომის ექვსი გაუწყვილებელი ელექტრონიდან სამი დაკავშირებულია ბენზოლის მეორე ფორმულის შესაბამისი მილეკულის სამი არალოკალიზებული ელექტრონის ერთ სისტემასთან, ხოლო მეორე სამი ელექტრონი ბენზოლის მეორე მილეკულის სამი არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემასთან.



ნახ.10. Cr(C₆H₆)₂ მოლეკულის აღნაგობა

{7} და {8} შრომებში ჩვენს მიერ მოხდენილია დაშვება, რომ ეთანის, ეთილენის, აცეტილენისა და ბენზოლის C-C ბმებში ელექტრონული წყვილების მიზიდვის უნარი ერთანაირია და კოვალენტური ბმის სიგრძეები ტოლია. ამასთან დაკავშირებით შეიძლება ვთქვათ, რომ ეთანში ნახშირბადის ატომები და მათი დამაკავშირებელი ელექტრონული წყვილი მდებარეობენ სწორ ხაზზე, ხოლო ეთილენის, აცეტილენის და ბენზოლის მოლეკულებში C-C ბმების სიგრძეების ზომების შემცირების გამო ელექტრონული წყვილები დაშორებულია ნახშირბადის ატომების შემაერთებელი ხაზიდან. {7} - დან, ეთილენში მანძილი ნახშირბადის ატომების შემაერთებელ ხაზსა და ელექტრონულ წყვილს შორის და ენერჯის დანაკარგი ბმებში, შესაბამისად არის 37,91 ნმ და 15,01 კკალ, აცეტილენში 48,26 ნმ და 28,50 კკალ, ხოლო {8} -დან ბენზოლში მანძილი ელექტრონულ წყვილსა და ნახშირბადის ატომების შემაერთებელ ხაზს შორის არის 23,22 ნმ. ამ მონაცემებით შედგენილ პროპორციაში:

$$2 \times 37,91 \text{ --- } 15,01$$

$$3 \times 48,26 \text{ --- } 28,50$$

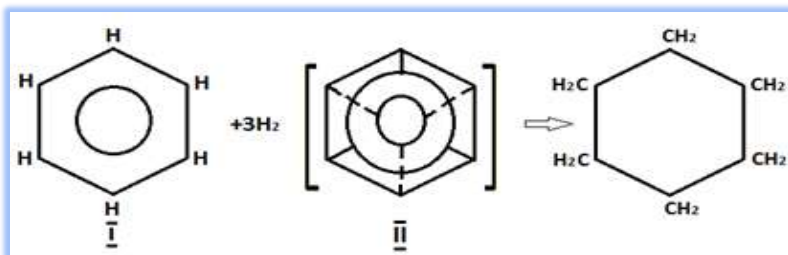
თუ რიცხვს 48,26-ს აღვნიშნავთ X-ით, მაშინ $x=48,00$ ნმ-ს, რაც ახლოს დგას მისაღებ რიცხვთან.

მსგავსი პროპორციით შეიძლება გამოვთვალოთ C-C ბმის ენერჯის დანაკარგი ბენზოლში, ეთილენის და აცეტილენის მონაცემების გამოყენებით:

- პროპორცია ეთილენის მონაცემების გამოყენებით,
 $15,01 \text{ --- } 2x \ 37,91$
 $x \text{ --- } 23,22$ $x = 4,61$ კკალ.
- პროპორცია აცეტილენის მონაცემების გამოყენებით:
 $28,50 \text{ --- } 3x \ 48,26$
 $x \text{ --- } 23,22$ $x = 4,57$ კკალ.

ორივე შემთხვევაში მივიღეთ თითქმის ერთიდაიგივე შედეგი, რომლის საშუალო არითმეტიკული არის 4,59 კკალ. რადგან ბენზოლში არის 6 C-C ბმა, ამიტომ მათი ენერჯის ჯამური დანაკარგი იქნება $4,59 \times 6 = 27,54$ კკალ.

ცნობილია, რომ 1 მთლი ბენზოლის სამი ორმაგი ბმის შემცველი მოლეკულის ჰიდრირების შედეგად უნდა გამოიყოს 85,8 კკალ სითბო, მაგრამ გამოიყოფა 49,8 კკალ. ენერჯის დანაკარგია $85,8 - 49,8 = 36$ კკალ სითბო {2}; რადგან ბენზოლის 6 C-C ბმაში ენერჯის დანაკარგი არის 27,54 კკალ, ამიტომ დასადგენი არის $36 - 27,54 = 8,46$ კკალ სითბოს დანაკარგის მიზეზი.



ბენზოლის ჰიდრირების შედეგად მიიღება ციკლოჰექსანი (ნახ.11).

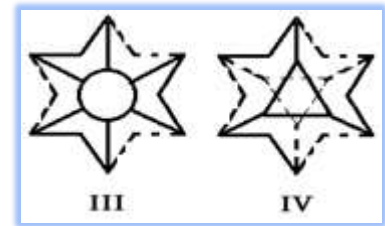
ნახ.11

ამ დროს I ფორმულაში იშლება π ელექტრონული სისტემა (ხოლო II ფორმულაში სამ-სამი ელექტრონისგან შემდგარი ორი სისტემა) და მიიღება ციკლოჰექსანის 6 C-C ბმა. ბენზოლის C-C ბმაში ნახშირბადის ატომებს შორის მიზიდვა-განზიდვის ენერგია არის 1,9 კკალ, ხოლო ციკლოჰექსანის C-C ბმაში 0,5 კკალ [9]. ჰიდრირების დროს, როცა ბენზოლის წონასწორული მდგომარეობა გადადის ციკლოჰექსანის წონასწორულ მდგომარეობაში იხარჯება $1,9 - 0,5 = 1,4$ კკალ ენერგია. ე.ი. ენერგიის საერთო დანაკარგი ბენზოლის მოლეკულაში ტოლია $27,56 + 6 \times 1,4 = 35,95$ კკალ, რაც ძალიან ახლოა ლიტერატურაში არსებულ ექსპერიმენტულად მიღებულ შედეგთან (დაახლოებით 36,00 კკალ).

ბენზოლის ჰიდრირების შედეგად მიღებული 49.8 კკალ სითბოს რაოდენობა გამოთვლილია [10]-ში, ორ საფეხურად: პირველი საფეხურის განსახორციელებლად საჭიროა 15.8 კკალ ენერგიის დახარჯვა, ხოლო მეორე საფეხურზე გამოიყოფა 65,6 კკალ სითბო. მათი სხვაობა 49.8 კკალ ემთხვევა ლიტერატურაში არსებულ შედეგს .

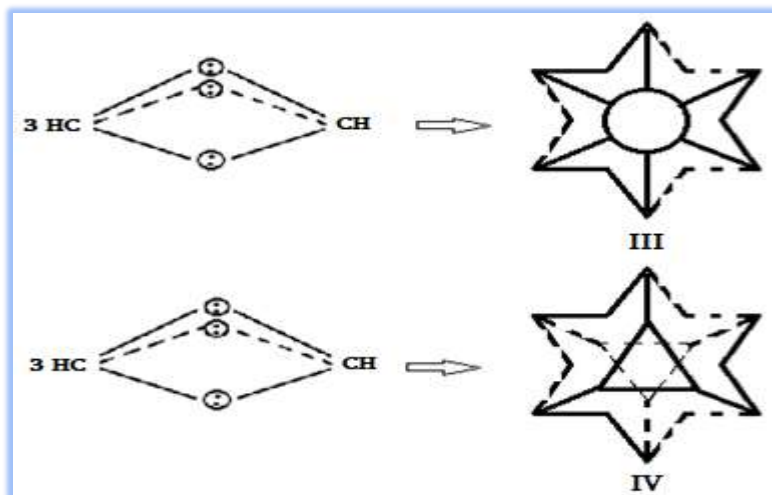
ბენზოლის მოლეკულის C-C ბმის სიგრძე (140 ნმ) 14 ნმ-ით ნაკლებია ეთანის C-C ბმის სიგრძეზე (154 ნმ), რაც იმას ნიშნავს, რომ ელექტრონული წყვილი არ მდებარეობს C-C ბმის შემაერთებელ ხაზზე. დაშორების მანძილი არის 23,22 ნმ. [8].

თუ ბენზოლის მოლეკულის I და II ფორმულების ექვსივე C-C ბმაში დავაფიქსირებთ ბმის წარმომქმნელ ელექტრონულ წყვილს ნახშირბადის ატომების შემაერთებელი სწორი ხაზის შუა წერტილიდან, პერპენდიკულარულად 23,22 ნმ მანძილზე, მივიღებთ ბენზოლის ვიზუალურად გამოსახულ ფორმულებს III და IV ელექტრონული ფორმულების სახით, რომლებიც ბენზოლის თვისებების ვიზუალურ ახსნაში შესაბამისად I და II ფორმულების ტოლფასები, მაგრამ მათზე სრულყოფილებია (ნახ.12).



ნახ.12

ბენზოლის მიღება შეიძლება აცეტილენის ტრიმერიზაციის რეაქციით (ნახ.13).



ნახ.13

III და IV ფორმულების შედარებიდან ჩანს, რომ III ფორმულაში ნახშირბადის ატომების თითო ელექტრონი გაერთიანებულია 6 არალოკალიზებული ელექტრონის სისტემაში, რომელიც მდებარეობს მოლეკულის სიბრტყეში. ამან უნდა გამოიწვიოს ნახშირბადის ატომის ბირთვის ირგვლივ ელექტრონების წესიერ ტეტრაედრულ განლაგებაში კუთხეების დიდი, ძნელად

დასაჯერებელი ცვლილება; IV ფორმულაში ადგილი აქვს სამ-სამი არალოკალიზებული ელექტრონისაგან წარმოქმნილ ორ სისტემას. ისინი მდებარეობენ მოლეკულის სიბრტყის ორივე მხარეს და შედგებიან ერთ მხარის კენტი (1,3,5), ხოლო მეორე მხარეს ლუწი (2,4,6) ნახშირბადის ატომების თითო ელექტრონისგან. ამ შემთხვევაში ელექტრონებს შორის კუთხის ცვლილება ნახშირბადის ატომების მიმართ მცირე იქნება. კუთხეების ცვლილების სიდიდისაგან დამოკიდებულებით შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ აცეტილენის ტრიმერიზაციის რეაქციით IV ფორმულა უფრო ადვილად მიიღება, ვიდრე III.

ბენზოლის ქიმიური თვისებების ვიზუალურ ახსნაში I და II ფორმულების შედარებიდან მტკიცდება, რომ II ფორმულა I ფორმულას ჯობნის ოთხ პუნქტში. გარდა ამისა არსებობს ფაქტები II და IV ფორმულების სასარგებლოდ: ა) [3] ამტკიცებს რომ აცეტილენში არაა π ბმები, ამიტომ აცეტილენის ტრიმერიზაციის რეაქციით უფრო გამართლებულია IV ფორმულის მიღება, ვიდრე III, რომელშიც არსებობს π ელექტრონული სისტემა.

ბ) ბენზოლის მოლეკულის C-C ბმაში, ბმის წარმოქმნილი ელექტრონული წყვილი 23.22 ნმ მანძილზე მდებარეობს ნახშირბადის ატომების შემაერთებელი ხაზის გარეთ. კუთხე კოვალენტურ რადიუსებს შორის ელექტრონის წყვილის მიმართ არის 155° , ხოლო კუთხე ნახშირბადის ატომების შემაერთებელ ხაზსა და კოვალენტურ რადიუსს შორის $12,5^\circ$.

3. დასკვნა

ნაშრომში ჩანს, რომ ბენზოლის II ფორმულა, I ფორმულასთან შედარებით დამაჯერებლად გამოხატავს ბენზოლის თვისებებს, მაგრამ IV ფორმულა, რომელიც ბენზოლის თვისებების გამოსახვაში ტოლფასია II ფორმულის, ამავე დროს გვიჩვენებს რომ ბენზოლის მოლეკულაში C-C ბმის სიგრძე ნაკლებია ეთანში არსებული C-C ბმის სიგრძეზე, რაც გამოწვეულია ბმის წარმოქმნილი ელექტრონული წყვილის მდებარეობით ნახშირბადის ატომების შემაერთებელი ხაზის გარეთ. II ფორმულაში ბენზოლის C-C ბმის სიგრძის შესწორებამ გამოიწვია ბენზოლის აღნაგობის ფორმულის ვიზუალური გამოსახვა IV ფორმულის სახით, რომელიც ამჟამად ბენზოლის ყველა ფორმულაზე კარგად გამოხატავს ბენზოლის თვისებებს. უნდა ითქვას, რომ ბენზოლის II და IV ფორმულები წარმოადგენს შუალედურ რგოლებს ბენზოლის ჭეშმარიტი ფორმულის დადგენის გზაზე. ბენზოლის ჭეშმარიტი სტრუქტურული და ელექტრონული აღნაგობის დასადგენად, საჭიროა დადგინდეს კუთხეების სიდიდეები ელექტრონებს შორის ნახშირბადის ატომების მიმართ და მასში არსებულ თითოეულ ატომსა და ელექტრონს მოენახოს თავისი ადგილი მოლეკულაში.

ლიტერატურა -References – Литература:

1. Khidsheli G. (2002). New "resonant" structural formula of Benzene. Copyright Certificate No. 115, 21.02.2002. (In Georgian).
2. Morrison R., Boyd R. (1972). Organic Chemistry. –M., "Mir", (in Russian)
3. Nogaideli A., Zonis S. (1973). Organic Chemistry Course. Tb., "Ganatileba" (in Georgian).
4. Chirakadze G., Saginashvili M. (1979). Organic Chemistry. Tb., "Ganatileba" (in Georgian).
5. Reid K, (1972), „Physical Organic Chemistry Course“, -M., "Mir" (in Russian)
6. Karapetyants M.Kh; Drakin S.I. (1981). General and Inorganic Chemistry. M. "Chemistry".(in Russian)
7. Khidsheli G. (2017). Electronic structures of ethylene and acetylene molecules, is there any π compounds? Georgian Technical University-Automated Control Systems, No1(23),2017. pp.180 (in Georgian)
8. Khidsheli G. (2020). Calculation of energy losses of C-C bonds in a Benzene molecule. Georgian Technical University-Automated Control Systems, No2 (31) 2020. (in Georgian)

9. Khidesheli G. (2016). Repulsion energy calculation in the atoms of acetylene, ethylene, benzene, carbon, and their use in determining of the volume of evolved heat in the process of their hydrogenation. Automated Management Systems", No 2(22),2016 (in Georgian)

10. Khidesheli G. (2007). Hydrolysis of benzene. Georgian Chemical Journal N7 (2), 2007

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

NEW FORMULA OF BENZENE MOLECULE ELECTRONIC STRUCTURE, CLEARLY SHOWING ITS FEATURES

Khidesheli Givi

Ph.D. of Chemical sciences

Summary

The resume indicates, that on the first formula of Benzene is built modern Benzene chemistry, second formula presented by us and it is an alternative to the first formula. On the back of the corresponding molecules of the first and the second formulas, were compared chemical properties expression of benzol. It has been established, that the second formula better expresses the Benzene properties in four points: 1. As distinct from the first formula, the second formula clearly Benzene rule of orientation substitution of Benzene monoderivatives; 2. Interpretation of the first stage of hydrogenation of Benzene in the second formula more persuasive than in the first; 3. Interpretation of the structure of the electron attachment direction on the first stage of hydrogenation of Benzene monoderivatives, in other words received dihydro product, unlike with the first formula is clearly presented in the second formula; 4. Interpretation of the sandwich and half-sandwich structures, consisting from compounds of Benzene and chromium convincing presented in the second formula. It was noted that the length of the C-C bond in the benzene molecule is 14 nm less than the length of the C-C bond in the ethane molecule. This is due to the location of the pair of electrons that form the bond outside the C-C bond line at a distance of 23.22 nm. Accounting for this fact in Formula II has led to a visual representation of the benzene molecule as Formula IV, which better expresses the properties of benzene than all other benzene formulas. *(Received 20.05.2022)*

НОВАЯ ФОРМУЛА ЭЛЕКТРОННОГО СТРОЕНИЯ МОЛЕКУЛЫ БЕНЗОЛА, НАГЛЯДНО ВЫРАЖАЮЩАЯ ЕГО СВОЙСТВА

Хидешели Г.

Кандидат химических наук

Резюме

В резюме отмечается, что на первой формуле Бензола построена сегодняшняя химия Бензола, вторая формула Бензола предоставлена нами и является альтернативой первой формулы. На основе соответствующих молекул первой и второй формул было проведено сравнение выражения химических свойств Бензола и установлено, что вторая формула лучше выражает химические свойств Бензола в четырех пунктах: 1. В отличии от первой формулы во второй формуле наглядно выражается правило ориентации замещения монопроизводных Бензола; 2. Толкование первой ступени гидрирования Бензола во второй формуле убедительнее выражено, чем первой; 3. Толкование структуры направления присоединения электрона на первой ступени гидрирования монопроизводных Бензола, то есть полученного дигидро продукта, в отличии от первой формулы отчетливо преподнесено во второй формуле. 4. Толкование сэндвич и полу- сэндвич структур, состоящих из соединений Бензола и хрома убедительнее преподнесено во второй формуле. Отмечено, что длина связи С-С в молекуле бензола на 14 нм меньше длины связи С-С в молекуле Этана. Это связано с расположением пары электронов, образующих связь, вне линии связи С-С на расстоянии 23,22 нм. Учет этого факта в Формуле II привел к визуальному представлению молекулы бензола в виде Формулы IV, которая лучше выражает свойства бензола, чем все другие формулы бензола. *(Поступила 20.05.2022)*

მიკროპროცესორის ბაზაზე შექმნილი მცენარეთა მორწყვის სისტემის დისტანციური მართვა მობილური საშუალებებით

ოთარ ქართველიშვილი¹, სიმონ ხოშტარია²

1-მართვის სისტემების ინსტიტუტი (სტუ),

2-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

okartvel@gmail.com, s.xoshtaria@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია მიკროპროცესორის ბაზაზე შექმნილი მცენარეთა მორწყვის სისტემის დისტანციური მართვა მობილური მოწყობილობის გამოყენებით. აღნიშნული მიზნის მისაღწევად ფართოდ გამოიყენება მიკროკონტროლერის ბაზაზე აგებული სისტემა, რომელიც ფუნქციონირებს წინასწარ ჩატვირთული პროგრამის საფუძველზე. ამგვარ სისტემებს აქვს მცირე გაბარიტები და მაღალი საიმედოობა. დღესდღეობით, გავრცელებულია უგამტარო კავშირის ორგანიზაცია ჩვენთვის ცნობილი ტექნოლოგიების გამოყენებით, როგორებიცაა: Bluetooth, Wi-fi პროტოკოლები, Internet და ა.შ.

საკვანძო სიტყვები. მიკროკონტროლერი. Arduino. ტემპერატურის სენსორი. ტენიანობის სენსორი. წნევის სენსორი. მორწყვის სისტემა.სმარტფონი. Bluetooth. Wi-fi პროტოკოლი.

1. შესავალი

წარმოდგენილი პროექტის დანიშნულება მდგომარეობს ობიექტის მართვის მიკროპროცესორული სისტემების მობილური საშუალებებით დისტანციური მართვის შესაძლებლობების გამოკვლევაში მცენარეთა მორწყვის სისტემის მაგალითზე.

თავისთავად, მცენარეთა მორწყვის სისტემის შექმნა თანამედროვე სოფლის მეურნეობის ინდუსტრიისათვის მეტად აქტუალურია.

მორწყვის რეჟიმი განსასზღვრავს მცენარეთა მორწყვის საჭირო პერიოდულობას და ხანგრძლიობას, რაც დამოკიდებულია მთელ რიგ გარე პარამეტრზე: მიწის ტენიანობაზე, ნიადაგის სინოტივეზე, წყლის წნევაზე მილში და სხვ. მორწყვის სისტემის დანიშნულებაა აგადაამწოდებდნ და მიწოდებული პარამეტრების მნიშვნელობების საფუძველზე დააფორმროს მმართველი სიგნალი შემსრულებელი ელემენტისათვის, რომელიც უზრუნველყოფს მორწყვის რეჟიმის შესრულებას გარკვეული სახეობის მცენარეებისათვის.

ჩვენი კვლევის საგანია სხვადასხვა ტიპის მცენარეებისრამდენიმე ობიექტის მართვის სისტემის შექმნა. კვლევის ობიექტია დიდი ფართის სხვადასხვა ნაკვეთებზე მყოფი განსხვავებულიტიპის მცენარეთა მორწყვის სისტემა.თითოეული ნაკვეთის მორწყვა სრულდება მორწყვის მიკროპროცესორული ქვესისტემით.

თუ ფართის ნაკვეთებზე მცენარეთა ტიპები პერიოდულად იცვლება, საჭირო ხდება შესაბამისი ქვესისტემის პროგრამის გადაწყობა, ვინაიდან სხვადასხვა სახეობის მცენარეების მორწყვა უნდა სრულდებოდეს სხვადასხვა რეჟიმში, რაც განპირობებულია პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობით. დიდი ფართის შემთხვევაში ზემოთ ნაჩვენები გარემოება ქმნის გარკვეულ სიძნელებებს.

წარმოდგენილი პროექტი ითვალისწინებს ზემოხსენებული სიძნელების გადაჭრას მობილური მოწყობილობის გამოყენებით, რომელსაც გადაეცემა მართვის ზოგიერთი ფუნქცია.

გარე მოწყობილობა უკავშირდება სხვადასხვა სახეობის მცენარეთა მორწყვის ქვესისტემას და ახდენს, მოთხოვნის შემთხვევაში, მათ გადაწყობას და მონიტორინგს.

შემოთავაზებული პროექტის მიხედვით გათვალისწინებულია დისტანციური მართვის გამოყენება, რომლის დროს მობილური მოწყობილობა უსადენო კავშირით უერთდება მორწყვის ცალკეულ ქვესისტემას.

2. ძირითადი ნაწილი

მცენარეთა მორწყვის მართვის სისტემის დანიშნულება მდგომარეობს მცენარეთა მორწყვის ინტერვალისა და ხანგრძლივობის უზრუნველყოფაში, რაც დამოკიდებულია მთელ რიგ პარამეტრებზე, როგორც არის: ჰაერის ტემპერატურა, მიწის ტენიანობა, წყლის წნევა მილში, მცენარის ფესვების მდებარეობა ნიადაგში და სხვა. მაგალითად, ჰაერის მაღალი ტემპერატურის და მცირე ტენიანობის შემთხვევაში მორწყვა უნდა განხორციელდეს უფრო მაღალი სიხშირით, ვიდრე დაბალი ტემპერატურისა ან მაღალი ტენიანობის შემთხვევაში. წყლის წნევა მილში კი განსაზღვრავს გაფრქვეული წყლის ჭავლის სიჩქარეს, რომელიც თავის მხრივ მოქმედებს მორწყვის ხანგრძლივობაზე, რაც საჭიროა მცენარისვის გათვალისწინებული წყლის რაოდენობის მიწოდებისათვის. სხვადასხვა მცენარისათვის აღნიშნული პარამეტრების მნიშვნელობები განსხვავდება ერთმანეთებისაგან. თითოეული ტიპის მცენარისათვის პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობები მოცემულია ნორმატიულ მითითებებში [1-4,6].

ამჟამად გამოიყენება მცენარეთა მორწყვის ორი ხერხი: წვეთოვანი და ვერული. პირველი მათგანი გამოიყენება ერთი მცენარის ან მცირე ზომის ნაკვეთებზე ერთი სახეობის მცენარეების მორწყვის დროს (მაგალითად, სათბურებში). მეორე ხერხი ითვალისწინებს მორწყვას ე.წ. გამფრქვევების საშუალებით. აღნიშნული ხერხი იწვევს ჩვენს ინტერესს, ვინაიდან იგი შეიძლება გამოყენებული იყოს დიდ ფართობის მორწყვისათვის. ამასთან დაკავშირებით, ჩვენს მიერ დასმული ამოცანაფორმულირდებოდა შემდეგი სახით: შეგვექმნა მორწყვის სისტემა, რომელშიც ნაკვეთზე მცენარეთა ტიპების შეცვლის შემთხვევაში მობილური საშუალებით შეგვესრულებინა მცენარეთამახასიათებლების ზღვრული მნიშვნელობების შეცვლა და მათი მონიტორინგი.

სისტემის ბირთვი წარმოადგენს Atmega 328 მიკროპროცესორის პლატფორმას- Arduino uno-ს. მისი არჩევა განპირობებულია პროექტისთვის მისაღები მეხსიერების ტევადობით, მდიდარი პერიფერიითა და გარე მოწყობილობებთან ინტერფეისების ფართო ნომენკლატურით, რაც სრულად აკმაყოფილებს სისტემის პროექტის მოთხოვნას.

გარე მოწყობილობასთან დასაკავშირებლად გამოყენებულია პლატფორმის 7,8,9 და A0 გამომყვანი. კერძოდ, A0 გამომყვანი დაკონფიგურირებულია, როგორც გამოსასვლელი, რომელზეც ფორმირდება წყლის სარქველის ჩართვა-გამორთვის სიგნალი, ხოლო 7, 8 და 9 გამომყვანი - როგორც შესასვლელი, რომლებთანაც დაკავშირებულია, შესაბამისად, ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობის და მილში წყლის წნევის სენსორები [5].

წყლის სარქველი წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ელემენტს. მისი დანიშნულებაა ჩართვის შემთხვევაში მიაწოდოს გამფრქვევს წყლის ჭავლი დროის შესაბამის მომენტში. ვინაიდან სარქველის ჩართვა-გამორთვა იმართება მიკროკონტროლერიდან, სარქველის კონკრეტული მოდელის არჩევის დროს უნდა უზრუნველყოფილი იყოს მიკროკონტროლერთან მისი შეთავსება ტექნიკური მახასიათებლების გათვალისწინებით. Internet

ფორუმზეწარმოდგენილი სპეციალისტების აზრით, ჩვენი პროექტისათვის ყველაზე მეტად გამოსადეგია კომპანია Hunter-ის ელექტრო დინამიკური სარქველი PGV100. მისი მახასიათებლები მთლიანად აკმაყოფილებს პროექტის მოთხოვნებს, ვინაიდან არჩეული სარქველის გახსნისათვის საჭიროა ჩართვის დენის დიდი მნიშვნელობა (350 მა), აღნიშნულ გამოსასვლელზე დაყენებულია ტრანზისტორული გასაღები (სხვა ვარიანტში - ელექტრონული რელე), რომელიც უზრუნველყოფს ჩართვის დენის საჭირო მნიშვნელობას [7,8].

ჩვენ მიერ არჩეულ იქნა ტენიანობის სენსორი DFRobot, რომლის პარამეტრები აკმაყოფილებს პროექტის მოთხოვნებს - გამომავალი სიგნალის მნიშვნელობათა დიაპაზონი 0-4,5ვ, ხოლო გაზომვის ცდომილება სავსებით მისაღებია პროექტისათვის [9].

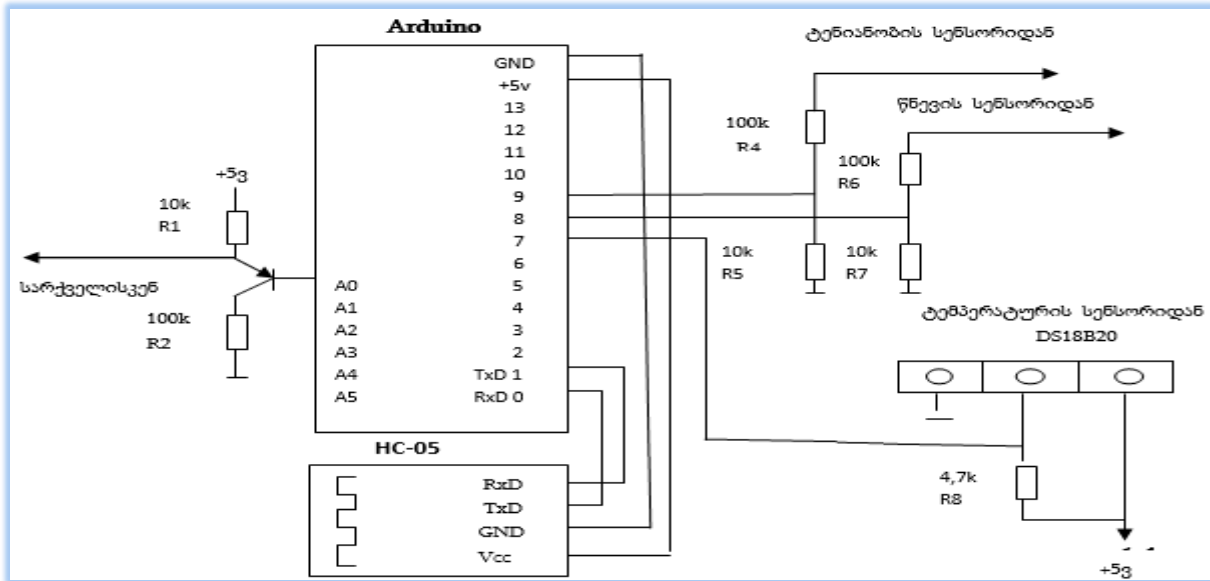
ვერული მორწყვის პროცესისთვის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია გაფრქვეული წყლის რაოდენობა. სხვადასხვა ტიპის მცენარისათვის შესაბამისი ნორმატიული დოკუმენტის მიხედვით განსაზღვრულია მისთვის საჭირო წყლის რაოდენობა. იგი განისაზღვრება გაფრქვევის ინტენსივობითა და რადიუსით, რაც თავის მხრივ, დამოკიდებულია მილში წყლის წნევაზე

წყლის წნევის გასაზომად გამოიყენება წყლის წნევის სენსორები, რომელთა არჩევა ხდება მათი პარამეტრების მიხედვით. პროექტის მოთხოვნებიდან გამომდინარე, წნევის სენსორის არჩევა ჩვენს მიერ შესრულდა შემდეგი მაჩვენებლების მიხედვით: გაზომვის დიაპაზონი (0-5 ბარი), გამომავალი სიგნალის მნიშვნელობა, კვების წყაროს მნიშვნელობა. პროექტისთვის მისაღები აღმოჩნდა WIKA კომპანიის წნევის სენსორი S-10, რომლის გაზომვის დიაპაზონი შეადგენს 0-6 ბარს, გამომავალი სიგნალის მნიშვნელობა 0-10ვ. სენსორებიდან მოწოდებული ძაბვების დასაშვებამდე შემცირების მიზნით გამოყენებულია ძაბვის გამყოფები (R4-R5), (R6-R7) [10,11].

ჰაერის ტემპერატურის გაზომვისათვის ჩვენ მიერ არჩეულია Dallas Semikondaqtor კორპორაციის ტემპერატურის სენსორი DS18B20. იგი წარმოადგენს პროგრამულად მართვად ინტეგრალურ მოდულს. ანალოგური სიგნალების გარდასახვა მასში ჩაშენებულ აცვ-ში ხორციელდება. ინფორმაციის გაცვლა მოდულსა და მიკროპროცესორულ შორის სრულდება 1-Wire პროტოკოლის საშუალებით. ვინაიდან, უმოქმედობის შემთხვევაში სალტეზე უნდა იყოს მაღალ იმპედანსური მდგომარეობა, მოდულის მონაცემთა სალტეზე მიერთებულია მომჭიმავი წინაღობა R8, რომელიც უზრუნველყოფს აღნიშნულ მდგომარეობას [12,13]. სისტემის სტრუქტურა ნაჩვენებია 1-ელ ნახაზზე.

მორწყვის სისტემის მართვის ფუნქციის შესრულება მდგომარეობს წყლის მილის სარქველის გახსნაში დროის საჭირო პერიოდში გარკვეული ხანგრძლივობით, რომელთა მნიშვნელობები განსაზღვრულია მთელი რიგი პარამეტრებით, როგორც არის: ნიადაგის ტენიანობა, ატმოსფეროს ტემპერატურა, მილში წყლის წნევა.

უპირველეს ყოვლისა უნდა განისაზღვროს მორწყვის ინტერვალი. ყოველი ტიპის მცენარე ხასიათდება მორწყვის გარკვეული ხანგრძლივობით, რომელის მნიშვნელობა მოცემულია არსებულ ნორმატიულ დოკუმენტებში. მორწყვის დაწყების დროის დაფიქსირება ხდება დროის მთვლელის საშუალებით. ჩვენს მიერ გამოყენებულია Arduino IDE კომპილატორის ბიბლიოთეკაში არებული ფუნქცია millis - რეალური დროის პროგრამული ტაიმერი. წინასწარ განისაზღვრება კონკრეტული ტიპის მცენარისათვის განკუთვნილი მორწყვის დროის შუალედი - TM, რომლის ბოლოს სრულდება გარე პარამეტრების ანალიზი.



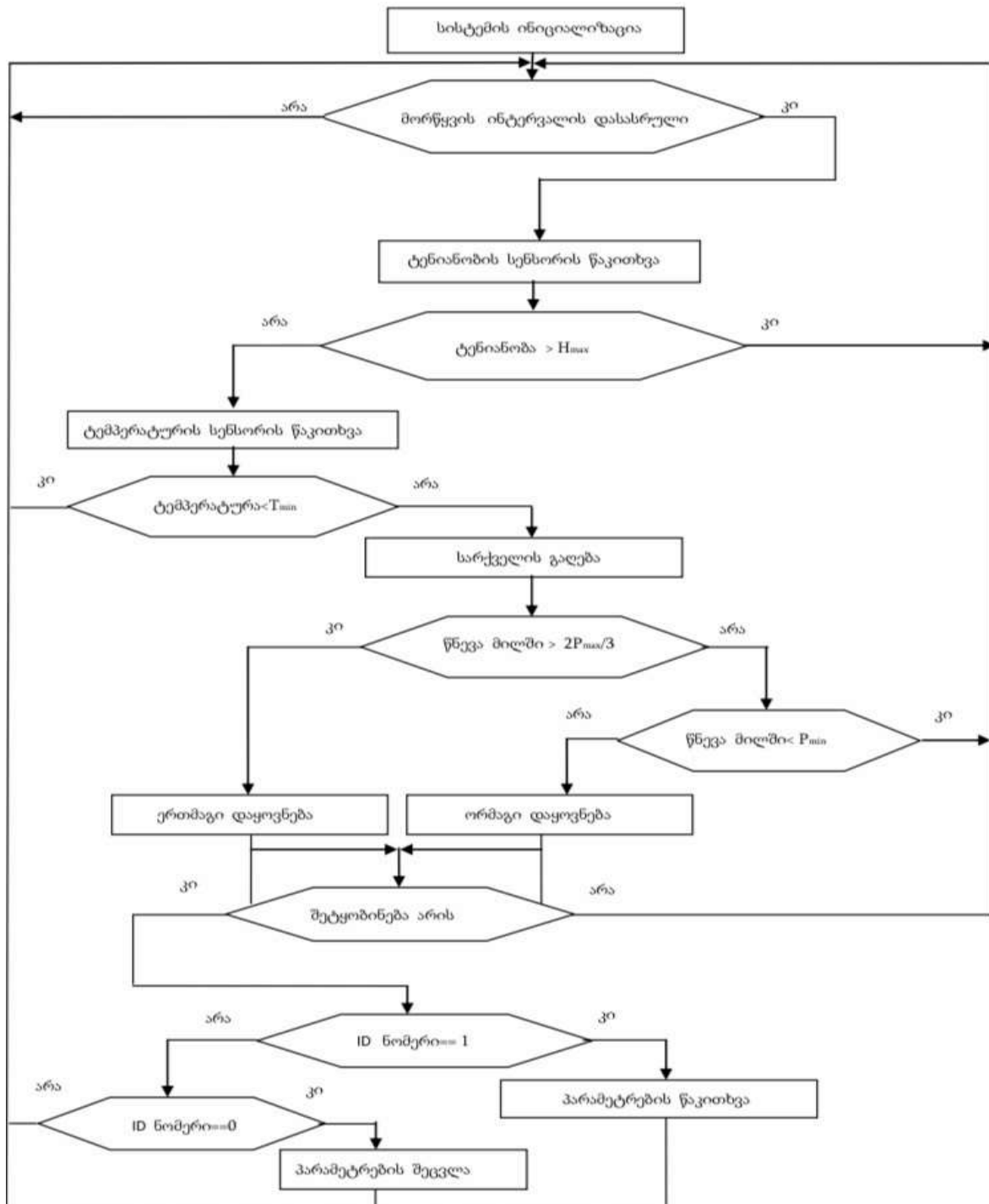
ნახ.1. მორწყვის სისტემის სტრუქტურული სქემა

მომდევნო ეტაპზე დგინდება მორწყვის ხანგრძლიობა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს მცენარისათვის გაფრქვეული წყლის საჭირო რაოდენობა N (გაზონის შემთხვევაში 2 ლიტრი ერთ კვადრატულ მეტრზე დღეში). ჩვენს მიერ არჩეული გამფრქვევის წარმადობა არის 700ლ/სთ 4 ბარის შემთხვევაში. ვინაიდან წყლის გაფრქვევის რადიუსი არჩეული გამფრქვევისათვის $r=5$ მეტრია, მორწყვის ფართი იქნება $S=\pi r^2=77,5\text{მ}^2$, ანუ ერთ კვადრატულ მეტრზე დაიფრქვევა 9 ლიტრი საათში V (700ლ/77,5მ²). ამრიგად, მორწყვის ნორმის შესასრულებლად აღნიშნული წნევის შემთხვევაში მორწყვა უნდა შესრულდეს N/V საათში (გაზონის შემთხვევაში 0,5 საათის განმავლობაში).

მიღში წყლის წნევის დაწევის შემთხვევაში 2 ბარამდე გაფრქვევის ინტენსივობა მცირდება 350ლ/სთ-მდე და მორწყვის ნორმის შესრულებისათვის საჭირო ხდება მორწყვის ხანგრძლიობის გაზრდა (გაზონისთვის - 1 საათით). 1 ბარის შემთხვევაში გამრფქვევი ვერ მუშაობს და მორწყვა არ განხორციელდება.

მორწყვა იწყება სარქველის გახსნით, როდესაც შესასვლელზე მიეწოდება გაშვების დენი ტრანზისტორული გასაღებიდან რომელიც იმართება Arduino-ს 7 გამომყვანიდან. მისი ჩართვის ხანგრძლივობა განისაზღვრება მიკროკონტროლერის გამომყვანზე სიგნალის ხანგრძლივობით [14].

ჩვენს მიერ დამუშავებულ მორწყვის სისტემაში გათვალისწინებულია მიკროკონტროლერის უსადენო კავშირი მობილურ ტელეფონთან Bluetooth ტექნოლოგიის საშუალებით, რომლის მიზანია მობილური ტელეფონიდან საიდენტიფიკაციო შეტყობინების გადაცემის შედეგად შესრულდეს სისტემის პროგრამაში პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობების შეცვლა მოსარწყავი მცენარის ტიპის ცვლილების შემთხვევაში ან პროგრამიდან პარამეტრების ამოკითხვა მათი მონიტორინგის მიზნით, რაც ბევრად აადვილებს სისტემის მომსახურებას. ინფორმაციის გაცვლა მობილურ ტელეფონსა და პროგრამას შორის ხორციელდება Serial Bluetooth Terminal აპლიკაციის საშუალებით, რომელიც მობილურშია ატვირთული (ნახ.2).



ნახ.2. სისტემის ფუნქციონირების ალგორითმის გრაფ-სქემა.

3. დასკვნა

შესრულებული სამუშაოს შედეგად დამუშავებული იქნა მცენარეთა მორწყვის სისტემა მიკროკონტროლერ Arduino-ს ბაზაზე. ჩვენს მიერ განხილული იყო ვერული მორწყვის მეთოდი, რომელიც გამოყენებულია დიდი ფართობებისათვის. მორწყვის პროცესის ეფექტურობის ამაღლების მიზნით, ამჟამად არსებულ მეთოდიკაში ჩვენს მიერ შემოტანილი იქნა დამატებითი პარამეტრები, რომელთა ზღვრული მნიშვნელობები განსხვავდება სხვადასხვა

სახეობის მცენარეებისათვის. ამასთან დაკავშირებით ნაკვეთზე მცენარეთა ტიპის შეცვლის შემთხვევაში უნდა მოხდეს სისტემის პროგრამაში პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობების შეცვლა, რაც მიწის დიდი ფართის შემთხვევაში, რომელიც შესდგება პერიოდულად ცვლადი ჯიშის მცენარეთა ნაკვეთებისგან, წარმოადგენს ტექნიკურ სირთულეს. აღნიშნული სირთულის გადასაღებად დღევანდის მიერ დამუშავებულ სისტემას დაემატა დისტანციური მართვის შესაძლებლობა, რაც ხორციელდება მობილური მოწყობილობიდან უსადენო კავშირის საშუალებით. მობილურიდან შესაძლებელი ხდება პარამეტრების ზღვრული მნიშვნელობების შეცვლა თვითოეული ნაკვეთის ქვესისტემაში და სისტემის პარამეტრების მნიშვნელობების წაკითხვა.

ლიტერატურა–References – Литература:

1. Watering regime.(2021).<http://www.greencorner-al.ru>;
2. Lawn watering.(2021)<http://www.Greeninfo.ru>;
3. Irrigation rates.(2021)<http://www.Poliv-Montag.ru>;
4. Watering avtomatic.(2021).<http://www.Polivmaster.ru>;
5. Tabatadze Z., Todua T. (2019). Arduino. Georgian Technical University, Tbilisi (Georgia)
6. Fan sprinklers for avtomatic irrigation Hanter.(2021).<http://oborudovanie-dly-avtopoliva.ru>;
7. Valves used in irrigation systems.(2021).<http://elit-poliv.ru/klapany>;
8. Solenoid valves from Hanter.(2021). [http://garden.in.ua/...](http://garden.in.ua/);
9. MoistorSensor DFRobot humiditysensor.(2021). <http://avrobot.ru>;
10. Pressure meter.The rule for selecting pressure sensors.(2021). <http://kipservis.ru>;
11. WikaBDSensors&Delta.(2021). <http://energometrika.ru>;
12. 1-Wire microgrids.(2021). www.Ab-log.ru ;
13. Connecting the temperature sensor D18B20 to the microcontroller.(2021).<http://sxem.net> ;
14. Kartvelishvili O. (2015).Microcontroller in automatic irrigation system. Transactions. Automated Control Systems № 1(19).

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

MICROPROCESSOR-BASED REMOTE CONTROL OF THE MOBILE TOOLS FOR PLANT WATERING SYSTEMS

Kartvelishvili Otari, Khoshtaria Simon

1-Management Systems Institute of GTU,

2-Georgian Technical University.

okartvel@gmail.com , s.xoshtaria@gtu.ge

Summary

Present work discusses the project developed by authors, which is dedicated to remote control of microprocessor systems. Plant watering system was chosen as a subject of control. The present work is dedicated to fan watering method out of different watering methods as the most suitable method for large area land plots. Because of fan watering choice, authors had to introduce certain changes to existing

operational watering algorithms using adding several parameters aiming to increase watering effectiveness. As different plant types require different control parameter thresholds, changing plant type on the plot requires introducing changes to corresponding values into the system program. Currently different publications describe watering control systems for single or small plots with a single plant type. However, as the project is oriented on the large area watering system across several land plots with periodically changing plant types and with control subsystems, program correcting process is quite complex. In order to eliminate this complexity, the system was integrated with terminal device - mobile phone with the application Serial Bluetooth Terminal installed, which takes part of the control functions. The terminal is interacting with subsystems of different plots via Bluetooth technology and in case of necessity, performs writing of the correcting data or monitoring parameters for each of them.

(Received 20.05.2022)

УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРА

Картвелишвили О.¹, Хоштария С.²

1-Институт систем управления ГТУ,

2-Грузинский Технический Университет

okartvel@gmail.com, s.xoshtaria@gtu.ge

Резюме

Рассматривается проект разработанный авторами настоящей статьи, посвященный дистанционному управлению микропроцессорных систем. Объектом управления выбрана система полива растений. Из различных способов полива рассматривается веерный полив.

В связи с выбором веерного полива, авторам пришлось внести в алгоритмы работы существующих систем некоторые изменения путем добавления ряда параметров, с целью увеличения производительности полива. Различные типы растений характеризуются различными пороговыми значениями параметров управления, поэтому при изменении на земельном участке типов растений, в программу системы следует внести изменения соответствующих значений. Проект ориентирован на систему полива больших территории с несколькими участками земли с периодически меняющимися типами растений и с подсистемами управления, процесс коррекции программ является сложным. Для устранения указанной сложности в систему введен терминальное устройство, в виде мобильного телефона с программой SerialBluetoothTerminal, на которую возлагается часть функций управления. Через беспроводную связь с использованием технологии Bluetooth терминал общается с подсистемами отдельных участков и по необходимости осуществляет запись корректирующих данных или мониторинг параметров в каждой из них.

(Поступила 20.05.2022)

კლასიკური SIR მოდელის მრავალაგენტური მოდელირება

იბრაიმ დიდმანიძე, გრიგოლ კახიანი, კახი კახიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 ibraimd@mail.ru, gregory.kakhiani@bsu.edu.ge, 61001083775@bsu.ge

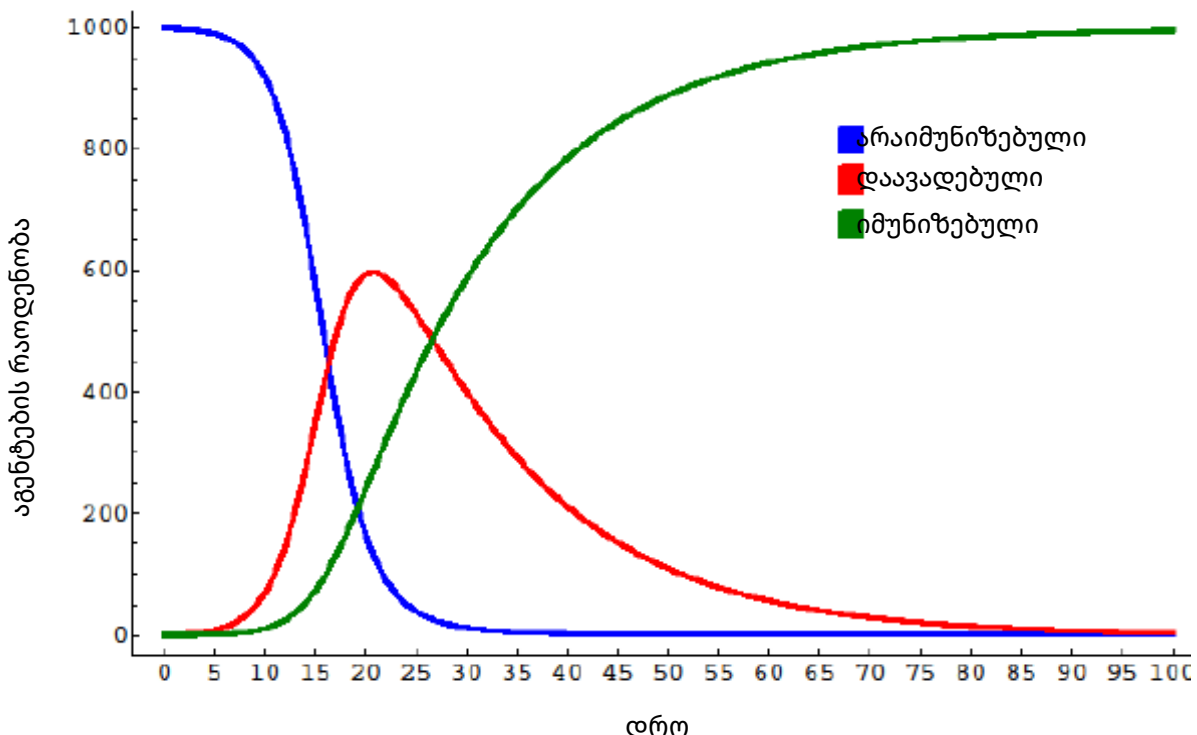
რეზიუმე

განხილულია ეპიდემიური SIR მოდელის მრავალაგენტური რეალიზება სხვადასხვა ეპიდემიისა და აგენტების სხვადასხვა კონფიგურაციის პირობებში. სტანდარტული SIR მოდელისაგან განსხვავებით მიღებულია ეპიდემიის გავრცელების პერიოდული სტრუქტურა და ამ სტრუქტურის კავშირი აგენტების კონფიგურაციასთან.

საკვანძო სიტყვები: მოდელირება. მოდელი. ეპიდემია.

1. შესავალი

როგორც ცნობილია კლასიკური SIR მოდელი[1] წარმოადგენს ეპიდემიების მოდელირების მოდელს, რის მიხედვითაც მარტივად შეიძლება ითქვას კონკრეტული ეპიდემიის გავრცელება ინფიცირების 3 ფაზის არსებობის შემთხვევაში (ნახ.1), მაგრამ მრავალაგენტური მოდელირების დროს საჭირო ხდება ახალი ელემენტების გათვალისწინება, როგორებიცაა ლატენტური ავადობა, იმუნიზებული და გარდაცვლილი აგენტები.



ნახ. 1 ეპიდემიის დინამიკა კლასიკური მოდელის ფარგლებში [3]

კლასიკური SIR მოდელის ფარგლებში გამოჯანმრთელებული და გარდაცვლილი აგენტი ერთ მახასიათებელში გადის [2], რადგან ორივე მათგანი ეთიშებოდა ვირუსის გავრცელების

პოტენციურ ფიგურანტების სიმრავლეს. მაგრამ მრავალი ვირუსი არ ანიჭებს აგენტებს მუდმივ იმუნიტეტს, შესაბამისად აუცილებელია გარკვეული მოდიფიკაცია [4].

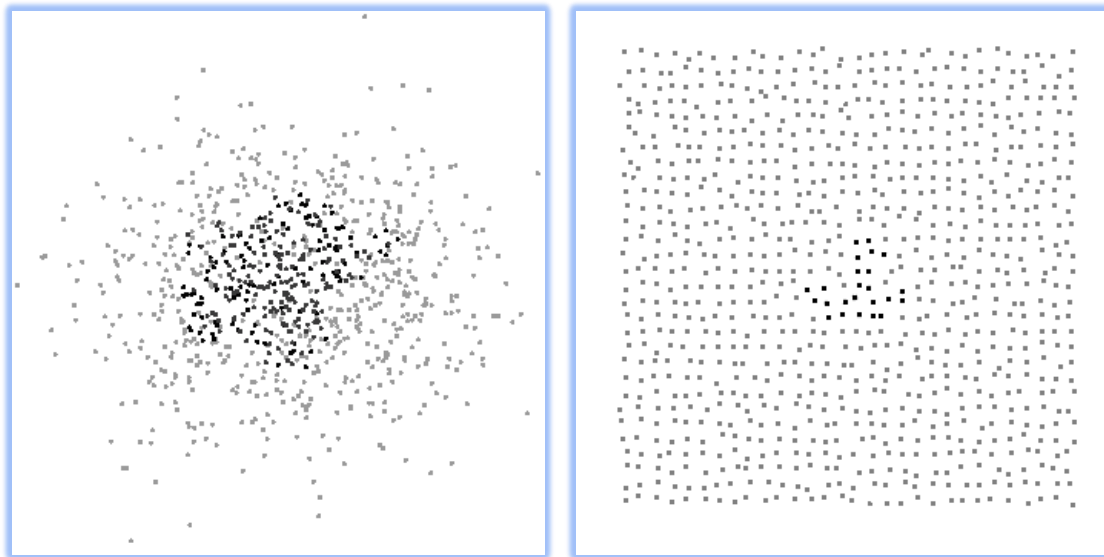
$$\frac{ds}{dt} = -\beta \frac{SI}{N}; \quad \frac{dI}{dt} = \beta \frac{SI}{N} - \gamma I;$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I; \quad N = S + I + R.$$

2. ძირითადი ნაწილი

დაავადების გავრცელების მოდელირების დროს გამოყოფილი იქნა რამოდენიმე სტადია რომელიც შეესაბამება სხვადასხვა ვირულენტურობის მქონე ვირუსებს და მიღებული მოდელები განვიხილეთ მრავალაგენტურ გარემოში [5].

1. ეპიდემიის განვითარება მაღალი დინამიკურობის მქონე კომპაქტურად განლაგებული (პირობითად ქალაქი) აგენტების პირობებში
2. ეპიდემიის განვითარება რეგულარულად განლაგებული და დაბალი დინამიკურობის მქონე (რეგულარულად განლაგებული მრავალი დასახლებული პუნქტი) აგენტების პირობებში

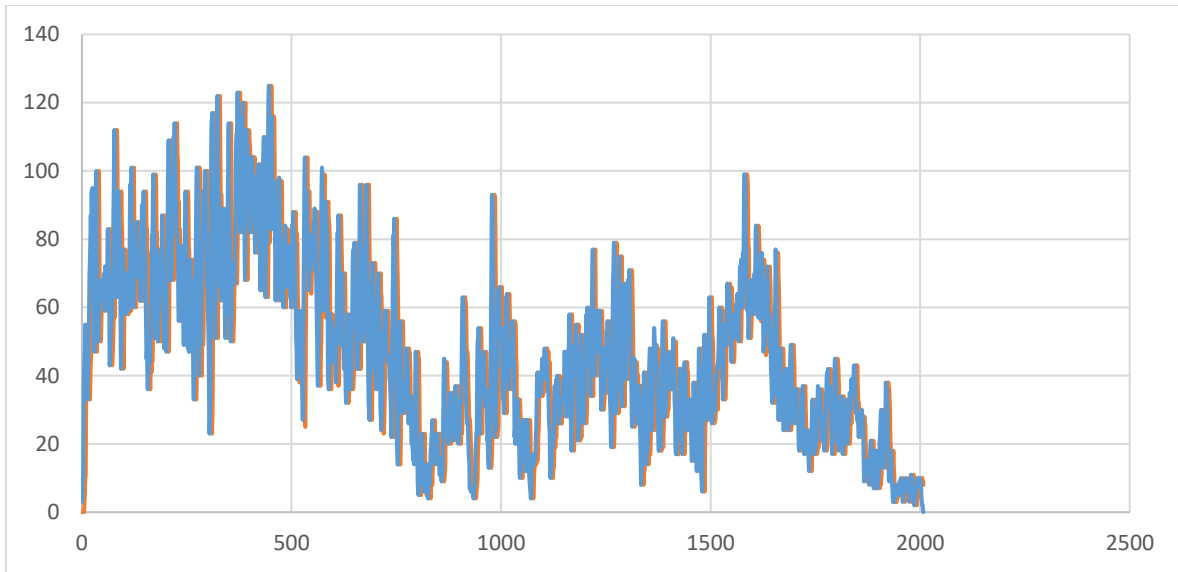


ა)

ბ)

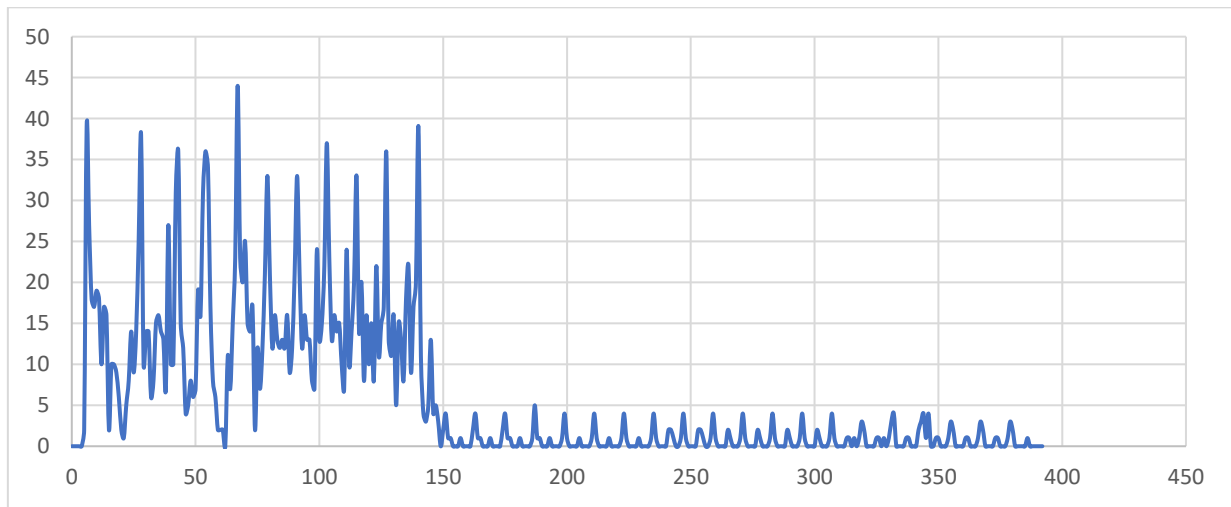
ნახ.2 მრავალაგენტური სიმულაციის ვიზუალიზაცია ა) ქალაქის მაგალითი, ბ) მუდმივი სიმკვრივით განაწილების მაგალითი

ექსპერიმენტების ფარგლებში ჩავატარეთ რიგი კვლევა ვირუსის გავრცელებასთან დაკავშირებით და გამოვყავით 2 ძირითადი მახასიათებელი რა დროსაც მოსახლეობის რაოდენობა მოქმედებდა ვირუსის გავრცელებაზე, მათ შორის უმთავრესი იყო 400 და 900 აგენტი რომელთა რაოდენობა სხვადასხვა ფუნქციით იყო შესაძლებელი, როგორცაა მოძრაობის სისწრაფე, ვირუსის გადაცემის რადიუსი და რაც მთავარია განლაგება. ექსპერიმენტების ფარგლებში გამოიყო ყველაზე დიდი გავლენის მქონე წყობა.



ნახ.3. ენტოპიული მოდელირება აგენტების მოძრაობის სხვადასხვა პირობებში

მე-3 ნახაზზე ასახულია ეპიდემიის გავრცელების დროს შექმნილი ვითარება, ასახულ სქემაზე ნათლად ჩანს 3 ტალღა რომელიც თავის მხრივ დაყოფილია სხვა მაღალი სიხშირის მქონე ტალღებად, ეს სქემა კარგად ასახავს ენტროპიის გავლენას ეპიდემიის კვლევის დროს.



ნახ.4 მოდელირება აგენტების მოძრაობის სხვადასხვა პირობებში ოთხ ქლაქში

თავის მხრივ საინტერესოა სხვადასხვა ვირულენტურობის მქონე ეპიდემიებთან მუშაობა. მაგალითად მე-4 ნახაზზე კარგად ჩანს ე.წ. ნარჩენი მოვლენები ძირითადი ეპიდემიოლოგიური ვითარების გასვლის შემდეგ.

3. დასკვნა

ყველაზე განსხვავებული შედეგები დაფიქსირდა ერთი ქლაქის შემთხვევისას როცა მოსახლეობის რაოდენობა იყო 900, შესაბამისად ვირუსს უფრო მეტი გადადების უნარი ქონდა, სქემაზე კარგად ჩანს რომ განმეორდა იგივე შედეგი რაც სურ 4-ში, შეცვლილი სტატისტიკით. რაც ადასტურებს ზემოხსენებულ თეორიას ვირუსის მუდმივობის შესახებ.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Ross R. (1916). An application of the theory of probabilities to the study of a priori pathometry. Part I. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character.
2. Kermack W.O., McKendrick A.G. (1917). A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character
3. Weiss H. (2013). The SIR model and the Foundations of Public Health. MATerials MATemàtics Volum, treball no. 3, 17 pp.
4. Callaway, Ewen. (2021). COVID super-immunity: one of the pandemic's great puzzles. Nature
5. Djanatliev A., German R., Kolominsky-Rabas P. (2012). Hybrid Simulation with Loosely Coupled System Dynamics and Agent-based Models for Prospective Health Technology Assessments. Winter Simulation Conference

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

MULTI-AGENT SIMULATION OF THE CLASSICAL SIR MODEL

Didmanidze Ibraim, Kakhiani Gregory, Kakhidze Kakhi

Batumi Shota Rustaveli State University

ibraimd@mail.ru, gregory.kakhiani@bsu.edu.ge, 61001083775@bsu.ge

Summary

A multi-agent implementation of the standard epidemiological SIR model for various epidemics and configurations of individual agents is considered. Periodic wave structures are obtained that describe the dynamics of the spread of the epidemic and the relationship of these structures with the configuration of agents

Received 20.05.2022)

МНОГОАГЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛАСИЧЕСКОЙ SIR МОДЕЛИ

Дидманидзе И., Кахиани Гр., Кахидзе К.

Batumi Shota Rustaveli State University

ibraimd@mail.ru, gregory.kakhiani@bsu.edu.ge, 61001083775@bsu.ge,

Резюме

Рассмотрена многоагентная реализация стандартной эпидемиологической SIR модели для различных эпидемий и конфигураций отдельных агентов. Получены периодические волновые структуры, описывающие динамику распространения эпидемии и связь этих структур с конфигурацией агентов

(Поступила 20.05.2022)

ერთიანი მუნიციპალური საინფორმაციო ცენტრი - მულტიცენტრი

ლია ტულუში

lia.tughushi@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია საქართველოს მასშტაბით ერთიანი მუნიციპალური საინფორმაციო-სატელეფონო მულტიცენტრის შექმნის საკითხი. ეს ნიშნავს სატელეფონო სერვისის მოწოდებას სხვადასხვა საჯარო-სამართლებრივი კორპორაციისათვის, ძირითადად ტერიტორიული ადმინისტრაციული ორგანოებისათვის (მუნიციპალიტეტი) რეგიონალურ გარემომომცველ არეში. მულტიცენტრი უზრუნველყოფს მოქალაქეებისთვის კვალიფიციური და სრული ინფორმაციის სწრაფად მიწოდებას.

საკვანძო სიტყვები: მულტიცენტრი. ინფორმაციის მიმწოდებელი. ზარების სინერგია. მუნიციპალური საინფორმაციო ცენტრი.

1. შესავალი

ერთიანი მუნიციპალური სატელეფონო სერვისის ახალი კონცეფცია გულისხმობს 2010 წლის 18 ნოემბრის #355 დადგენილების „საქართველოს ერთიანი საკომუნიკაციო ქსელების ნუმერაციის ეროვნული სისტემის დამტკიცების შესახებ“ შესაბამისად დადგენილი ადგილობრივი თვითმმართველოს მხრიდან ცხელი ხაზების ნუმერაციის მიხედვით მუნიციპალური საინფორმაციო ცენტრის განთავსებას ნომერზე - 1300. საჭიროა შეიქმნას მულტიცენტრი, რომელიც უზრუნველყოფს მოქალაქეთა ეფექტურ და ხარისხიან მომსახურებას საქართველოს მასშტაბით.

მულტიცენტრის ქვეშ იგულისხმება ცხელი ხაზის სერვისცენტრები, რომელიც სხვადასხვა ტერიტორიული ადმინისტრაციული ორგანოებისათვის - მუნიციპალიტეტისთვის რეგიონალურ გარემომომცველ არეში თავის თავზე იღებს 1300 სერვისს.



2. ძირითადი ნაწილი

1300 - სერვისის არსი არის მოქალაქეებს წრაფად მიაწოდოს კვალიფიციური ინფორმაცია. იმისათვის, რომ 1300-მულტიცენტრმა შეძლოს ამ ამოცანის შესრულება, ადმინისტრაცია, რომელიც მულტიცენტრს 1300-სერვისით მომსახურებას ავალებს, ხელმისაწვდომს ხდის საჭირო ინფორმაციებს (ყოველ შემთხვევაში ე.წ. 100 წამყვანი(ტოპ) მომსახურების შესახებ). მათ „ინფორმაციის მიმწოდებლებსაც უწოდებენ“. უფრო მეტიც, ის უზრუნველყოფს, რომ ტელეფონით მიმართული პირი, რომლის შეკითხვას საბოლოო პასუხი არ გაეცა, 24 საათის განმავლობაში ღებულობს უკუკავშირს ტელეფონის ან ელექტრონული ფოსტის მეშვეობით.

1300 - მულტიცენტრი კლასიკური გაგებით არის მომსახურების მიმწოდებელი: ის არის განაცხადების მიმღები, მისი ანგარიშები, ხარჯები და მუშაობის ხარისხი გამჭვირვალეა. 1300-მულტიცენტრთან მიერთება აუმჯობესებს საკუთარი ადმინისტრაციის სატელეფონო სერვისს მოქალაქეებთან მიმართებაში. 1300-მულტიცენტრის არსებულ სიახლეებზე წვდომა იძლევა სინერჯის (წარმატებული ერთობლივი ძალისხმევის) ორმხრივი გამოყენების შანსებს. პატარა ზომის ადმინისტრაციული ერთეულებისათვის 1300-მულტიცენტრში ჩართვა, გარდა ამისა იძლევა სატელეფონო სერვისის მაღალი პროფესიონალიზაციის (მომსახურების დროში, სერვისზე) შანსს.

2.1. მულტიცენტრიზმის განვითარება

➤ დამკვეთი (ინფორმაციის მიმწოდებელი) ადმინისტრაცია

მულტიცენტრთან მიერთება აუმჯობესებს საკუთარი ადმინისტრაციის სატელეფონო სერვისს მოქალაქეებთან მიმართებაში. მულტიცენტრის არსებულ სიახლეებზე წვდომა იძლევა სინერჯის (წარმატებული ერთობლივი ძალისხმევის) ორმხრივი გამოყენების შანსებს. არსებულ მულტიცენტრთან მიერთება იწვევს გაერთიანებაში სწრაფ ინტეგრაციას. პატარა ზომის ადმინისტრაციული ერთეულებისათვის მულტიცენტრში ჩართვა, იძლევა სატელეფონო სერვისის პროფესიონალიზაციის (მომსახურების დროში, სერვისზე) მაღალ ხარისხს.

იმისათვის რომ მულტიცენტრისა და გაერთიანების მიერ განხორციელდეს ინფორმაციის კვალიფიური მიწოდება, აუცილებელია დამკვეთი ადმინისტრაციის მიერ ინფორმაციებით, ე. წ. შესრულების ანგარიშებით უზრუნველყოფა.

მულტიცენტრს მიეწოდება ინფორმაციები 100 წამყვანი (ტოპ) კითხვის, ასევე სხვა დამატებითი, ადმინისტრაციის თვალსაზრისით მოქალაქეების მიერ ხშირად მოთხოვნილი ინფორმაციების შესახებ. ამგვარი საინფორმაციო მენეჯმენტის სისტემის სტრუქტურა შესაძლოა ხშირად გამოყენებული იყოს ადმინისტრაციის შიგნით, მაგ. ინტერნეტ-გვერდისთვის (ინფორმაციები ინტერნეტის ან ტელეფონის მეშვეობით) და იწვევს მნიშვნელოვან სინერჯის ეფექტს. თუ ინტერნეტ-გვერდი ან პასუხისმგებელი ორგანიზაციის მამიებელი უკვე კარგად არის ინფორმაციით აღჭურვილი, შესაძლებელია იქ ხელმისაწვდომი ინფორმაციების გამოყენება და ამით სირთულეების შემცირება. ინფორმაციები უნდა შეესაბამებოდეს ხარისხის კრიტერიუმებს და გამოსახვის ფორმა მოსახერხებელი იყოს სატელეფონო სერვისისათვის.

➤ მულტიცენტრი

ვინაიდან მულტიცენტრს საკუთარი ინფორმაციები თავისი მიზნებისთვის უკვე რედაქტირებული აქვს, მას შეუძლია დახმარება ინფორმაციის მიწოდებაში.

მათი გამოყენება უმეტეს წილად შესაძლებელია შაბლონის სახით. საკონტაქტო პუნქტისა და სამუშაო საათების დამატებით, ინფორმაციის მიმწოდებლისთვის - საქართველოს სხვადასხვა მუნიციპალიტეტებისთვის გასაგებია თუ რა ძალისხმევას საჭირო მისაწოდებელი ინფორმაციის შესადგენად. 1300 - სერვისცენტრს ან 1300 - მულტიცენტრს შეუძლია მნიშვნელოვანი სინერგიის ეფექტის მიღება სხვადასხვა მუნიციპალიტეტებთან თანამშრომლობით:

- შემოსული ზარების სინერგია პერსონალის უკეთ განტვირთვის მიზნით;
- ხარჯების სინერგია ზარების მოცულობაზე დამოუკიდებელი ხარჯების უკეთესი გამოყენებით (სერვისცენტრის ხელმძღვანელობა, ტრენინგი, სწავლება, ინფრასტრუქტურა, ქირა, ხარჯები ხარისხის მენეჯმენტისათვის და სხვა);
- ინფრასტრუქტურის სინერგია მისი უკეთ განტვირთვის მიზნით, ასევე
- მოცულობის სინერგია აქტივობის შემცირების პერიოდების შეჯამებით.

მიიღწევა მნიშვნელოვან წილად ერთიანი, სერვისცენტრის სამუშაო რეჟიმისათვის პროდუქტიულობის მასტიმულირებელი ინფორმაციის მიწოდება: მულტიცენტრში პასუხის მისაღებად სასურველია, რომ შესრულების ანგარიში სტანდარტული სერვისებისთვის ერთმანეთისგან არ განსხვავდებოდეს.

2.2. მოქმედების პრინციპი

➤ კოოპერაცია სხვადასხვა მუნიციპალიტეტებში

1300-სერვისცენტრის ჩამოყალიბების პროცესში უნდა ჩატარდეს საინფორმაციო შეხვედრები/ღონისძიებები ახლო მდებარე მუნიციპალიტეტებთან პროექტის შესახებ. განსაკუთრებით ხშირად გადამფარავი სატელეფონო კოდების არეალების გამო, ეს დიალოგები მნიშვნელოვანი საფუძველია ნდობის გასაზრდელად. უკვე ამ საინფორმაციო შეხვედრების დროს ურთიერთშეთანხმების საფუძველზე უნდა გაირკვეს საკითხი, როგორ განხორციელდეს 1300-სერვისცენტრში ახლომდებარე მუნიციპალიტეტებიდან შემოსული ზარების დამუშავება. შესაძლო ვარიანტებია: ა) ცენტრალური ავტომატური სატელეფონო ნომრების გადაცემა შესაბამისი მუნიციპალიტეტისათვის; ბ) შემოსული ზარის ავტომატური გადამისამართება; გ) პირველადი კვალიფიციური ინფორმაციის გაცემა სატელეფონო ზარის განმახორციელებელზე, იმ შემთხვევაში თუ ინფორმაცია (ან პასუხისმგებელი ორგანიზაციის მაძიებელი) უკვე ხელმისაწვდომია.

პირველადი საუბრების ჩარჩოებში წარმოქმნილი კონტაქტები მოგვიანებით პარტნიორების ძიების პროცესში სასარგებლო შეიძლება იყოს. გარდა ამისა, სივრცითი სიახლოვე იწვევს საკომუნიკაციო გზების შემოკლებას, პერსონალის განაწილებას და სერვისცენტრისთვის ერთობლივი დასახელების შერჩევას. მეორე, ასევე 1300 - ის გაერთიანებაში თანამშრომლობისათვის ხშირად გადადგმული ნაბიჯი არის საწინდარი სხვა მუნიციპალიტეტებთან უკვე არსებული პერსონალური კონტაქტებისთვის.

➤ საპილოტე პროექტი რუსთავის მუნიციპალიტეტის მერიასში - „შენი ნომერი შენს მუნიციპალიტეტში 24/7“

რუსთავის მერიის მხარდაჭერით წარმატებით დაინერგა ზემოაღნიშნული პროექტი - ყველა მუნიციპალური სერვისი ერთ ნომერზე (ნახ.2).

რეგიონალური საზღვრის ფარგლებში ერთიან ნომერზე 1300-ზე დარეკვით მოქალაქე იღებს პასუხს მისთვის სასურველ კითხვებზე: ინფრასტრუქტურის, დასუფთავების, გამწვანების, სოციალური, არქიტექტურის, ტრანსპორტის, მუნიციპალური ინსპექციის საკითხებზე.



ნახ.2. ყველა ინფორმაცია ერთ ნომერზე

3. დასკვნა

ერთიანი მუნიციპალური საინფორმაციო ცენტრის - მულტიცენტრის შექმნა, ერთის მხრივ ხელს უწყობს მოქალაქეთა ჩართულობას მუნიციპალიტეტის საქმიანობაში. მათ ინფორმირებულობას. მარტივი, ეფექტური საშუალებებით მუნიციპალური საკითხების სწრაფად მოგვარებას. მოქალაქეთა მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესებას და მეორეს მხრივ საქართველოს სახვადასხვა მუნიციპალიტეტების სამსახურების კოორდინირებულ საქმიანობას.

ლიტერატურა – References:

1. Tughushi L, (2021). Automation of processing municipal "hotline" services. Transactions. Georgian Technical University. Automated Control Systems. Vol.1.1, No 1(32), pp. 179-184 (in Georgian)
2. "Hotline Online Program" – (instruction for departments) (2019) MSDA; pp 3-18
3. Petriashvili L., Surguladze G. (2017). Data Management Modern Technologies (Oracle, MySQL, MongoDB, Hadoop). ISBN 978-9941-27-176-2. GTU, Tbilisi, 2017. -202 p., (in Georgian)
4. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017). Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. Monograph, ISBN 978-9941-20-790-7. GTU, "Techn.Univ.", Tbilisi, -1001 p., (in Georgian)
5. Samkharadze R., Gachechikadze L (2016). SQL Server GTU, „Techn.Univ.“ pp . 18-51
6. 115 Multicenter (2011). 115 Agency and coordination center. pp 2-8
7. Topuria N., (2017). Automation of document rotation and problem control. GTU "Science center of IT consulting", pp. 26-92

(სტატია მიღებულია 21.05.2022)

UNITED MUNICIPAL INFORMATION CENTER-MULTICENTER

Tughushi Lia

Georgian Technical University

lia.tughushi@gmail.com

Summary

United municipal information center's- multicenter's creation, on the one part supports citizen's participation in municipality's business. It also supports citizens to be informed, municipal issues to be solved easily and effectively and the quality of the citizen's service to be improved. On the other hand, it supports services of different municipality's of Georgia to work co-ordinated.

(Received 21.05.2022)

ხელოვნური ინტელექტი ტურიზმში

გულბაათ ნარეშელაშვილი, გოჩა ჩუგუაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
g.nareshelashvili@gtu.ge, g.chuguashvili@gmail.com

რეზიუმე

ხელოვნური ინტელექტი (AI) ამჟამად არის ტურიზმის თითქმის ყველა სფეროში, რომელიც ჩნდება სხვადასხვა ტიპის აპლიკაციებში, როგორცაა პერსონალიზაცია და სარეკომენდაციო სისტემები, რობოტები, სასაუბრო სისტემები, ჭკვიანი ტურისტული აგენტები, პროგნოზირების სისტემები, ენის მთარგმნელობითი აპლიკაციები და ხმოვანი აგენტები, ბუნებრივი ენის დამუშავების სისტემები. ბოლო მიღწევებმა დიდ მონაცემების და ალგორითმების დამუშავებაში, გამოთვლითი სიმძლავრეების ზრდამ ხელი შეუწყო ხელოვნური ინტელექტის მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას. სტატიაში განვიხილულია, თუ როგორ შეიცვალა და ცვლის AI-ს გამოყენება ძირითად პროცესებს ტურიზმის ინდუსტრიაში.

საკვანძო სიტყვები: ტურიზმი. ინფორმაციული სისტემა. ხელოვნური ინტელექტი.

1. შესავალი

ხელოვნური ინტელექტი (AI) ეყრდნობა დიდ მონაცემებს, დამუშავების შესაძლებლობებსა და ალგორითმებს. ამ სამი ელემენტიდან თითოეულმა განიცადა მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება ბოლო პერიოდში. პირველი - ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმების დახვეწა და წინსვლა, მეორე - გადამამუშავებელი შესაძლებლობების მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება და მესამე - კონტექსტში დიდი მონაცემების, ახალი და უფრო ძლიერი ინფორმაციის წყაროების შემუშავება და არქიტექტურები, რომლებიც საშუალებას იძლევა შეინახოს და დამუშავდეს დიდი რაოდენობით მონაცემები.

ამ გაუმჯობესებებმა, თავის მხრივ, გამოიწვია მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება AI სისტემებში, რომელიც ცნობილია როგორც მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუცია [7].

ამჟამად, ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციები მუშავდება და ტესტირება ხდება მოგზაურობის ყველა სფეროში: ტურისტული ინდუსტრია, მათ შორის პერსონალიზაციისა და სარეკომენდაციო სისტემები, პერსონალური მოგზაურობის ასისტენტები, რობოტები, პროგნოზირების სისტემები, ენის თარგმანი, აპლიკაციები, ხმის ამოცნობა და ბუნებრივი ენის დამუშავების სისტემები.

2. ძირითადი ნაწილი

2.1. ხელოვნური ინტელექტის განსაზღვრა

ხელოვნური ინტელექტი ჩვეულებრივ განისაზღვრება, როგორც ტექნოლოგიების ერთობლიობა, რომელსაც შეუძლია იმიტაცია ადამიანის ინტელექტის პრობლემის გადაჭრის პროცესში. ხელოვნური ინტელექტის კონცეფცია დროთა განმავლობაში განვითარდა და AI განისაზღვრა, როგორც არსება, რომელსაც შეუძლია ავტონომი-ურად იმოქმედოს დიდი

რაოდენობით მონაცემებზე, სადაც ხელოვნური ინტელექტი შეიძლება აღმატებოდეს ადამიანის ინტელექტს.

2.2. T საფუძვლები AI-სთვის

ხელოვნური ინტელექტის სისტემების მუშაობისთვის საჭიროა ოთხი ძირითადი ელემენტი: მონაცემები, პროგრამები, აპარატურა და ურთიერთდაკავშირება სხვადა-სხვა სისტემებს შორის.

ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციებს, როგორც წესი, სჭირდებათ დიდი ტექ - ნიკის სიმძლავრე (დამუშავება და შენახვა), რათა ადეკვატურად იმუშაონ, თუმცა არსებობს გარკვეული აპარატურული არქიტექტურები, რომლებიც უფრო კარგად შეეფერება AI-ს. რაც შეეხება თავსებადობას, ხელოვნური ინტელექტის ერთ-ერთი ძირითადი მახასიათებელია მანქანებთან ურთიერთმოქმედების უნარი, რითაც ავტომატიზირებულია აგრეგაცია და კონსოლიდაცია.

2.3. AI მოგზაურობისა და ტურიზმის ინტერესის სფეროები

ხელოვნურ ინტელექტს აქვს ქვევლების ფართო სპექტრი, კონკრეტული მიზნებიდან გამომდინარე, ინსტრუმენტები ან მეთოდოლოგიები, რომლებიც გამოიყენება. ჩვენ მოკლედ ვიკვლევთ ქვევლებს, რომლების მიმართ არის მეტი ინტერესი მოგზაურო ბასა და ტურიზმში.

3. AI გამოყენება ტურიზმში

ხელოვნური ინტელექტის სისტემებს ტურიზმში რამდენიმე გამოყენება აქვს. სამომხმარებლო პერსპექტივიდან გამომდინარე, AI ეხმარება მომხმარებლებს იპოვონ უკეთესი და უფრო შესაბამისი ინფორმაცია და მისცენ მეტი მობილურობის საშუალებები, რაც აუმჯობესებს გადაწყვეტილების მიღებას და, საბოლოო ჯამში, უზრუნველყოფს უკეთეს ტურისტულ გამოცდილებას.

ბიზნესის თვალსაზრისით, ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება შესაძლებელია მენეჯმენტის თითქმის ყველა ასპექტში, განსაკუთრებით პოპულარიზაციასა და პროდუქტიულობაში

ტურიზმის ინდუსტრიაში ხელოვნური ინტელექტის სისტემები შეიძლება იყოს დამოუკიდებელი სისტემები ან ჩართული არსებულ აპლიკაციებსა და სისტემებში. ეს სისტემები მოიცავს სარეკომენდაციო სისტემებს, პერსონალიზაციის სისტემებს, ტექნიკას, სასაუბრო სისტემებს (ჩეთბოტები და ხმოვანი ასისტენტები), პროგნოზირების ხელსაწყოები, ავტონომიური აგენტები, ენამთარგმნელობითი აპლიკაციები და ჭკვიანი ტურისტული მიმართულებები. მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენ ვაანალიზებთ თითოეულ სისტემას ცალკე, უნდა აღინიშნოს, რომ ტურისტები ჩვეულებრივ ურთიერთობენ ტექნოლოგიებთან, რომლებიც აერთიანებს რამდენიმე ამ სისტემას. მაგალითად, სტუმარს შეუძლია ურთიერთობა რობოტთან, რომელიც აერთიანებს სასაუბრო სისტემას და, მოთხოვნებიდან გამომდინარე, სარეკომენდაციო სისტემას, პერსონალიზაციის ტექნიკას ან ავტონომიურ აგენტს. მომხმარებელთან დიალოგი შეიძლება ეფუძნებოდეს ჩატბოტს ან ხმოვან ასისტენტს.

3.1 მოსალოდნელი სამომავლო განვითარება

ხელოვნური ინტელექტის მომავალი ტურიზმში ღიაა. ამ თვალსაზრისით, საზოგადოებას შეუძლია გაუმკლავდეს ხელოვნური ინტელექტის მთავარ გამოწვევებს. კონფიდენციალურობის საკითხები მოგვარდება, დაკავშირება განხორციელდება იმისთვის, რომ AI სისტემები განლაგდეს

და ადამიანები და AI სისტემები შეძლებენ იმუშაონ ხელიხელჩაკიდებულადა. ამ პარადიგმის მიხედვით, ხელოვნური ინტელექტი შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც ტექნოლოგიების ჯგუფი, რომელიც გაზრდის ტურიზმში გამოცდილებას და გააუმჯობესებს მას.

ბიზნესი შეძლებს გაიგოს მათი კლიენტებისათვის რა უფრო პრიორიტეტულია, შესაბამისად, შეიმუშავენ პროდუქტებს, სერვისებს და მიიღებენ გამოცდილებას, რათა უკეთ მოერგონ მათ საჭიროებებს. ასევე შესაძლებელი იქნება ბიზნესისთვის დინამიურად შეიქმნას პერსონალიზებული პაკეტები კლიენტის ინტერესების შესაბამისად. ტექნოლოგიები შეიცვლება და შეავსებს გარკვეულ სამუშაოებს, რითაც ამცირებს საერთო საოპერაციო ხარჯებს, რომელიც შემდეგ შეიძლება ნაწილობრივ გადაეცეს მომხმარებელს. ეს იმასაც ნიშნავს, რომ ბიზნესს შეეძლება შესთავაზოს მომსახურება ხელმისაწვდომ ფასად.

მომხმარებლის პერსპექტივიდან გამომდინარე, AI საშუალებას მისცემს მათ მოამზადონ თავიანთი მოგზაურობები სწრაფად, მნიშვნელოვნად დაბალი ხარჯებით და სრულად პერსონალიზებული პაკეტით, რომელიც შეესაბამება მათ საჭიროებებსა და ინტერესებს. ისინი მიიღებენ პროგნოზირებულ შეთავაზებებს, რომლებიც შეესაბამება მათ მოთხოვნებს. მოგზაურობის დროს ტექნოლოგიები დაეხმარება ტურისტებს უცნობ ადგილებში ნავიგაციაში. ენა და კულტურული განსხვავებები იქნება არა ბარიერი ტურიზმისთვის, არამედ დამატებითი მიმზიდველობა.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Aarts E., Wichert R. (2009). Ambient intelligence. In: Bullinger HJ (ed) Technology guide. Springer, Berlin/Heidelberg, pp 244–249
2. Basiri A., Amirian P., Winstanley A., Moore T. (2018). Making tourist guidance systems more intelligent, adaptive and personalised using crowd sourced movement data. J Ambient Intell-HumanizComput 9(2):413–427
3. Benckendorff P.J., Xiang Z., Sheldon P.J. (2019). Tourism information technology. CABI, Boston
Bostrom N (2016) Superintelligence: paths, dangers, strategies. Oxford University Press, Oxford
Bostrom N, Yudkowsky E (2014) The ethics of artificial intelligence. In: The Cambridge handbook of artificial intelligence. Cambridge University Press, Cambridge, pp 316–334
4. Bowen J., Morosan C. (2018). Beware hospitality industry: the robots are coming. Worldwide Hosp Tour Themes 10(6):726–733
5. Brynjolfsson E., McAfee A. (2011). Race against the machine: how the digital revolution is accelerating innovation, driving productivity, and irreversibly transforming employment and the economy. Digital Frontier Press, Lexington
6. Buhalis D., Leung R. (2018). Smart hospitality - interconnectivity and interoperability towards an ecosystem. Int J HospManag 71: pp. 41–50
7. Buhalis D., Harwood T., Bogicevic V., Viglia G., Beldona S., Hofacker C. (2019). Technological disruptions in services: lessons from tourism and hospitality. J ServManag 30: pp.484–506.

(სტატია მიღებულია 22.05.2022)

ARTIFICIAL INTELIGENCE IN TOURISM

Nareshelashvili Gulbaat, Chuguashvili Gocha

Georgian Technical University

g.nareshelashvili@gtu.ge, g.chuguashvili@gmail.com

Summary

Artificial intelligence (AI) is currently present in almost every area of travel and tourism, appearing in different types of applications such as personalization and recommender systems, robots, conversational systems, smart travel agents, prediction and forecasting systems, language translation applications, and voicerecognition and natural language processing systems. Recent improvements in big data, algorithms, and computing power have enabled significant enhancements in AI. In this chapter, we review how AI has changed and is changing the main processes in the tourism industry.

(Received 22.05.2022)

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТУРИЗМЕ

Нарешелашвили Г., Чугуашвили Г.

Грузинский Технический Университет

g.nareshelashvili@gtu.ge, g.chuguashvili@gmail.com

Резюме

Искусственный интеллект (ИИ) в настоящее время находит применение почти во всех областях путешествий и туризма. ИИ проявляется в различных приложениях, таких как персонализация и рекомендательные системы, роботы, интеллектуальные туристические агенты, системы прогнозирования, приложения языкового перевода и голосовые приложения, системы распознавания и обработки естественного языка. Последние достижения в области применения больших данных, разработки алгоритмов и мощных вычислительных систем позволило значительно улучшить эффективность применения систем ИИ. В статье рассмотрено влияние применения систем ИИ на основные процессы в индустрии туризма.

(Поступила 22.05.2022)

IT ინფრასტრუქტურის მართვა საგანმანათლებლო დაწესებულებისათვის

ოთარ მაჩალაძე¹, გია სურგულაძე²

1-ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

2-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

otomachaladze@gmail.com, g.surguladze@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია საგანმანათლებლო დაწესებულების, როგორც ორგანიზაციული მართვის სისტემის სრულყოფის საკითხები ინფორმაციული ტექნოლოგიებისა (IT) და მათი ინფრასტრუქტურის ბიბლიოთეკის (ITIL) მეთოდოლოგიის ეფექტიანი გამოყენების საფუძველზე. წარმოდგენილია უნივერსიტეტებში IT-ინფრასტრუქტურისა და მენეჯმენტის პროცესების ანალიზი, კლასიფიცირებულია მათი ძირითადი ფუნქციური ამოცანები. განსაკუთრებით გამახვილებულია ყურადღება პროცესების სწორად დაგეგმვისა და მათი განხორციელების მონიტორინგის ამოცანებზე, რაც მნიშვნელოვანია როგორც ორგანიზაციის IT დეპარტამენტისა და აუდიტისთვის, ასევე მომხმარებლებისთვის (სტუდენტების, აკადემიური პერსონალის და ა.შ.). შედეგად შესაძლებელი ხდება სათანადო სერვისების სწრაფად და სწორად მიწოდება IT-დეპარტამენტის მიერ, კერძოდ, როგორც ინფრასტრუქტურული მოთხოვნების მართვა, ასევე ინციდენტებზე დროული რეაგირება და მისი სწორად წარმართვა.

საკვანძო სიტყვები: IT ინფრასტრუქტურა. IT პროცესი. ინციდენტი. სერვისული მოთხოვნა. პროგრამული უზრუნველყოფა. ITIL.

1. შესავალი

კვლევის მიზანი და ინოვაციურობა მდგომარეობას იმაში, რომ მოხდეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში არსებული პროცესების გაუმჯობესება მსოფლიოში მიღებული საუკეთესო პრაქტიკების შესაბამისად, რათა შეიქმნას ეფექტური სასწავლო გარემო [1].

იმის უზრუნველსაყოფად, რომ ორგანიზაცია დარჩეს შესაბამისი და წარმატებული, ბევრი ორგანიზაცია იწყებს ძირითადი ტრანსფორმაციული პროგრამებს გამოყენებას ამ შესაძლებლობებისთვის, მიუხედავად იმისა, რომ ამ ტრანსფორმაციებს ხშირად უწოდებენ „ციფრულს“, ისინი უფრო მეტს ეხება ვიდრე ტექნოლოგიას. ორგანიზაციებმა უნდა დააბალანსონ სტაბილურობისა და პროგნოზირებადობის საჭიროება ოპერაციული სისწრაფისა და გაზრდილი სიჩქარის მზარდ საჭიროებასთან ერთად.

IT ინფრასტრუქტურა შედგება ყველა ელემენტისგან, რომელიც მხარს უჭერს მონაცემთა და ინფორმაციის მართვას და გამოყენებადობას. ეს მოიცავს ფიზიკურ აპარატურას და მოწყობილობებს, მონაცემთა შენახვას და მოძიებას, ქსელურ სისტემებს, მოძველებულ ინტერფეისებს და პროგრამულ უზრუნველყოფას ორგანიზაციის ბიზნეს მიზნების მხარდასაჭერად. სტრუქტურა ასევე მოიცავს ტრენინგს, პოლიტიკას, ტესტირებას, პროცესს და განახლებას [2].

ინფრასტრუქტურის მენეჯმენტი არის ორგანიზაცია საინფორმაციო ტექნოლოგიების კომპონენტების მართვის პროცესი. IT ინფრასტრუქტურის მენეჯმენტისთვის შესაბამისი

მეთოდების არსებობა საშუალებას იძლევა გაუმჯობესდეს შესრულება, ხელმისაწვდომობა და სწრაფი გადაწყვეტილებები სხვადასხვა საკითხებისთვის, რომლებიც შეიძლება წარმოიშვას.

IT ინფრასტრუქტურის მართვა მნიშვნელოვანია, რადგან ის უზრუნველყოფს სტრუქტურას და კონტროლს სხვადასხვა ტექნიკური ოპერაციებისთვის, პროგრამულ უზრუნველყოფას და ქსელს როგორც ფიზიკურ, ასევე ვირტუალურ გარემოში [3]. IT ინფრასტრუქტურის მართვა ასევე პასუხისმგებელია: აქტივების სასიცოცხლო ციკლზე; მონიტორინგზე/დაგეგმვაზე; მონაცემთა შენახვაზე; ქსელის გამოყენებაზე; ხელმისაწვდომობაზე; ენერჯის მოხმარებაზე; აპარატურულ უზრუნველყოფაზე; პროგრამული უზრუნველყოფაზე; უსაფრთხოებასა და ტექნიკური/მომსახურების განახლებებზე.

IT სტრუქტურის მენეჯმენტის სარგებელი მომდინარეობს მუშაობის სიმარტივიდან, ინფორმაციისა და ანგარიშების სიცხადით და ხარჯების დაზოგვით. ქცევა, რომელიც მხარს უჭერს ამ შედეგს მოიცავს [4].

- 1) სწრაფი რეაგირება ცვალებად და დამრღვევ პირობებზე;
- 2) მოქნილი და სწრაფი პროცედურები, რომლებიც იწვევს პროაქტიულ სტრატეგიებს;
- 3) ავტომატური მუშაობა ამცირებს შრომას, ხარჯებს და ფართომასშტაბიან ინციდენტებს;
- 4) იძლევა უკეთესი შესაძლებლობების დაგეგმვის საშუალებას, ახდენს ინფორმაციის ცენტრალიზებას და უზრუნველყოფს თითქმის რეალურ დროში ინფორმირებას;
- 5) გამარტივებული ყოველდღიური ფუნქციები და ოპერაციები, ათავისუფლებს პერსონალის დროს, რათა უკეთ დაგეგმონ და დააკმაყოფილონ ორგანიზაციული მიზნების მოთხოვნები.
- 6) გაუმჯობესებული მომხმარებელთა კმაყოფილება და საერთო შესრულება.
- 7) შემცირდა Downtime (შეფერხების დრო) დეპლოიმენტის დაჩქარებით და აღმოფხვრის დროის შემცირებით.

IT ინფრასტრუქტურის მართვა დგას ორგანიზაციების მოდერნიზაციის ცენტრში, როგორც ITSM-ის (IT Service Management) ერთ ერთი ძირითადი ნაწილი. პროგრამულ უზრუნველყოფაზე მომუშავე სერვისების ზრდასთან ერთად, IT სერვისის გუნდები საშუალებას აძლევს თანამშრომლებს და გუნდებს ორგანიზაციებში უფრო სწრაფად მიაწოდონ ღირებულება. IT გუნდის როლი ბიზნესის მხარდაჭერიდან ბიზნესის დიფერენცირებაში გადაიზარდა. ITSM-ის მიდგომები ხაზს უსვამს თანამშრომლობას, გამოყენების მარტივობას და ღირებულების უფრო სწრაფ მიწოდებას [5].

კვლევამ აჩვენა, რომ IT ინფრასტრუქტურის მართვას შეუძლია უზარმაზარი გავლენა მოახდინოს მომხმარებელზე და მომხმარებელის კმაყოფილებაზე და იმაზე, თუ როგორ აღიქვამენ მომხმარებლები მომსახურების მიმწოდებელს.

პოსტპანდემიურ ეპოქაში ბიზნესის უწყვეტობისა და ზრდისთვის მნიშვნელოვანი პასუხისმგებლობა ეკისრება IT ორგანიზაციის მხარეებს, რაც მკაფიოდ დაგვანახა კოვიდ პანდემიამ გასულ წლებში.

CCTA-მ კვლევებზე დაფუძნებით შეიმუშავა რეკომენდაციების ნაკრები, რათა უზრუნველყოს IT სერვისების ეფექტური და ეფექტიანი მიწოდება [6]. ეს რეკომენდაციები

გადაკეთდა საუკეთესო პრაქტიკის კატალოგში (რომელიც დღეს ცნობილია როგორც ITIL), რომლის ეფექტური გამოყენებაც IT ორგანიზაციებმა დაიწყეს [1, 6].

მსგავს თემაზე კვლევის დროს, CCTA-მ აღმოაჩინა, რომ ყველა ბიზნესის ძირითადი მოთხოვნები, მიუხედავად მათი ინდუსტრიის სექტორისა და ზომისა, ძირითადად ერთმანეთის მსგავსი იყო. როგორც ასეთი, ITIL-ის რეკომენდაციები ვრცელდება ყველა ზომისა და ტიპის ორგანიზაციაზე.

ნაშრომში გაანალიზებულია, კვლევის სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, თუ რა საჭიროებები არსებობს IT ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებით საგანმანათლებლო დაწესებულებაში. შესწავლილია საჭიროებები. რომლებიც გააჩნიათ მომხმარებლებს და ასევე მიღწეულია მაქსიმალური ავტომატიზაცია ისეთ საკითხების რეგისტრაციისა. რაც რუტინულად, წინასწარ განსაზღვრულ დროში საჭიროებს რეაგირებას. საინფორმაციო რესურსებად გამოყენებულია ყველა ის მნიშვნელოვანი კვლევა, რომლებიც გვაწვდის ინფორმაციას, საუკეთესო პრაქტიკებსა და რეკომენდაციებს. ისინი უზრუნველყოფს ორგანიზაციაში ITSM სტრუქტურულ მართვას, რეკომენდაციების შესაბამისად, პრაქტიკები მორგებულია კონკრეტულ შემთხვევაზე, საგანმანათლებლო დაწესებულებაზე.

2. ძირითადი ნაწილი

კვლევის პროცესში გამოყენებულია შემდეგი კვლევის მეთოდები: 1. ფოკუს ჯგუფები, სადაც დისკუსიის შედეგად, გამოჩნდა საჭიროება და გამოკვლეულ იქნა მიზეზ-შედეგობრივი კავშირები. 2. ინტერვიუ, სადაც გამოყენებულ იქნა წინასწარ შერჩეული კითხვები რომლებზე პასუხებიც მკაფიოდ ასახას პრობლემის მნიშვნელობას.

კვლევის გაანალიზებისას გამოიკვეთა. რომ საგანმანათლებლო დაწესებულებაში, კერძოდ უნივერსიტეტში, IT ინფრასტრუქტურის სტრუქტურირებული მართვა მნიშვნელოვანია უნივერსიტეტის სრულფასოვანი მუშაობისათვის. ხშირად არის შემთხვევები როდესაც ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებული პრობლემები ან მოთხოვნები და მათზე არა დროული რეაგირება აფერხებს სასწავლო თუ სხვა პროცესებს. მოთხოვნებისა და ინციდენტების დაფიქსირებისთვის არ არსებობს არხი, რომლით სარგებლობაც შეეძლება მომხმარებლებს, არ ხდება საკითხების შენახვა და რეპორტირების წარმოება, რაც დაგვეხმარება სამომავლოდ ინციდენტების პრევენციაში, მაგ: თუ ერთი პრინტერი თვეში ორჯერ ფუჭდება, ხოლო სხვა დანარჩენი 3 თვეში ერთხელაც კი არა, ბუნებრივია პრევენციისთვის საჭიროა პრინტერის შეცვლა, და სხვა უფრო მნიშვნელოვანი ინციდენტების პრევენციისთვის. IT თანამშრომლებს, პირებს რომლებმაც რეაგირება უნდა მოახდინონ საკითხებზე, არ აქვთ თავმოყრილი ინციდენტებისა და მოთხოვნების სია, რომელიც შეიძლება პრიორიტეტის მიხედვით შეასრულონ. ასევე ინიციატორ პირებს არ აქვთ ინფორმაცია საკითხზე რომელიც დააფიქსირეს, არ იციან ახსოვს თუ არა აიტის თანამშრომელს მისი საკითხი, სავარაუდო მოგვარების შესახებ ინფორმაცია და სხვ.

IT ინფრასტრუქტურასთან დაკავშირებული საკითხების შესახებ ინფორმაცია უნდა ინახებოდეს ჩანაწერების შესაბამის ხელსაწყოში. იდეალურ შემთხვევაში, ამ ინსტრუმენტმა ასევე უნდა უზრუნველყოს ბმულები დაკავშირებული მოთხოვნებთან, პრობლემებთან, რომლებიც ცნობილია, ინციდენტებთან და სხვა რათა მოხდეს სწრაფი და ეფექტური დიაგნოსტიკისა და

აღდგენა. თანამედროვე IT სერვისების მართვის ინსტრუმენტებს შეუძლიათ უზრუნველყონ ინციდენტების ავტომატური დაკავშირება სხვა ინციდენტებზე, პრობლემებზე ან ცნობილ ინციდენტებზე და გაანალიზოს ინციდენტები პრევენციისთვის.

IT Service Management (ITSM) ინსტრუმენტები საშუალებას აძლევს IT ოპერაციულ ორგანიზაციებს, კონკრეტულად ინფრასტრუქტურისა და ოპერაციების (I&O) მენეჯერებს, მოახდინონ მხარდაჭერა.

ამ პრობლემის, IT ინფრასტრუქტურის მართვის სერვის დესკის პორტალის რეალიზების, გადასაჭრელად, არსებობს რამდენიმე პროგრამული უზრუნველყოფა, ყველაზე ოპტიმალურია Atlassian-ის პროდუქტი Jira Service Management-ი Insight - Asset Management-თან ერთად . JSM (Jira Service Management) სრულად მორგებულია ITIL სტანდარტებზე და იზიარებს მათ პრაქტიკებს, იგი საშუალებას გვაძლევს სრულად მოვარგოთ ჩვენს ორგანიზაციულ სტრუქტურას ITIL პროცესები და შევქმნათ IT ინფრასტრუქტურის მართვის პლატფორმა უნივერსიტეტისთვის, ხოლო Insight საშუალებას გვაძლევს აღვწეროდ სრულად ტექნიკური სერვისების კატალოგი, და მოვახდინოთ მისი დაკავშირება JSM-თან, ვაწარმოოთ რეპორტიინგი და დავავტომატიზიროთ მნიშვნელოვანი სტანდარტული საკითხები [7].

Jira Service Management (JSM) - ი შემოთავაზებულია ავსტრალიური გიგანტის Atlassian-ის მიერ. Atlassian-მა Jira-ს რელიზი 2002 წლიდან დაიწყო, ხოლო JSM-ის (სერვის დესკის) 2013 წლიდან და დღემდე ყოველთვიურად მნიშვნელოვან სიახლეებს გვთავაზობს.

JSM გვთავაზობს სხვადასხვა არხებს წვდომისთვის, როგორცაა პორტალი, E-mail და სხვა.

ასევე JSM-ი შესაძლებლობას გვაძლევს:

- სამუშაო ნაკადის (workflow) სისტემები მარშრუტიზაციის და ესკალაციის;
- რესურსების დაგეგმვის სისტემების ინტეგრაციის;
- ცოდნის ბაზის ინტეგრაციის;
- Dashboards და რეპორტიინგის ხელსაწყოებს;
- SLA (Service-level agreement) - წინასწარ შეთანხმებული, გაწერილი დროები (მაგ: მოგვარების, რეაგირების) რაც ნიშნავს იმას, რომ მომხარებელს ექნება გარანტია, რომ სერვისის მომწოდებელი საკითხს შესრულდება წინასწარ შეთანხმებულ დროში;
- Active Directory-სთან ინტეგრაცია, არსებობის შემთხვევაში;
- User Friendly გარემო და სხვ.

3. დასკვნა

კვლევამ აჩვენა, რომ IT ინფრასტრუქტურის მართვის შემუშავება საგანმანათლებლო დაწესებულებაში მიმდინარე IT პროექტების დასტაბილურებაში და პროცესების სწორად წარმართვაში უმნიშვნელოვანეს როლს თამაშობს. განსაზღვრული პროცესები რომლის მიხედვითაც მოხდება ინფრასტრუქტურის მართვა გააუმჯობესებს აკადემიური პერსონალისა და სტუდენტების კმაყოფილებას. შეფერხების გარეშე წარმართება სწავლა/სწავლების პროცესები. კვლევის კითხვებზე პასუხები აჩვენებს, რომ მნიშვნელოვანია პროცესების ავტომატიზირება, რაც შედეგად მოგვცემს განმეორებადი პროცედურების ავტომატიზაციას და მოხდება ინციდენტების პრევენცია.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Surguladze G., Urushadze B. (2014). International experience of information systems management (BSI, ITIL, COBIT). ISBN 978-9941-20-458-6. GTU. „Technical University“, Tb., -345 p. https://gtu.ge/book/gia_sueguladze/sainfo_sistemebi_BSI_ITIL_COBIT.pdf (in Georgian)
2. IBM. (2022). <https://www.ibm.com/topics/infrastructure>
3. Atlassian. (2022). Incident Management. <https://www.atlassian.com/itsm/incident-management>
4. Itarian. (2020). Service Desk. <https://www.itarian.com/service-desk/service-desk-definition.php>
5. Atlassian. (2021). ITSM. <https://www.atlassian.com/itsm>
6. Axelos. (2019). ITIL Foundation, ITIL4 Edition.
7. Atlassian. (2022). JSM. <https://support.atlassian.com/jira-service-management-cloud/docs/what-is-jira-service-management/>

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

IT INFRASTRUCTURE MANAGEMENT FOR EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Otari Machaladze¹, Gia Surguladze²

1-Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,

2-Georgian Technical University

otomachaladze@gmail.com, g.surguladze@gtu.ge

Summary

The issues of improving the educational institution as an organizational management system based on the effective use of information technologies (IT) and their infrastructure library (ITIL) methodology are discussed. The analysis of IT-infrastructure and management processes in universities is presented, their main functional tasks are classified. Particular attention is paid to the tasks of properly planning processes and monitoring their implementation, which is important both for the organization's IT department and audit, as well as for users (students, academic staff, etc.). As a result, it becomes possible to provide appropriate services quickly and correctly by the IT-department, in particular, both the management of infrastructure requirements, as well as timely response to incidents and their proper management.

(Received 20.05.2022)

SQL და NoSQL მბმს-ების მწარმოებლობის შედარებითი ანალიზი

ანა მარგველაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

anmargvelashvili@gmail.com

რეზიუმე

განხილულია SQL და NoSQL მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემებს შორის მწარმოებლობის შედარების საკითხები. NoSQL სისტემები დღეისათვის წარმოდგენილია კვლევების ძალიან მცირე რაოდენობით და ხელმისაწვდომი ნამუშევრები ხშირად არ იძლევა სრული სურათის მიღების საშუალებას, რადგან ისინი აღწერს ვიწრო ფოკუსის ექსპერიმენტებს და იშვიათად იყენებს კვლევის ობიექტად ამ მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემებს. სტატიაში შემოთავაზებულია SQL Server და MongoDB მონაცემთა ბაზების შედარებითი ანალიზის შედეგები. კერძოდ, ექსპერიმენტების სერია ჩატარდა ჩანართებით, განახლებებით და არჩევით ველებში ინდექსების დადების გარეშე. ცდებმა აჩვენა, რომ MongoDB უმჯობესია მონაცემთა ჩასმის მარტივი მოთხოვნებისთვის, ხოლო SQL Server სისტემა გამოიყენება არაინდექსირებული ველების შესაცვლელად მთლიანი მოთხოვნების შესრულებაში. ასევე დაფიქსირდა მოთხოვნის შესრულების დროის მნიშვნელოვანი შემცირება MongoDB-ში ინდექსის დადების შემდეგ.

საკვანძო სიტყვები: Ms SQL Server. NoSQL. Query. Json. DBMS.

1. შესავალი

MongoDB დოკუმენტებზე ორიენტირებული მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემა (DBMS), რომელიც შემუშავებულია ამავე სახელწოდების კომპანიის მიერ. იგი ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული NoSQL სისტემაა და აქვს ფუნქციების ფართო სპექტრი. ესაა რელაციური DBMS-ის ჩვეულებრივი ცხრილების ანალოგი, რომლებიც ინახავს JSON დოკუმენტებს (Java Script Object Notation) [1]. მათთან მუშაობისათვის გათვალისწინებულია ძიების, ჩასმის, წაშლისა და განახლების ოპერაციები. ასევე, მხარდაჭერილია დახარისხება და კურსორის მეშვეობით მოთხოვნის შედეგების ნახვა. მასშტაბურობა MongoDB-ში მიიღწევა დოკუმენტების კოლექციიდან კვანძებად გამოყოფის მეშვეობით, არჩეული გასაღების საფუძველზე (shard key). აქ ასევე, მხარდაჭერილია ასინქრონული master-slave რეპლიკაცია, სადაც ჩაწერის ოპერაციები მუშავდება მხოლოდ ძირითადი კვანძის მიერ, ხოლო წაკითხვის ოპერაციები შეიძლება შესრულდეს როგორც მთავარი კვანძიდან, ასევე ერთ-ერთი slave-დან და კლიენტს შეუძლია იმუშაოს სხვადასხვა რეჟიმში: ასინქრონული (პასუხის მოლოდინის გარეშე) ან დაბლოკვითი მეთოდით (დადასტურებას ელოდება განაწილებულ ქსელში არსებული კვანძებიდან).

ამრიგად, MongoDB მხარს უჭერს განსხვავებულ თანმიმდევრულ მოდელებს იმისდა მიხედვით, დაშვებულია თუ არა წაკითხვა მეორადი კვანძებიდან და რამდენი კვანძის დადასტურებაა მოსალოდნელი ჩაწერის დროს.

Ms SQL Server არის ობიექტურ-რელაციური მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა, ესაა ღია კოდის პროდუქტი და მხარს უჭერს SQL სტანდარტების უმეტესობას, როგორცაა: კომპლექსური მოთხოვნები, გასაღებები, ტრიგერები, ტრანზაქციის მთლიანობა და ა.შ. [2].

2. ძირითადი ნაწილი

NoSQL მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემების განვითარება და გამოყენება სწრაფად იზრდებოდა ბოლო ათწლეულში. 1998 წელს იტალიელმა მეცნიერმა კარლო სტროციმ გამოიყენა ეს ტერმინი საკუთარი DBMS-ისთვის, რომელიც შექმნილია განაწილებული არქიტექტურის კონტექსტში მუშაობისთვის.

სტატია განიხილავს SQL და NoSQL ბაზების პროცესების კვლევას, რის შედეგადაც მიიღება დეტალური ინფორმაცია DBMS-ების შესაძლებლობების შესახებ. მონაცემთა ბაზებში ჩანაწერების მცირე რაოდენობის გამო, მოთხოვნების შესრულების დრო არ აღემატებოდა წამს. ამიტომ n-ჯერ (მაგალითად, 100) არის შესაძლებელი მოთხოვნის გაშვება შეფასებების სიზუსტის სრულყოფაზე დასაკვირვებლად.

2014 წლის სექტემბერში, Ms SQL-ზე დაფუძნებული Enterprise დონის პროდუქტებისა და სერვისების უმსხვილესმა პროვაიდერმა მსოფლიოში, გამოაქვეყნა ჩანაწერი თავის ვებსაიტზე იმის შესახებ, თუ როგორ მიაღწია Ms SQL Server-მა მუშაობის გაუმჯობესებას და რა გამოიწვია MongoDB-ზე JSONB მონაცემთა ტიპის დანერგვამ, რომელიც შეიქმნა წვდომის დაჩქარებისთვის [3]. აღმოჩნდა, რომ Ms SQL Server-მა გაიმარჯვა თითქმის ყველა ასპექტში: მონაცემთა ჩასმის ოპერაციების სიჩქარე, მონაცემთა წვდომა და დისკზე სივრცის მოხმარება. ამ მიმოხილვის მთავარი შედეგი მდგომარეობდა მოთხოვნების სხვადასხვა სცენარის მომზადებაში.

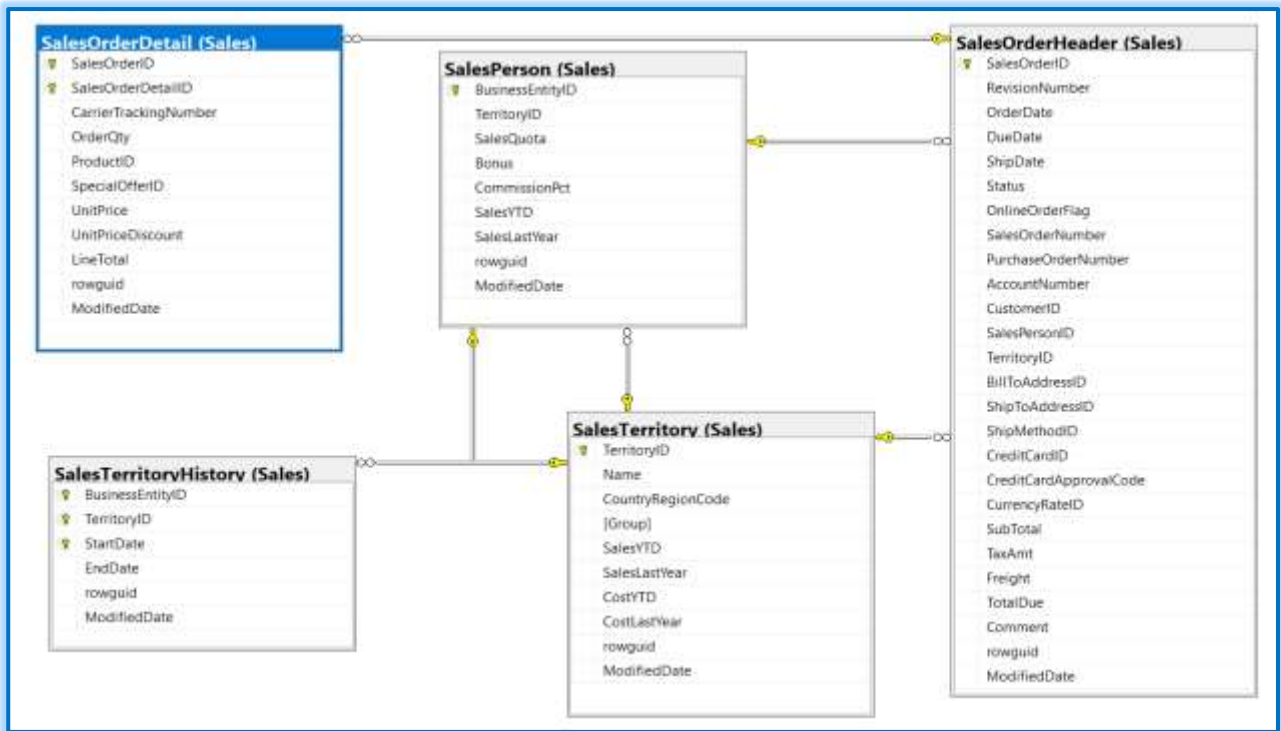
რაც შეეხება MongoDB-ს, ის არის არარელაციური მონაცემთა ბაზა, რაც ნიშნავს, რომ შეუძლებელია ხელმისაწვდომ მონაცემებზე თვითნებური მოთხოვნების აგება. ეს პრობლემა ჩვეულებრივ, იჭრება ორი გზით [2]. პირველია *კოლექციების დაპროექტება*. ამ შემთხვევაში, თავად კავშირი ხორციელდება ბრძანების ფარგლებში. მეორე გზაა *მონაცემთა დენორმალიზება*. მაგალითად, Sales.TerritoryHistory ცხრილის, Sales.Territory ცხრილის შიგნით განთავსებით. ეს მიდგომა დაკავშირებულია სერიოზულ სირთულეებთან მონაცემთა თანმიმდევრულობის უზრუნველსაყოფად, რადგან ცვლილებები, რომლებიც მოხდება კონკრეტულ ჩანაწერში ერთ ცხრილში, ის უნდა განხორციელდეს ყველა ეგზემპლარში. ამრიგად, უკიდურესად ფრთხილად უნდა ვიყოთ „წინასწარ შეერთების“ განხორციელებისას და გავითვალისწინოთ მასთან დაკავშირებული სირთულეები ექსპერიმენტების გაანალიზებისას.

3. ექსპერიმენტული ნაწილი

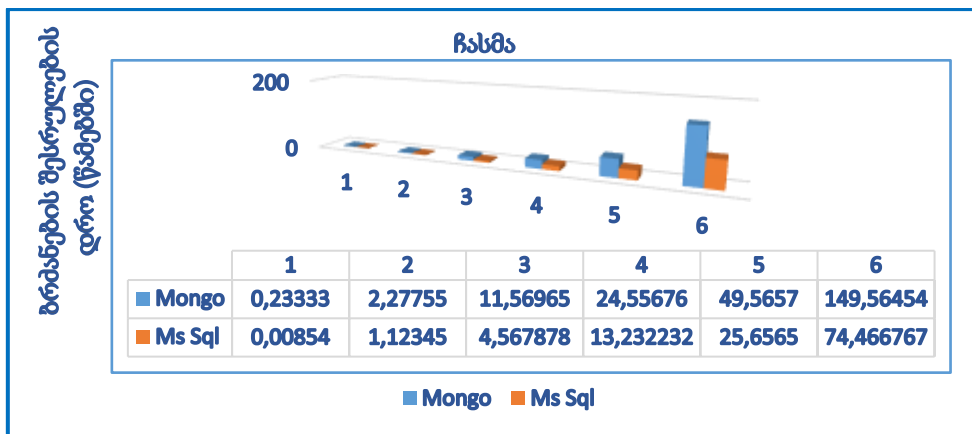
1-ელ ნახაზზე წარმოდგენილია ER-მოდელი „ონლაინ მაღაზია-საწყობის“ მაგალითისთვის. სამუშაოებისთვის გამოიყენებოდა პერსონალური კომპიუტერი Intel(R) Core(TM) i5-8350U CPU @ 1.70GHz 1.90 GHz, RAM 16.0 GB და ოპერაციული სისტემა Windows 10 Enterprise.

ექსპერიმენტი ჩატარდა Ms SQL Server 2019 ვერსიაზე, ხოლო MongoDB-ს ვერსია იყო 5.0.8. თითოეული ცდა შესრულდა 10,000, 100,000, 500,000, 1,000,000, 2,000,000 და 5,000,000 ჩანაწერზე. დაანგარიშებული იყო შესრულების საშუალო დრო ოცდაათ მცდელობაზე. გამოთვლები და ჰისტოგრამების აგება განხორციელდა Ms Excel -ში (ნახ.2,3).

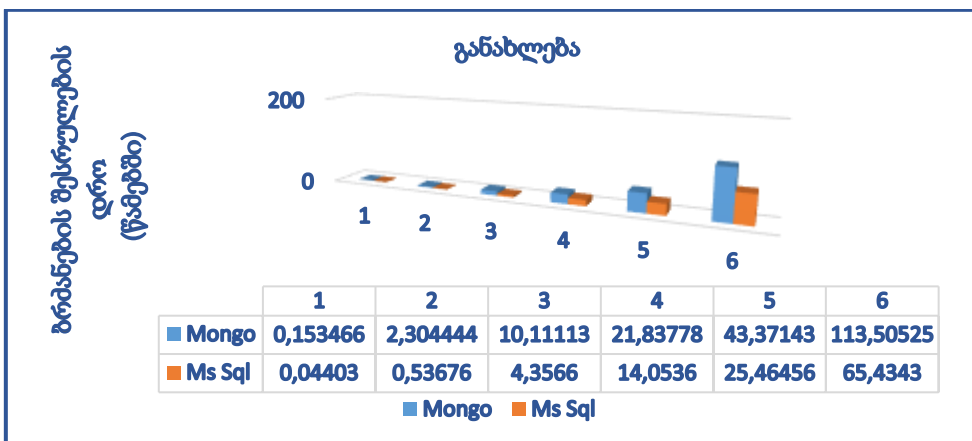
შერჩევის ოპერაციით ექსპერიმენტებისთვის (ნახ.4), გამოყენებული იქნა შემდეგი სცენარი: გაზომილი იყო ოპერაციების შესრულების დრო შერჩევის პირობით იმავე ჩანაწერებისთვის, შესაბამის ველზე აგებული ორობით საძიებო ხეზე დაფუძნებული ინდექსით და მის გარეშე.



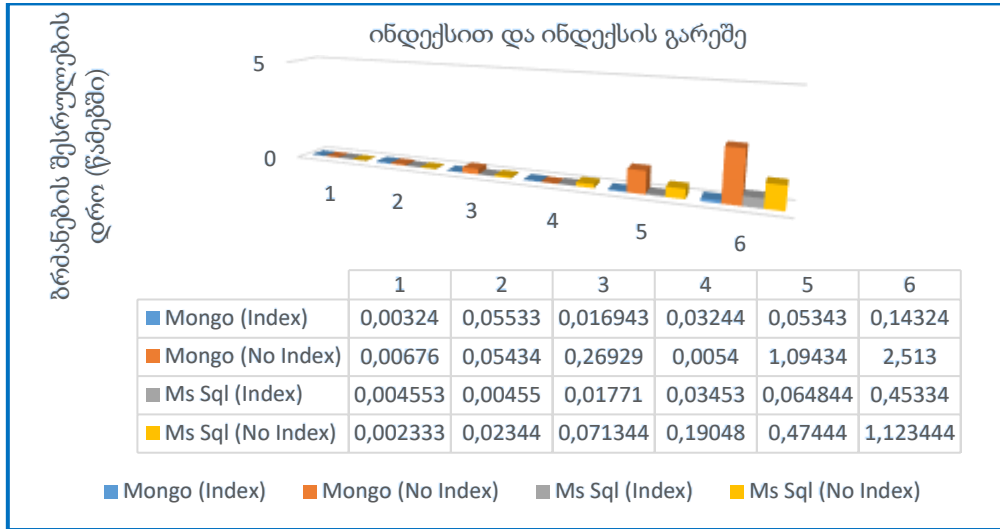
ნახ.1. „ონლაინ მაღაზია-საწყობის“ სტრუქტურა Ms SQL Server-ისთვის



ნახ. 2. ჩასმის ოპერაციების შესრულების დროის შედარება



ნახ.3. განახლების ოპერაციების შესრულების დროის შედარება

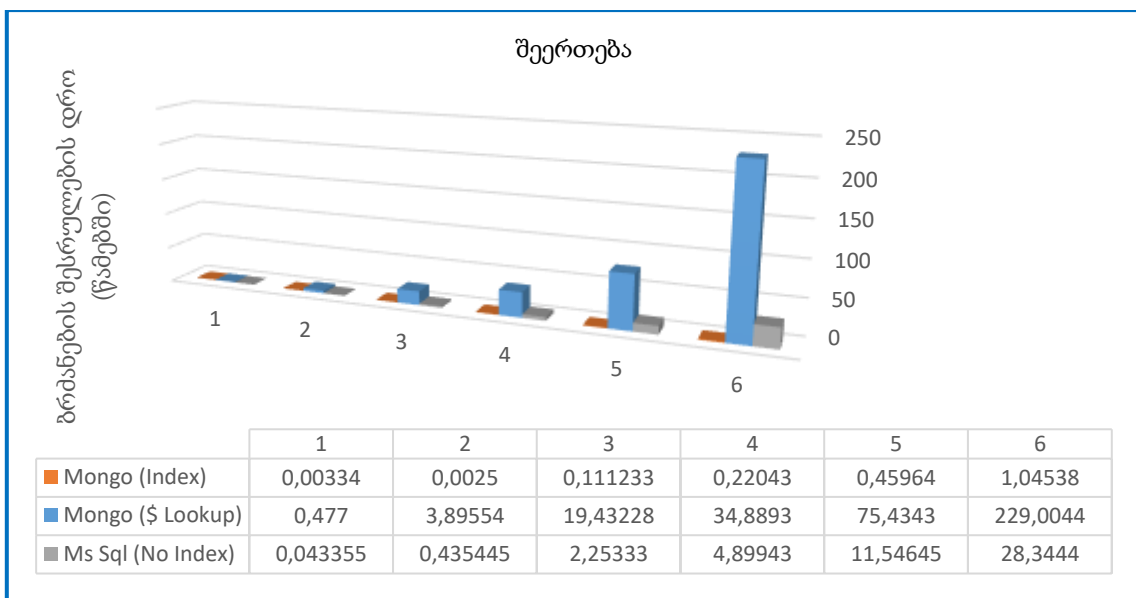


ნახ.4. ინდექსით და მის გარეშე ჩატვირთვის ოპერაციების შესრულების დროის შედარება

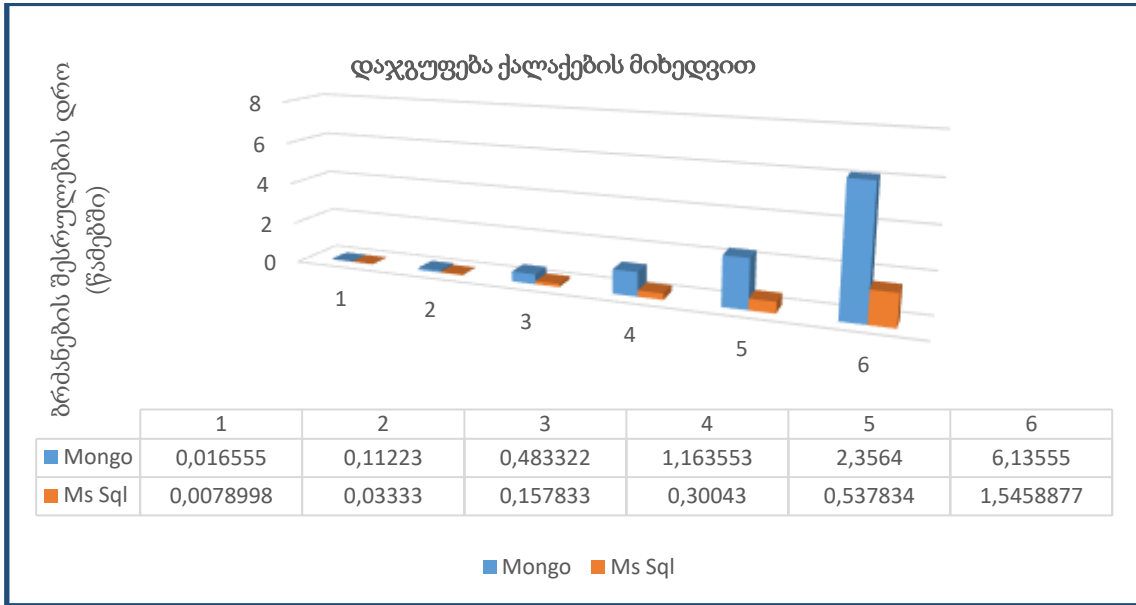
მოთხოვნის მიხედვით, ჩანაწერების ერთი პროცენტი დაკმაყოფილდა. მე-5 ნახაზი გვიჩვენებს ექსპერიმენტების შედეგებს შერჩეული ოპერაციით ცხრილის შეერთებით.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, დღეს სიტყვა NoSQL გაგებულია არა როგორც DBMS, რომელიც არ მიეკუთვნება SQL სტანდარტს, არამედ ის, რაც არ არის რელაციური. მით უფრო გასაკვირია, რომ MongoDB - 5.0.8 ვერსიაში - დეველოპერმა კომპანიამ უზრუნველყო შესაძლებლობა კავშირების ორგანიზაცია ცხრილის საერთო ველების მიხედვით [3].

ამჟამად შეერთება შეგიძლიათ მხოლოდ ერთ ველზე და მხოლოდ მარცხენა გარე შეერთების ფორმატში. ამრიგად, ამ მოთხოვნის შესრულების არსებული შეზღუდვებისა და დროის მახასიათებლების საფუძველზე, არჩეულ NoSQL გადაწყვეტაში ცხრილების შეერთების ორგანიზებისას სხვა მეთოდები უნდა იქნას გამოყენებული. ექსპერიმენტი (ნახ.5) ეფუძნება ბრძანებას, რომელიც ითვლის რესურსის რამდენი მომხმარებელია მოცემული ქალაქიდან (ნახ.6).



ნახ.5. მონაცემთა შეერთების ოპერაციების შესრულების დროის შედარება



ნახ. 6. მონაცემთა დაჯგუფების ოპერაციების შესრულების დროის შედარება

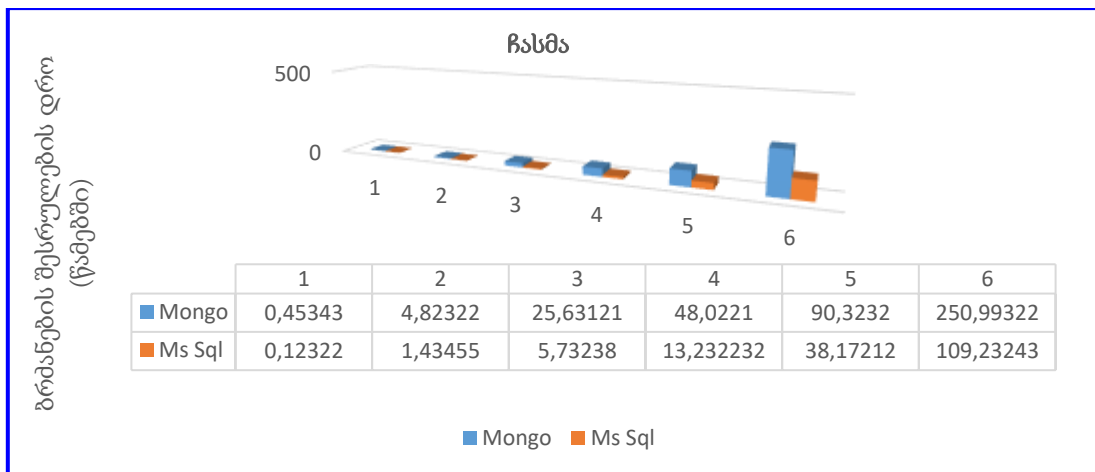
ამრიგად, ექსპერიმენტები აჩვენებს Ms SQL Server-ის უპირატესობას ყველა ამოცანაში, გარდა ინდექსირებული ძიებისა.

რაც შეეხება შეერთების ოპერაციას, NoSQL DBMS მონაცემების დენორმალიზების გადაწყვეტილება პირდაპირ დამოკიდებულია კონკრეტულ ამოცანაზე, თანმიმდევრულობის შენარჩუნებისა და ზედმეტი ინფორმაციის შენახვის ხარჯების გათვალისწინებით.

4. ექსპერიმენტი JSON დოკუმენტებით

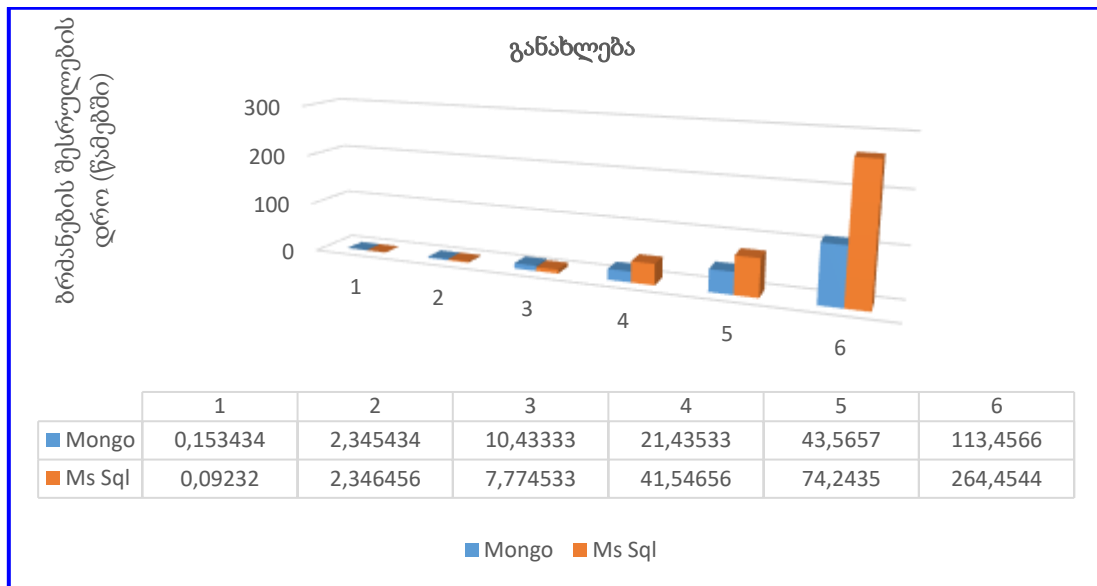
Ms SQL Server DBMS მხარს უჭერს JSON-თან მუშაობას უკვე რამდენიმე წელია [4]. დოკუმენტების წინასწარი დამუშავების გამო, JSONB შეიძლება იყოს უფრო ნელი, ვიდრე ორიგინალი JSON ჩანართები, მაგრამ მონაცემთა დამუშავება და მოძიება უფრო სწრაფია.

ექსპერიმენტების სერია იწყება მონაცემთა ჩასმის ოპერაციებით (ნახ.7). გამოყენებული დატვირთვის სპეციფიკიდან გამომდინარე, Ms SQL Server-ის უპირატესობა საკმაოდ მოულოდნელი ჩანს.



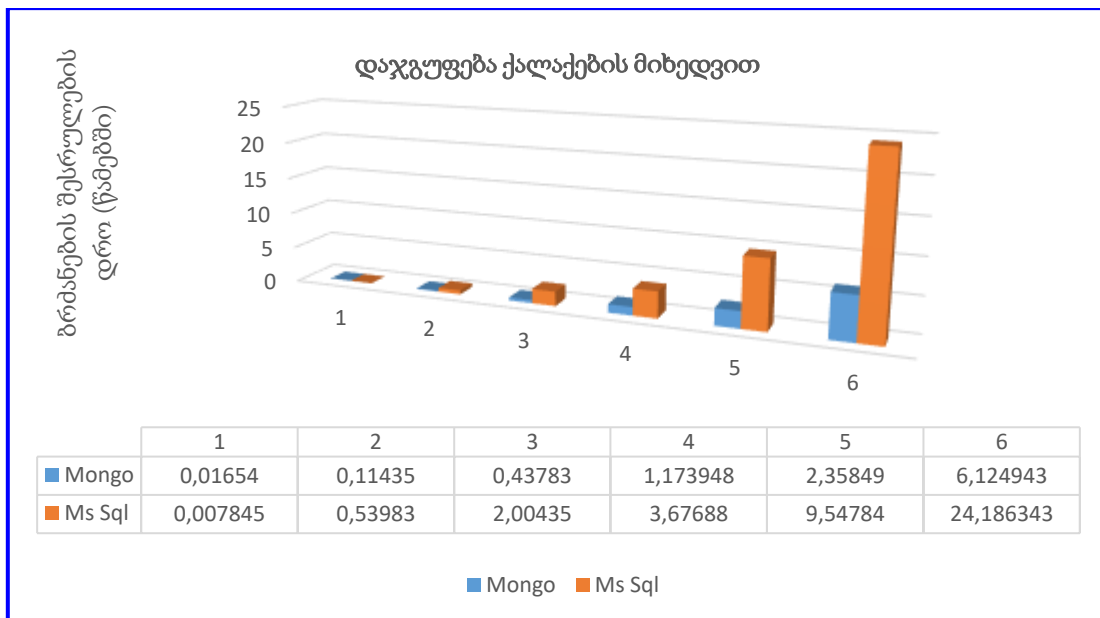
ნახ.7. მონაცემთა ჩასმის ოპერაციის შესრულების დროის შედარება

შემდეგი ბიჯი არის JSON დოკუმენტების განახლება (ნახ.8). წინა ექსპერიმენტისგან განსხვავებით, ამჯერად MongoDB-ს აქვს უპირატესობა.



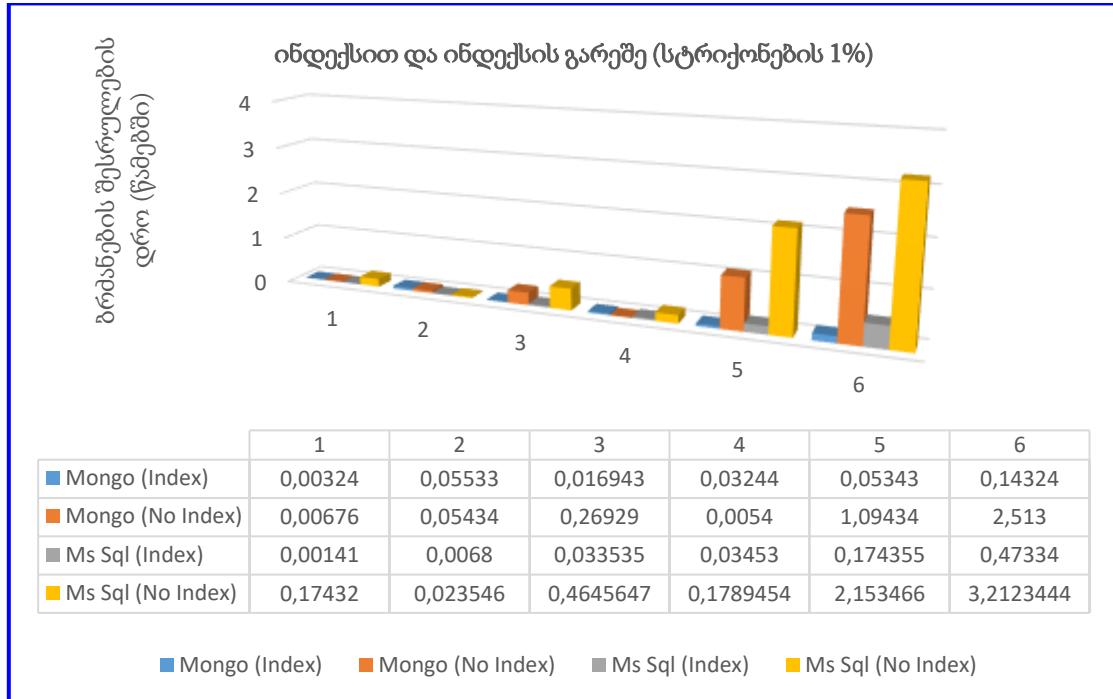
ნახ.8. მონაცემთა განახლების ოპერაციის შესრულების დროის შედარება

მონაცემთა დაჯგუფება, მიუხედავად ასეთი მოთხოვნის ანალიტიკური ხასიათისა, საუკეთესოდ სრულდება MongoDB-ის მიერ (ნახ.9).



ნახ.9. მონაცემთა დაჯგუფების ოპერაციის შესრულების დროის შედარება

ინდექსის გამოყენებით ექსპერიმენტის შედეგები ნაჩვენებია მე-10 ნახაზზე.



ნახ.10. მონაცემთა შერჩევის ოპერაციების შესრულების დროის შედარება პირობით ინდექსით და მის გარეშე JSON დოკუმენტებში.

5. დასკვნა

სტატიის მომზადების პროცესში მოხდა მსგავს თემებზე არსებული კვლევების განხილვა, ტესტის მონაცემების მომზადება, Ms SQL Server-თან, MongoDB-თან მუშაობის ტექნიკური ასპექტების გაცნობა, განაწილებული გარემოს და გარე მონაცემთა შეფუთვა. შესაბამისი ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზმა განაპირობა შემდეგი დასკვნები:

1) Ms SQL Server ჯობნის MongoDB-ს მონაცემთა ჩასმის ოპერაციებში, თუნდაც განაწილებულ გარემოში და JSON დოკუმენტების გამოყენებით, რაც უარყოფს ექსპერტთა მოსაზრებას, MongoDB-ის უპირატესობის შესახებ ინფორმაციის აღრიცხვის ამოცანებში;

2) MongoDB უფრო სწრაფია, ვიდრე Ms SqQL Server. JSON დოკუმენტის დატვირთვა აბსოლუტური უმრავლესობისთვის, მაგრამ ზოგადად, დროის სხვაობა არ არის ისეთი მნიშვნელოვანი, როგორც მოსალოდნელია რელაციური DBMS-ისა და ისეთი DBMS-ის შედარებისას, რომლისთვისაც JSON დოკუმენტი რეალურად წარმოდგენის ერთადერთი ფორმატია;

3) ექსპერიმენტების შედეგებმა აჩვენა MongoDB-ის ლიდერობა ძიების ინდექსში. ამრიგად, ამ DBMS-ის გამოყენება გამართლებულია იშვიათად ცვალებადი და ხშირად წაკითხული მონაცემების შესანახად (მაგალითად ლექსიკონებში, საცნობარო წიგნებში და ა.შ.).

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Surguladze G., Kiviladze G. (2017). Introduction to NoSQL databases. GTU, "IT Consulting science Center". Tbilisi, (in Georgian). https://gtu.ge/book/NoSQL_Surgul.pdf
2. Novikov B.A., Levin M.Yu. (2017). Computer tools in education. SQL and NoSQL DBMS, St. Petersburg State University, St. Petersburg, (in Russian). <http://ipo.spb.ru/journal>
3. Zugaj W., Stefanie Beichler A.S. (2019). Analysis of Standard Security Features for Selected NoSQL Systems. American Journal of Software Engineering and Applications, April 11, <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ajsea>
4. Sharma V., Dave M. (2012). SQL and NoSQL Databases. Intern.Journ. of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, vol. 2, Issue 8, August, Tech. Scholar, Dep.of CSE, Jagan Nath University, Jaipur, India. www.ijarcsse.com

(სტატია მიღებულია 20.05.2022)

PERFORMANCE COMPARISON OF SQL AND NOSQL DBMS ANALYSIS

Margvelashvili Ana
Georgian Technical University
anmargvelashvili@gmail.com

Summary

A performance comparison between SQL and NoSQL database management systems is discussed. NoSQL systems are currently represented by a very small number of studies, and the available works often do not allow to get a complete picture, because they describe experiments with a narrow focus and rarely use these database management systems as the object of research. The article offers the results of a comparative analysis of SQL Server and MongoDB databases. In particular, a series of experiments was conducted with inserts, updates and without indexing in optional fields. Experiments have shown that MongoDB is better for simple data insertion queries, while SQL Server is used to replace non-indexed fields in full queries. Experiments also show a significant reduction in query execution time after indexing in MongoDB.

(Received 20.05.2022)

სმარტ-კონტრაქტის გამოყენება მიწოდების ჯაჭვის მენეჯმენტში

მარიამ ინაიშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
inaishvili.mariami@gmail.com

რეზიუმე

განხილულია საიმედოობისა და სანდოობის განსაზღვრის მიზნით ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის გამოყენების საკითხები. მიწოდების ეფექტურობის განმსაზღვრელი ფაქტორი შესყიდვებისა და ლოჯისტიკის თვალსაზრისით არის ნედლეულის უწყვეტი მიწოდება, რაც დამოკიდებულია სანდო მიმწოდებლის არჩევანზე, ასევე ნედლეულის ხარისხის მუდმივ გაუმჯობესებაზე და მომხმარებელ-მიმწოდებლის ურთიერთობის საიმედოობაზე. ბიზნეს-პროცესების მართვის ლოგიკა და ხელშეკრულებებზე დაფუძნებული მხარეებს შორის დადებული ურთიერთშეთანხმების ვალდებულების შემოწმება ხდება კრიპტოგრაფიულად, სმარტ-კონტრაქტის გამოყენებით.

Keywords: Smart-კონტრაქტი. ბლოკჩეინი. ტრანზაქცია. მიწოდების ჯაჭვი. მენეჯმენტი. ლოჯისტიკა. ალგორითმი. კრიპტოვალუტა. ციფრული ტექნოლოგია. ინფორმაციული ნაკადი.

1. შესავალი

მსოფლიო ეკონომიკის ციფრულმა ტრანსფორმაციამ და საინფორმაციო ნაკადების მოცულობის კოლოსალური ზრდის დინამიკამ, აქტუალური გახადა საქმიანი პროცესების მართვაში ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენება. მონაცემთა ანალიზის, რისკების შეფასების და გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი ტექნოლოგიები, კომპანიებს აძლევთ თანამედროვე გამოწვევებზე ადაპტირების შესაძლებლობას [1].

მიწოდების ჯაჭვში მატერიალური ნაკადების მართვა, პირდაპირ დაკავშირებულია ფინანსური ნაკადების მართვასთან. მომხმარებელი მომსახურების გადასახადს იხდის, პროდუქციის მიღების მომენტში, მაგრამ მიწოდების ჯაჭვში მონაწილე მხარეებს შესაძლოა ქონდეთ დროითი შეფერხება, რაც გამოწვეულია რამდენიმე საკითხით, მაგ. ტვირთის ტრანსპორტირებისას ხდება დოკუმენტების შემოწმება სხვადასხვა საბაჟო პუნქტებში, საბაჟო პუნქტები კი ძირითადად ითხოვენ ორიგინალ დოკუმენტაციას, განსაკუთრებით როგორცაა პროდუქციის წარმოშობის სერთიფიკატი EUR1, ექსპორტის ლიცენზია EX1, სასაქონლო ზედდებულებს (waybills) და ა.შ, როდესაც ტვირთი ჩადის დანიშნულების ტერმინალში ორიგინალი ზედდებულის, სერთიფიკატების ცვლილება ან არარსებობა პრობლემებთან არის დაკავშირებული რაც შესაბამისად აფერხებს პროდუქციის მიღების პროცესს. ტრანსპორტირების ტიპის მიხედვით სასაქონლო ზედდებულის სახესხვაობიდან გამომდინარე ხშირად საჰაეროსა და საზღვაო გადაზიდვებისას ერთ ტვირთზე გვხვდება შიდა და გარე ზედდებულები, HBL/MBL – MAWB/HAWB, რომელიც უფრო მეტად ართულებს პროდუქციის გაფორმების პროცესს, შესაბამისად ტველა მოცემული ფაქტორიდან გამომდინარე ფერხდება მიწოდების ჯაჭვის მენეჯმენტის სრული ციკლი. ასევე ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემად რჩება მიწოდების პროცესში ჩართული მხარეებთან ფინანსური ანგარიშსწორება, სანდოობა, უსაფრთხოება და ა.შ.

➤ *ბლოკჩეინ ტექნოლოგია*. დღეს არსებული მდგომარეობით ქვეყნებში, რომელთაც ლოგისტიკური პროცესების მართვაში არა აქვთ დიდხნიანი გამოცდილება ჩამორჩებიან ისეთ ტექნოლოგიურ კონცეფციებს, როგორცაა: საერთო პლატფორმები, მონაცემთა ანალიზი ან ღრუბლოვანი სერვისების გამოყენება, რაც აფერხებს პროცესების ოპტიმიზაციას, მიწოდების დროის და მომსახურების ხარჯების შემცირებას. ციფრული ტრანსფორმაცია კომპანიებს აძლევს შესაძლებლობას დანერგონ და გამოიყენონ ინოვაციურ ტექნოლოგიები, რომელთაც მნიშვნელოვნად შეუძლიათ შეცვალონ მიწოდების მენეჯმენტი. ერთ-ერთი ასეთი ტექნოლოგია არის ბლოკჩეინ ტექნოლოგია, რომელიც წარმოადგენს მუდმივ რეჟიმში ქრონოლოგიურად განახლებად დეცენტრალიზებული და კრიპტოგრაფიულად დაშიფრული მონაცემთა ბაზას, სადაც ინფორმაციის ავთენტურობის დაცვა ხდება მათემატიკურ წესებზე დაფუძნებული მონაცემთა ჰეშირების მეთოდით. ბლოკჩეინი ადრე ცნობილი იყო, როგორც მხოლოდ კრიპტოვალუტის ფუნქციონირების ტექნოლოგია, თუმცა ყოველდღიურობაში თანდათან იზრდება მისი როლი და დანიშნულება. ათ წელზე მეტია, ითვლება უალტერნატივო საშუალებად მონაცემთა დეცენტრალიზებულად მართვისა, გამჭვირვალობის და საიმედოობის თვალსაზრისით. [6] ბლოკჩეინ ტექნოლოგია გეოგრაფიული მდებარეობის მიუხედავად მნიშვნელოვნად ზრდის ფულადი გადარიცხვების სისწრაფეს, კონფიდენციალობის და საიმედოობის მაქსიმალური დაცვით. როგორც ცნობილია ინფორმაცია, რომელიც, დაცულია ბლოკჩეინში არ ინახება ერთ რომელიმე კონკრეტულ სერვერზე, მისი ასლები გაზიარებულია მილიონობით კომპიუტერზე. ყოველი ახალად ფორმირებული ბლოკი დაკავშირებულია წინა ბლოკთან რთული მათემატიკური ალგორითმით, რაც გამორიცხავს არასანქცირებულ წვდომას, მონაცემთა ცვლილებას, წაშლას და ფიზიკურ დაზიანებას. ბლოკჩეინ ტექნოლოგიის გამოყენება შესაძლებლობათა ფართო სპექტრს აძლევს მიწოდების ჯაჭვში მონაწილე მხარეებს, გამორიცხავს უნდობლობას, უსაფრთხოებს და გამჭვირვალეს ხდის მიმდინარე ბიზნესპროცესებს და მიწოდების ჯაჭვში მონაწილე მხარეებს, აყენებს უპირატესი მდგომარეობაში, რადგან შუამავლების და დამატებითი ფინანსური რესურსების დანახარჯების გარეშე შეუძლიათ თანამშრომლობის პირობები და უსაფრთხოების საკითხები განსაზღვრონ სმარტ-კონტრაქტის საფუძველზე, რომელიც ერთის მხრივ ეყრდნობა ბლოკჩეინზე არსებულ მონაცემებს და, მეორე მხრივ, მონაწილეობს ბლოკჩეინის მონაცემთა ბაზის განახლებაში.

➤ *სმარტ-კონტრაქტი*. სმარტ-კონტრაქტი პროგრამული კოდია, რომელიც განთავსებულია ბლოკჩეინში და უზრუნველყოფს ხელშეკრულების პირობების შესრულებას. ბლოკჩეინზე სმარტ-კონტრაქტის განთავსება ნიშნავს იმ რთული პროცესის გამარტივებას, რომელშიც რამდენიმე მხარე ნდობის ნაკლებობის გამო მონაწილეობს [2]. იგი ტრანზაქციათა პროტოკოლების ერთობლიობაა, რომელიც მათემატიკური ალგორითმების გამოყენებით ავტომატიზებულად, ამოწმებს კონტრაქტის პირობების შესრულებას და ინახავს ბლოკჩეინ პლატფორმაზე. ალგორითმის მუშაობის პირობა და მუშაობის თანმიმდევრული პრინციპი, განისაზღვრება მათემატიკური მეთოდების ლოგიკით. სმარტ-კონტრაქტის მუშაობის ლოგიკას განსაზღვრავს ინტერნეტ ქსელში ბლოკებად წარმოდგენილი ჯაჭვური პროცესი, რომელიც ქსელში მიმდინარე ყველა ოპერაციასთან კავშირშია [3, 5]. იგი სრულდება დამოუკიდებლად, რომლის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ლოგიკურ ოპერატორებზე - if/then. პირობაში ჩადებულია კონტრაქტში გათვალისწინებული მხარეებს შორის დადებული შეთანხმებები, რომელთა შესრულება მოხდება მხოლოდ დადგენილი პირობების დაცვის შემთხვევაში [4].

მიწოდების ჯაჭვში მონაწილე სმარტ-კონტრაქტის მხარეებს შორის დადებული ურთიერთშეთანხმების ვალდებულების შესრულება დადასტურებულია უნიკალური ციფრული ხელმოწერით, რომელიც დაცულია განაწილებულ ციფრულ ტრანზაქციათა რეესტრში - ბლოკჩეინში. სმარტ-კონტრაქტს შეიძლება ვუწოდოთ პროგრამული უზრუნველყოფის კონტეინერი, სადაც გაერთიანებულია, მოლაპარაკების მონაწილეები/მხარეები, მოლაპარაკების ობიექტი და კრიპტოვალუტა ან რომელიმე სხვა აქტივი. ხელშეკრულების პირობები მოცემულია პროგრამული კოდებით, რომლებიც იმპლემენტირებულია ბლოკჩეინ პლატფორმაზე, სადაც უზრუნველყოფილია ავტონომიურობა, გამჭვირვალობა და, რაც მთავარია, ხელშეკრულების იმ პირობების წინასწარ შემოწმება, რომლებიც დადებულია მხარეებს შორის [6-8].

ჭკვიანი-კონტრაქტების შესაქმნელად არის რამდენიმე პლატფორმა, რომელთაგან Ethereum-ს გამოარჩევენ. მისთვის დამუშავებულია სპეციალური დაპროგრამების ენა Solidity, რომელიც მხოლოდ სმარტ-კონტრაქტების შექმნაზეა ორიენტირებული

სმარტ-კონტრაქტის მოქმედებაში მოსაყვანად, ინიცირებისთვის გამოიყენება გაშვების ალგორითმი, რომელიც გააქტიურდება საწყისი კოდის შესაბამისი პირობის შესრულების შედეგად.

2. ძირითადი ნაწილი

მიწოდების ჯაჭვის შემადგენელი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი რგოლი ტრანსპორტირება, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ხშირად ფერხდება ქალაქებში არსებული იმ დოკუმენტაციის გამო, რომელიც სანდოობისა და დამაჯერებლობისთვის დადასტურებულ უნდა იქნას ხვადსხვა უფლებამოსილი პირისგან და წარდგენილი იყოს ნაბეჭდი ფორმით. აღნიშნული პროცესი ზრდის დროს და ფინანსური რესურსის დანაკარგებს და ასევე თაღლითური გარიგებების შესაძლებლობის ალბათობას [8-11].

ცხრილში წარმოდგენილია, იმ დოკუმენტაციის ჩამონათვალი, რომელთა წარდგენა ტრანსპორტირებისას საბაჟო გამშვებ პუნქტებში დღემდე ხდება ნაბეჭდი სახით, მათ შორის ტვირთის წარმოშობის სერტიფიკატი (EUR1)

შესყიდვები	ლოგისტიკა
მიმწოდებელი	ტრანსპორტირება
ძირითადი დოკუმენტაცია	
ხელშეკრულება	ხელშეკრულება სატრანსპორტოსთან
ინვოისი (პროდუქციის INV)	CMR (Direct)-საგზაო ზედდებული
შეფუთვის ფურცელი (PL)	Air waybills (MAWB/HAWB) საჰაერო ზედდებული
წარმოშობის სერტიფიკატი (EUR 1)	Rail waybill (Direct) სარკინიგზო ზედდებული
ფიტო სანიტარული სერტიფიკატი	sea waybill (MBL /HBL) საზღვაო ზედდებული
მასალის უსაფრთხოების მონაცემთა ფურცელი (MSDS)	სატრანსპორტო ინვოისი
ექსპორტის ლიცენზია (EX 1)	
სადაზღვეო ხელშეკრულება	

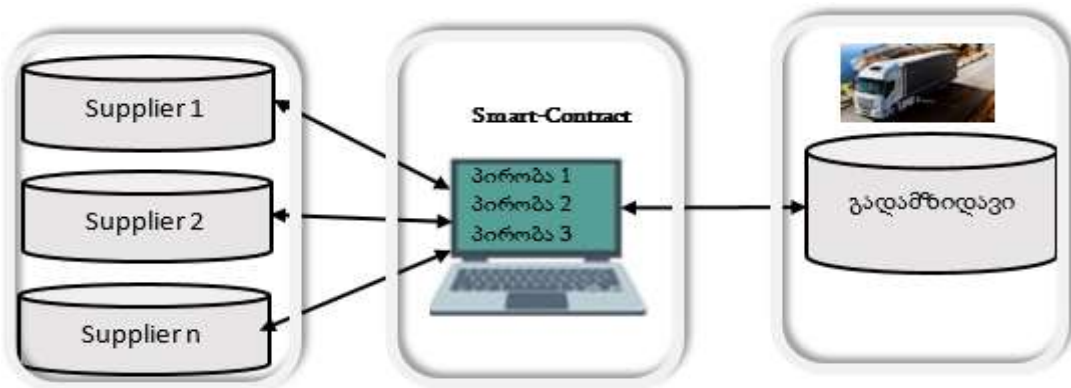
ჩემოთვლილი დოკუმენტაციის წარდგენა ხშირ შემთხვევაში იწვევს დამატებითი ხარჯების და მიწოდების დროის გაზრდას, ბიზნესპროცესის შეყოვნებას, მალეფუჭებადი ან საშიში ტვირთების შემთხვევაში, პროდუქციის გაფუჭების ან დაზიანების რისკის გაზრდას.

აღნიშნული პრობლემის გადაჭრის გზად გვესახება, ტრანსპორტირების პროცესში სმარტ-კონტრაქტის გამოყენება, სადაც მიმწოდებლების და გადამზიდავის ავთენტურობის შესახებ ინფორმაცია დაცული იქნება ბლოკჩეინში, ხოლო მათ შორის ურთიერთშეთანხმების პირობები განისაზღვრება სმარტ-კონტრაქტის გამოყენებით. ხელშეკრულების პირობის საბოლოო დადასტურებამდე და მომსახურების თანხის გადარიცხვამდე, ლოგიკურად შედგენილი მატემატიკური ალგორითმის და პროგრამული კოდის გამოყენებით შემოწმდება მხარეებს შორის კონტრაქტით გათვალისწინებული პირობების შესრულება.

ამოცანის რეალიზებისთვის გამოვიყენეთ პლატფორმა – Ethereum განაწილებული ბლოკჩეინ პლატფორმა, სადაც შესაძლებელია გამოყენებული იქნას ნებისმიერი მათემატიკური ფუნქცია. ბლოკჩეინში ჩაწერილი კონკრეტული მისამართის დახმარებით ჩვენ შეგვიძლია გამოვიძახოთ სმარტ-კონტრაქტის კოდი, ხოლო თვითონ სმარტ-კონტრაქტი გაეშვება ერთ-ერთ კვანძზე რომელიც არის Ethereum პლატფორმის ნაწილი.

სმარტ-კონტრაქტის გაშვების პროცესის ამოქმედებისთვის შესაძლებელია გამოყენებული იქნას დროის ნიშნულის ფუნქცია, რომელიც გამოიძახებს გადახდის/ანგარიშწორების შესაბამის მეთოდს. დროის შემოწმება ასევე შეიძლება თვითონ უშუალოდ ჰკვიან კონტრაქტში გადახდის ინიცირების მეთოდის გამოძახების წინ.

ჩვენს მიერ დასმული ამოცანა მარტივი სტრუქტურით შეიძლება წარმოვადგინოთ ქვემოთ მოცემულ ნახაზის სახით (ნახ.1).



ნახ.1

ტრანსპორტირებისას თავს იჩენს ნდობის ფაქტორი, როგორც მიმწოდებლის, (როდესაც ხდება პროდუქციის მიწოდებამდე თანხის წინასწარი გადახდა) ასევე გადამზიდავის მხრიდან (პროდუქციის მიწოდების შემდეგ თანხის ნაწილობრივი გადახდა). აღნიშნულ პროცესში მნიშვნელოვანია ნდობის ფაქტორის გაზრდა განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში თუ ანგარიშწორება ხდება ელექტრონულად. ჰკვიანი-კონტრაქტი, შესრულდება მაშინ, როდესაც ციფრული ფულის გადარიცხვის დადასტურება მოხდება. ე.წ. მედიატორის (Escrow) მიერ. ასეთი სქემით მომხმარებელი თანხას გადარიცხავს Escrow-ზე, სადაც „მედიატორი“-ანუ პროგრამული კოდი ამოწმებს ხელშეკრულების პირობების შესრულებას.

ჩვენ მიერ განხილული მაგალითზე მოწმდება მიღებული პროდუქციის როგორც რაოდენობრივი მაჩვენებელი, ასევე ხარისხობრივი, რის შემდეგაც Ethereum პლატფორმა ითავსებს მედიატორის ფუნქციას, დადასტურებული დადებითი პასუხის შემთხვევაში მოხდება თანხის გადარიცხვა ანგარიშზე.

კვლევის პროცესში ჩვენ მიერ ინიცირებული პროცესისთვის პროგრამული კოდი დაწერილია Solidity-ში, Ethereum-ის პროგრამულ ენაზე. პროექტი წარმოადგენს dApp-ს (Decentralized Application)-ს, რომელიც ოპერაციების შესასრულებლად იყენებს Ethereum-ის გამოთვლით ვალუტას Gas-ის სახით. პროგრამული კოდის რეალიზებისთვის გამოვიყენეთ Token ობიექტი, როგორც შეზღუდულ რესურსზე წვდომის საშუალება. ის ელექტრონული გასაღების მსგავსად მოქმედებს დაშვების პირობის მიღებისთვის.

სისტემაში ჩართული თითოეული მომხმარებელი თავისი კონტრაქტის დასამუშავებლად სისტემას უხდის გარკვეული რაოდენობის token-ებს, რომელიც პროპორციულია სისტემის მიერ გაწეული დატვირთვის, და ასევე დაფარავს გამოთვლის Gas ხარჯებს. გადახდის პროცესი ხორციელდება ERC-20 თოქენების მფლობელობის გადაცემით.

Token-ები ასევე გამოვიყენეთ ჭკვიანი კონტრაქტით გათვალისწინებული თანხის ანაზღაურების სახით, Ethereum სისტემიდან გაუსვლელად, რადგან Token-ს მონეტარული ღირებულება აქვს. აღნიშნული პროცესი ილუსტრირებული ქვემოთ მოცემულ პროგრამულ კოდში (ნახ.2).

```

1 // The object 'Contracts' will be injected here, which contains all data for all
2 // Contracts['Token'] = {
3 //   abi: [],
4 //   address: "0x...",
5 //   endpoint: "http://..."
6 // }
7
8 // Creates an instance of the smart contract, passing it as a property,
9 // which allows web3.js to interact with it.
10 function Token(contract) {
11   this.web3 = null;
12   this.instance = null;
13   this.Contract = contract;
14 }
15
16 // Initializes the "Token" object and creates an instance of the web3.js library.
17 Token.prototype.init = function() {
18   // Creates a new Web3 instance using a provider
19   // Learn more: https://web3js.readthedocs.io/en/v1.2.0/web3.html
20   this.web3 = new Web3(
21     (window.web3 && window.web3.currentProvider) ||
22     new Web3.providers.HttpProvider(this.Contract.endpoint)
23   );
24
25   // Creates the contract interface using the web3.js contract object
26   // Learn more: https://web3js.readthedocs.io/en/v1.2.0/web3-eth-contract.html
27   var contract_interface = this.web3.eth.contract(this.Contract.abi);
28
29   // Defines the address of the contract instance
30   this.instance = this.Contract.address
31   ? contract_interface.at(this.Contract.address)
32   : { createTokens: () => {} };
33 };
34
35 // Displays the token balance of an address, triggered by the "Check balance" but
36 Token.prototype.showAddressBalance = function(hash, cb) {
37   var that = this;
38
39   // Gets form input value
40   var address = $("#balance-address").val();

```

ნახ.2

პროგრამული კოდის რეალიზებისას ხელშეკრულების მონაწილე მხარედ წარმოვადგინეთ Client, ობიექტი

Supplier: პროგრამულ კოდში ლოგიკის დაწერის დროს წარმოადგენს Client-ს, რომელმაც უნდა შეასრულოს ხელშეკრულებით გათვალისწინებით პირობა ანაზღაურების სანაცვლოდ.

Recipient: წარმოადგენს Client-ს, რომელიც ვალდებულია, ჭკვიანი კონტრაქტის პირობების შესრულების შემთხვევაში გასწიოს ანაზღაურება Supplier-ის მიმართ (ნახ.3).



```

1  pragma solidity >=0.4.22 <0.7.0;
2
3  /**
4   * @title Shipment
5   * @dev Implements proof process along with delivery delegation
6   */
7  contract Shipment {
8
9     struct Recipient {
10        bool voted; // if true, the shipment has already arrived
11        address delegate; // recipient delegated to
12        uint vote; // index of the recipient
13    }
14
15    struct Product {
16        // If you can limit the length to a certain number of bytes,
17        // always use one of bytes1 to bytes32 because they are much cheaper
18        bytes32 name; // short name (up to 32 bytes)
19        uint weight; // weight is accumulated by delegation

```

ნახ.3

Shipment: წარმოადგენს Product-ების ნაკრებს, რომლის Recipient-ისთვის მიწოდებაზეც პასუხისმგებელია Supplier (მომწოდებელი).

3. დასკვნა

Blockchain ტექნოლოგია არის განაწილებული მონაცემთა ბაზა, რომელიც აღრიცხავს მიწოდების ჯაჭვში შესრულებულ ყველა ოპერაციას. ბლოკჩეინის მთავარი პრიორიტეტია ის, რომ იგი მხარეებს საშუალებას აძლევს ერთმანეთთან ქონდეთ უშუალო კომუნიკაცია მესამე ნდობით აღჭურვილი პირის გარეშე. ბლოკჩეინში კრიპტოვალუტის გარდა შესაძლებელია განთავსდეს სმარტ-კონტრაქტი, სადაც პროგრამული კოდების გამოყენებით მხარეებს შორის ხდება დადებული ხელშეკრულების პირობების შემოწმება.

სმარტ-კონტრაქტების შედგენისთვის მოვახდინეთ ტრანსპორტირებისათვის საჭირო დოკუმენტაციის აღრიცხვა და მათი რეალიზება Ethereum-ის პლატფორმაზე. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევის შედეგად ტვირთის წარმოშობის სერტიფიკატის გარდა, ტექნიკურად შესაძლებელია, თითქმის ყველა დოკუმენტის სმარტ-კონტრაქტის სახით წარმოდგენა, სადაც დაცული იქნება კონფიდენციალურობა, უსაფრთხოება, სიზუსტე, შესრულების სისწრაფე და ეკონომიურობა.

ბლოკჩეინ და სმარტ-კონტრაქტ ტექნოლოგიის გამოყენება მიწოდების ჯაჭვის მართვაში არის ყველაზე ოპტიმალური გადაწყვეტილება, რათა შემცირდეს ხარჯები, დაჩქარდეს ბიზნეს-პროცესები, სწორად და დროულად მოხდეს ფინანსური ანგარიშწორება, საიმედოობა იყოს გარანტირებული და არ მოხდეს ინფორმაციის ცვლილება, როგორც სახელმწიფო რეესტრებში ასევე დაინტერესებულ მხარეებს შორის შესრულებულ ტრანზაქციებში. აღსანიშნავია ისიც, რომ მონაცემები ინახება ღია დეცენტრალიზებულ ბლოკჩეინში, რომელიც იძლევა სწრაფი აუდიტის და კონტროლის ჩატარების საშუალებას.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Doborjginidze G., Petriashvili L. (2020). Improving Efficiency Of Inventory Identification System. European Science Review, Issue 1-2/. DOI: <https://doi.org/10.29013/ESR-20-1.2-84-88> Pages:
2. Delmolino K., Arnett M., Kosba A., Miller A., Shi E. (2016). Step by step towards creating a safe smart contract: Lessons and insights from a cryptocurrency lab," in International Conference on Financial Cryptography and Data Security. Springer, pp. 79-94
3. Morabito V. (2017). Smart contracts and licensing," in Business Innovation Through Blockchain. Springer, pp. 101-124
4. Lin William Cong. (2017). Blockchain Disruption and Smart Contracts. Booth School of Business, Univ. of Chicago Booth School and NBER. (JEL C73, D82, D86, G29, L13, L86) Received May 31; editorial decision May 29, 2018 by Editor Itay Goldstein.
5. Lewis A., (2016). A gentle introduction to smart contracts," Available online at: <https://bitsonblocks.net/2016/02/01/a-gentle-introduction-to-smart-contracts/> [Accessed 25/02/2017].
6. Vigna P., Casey M.J. (2018). The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything Hardcover – February 27
7. Al-Bassam M. (2017). Scpki: A smart contract-based pki and identity system," in Proceedings of the ACM Workshop on Blockchain, Cryptocurrencies and Contracts, BCC '17, pp. 35-40, ACM
8. Why Paper in Your Supply Chain is Bad for Business. (2016). Internet resource: <https://www.dawsonconsulting.com.au/why-paper-in-your-supply-chain-is-bad-for-business/> (10.05.22)
9. Internet resource: <https://www.zebra.com/content/dam/zebra/white-papers/en-us/eliminate-7-wastes-real-time-asset-mgmt-white-paper-en-us.pdf> (15.05.22)
10. Dixon L. (2020). Four ways to eliminate paper in procurement. Internet resource: <https://www.supplychaindigital.com/procurement/four-ways-eliminate-paper-procurement> (15.05.22)

(სტატია მიღებულია 21.05.2022)

APPLICATION OF SMART CONTRACT IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT INAISHVILI MARIAM

Inaishvili Mariam

Georgian Technical University
inaishvili.mariami@gmail.com

Summary

The issues of using blockchain technology to determine reliability and trustworthiness are discussed. The determining factor of supply efficiency from the point of procurement and logistics is the uninterrupted supply of raw materials which depends on the selection of a reliable supplier, as well as the continuous improvement of the quality of raw materials and the reliability of the customer-supplier relationship. The logic of business processes management and the contractual obligation between the parties are verified cryptographically, using a smart contract.

(Received 21.05.2022)

მიკროსერვისული პროექტების ინფრასტრუქტურის (არქიტექტურის) აგების ერთი კონცეფციის შესახებ

კონსტანტინე თაგაური, გია სურგულაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

tagauri@gmail.com, g.surguladze@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია ბიზნეს-ობიექტების მენეჯმენტის პროცესების ავტომატიზებული სისტემის ინფრასტრუქტურის (არქიტექტურის) დაპროექტების და პროგრამული რეალიზაციის საკითხები მიკროსერვისების კონცეფციის საფუძველზე. წარმოდგენილია ამ მიმართულებით პროგრამული დეველოპმენტის თანამედროვე მეთოდოლოგიებისა და მეთოდების მოკლე ანალიზი. კერძოდ, შემოთავაზებულია Microsoft-ის ASP.Net Core ტექნოლოგიის საფუძველზე ბილინგისა და პრომო აქციების ეკოსისტემის პროექტის გადაწყვეტა, რომელიც ინტეგრირებადია სხვა სისტემებთან. მომხმარებლის ინტერფეისის (UI) აქვს ადმინისტრირების მოდულის სახე და მისი ვებ-რეალიზება წყდება Angular-ზე. მონაცემთა სწრაფი მიმოცვლის უზრუნველსაყოფად სერვერის მხარეს გამოიყენება დისტრიბუციული ქეშირება NoSQL ტიპის Redis ბაზისათვის. კლიენტ-სერვერ კომუნიკაციისთვის გამოიყენება SignalR API ორ მოდელით: მუდმივი კავშირები და ჰაბები.

საკვანძო სიტყვები: მიკროსერვისი. ინფრასტრუქტურა. არქიტექტურა. ეკოსისტემა. დაპროექტება. პროექტების მართვა. Agile. კლიენტ-სერვერი. Asp.NET Core, Redis. SignalR.

1. შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოში საკმაოდ მზარდი ტემპით ფართოვდება პროგრამული პროდუქტების ინდუსტრიის საერთაშორისო ბაზარი. „Covid-19“ პანდემიით გამოწვეული პორცესებიდან გამომდინარე, საგრძნობლად გაიზარდა მოთხოვნა ციფრულ პროდუქციაზე, იქნება ეს ელექტრონული კომერცია, მართვის სისტემები თუ სხვ. იზრდება მოთხოვნა და შესაბამისი პროექტების რაოდენობა, ბევრი რამ გადავიდა დისტანციურ (ელექტრონულ) ფორმატზე, გახდა საჭირო სხვადასხვა სისტემის ინტეგრირება, ზოგ ბიზნესს კი თავიანთი სისტემის შექმნა და განვითარება დაუდგა დღის წესრიგში. შესაბამისად, სოფტვეარის დეველოპმენტიც უნდა გაჰყვეს ამ რითმს და არ უნდა ჩამორჩეს თანამედროვე გამოწვევებს და მსოფლიოში განვითარებულ პროცესებს.

პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარებას შეიძლება დავაკვირდეთ წლების მანძილზე მიღებული შედეგების მიხედვით; მაგალითად, გადავხედოთ, როგორ ვითარდებოდა გარკვეული სისტემები დროის განმავლობაში. ეს განვითარება ყოველთვის ეყრდნობოდა ერთ პრინციპს – მაქსიმალურად დაკმაყოფილდეს სისტემის მომხმარებელთა მოთხოვნები [1,2].

დროთა განმავლობაში კი მომხმარებელთა რაოდენობა მუდმივად იზრდება. შესაბამისად, მუდამ აქტუალურია რეალიზებული პროექტების შემდგომი სრულყოფა. კერძოდ, თუ მაგალითად, სისტემა ემსახურებოდა 1000 მომხმარებელს და RPS ჰქონდა 2-3, დღეს შეიძლება იყოს საჭიროება, რომ ის მოემსახუროს მილიონ მომხმარებელს, შესაბამისად, არსებული კოდი თუ სტრუქტურა კარგავს მწარმოებლურობას და საჭირო ხდება პროექტის გადაწერა ახალ

ტექნოლოგიებზე, თანამედროვე ინსტრუმენტების გამოყენებით და, რაც მთავარია, *სწორი არქიტექტურით*.

მართებული არქიტექტურის (ინფრასტრუქტურის) საკითხს აუცილებლად უნდა გაესვას ხაზი, რადგან არასწორად შერჩეული არქიტექტურა, პატერნები, ფრეიმვორკები, კოდის წერის კონვენციები, შეიძლება ითქვას, განწირულია კრახისთვის long-term ჭრილში.

ჰორიზონტალური მასშტაბირება ყოველთვის ვერ იქნება გამოსავალი და დგება მომენტი, როდესაც პრობლემები უნდა გადაწყდეს ვერტიკალური მასშტაბირების საფუძველზე. დრო და დრო, ყველა ამ პრობლემისა თუ გამოწვევის გათავლისწინებით, იცვლებოდა და იცვლება ტექნოლოგიები, არსებობს კოდის შექმნის მრავალი საშუალება, პროგრამირების რამდენიმე ენაც კი შეიქმნა, არჩევანი საკმაოდ ფართეა, თუმცა ხშირ შემთხვევაში კოდის სწორად დაწერაში, პროექტის სტრუქტურის სწორად აგებაში და პროცესების გამართვაში კონკრეტული ენა არც თუ ისე ხშირად წარმოადგენს გამოსავალს.

ამიტომაც, საკმაოდ აქტუალური თემაა თანამედროვე რეალობაში პროექტების სტრუქტურული ნაწილისა და პროცესების სრულყოფის კვლევა (გარკვეული ოპტიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტა). როდესაც ბიზნესის მხრიდან შემოსულ ამოცანას სჭირდება ციფრული იმპლემენტაცია, ძალზე მნიშვნელოვანია, როგორი არქიტექტურა იქნება გამოყენებული კოდში, იქნება ეს მონოლითური თუ მიკროსერვისული (სერვისებზე ორიენტირებული), რომელი მონაცემთა ბაზა იქნება გამოყენებული, იქნება თუ არა საჭირო მონაცემთა ქეშირება, ვების რომელი პროტოკოლების გამოყენება იქნება მართებული და ა.შ. ამისათვის, საჭიროა ბიზნესის ამოცანისა და მიზნობრივი პროდუქტის კარგად გააზრება და მხოლოდ ამის შემდეგ ფიქრის დაწყება მის რეალიზაციაზე [3,4].

რაც შეეხება პროექტების მართვას, თანამედროვე მიდგომები, ძირითად შემთხვევებში, მოიცავს Agile მეთოდოლოგიას და მის მეთოდებს, როგორიცაა Scrum, Kanban, XP, Lean და ა.შ. [5]. ამ მეთოდოლოგიას ახასიათებს დადებითი თვისებები: უმაღლესი ხარისხის პროდუქტი; მომხმარებლის კმაყოფილება; უკეთესი კონტროლი; გაუმჯობესებული პროექტის პროგნოზირებადობა; შემცირებული რისკები; გაზრდილი მოქნილობა; უწყვეტი სრულყოფა; უფრო შესაბამისი მეტრიკა.

პროექტების აგებისას ერთ-ერთი მთავარი გასათვალისწინებელი ფაქტორია Continuous Integration / Continuous Delivery / Continuous Development [6].

მიკროსერვისულ არქიტექტურაში თითოეული სერვისი დამოუკიდებელი პროექტია, რომელიც განთავსებულია ცალკე და არ აქვს მნიშვნელობა, რომელ პროგრამულ ენაზეა დაწერილი ან რომელი ტექნოლოგია გამოყენებული. შეიძლება, რომ ერთი სერვისი დაწერილი იყოს Java-ზე, მეორე C#-ზე, მესამე Python-ზე და ა.შ. ყოველ სერვისს აქვს თავისი დამოუკიდებელი მონაცემთა ბაზა, რომელთანაც ურთიერთქმედებს ცალსახად მხოლოდ ის.

შესაბამისად ჩნდება კითხვა: როგორ ურთიერთქმედებს სერვისები ერთმანეთთან ? ამისათვის გამოიყენება ე.წ. Messaging Queue-ბი, როგორიცაა RabbitMQ, Amazon MQ, Apache Kafka და სხვ. [7]. თითოეული სერვისი აგზავნის საჭირო ინფორმაციას შესაბამის რიგში, ხოლო დანარჩენი სერვისები, რომლებსთვისაც აქტუალურია ეს ინფორმაცია, იჭერენ ამ მოვლენებს (events) და ამუშავებენ თავიანთი შიგა ლოგიკების საშუალებით.

მიკროსერვისული სტრუქტურის დროს, ძირითადად, სერვისების დაყოფა ხდება ბიზნეს კონტექსტების მიხედვით. კერძოდ, თუ გვაქვს E-Commerce ტიპის სისტემა, სადაც ხდება პროდუქტების ონლაინ გაყიდვა, გვექნებოდა რამდენიმე მიკროსერვისი, როგორებიცაა:

UserService, CatalogService, PaymentService, NotificationService, ReportingService და ა.შ. მაგალითად, მომხარებლის ავტორიზაციის ლოგიკაზე სრულად პასუხისმგებელი იქნებოდა UserService და ამ ლოგიკებს არ შეეხებოდათ, თუნდაც, PaymentService-ში; ანდა გადახდასთან დაკავშირებულ ლოგიკებს არ ექნებოდა ადგილი CatalogService-ში და მათი ადგილმდებარეობა იქნებოდა მხოლოდ PaymentService.

მეორე მხრივ, მონოლითური სისტემა ერთ ადგილზე განთავსებული, ცენტრალიზებულია. მისი მართვა გაცილებით მარტივია, ვიდრე დანაწევრებული დამოუკიდებელი პროექტებისა. თუმცა, თანამედროვე დეველოპმენტში, თუ ბიზნესის ლოგიკები მოიცავს ბევრ ლოგიკას და თუ დიდ მასშტაბზეა საუბარი, მაშინ მიკროსერვისული არქიტექტურა ნამდვილად ეფექტურია.

2. ძირითადი ნაწილი

კონკრეტულად ჩვენ მიერ გამოყენებულია Microsoft-ის ASP.Net Core ტექნოლოგია, რომელიც დღეისათვის ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული სერვერული დეველოპმენტის მხრივ. მისი ბოლო ვერსიაა .Net 6, რომელიც 2021 წელს გამოუშვა Microsoft-მა და მასში კომპილატორის მწარმოებლობის მხრივ ბევრი სიახლე შეიტანა. .Net Core-ის ერთერთი დიდი უპირატესობაა მისი კროსპლატფორმულობა (Windows, Linux და სხვ.) [8].

ჩვენი ნაშრომის ექსპერიმენტულ ნაწილში ვიხილავთ პროექტს, რომელიც ბილინგისა და პრომო აქციების სისტემაა E-Commerce ტიპის დიდი ორგანიზაციებისათვის.

მოგეხსენებათ, რომ რითეილის ტიპის ბიზნესისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია აქციებისა და შეთავაზებების უზრუნველყოფა და სტრუქტურირება მომხმარებლისათვის და ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს შიგნის სისტემურად გამართულ ბილინგის სისტემას, რაც მოიცავს ანგარიშსწორებებს, კონტრაგენტების ბალანსებს, მათ მართვას, ტრანზაქციების მონიტორინგს, სხვადასხვა სისტემებთან ინტეგრაციას და ა.შ.

წარმოვიდგინოთ შემდეგი სცენარი: ჩვენ სისტემაში არსებობს ასეთი ცნება - *კომპანია*. ერთ კომპანიას შეიძლება ჰქონდეს მრავალი კონტრაგენტი, ხოლო რამდენიმე კომპანია შეიძლება ერთიანდებოდეს ერთი ბიზნესის ქვეშ. შესაბამისად, სქემა შემდეგი სახისაა:

ბიზნესი -> კომპანიები -> კონტრაგენტები (1)

ინოვაციური თვალსაზრისით ჩვენი პროგრამული უზრუნველყოფა თითოეულ კომპანიას (სამომავლოდ იგულისხმება ბიზნესზე გაფართოება) შესთავაზებს ბილინგისა და პრომო აქციების *ეკოსისტემას*, რომელიც იქნება ინტეგრირებადი სხვა ნებისმიერ სისტემასთან.

კონკრეტულად, ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, ჩვენი ეკოსისტემა აწყობილი იქნება .Net ტექნოლოგიაზე, თუმცა როგორც არქიტექტურის ზოგად ნაწილში აღვნიშნეთ, ეს არ შეუქმნის პრობლემას სხვა სისტემებს და არ იქნება იმის საჭიროება, რომ ისინი დაწერილი იყოს ამავე ტექნოლოგიით, გამომდინარე იქიდან, რომ მიკროსერვისული არქიტექტურა იძლევა მოქნილობას, ყოველი მიკროსერვისის დაიწეროს დამოუკიდებლად, ნებისმიერ ფრეიმვორკზე თუ ენაზე. ხოლო მათ შორის კომუნიკაცია მოხდეს messaging bus-ის საშუალებით (ჩვენ შემთხვევაში RabbitMQ -ით) [9]. ჩვენი პროექტის სავარაუდო არქიტექტურის წარმოსადგენად განვიხილოთ სცენარი (1) სქემის შესაბამისად.

მოცემულობაში გვაქვს ონლაინ ვაჭრობით მოსარგებლე კომპანიები. თითოეულ კომპანიას სურს შექმნას გარკვეული ტიპის აქციები (შეთავაზებები), რომლებსაც ექნება სხვადასხვა მექანიკა და იქნება აქციების წესებსა და შაბლონებს შორის ლავირების საშუალება.

მომხმარებლის ინტერფეისით (UI), რომელსაც ექნება ადმინისტრირების მოდულის სახე და სავარაუდოდ დაწერილი იქნება ვებზე, Angular-ის საშუალებით, მივცემთ თითოეულ კომპანიას შესაძლებლობას, ავტორიზირდნენ საკუთარ გვერდზე და შეიყვანონ ნებისმიერი ტიპის აქცია.

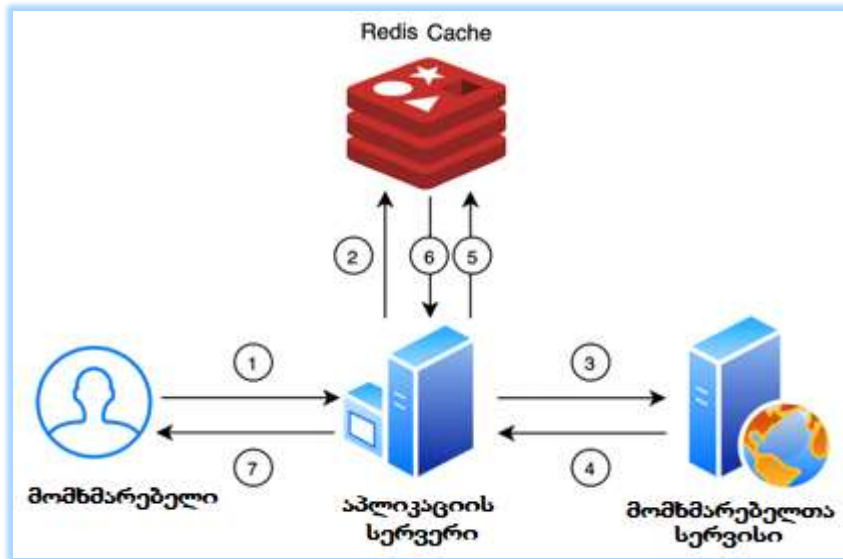
მაგალითად: - აქცია პირველ 3 შეკვეთაზე, ან თუნდაც აქცია, როდესაც შეკვეთის საერთო ჯამური ღირებულება აღემატება პირობითად 100 ლარს და სხვ. ასევე შესაძლებელი იქნება, რომელიმე სააქციო მექანიკას მოვდოთ რამდენიმე წესი და „ან“ ლოგიკური ბმის კავშირის მაგივრად გვქონდეს კავშირი „და“; - ფასდაკლება ან თუნდაც უფასო მიტანის სერვისი ყოველ მესამე შეკვეთაზე და თუ ასევე ამ შეკვეთის ღირებულება აღემატება გარკვეულ თანხას და ა.შ.

როდესაც ვსაუბრობთ აქციებსა და კონტრაგენტებზე, ცხადია თითოეული კომპანია, ბიზნესი თუ კონტრაგენტი უნდა არსებობდეს ჩვენ სისტემაში. ამას უზრუნველყოფს ჩვენი ბილინგის სისტემა, რომლის მეშვეობითაც დავარეგისტრირებთ კომპანიებსა და კონტრაგენტებს, შევქმნით ჩანაწერებს მათი ანგარიშების ბალანსებისა და ტრანზაქციების შესახებ და შესაბამისად, ამავე კომპანიებსა და კონტრაგენტებს შევთავაზებთ მართვის პანელს, სადაც ასახულია მათი მონაცემები და შეძლებენ ანალიტიკისა თუ სტატისტიკური ქმედებების განხორციელებას.

ტრანზაქციების შექმნა არ მოხდება ჩვენ ეკოსისტემაში, ეს იქნება Payment-ების სერვისის პრეროგატივა, თუმცა შვიქმნება კონკრეტული კონტრაქტები ჩვენ სისტემასთან საინტეგრაციოდ. სისტემაზე იქნება დამოკიდებული, რომ შესაბამისი კონტრაქტების მეშვეობით (დოკუმენტაციაში აღწერილი ინტერფეისებით) მიიღოს შესაბამისი მონაცემები, განახლოს კონტრაგენტთა ბალანსები, შექმნას ტრანზაქციების განახლებული ისტორია, ასახოს ეს ყველაფერი real-time-ში (ეს განხორციელდება SignalR-ის საშუალებით) და დაუბრუნოს შესაბამისი მონაცემები სხვა სისტემებს მოვლენების საშუალებით.

გამომდინარე იქიდან, რომ ტრანზაქციები ძალზე ხშირად ხდება, საჭიროა შესაბამისი ინტეგრირებისას კონტრაგენტებისა და კომპანიების შესახებ მონაცემთა სწრაფი მიმოცვლა. ამისათვის სერვერის მხარეს გამოყენებულ იქნება დისტრიბუციული ქეშირება Redis ბაზისთვის. მას აქვს built-in პარამეტრი, რომელიც კონფიგურირებადია და არის expiration time - ჩანაწერისთვის ქეშში (ნახ.1) [10]. ყოველი მოთხოვნის დროს redis შეამოწმებს, არის თუ არა კონკრეტულ key-ზე ჩანაწერი. თუ არაა, ამოიღებს ბაზიდან, შეინახავს შესაბამის key-ზე მონაცემებს და დააბრუნებს. ხოლო თუ ქეშში დახვდა ჩანაწერი, იგი სწრაფად დაუბრუნებს პასუხად შესაბამის მონაცემებს. შემდეგ მიმართვაზე კი, უკვე ექნება ბაზიდან ჩაწერილი განახლებული ჩანაწერი და გამოიყენებს მას, ასევე ძალზე სწრაფად. თუ ბაზაში ახლდება მონაცემები, შესაბამისად საჭიროა ქეშირებულ მონაცემებთან სინქრონიზირება, რათა ქეშიდან დაბრუნებული და ბაზიდან წამოღებული მონაცემები არ იყოს განსხვავებული.

აღწერილ არქიტექტურაში შეიძლება შევხვდეთ ერთ პრობლემას, როდესაც სერვისების მიერ განხორციელებულ ცვლილებებზე დამოკიდებულია მობილური მოწყობილობებისა თუ საიტის ინტერფეისი; მაგალითად, თუ ესაა E-Commerce ტიპის საიტი, მომხმარებელს გახსნილი აქვს სხვადასხვა ბრაუზერში, tab-ში, ან თუნდაც კომპიუტერშიც და მობილურზეც. როგორც კი სერვისი შეცვლის მომხმარებლის მიერ შექმნილი კალათის რაიმე მახასიათებელს (ფასი, რაოდენობა და სხვ.), საჭიროა მომენტალურად განახლდეს ინფორმაცია ყველა მოწყობილობაზე. სწორედ ამისათვის .Net პლატფორმა გვთავაზობს SignalR ფრეიმვორკს. იგი დაშენებულია Web Socket-ურ მოდელზე და უზრუნველყოფს Real-time-ში მონაცემების მიმოცვლას.



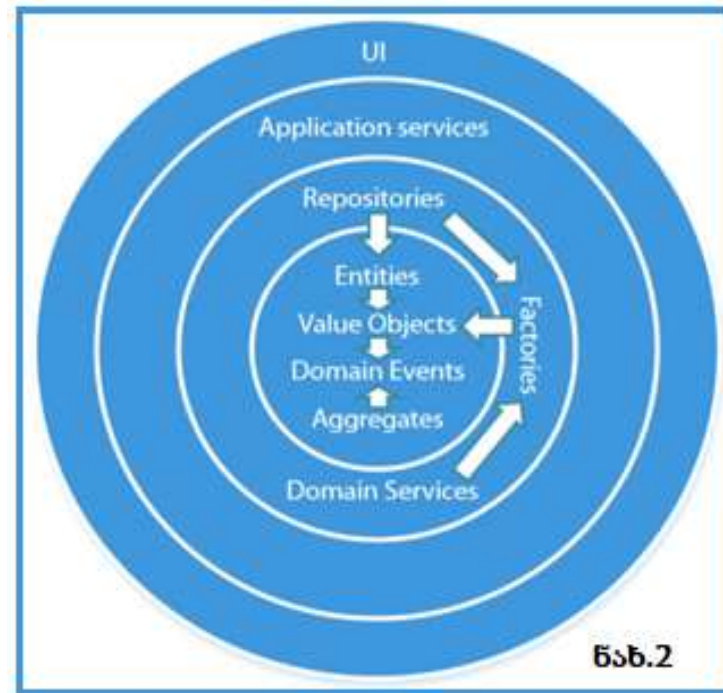
ნახ.1

ASP.NET SignalR ბიბლიოთეკაა ASP.NET დეველოპერებისთვის, რომელიც ამარტივებს აპლიკაციებში რეალურ დროში ვებფუნქციების დამატების პროცესს [11]. რეალურ დროში ვებ ფუნქციონალობა არის შესაძლებლობა, რომ სერვერის კოდის შინაარსი დაკავშირებულ კლიენტებს მიაწოდოს მყისიერად, როგორც კი ის ხელმისაწვდომი გახდება, ვიდრე სერვერი დაელოდოს კლიენტს ახალი მონაცემების მოთხოვნას. SignalR აპლიკაციებს შეუძლია ათასობით კლიენტის მასშტაბირება ჩაშენებული და მესამე მხარის მასშტაბური პროვაიდერების გამოყენებით.

კლიენტებსა და სერვერებს შორის კომუნიკაციისთვის SignalR API შეიცავს ორ მოდელს. ესაა *მუდმივი კავშირები* და *ჰაბები*. კავშირი მარტივი საბოლოო წერტილია ერთი მიმღების, დაჯგუფებული ან სამაუწყებლო შეტყობინებათა გასაგზავნად. Connections საკომუნიკაციო მოდელს იყენებენ დეველოპერები, კავშირზე დაფუძნებულ API-ებით, როგორცაა Windows Communication Foundation (WCF) [12]. Hub უფრო მაღალი დონის მილსადენია, რომელიც აგებულია Connection API-ზე. იგი საშუალებას აძლევს კლიენტს და სერვერს, პირდაპირ გამოიძახონ მეთოდები ერთმანეთთან. SignalR ავტომატურად ახორციელებს მანქანურ საზღვრებში დისპეტჩერულ დამუშავებას კლიენტ-სერვერ კომუნიკაციისთვის.

ჩვენი პროექტის შიგა არქიტექტურულ სტრუქტურად გამოყენებული იქნება ე.წ. “Clean Architecture” [13]. პროფესორ რ. მარტინის აზრით „პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტურის მიზანია მინიმუმამდე დაიყვანოს ადამიანური რესურსი, რომელიც საჭიროა სისტემის შესაქმნელად და მხარდასაჭერად. ასეთი სტრუქტურა არის: Testable (ტესტირებადი), Maintainable (მხარდაჭერადი), Changeable (ცვალებადი), Easy to Develop (მარტივად განვითარებადი) და Independent (დამოუკიდებელი).

დიდი პროექტების შემთხვევაში ვიყენებთ საგნობრივ-სფეროზე ორიენტირებულ დაპროექტების მიდგომას, ანუ DDD (Domain Driven Design) [14]. შეიძლება ითქვას, რომ დღეისათვის, პრაქტიკული თვალსაზრისით, განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა DDD ცოდნას, რადგან ამ სტრუქტურით აწყობილი პროცესები საკმაოდ კარგად მუშაობს. რაც შეეხება კოდის მხარეს, DDD განსაზღვრავს Domain მოდელის სტრუქტურას: მთელი ბიზნესის შინაარსი უნდა იყოს Domain მოდელში (ნახ.2).



ნახ.2

3. დასკვნა

თანამედროვე განაწილებული კომპიუტერული სისტემების დაპროექტება, როგორც კლიენტ-სერვერული და სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურები, და შემდგომ მათი პროგრამული რეალიზაცია, ტესტირება, ექსპლუატაციის პროცესი და განვითარების მხარდაჭერა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული მიზნობრივი სისტემის ინფრასტრუქტურის (არქიტექტურის) სწორად გადაწყვეტაზე. ორგანიზაციის ბიზნეს-მიზნების მიღწევის ერთ-ერთი ეფექტური საშუალებაა ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენება მიკროსერვისების ვებ-სისტემის კონცეფციის საფუძველზე. აუცილებელია უახლესი IT-ტექნოლოგიების და პროგრამული სისტემების გამოყენება, კერძოდ ASP.Net Core პლატფორმის, NoSQL ტიპის Redis ბაზის და მომხმარებლის მოქნილი ინტერფეისის (UI) აგება. სისტემა უნდა უზრუნველყოფდეს მონაცემთა სწრაფ მიმოცვლას კლიენტ-სერვერს შორის.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017). Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. Monograph, ISBN 978-9941-20-790-7. GTU, „Techn.Univ.“, Tb., -1001 p., (in Georgian)
2. Beck K. et al. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Internet resource; <https://agilemanifesto.org/> (11.05.22)
3. Surguladze G., Mgebrishvili G. (2019). The Management of the Financial Organization by the use of Microservice Architecture. Transacti. of Georgian Technical University. Automated Control Systems - No 2(29), pp.117-123 (in Georgian)
4. Tagauri K. (2022). Solution of infrastructural (architectural) issues of projects and optimization of processes. GTU. II student scientific-practical conference "Digital Transformation - Challenges and Progress", dedicated to the 100th anniversary of the Georgia Technical University and the 65th anniversary of the IMS faculty. 20-21.05. "Technical University". Tb., (in Georgian)

5. Surguladze G, (2019). Computer Programming Methods and Methodologies (SP, OOP, VP, Agile, UML). ISBN 978-9941-1900-1. GTU, "IT-Consulting science center", Tbilisi, 200 p., (in Georgian)
6. Sten Pittet. (18.05.22). Continuous integration vs. delivery vs. deployment. Internet resource: <https://www.atlassian.com/continuous-delivery/principles/continuous-integration-vs-delivery-vs-deployment>.
7. Amazon MQ vs Kafka vs RabbitMQ. (17.05.22). Internet resource: <https://stackshare.io/stackups/-amazon-mq-vs-kafka-vs-rabbitmq>
8. What's new in ASP.NET Core 6.0. (20.04.22). Internet resource: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/release-notes/aspnetcore-6.0?view=aspnetcore-6.0>
9. Implementing an event bus with RabbitMQ for the development or test environment. (10.04.22). Internet resource: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/architecture/microservices/multi-container-microservice-net-applications/rabbitmq-event-bus-development-test-environment>
10. Amit Naik. (2021). Distributed Redis Caching In ASP.NET Core. Internet resource: <https://www.c-sharpcorner.com/article/distributed-redis-caching-in-asp-net-core/>
11. Overview of ASP.NET Core SignalR. (2022). Internet resource: <https://docs.microsoft.com/en-us/aspnet/core/signalr/introduction?view=aspnetcore-6.0> (20.05.22)
12. Surguladze G. (2015). Windows development of corporate management systems (WCF technology). ISBN 978-9941-0-7878-1. GTU. „IT-cosulting science center", Tbilisi, -154 p., (in Georgian)
13. Martin R.C. (2018). Clean Architecture: A Craftsman's guide to Software Structure and Design. ISBN-13: 978-0-13-449416-6. Copyright © 2018 Pearson Education, Inc. Prentice Hall. USA
14. Millet S., Tune N. (2015). Patterns, Principles, and Practices of Domain-Driven Design. Indianapolis: Wrox. ISBN 978-1-118-71470-6. Internet resource: <https://www.perlego.com/book/2765682/patterns-principles-and-practices-of-domain-driven-design-pdf> (17.05.22)

(სტატია მიღებულია 22.05.2022)

ABOUT ONE CONCEPT OF BUILDING THE INFRASTRUCTURE (ARCHITECTURE) OF MICROSERVICE PROJECTS

Tagauri Konstantine, Surguladze Gia
Georgian Technical University
tagauri@gmail.com, g.surguladze@gtu.ge

Summary

The issues of designing the infrastructure (architecture) of the automated system of business objects management processes and software implementation based on the concept of microservices are discussed. A brief analysis of modern methodologies and methods of software development in this direction is presented. In particular, based on Microsoft's ASP.Net Core technology, a project solution for the ecosystem of billing and promo actions, which can be integrated with other systems, is proposed. The user interface (UI) has the appearance of an administration module and its web implementation is decided on Angular. Distributed caching for the NoSQL Redis database is used on the server side to ensure fast data exchange. For client-server communication, the SignalR API is used in two models: persistent connections and hubs.

(Received 22.05.2022)

რეალური დროის სისტემების აგება ნივთების ინტერნეტის საშუალებით

ნინო თოფურია, თინათინ ხატიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

nino.topuria@gtu.ge, tikaxatiashvili1997@gmail.com

რეზიუმე

განხილულია რეალური დროის სისტემის დაპროექტების კონცეფცია ნივთების ინტერნეტის (IoT) საშუალებით. ნივთების ინტერნეტის მოწყობილობის შაბლონის დეველოპმენტისათვის შერჩეულია Azure IoT central პლატფორმა, რეალური დროის მონაცემების გადაგზავნისათვის აგებულია ნაკადი Power Automate-ს ბაზაზე, ხოლო მონაცემების შესანახად გამოყენებულია Azure SQL.

საკვანძო სიტყვები: პროგრამული აპლიკაცია. ნივთების ინტერნეტი. ხელოვნური ინტელექტი. ღრუბლოვანი გამოთვლები.

1. შესავალი

დღეს, ღრუბლოვანი ტექნოლოგიებით პრაქტიკულად ყველა სარგებლობს, რადგან ასეთ მომსახურებას გააჩნია მრავალი დადებითი მხარე. ასევე ხშირად გვესმის ტერმინები ნივთების ინტერნეტი (IOT), ჰკვიანი ქალაქი, ჰკვიანი სახლი, ხელოვნური ინტელექტი, მანქანური სწავლება.

IBM Cloud Forester ანგარიშის მიხედვით, ორგანიზაციების 67% ძველი აპლიკაციების მოდერნიზაციას უმნიშვნელოვანეს ამოცანად თვლის. ეს ორგანიზაციები ხედავენ ამ პროცესში მრავალ უპირატესობას. კერძოდ, ციფრული ტრანსფორმაციის დაჩქარების შედეგად შესაძლებელია ბიზნეს-შედეგების გაუმჯობესება ახალი შესაძლებლობების შექმნის და სწრაფი რეალიზაციის ხარჯზე.

წინა ათწლეულთან შედარებით ციფრული ტრანსფორმაციის მზარდი რიცხვი ღრუბლოვანი გადაწყვეტილებების გამოყენებით იმაზე მეტყველებს, რომ ბიზნესი ღრუბლოვან მომსახურებას კონკურენტუნარიანობისა და პროდუქტიულობის გაუმჯობესების შესაძლებლად თვლის. ციფრული ტრანსფორმაცია მთლიანად ცვლის ბიზნეს პროცესებს - ხელს უწყობს ხარჯების შემცირებას, რესურსების ოპტიმალურ გამოყენებას და პროდუქტის გამოშვების პრობლემის მოგვარებას.

ცნობილია რომ, ციფრული ტექნოლოგიები ქმნის ახალ შესაძლებლობებს ყველა ტიპის ორგანიზაციისათვის. რეალურად, ეს არის ახალი მიდგომა, რომელიც აერთიანებს ადამიანების, მონაცემების და პროცესების ერთი საერთო მიზნის მისაღწევად და უზრუნველყოფს წარმატებას ციფრულ სამყაროში. ციფრული ტრანსფორმაცია არის ბიზნეს ინოვაცია, რომელსაც ემყარება ღრუბლოვანი პლატფორმას, ხელოვნური ინტელექტს (AI) და ნივთების ინტერნეტს (IoT), რაც ორგანიზაციებს ბიზნესის გაგების, მართვისა და გარდაქმნის ახალ გზებს სთავაზობს.

2. ძირითადი ნაწილი

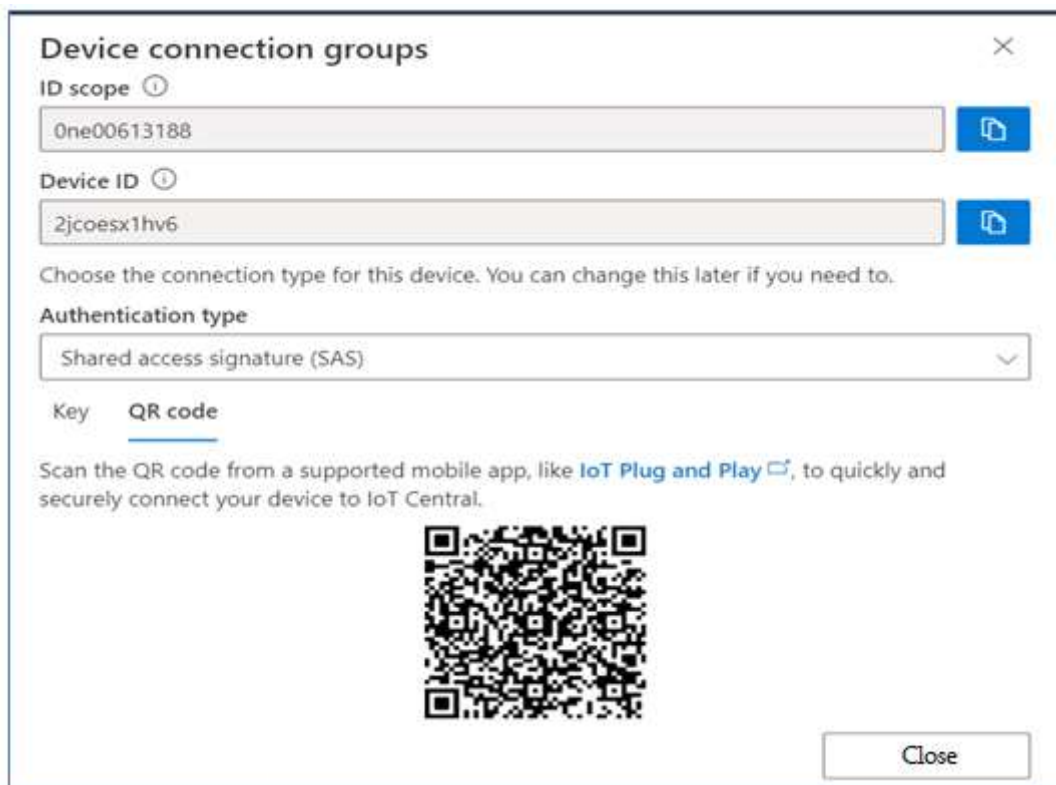
ნივთების ინტერნეტი (IoT) აძლიერებს ფასეულებას თითქმის ყველა სექტორში, დაწყებული წარმოებიდან და ლოჯისტიკიდან, საცალო ვაჭრობამდე და რესურსების მენეჯმენტამდე. წინამდებარე სტატიაში განვიხილავთ, თუ როგორ ხდება რეალურ დროში მონაცემთა ანალიტიკისა და IoT აპლიკაციების გაერთიანება, რათა შეიქმნას ახალი შესაძლებლობები სხვადასხვა სექტორებში.[1]

რეალურ დროში მომუშავე აპლიკაციის დეველოპმენტისთვის შერჩეულია ფორმა მაიკროსოფტის Azure IoT central პლატფორმა. იგი წარმოადგენს ვებზე ბაზირებულ მომხმარებლის ინტერფეისს, რომელიც საშუალებს იძლევა სწრაფად დავაკავშიროთ მოწყობილობები, შევქმნათ წესები, ვმართოთ მილიონობით მოწყობილობა და მათი მონაცემები მათი სასიცოცხლო ციკლის განმავლობაში.[2]

პლატფორმაზე განთავსებულია მრავალი IoT Plug and Play შაბლონი, რომელთა ამუშაობა შესაძლებელია როგორც რეალურად, ისე სიმულაციის რეჟიმში.

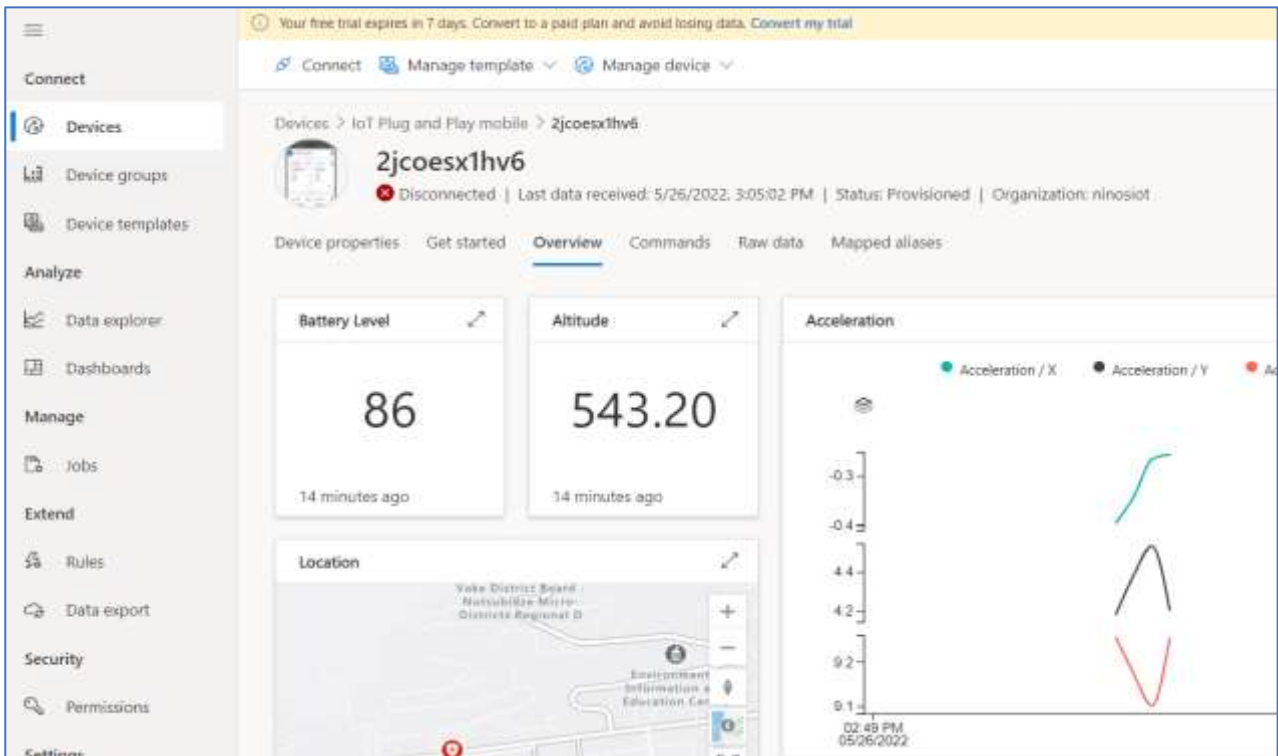
მაგალითისათვის დავაპროექტოთ სისტემა, რომელიც ახდენს IoT მოწყობილობის შაბლონიდან მონაცემების მიღებას, გააჩნია ჩაშენებული მონიტორინგი და ახდენს მონაცემების შენახვას Azure SQL-ში.[3]

აღნიშნულ პლატფორმაზე IoT შაბლონის მიერთება შესაძლებელია, როგორც დამაკავშირებელი გასაღებით (connection key), ისე QR კოდით. 1-ელ ნახაზზე მოცემულია IoT მოწყობილობის შაბლონის მიერთების პროცესი.



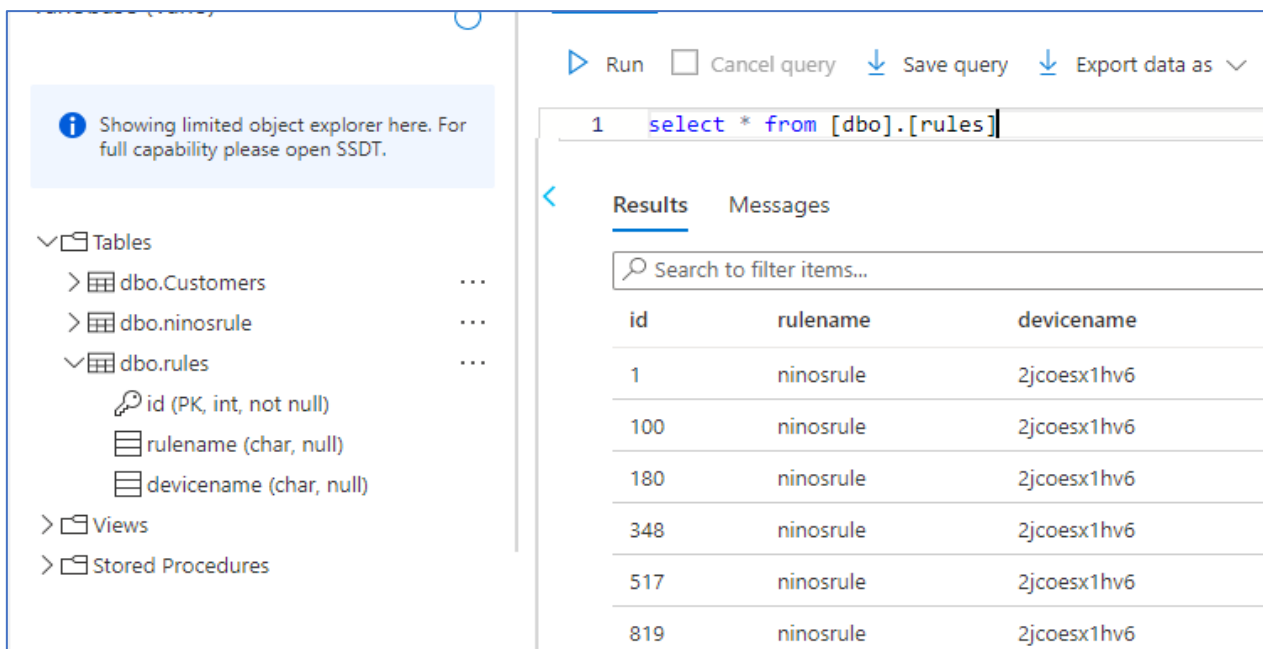
ნახ. 1. IoT მოწყობილობის მიერთება

მე-2 ნახაზზე წაროდგენილია dashboard-ი, რომელიც ასახავს ინფორმაციას რეალურ დროში.



ნახ. 2. რეალურ დროში მონაცემის სტრუქტურა

Power Automate-ის ბაზაზე გაწერილი ნაკადი (flow) ახდენს რეალურ დროში „წამოღებულ“ ინფორმაციის „გადაგზავნას“ Azure Sql-ის ბაზაზე შექმნილ rule ცხრილში (ნახ.3).[4]



ნახ. 3. Azure SQL-ის Rule ცხრილში მონაცემების შენახვა

Rule Name ასახავს ე.წ. ჩაშენებულ მონიტორინგს. კერძოდ, იმ ფაქტს, რომ „მოხდა“ წინასწარ გაწერილი მოვლენა. მაგალითად, ტემპერატურამ ან ტენიანობამ გადააჭარბა დაშვებულ ზღვარს.

3. დასკვნა

ამგვარად, თანამედროვე აპლიკაციების დეველოპმენტი არის მიდგომა, რომელიც საშუალებას იძლევა სწრაფად დავნერგოთ ინოვაციები ღრუბლებლოვანი არქიტექტურის გამოყენებით, რომელიც იმართება მონაცემთა ბაზებით, ხელოვნური ინტელექტით (AI) და ჩამონტაჟებული მონიტორინგით. ასეთი ტექნოლოგიების საშუალებით შესაძლებელია ტრადიციულ აპლიკაციებს შევმატოთ მოქნილობა და მობილობა.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Surguladze G., Topuria N., Gavardashvili A. (2018). Black Sea Ecological Monitoring and Research Information System. ISBN 978-9941-8-0624-7. GTU. „IT-Consulting Scientific Center”, Tbilisi, -214 p. (in Georgian)
2. Khatiashvili T. (2022). Building of management information systems based on microservices and new digital technologies. GTU. II student scientific-practical conference *"Digital Transformation - Challenges and Progress"*, dedicated to the 100th anniversary of the Georgia Technical University and the 65th anniversary of the IMS faculty. 20-21.05. "Technical University". Tb., (in Georgian).
3. Azure IoT Central documentation. Internet resource: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/iot-central>
4. Topuria N. (2017). Automation of Business Processes on the Basis of Sharepoint Server. ISBN 978-9941-20-912-3. GTU. „Technical University”. Tbilisi, (in Georgian)

(სტატია მიღებულია 22.05.2022)

BUILDING REAL-TIME SYSTEMS BASED ON THE INTERNET OF THINGS

Topuria Nino, Khatiashvili Tinatin
Georgian Technical University

Summary

This article describes the concept of real-time system deployment through the Internet of Things (IoT). The Azure IoT central platform is selected for the development of the Internet of Things device template, a flow based on Power Automate is built for real-time data transfer, and Azure SQL is used for data storage.

(Received 22.05.2022)

პროგრამული აპლიკაციების Agile დეველოპმენტი და ტესტირება

ხატია ხატიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

khatiashvili.k@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია პროგრამული აპლიკაციების განვითარებისა და ტესტირების თანამედროვე მეთოდოლოგიები და მეთოდები. წარმოდგენილია მათი განვითარების მოკლე ისტორია და ძირითადი ინოვაციური ელემენტები, ასევე შესაბამისი პროგრამული ენების და პროგრამული გუნდების მუშაობის თავისებურებები. ძირითადი ყურადღება გამახვილებულია დაპროგრამების მოქნილ (Agile) მეთოდოლოგიასა და მისი ტესტირების პროცესებზე. შედარებულია Agile-ს მეთოდების (Scrum და Kanban) პრაქტიკული გამოყენების პრინციპები პროგრამული აპლიკაციების განვითარების გუნდში. წარმოდგენილია ასევე სწრაფი ტესტირების განხორციელების ორგანიზაციული უზრუნველყოფის, Agile-რისკების შეფასებისა და წარმატებული პროექტის შემთხვევაში, მისი წარმოებაში დანერგვის ეტაპების პროცესები. ექსპერიმენტულ ნაწილში მოცემულია unit_test პროცესის ფრაგმენტები ვირტუალურ ორგანიზაციაში კადრების მართვის ამოცანისათვის .NET Core პლატფორმაზე.

საკვანძო სიტყვები: პროგრამული აპლიკაცია. Agile მეთოდოლოგია. პროგრამირება. Scrum. Kanban. Agile ტესტირება. .NET Core პლატფორმა.

1. შესავალი

მოკლედ დავახასიათოთ Agile (სწრაფი, მოქნილი) მეთოდოლოგიის სამი მეთოდი, რომლებიც ხშირად გამოიყენება პროგრამული აპლიკაციების დეველოპმენტის პროცესში მუშა ჯგუფების (გუნდების) მიერ. ესენია ექსტრემალური პროგრამირების (XP), Scrum და Kanban მეთოდები [1-3]. ისინი იყენებს Agile Manifesto-ს პრინციპებს. მიუხედავად იმისა, რომ ყველა მათგანს ახასიათებს მნიშვნელოვანი განსხვავებები, მათ აქვთ საერთო ელემენტები: მოკლე კოდირების ციკლები, გაუმჯობესებული კომუნიკაცია, დროულად დაგეგმვა და პრიორიტეტიზაცია, სწავლის ხელშეწყობა, სრულყოფა და ადაპტაცია ბიზნეს გარემოში ცვლილებებზე რეაგირებისთვის [4].

მანიფესტი ოთხი პუნქტისაგან შედგება. თითოეული არის ალტერნატივა. მის მარცხენა ნაწილში მოთავსებულია ცნებები და ასპექტები, რომლებსაც პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავებისას დიდი ღირებულება აქვს, ვიდრე მარჯვენა ნაწილში მოთავსებულს [3]. მოქნილი მოდელირების ძირითადი კონცეფციები ასეთია:

- ადამიანები და ურთიერთობები უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე პროცესები და ინსტრუმენტები;
- სამუშაო პროდუქტი უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე ვრცელი-ამომწურავი დოკუმენტაცია;
- დაძვევითან თანამშრომლობა უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე კონტრაქტით შეთანხმებული პირობები;
- მზადყოფნა ცვლილებებისადმი უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე პირველსაწყისი გეგმის დაცვა.

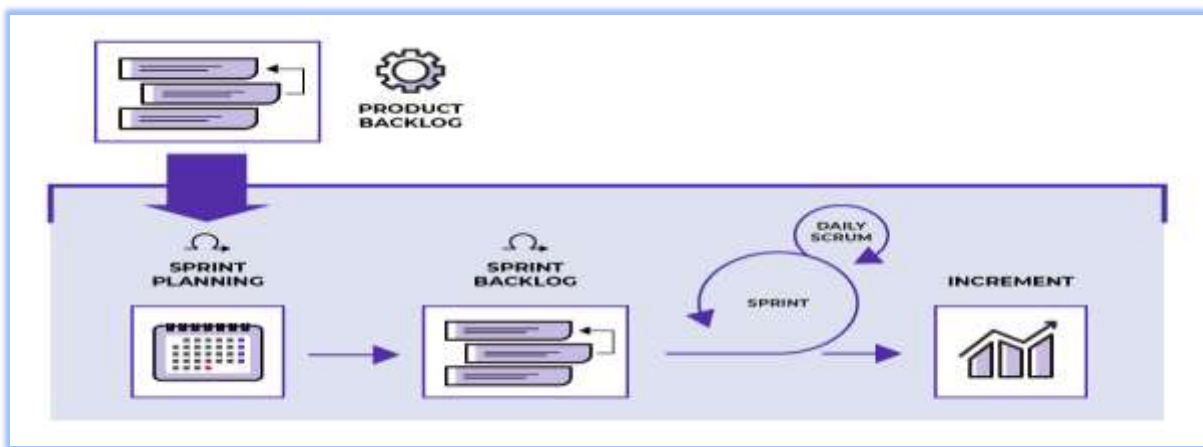
ტერმინი სწრაფი მოდელირება (Agile Modeling - AM) – პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნის სპეციალისტების ერთობლივი მუშაობის ეფექტური ორგანიზების ხერხია დამკვეთების მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად.

მოქნილი მეთოდებით პროგრამული სისტემების დამუშავების სპეციალისტები ქმნიან ერთ გუნდს დამკვეთთან ერთად, რომლის წარმომადგენლებიც უშუალოდ და აქტიურად მონაწილეობენ სისტემის ანალიზის, დაპროექტებისა და აგების პროცესებში. AM-გუნდის მუშაობის მთავარი მიზანია ეფექტურობა, დამკვეთის მეტი წვლილის ჩადება საბოლოო პროდუქტში, შეძლებისდაგვარად მარტივი მოდელების აგება, სამუშაო სისტემის შექმნა და არა თეორიის ! [2].

ამგვარად, მოქნილი მოდელირება – პროფესიონალთა გუნდის მუშაობის ეფექტურობის ამაღლების მეთოდოლოგიაა პროგრამული უზრუნველყოფის შესაქმნელად.

2. ძირითადი ნაწილი

Agile მეთოდოლოგიის ერთ-ერთი პრაქტიკული ტექნოლოგიაა Scrum მეთოდი [5-7]. იგი სათავეს იაპონიიდან იღებს, როგორც ახალი მიდგომა ახალი სერვისებისა და პროდუქტების დასამუშავებლად (არა მხოლოდ პროგრამული პროდუქტებისთვის). მეთოდის ძირითადი არსი მდგომარეობდა მცირე ზომის უნივერსალური გუნდის შეკრულ, თანამიმდევრულ მუშაობაში, რომელიც ამუშავებს პროექტის ყველა ფაზას. ტერმინი Scrum - „შეჭიდებას“ ნიშნავს რაგბის სპორტული ლექსიკონიდან („შეჭიდება“ პროექტის დამკვეთებსა და დეველოპერების გუნდს შორის). გუნდში 5-9 კაცია და სამუშაოს წარმართავენ სპრინტების საშუალებით (ნახ.1).



ნახ.1. Scrum პროცესის დიაგრამა

ჩვენი კვლევის ფარგლებში დაკვირვება განხორციელდა (ერთ-ერთი ორგანიზაციის) პროგრამული უზრუნველყოფის დეპარტამენტის გუნდზე [8]. გუნდი სპრინტ მეთოდოლოგიით მუშაობს 20 თვეა. მათ მუშაობის დასაწყისში გაიარეს მაღალი დონის ტრენინგები და გუნდის მუშაობა პირველი 3 თვის განმავლობაში მიმდინარეობდა პროფესიონალი სქრამ მასტერის ზედამხედველობის ქვეშ. ექსპერიმენტი 12 სამუშაო კვირის განმავლობაში მიმდინარეობდა, რაც დაახლოებით 90 შეხვედრას მოიცავს.

დაკვირვების ფარგლებში გამოვლინდა სპრინტ მეთოდოლოგიის მნიშვნელოვანი ნაკლოვანება: ტესტირების დროის მენეჯმენტი (2 კვირიანი სპრინტის განმავლობაში, პირველ კვირაში მათ ფაქტობრივად არ აქვთ მუშა პროდუქტი გასატესტად და სპრინტის ბოლოსკენ გროვდება საკმაოდ ბევრი საქმე ტესტირების თვალსაზრისით).

შესაბამისად, გადაწყდა კვლევა გაგვეგრძელებინა ტესტირების მიმართულებით.

➤ *Agile ტესტირება*

Agile testing ტესტირების პრაქტიკაა, რომელიც მისდევს Agile პროგრამული უზრუნველყოფის დეველოპმენტის (განვითარების) წესებსა და პრინციპებს [4]. ჩანჩქერის მეთოდისგან განსხვავებით, Agile ტესტირება შეიძლება დაიწყოს პროექტის დაწყებისთანავე, განვითარებასა და ტესტირებას შორის უწყვეტი ინტეგრაციით. Agile ტესტირების მეთოდოლოგია არ არის თანმიმდევრული (იმ გაგებით, რომ იგი შესრულებულია მხოლოდ კოდირების ფაზის შემდეგ).

Agile-ტესტის გეგმა მოიცავს ჩატარებული ტესტირების ტიპებს, როგორცაა ინფრასტრუქტურა, სატესტო გარემო და ტესტის შედეგები. ჩანჩქერის (waterfall) მოდელისგან განსხვავებით, მოქნილ მოდელში ყოველი რელიზისათვის (გამოშვება) იწერება და განახლდება სატესტო გეგმა. ტიპური ტესტის გეგმები მოიცავს: ტესტირების სფეროს; ახალ ფუნქციებს, რომლებიც ტესტირებაშია; ტესტირების დონეს ან ტიპებს მახასიათებლების სირთულის მიხედვით; დატვირთვისა და შესრულების ტესტირებას; ინფრასტრუქტურის განხილვას; რისკების გეგმას; რესურსების უზრუნველყოფას და მიწოდებას.

სწრაფი ტესტირების სასიცოცხლო ციკლი რამდენიმე ეტაპს მოიცავს. მაგალითად, 1) სპრინტების დაგეგმვა; 2) სატესტო ქეისების დაპროექტება; 3) ხარისხის შემოწმება და ვალიდაცია; 4) პროდუქტის სტაბილურობის მიმოხილვა; 5) რეგრესია და დანერგვა [9].

აქ ბოლო ეტაპია სისტემის არსებული ფუნქციონალობის შემოწმება ავტომატური და ხელით შესატანი სატესტო ქეისების ზემოქმედებაზე, რათა მოხდეს ხარისხიანი პროდუქტის შემუშავება და გამოყენება.

➤ *ტესტირების მაგალითი:* განვიხილოთ x-ორგანიზაციის კადრების დენადობის Unit test მაგალითის ფრაგმენტები (ლისტინგი_1,2,3).

```
using System; //-- ლისტინგი_1 ----
using System.ComponentModel.DataAnnotations;
using System.ComponentModel.DataAnnotations.Schema;
namespace CoreServices.Models
{
    public partial class Employee
    {
        public int Id { get; set; }

        [Column(TypeName = "varchar(20)")]
        [Required]
        public string Firstname { get; set; }
        public string Lastname { get; set; }
        public int? CategoryId { get; set; }
        public DateTime? CreatedDate { get; set; }
    }
}
```

.net core framework-ზე უნდა შეიქმნას xUnit Test Project (.NET Core) პროექტი, რომელსაც ექნება სერვისის დანიშნულება. პროექტში შევქმნათ კლასი, რომელიც პროექტის გაშვების დროს მონაცემთა ბაზას შეავსებს სატესტო მონაცემებით (ლისტინგი_2).


```

using CoreServices.Models; //-- ლოსტინგი_2 -----
using System;
namespace CoreServices.Test
{
    public class EmployeeDataDBInitializer
    {
        public EmployeeDataDBInitializer ( )
        {
        }
        public void Seed(BlogDbContext context)
        {
            context.Database.EnsureDeleted();
            context.Database.EnsureCreated();
            context.Category.AddRange(
                new Category() { Name = "Finance", Slug = " Finance " },
                new Category() { Name = "Development", Slug = " Development " },
                new Category() { Name = "Analytic", Slug = " Analytic " },
            );

            context.Employee.AddRange(
                new Employee() { Title = "Test Title 1", Description = "Test Description 1", CategoryId = 2,
                    CreatedDate = DateTime.Now },
                new Employee() { Title = "Test Title 2", Description = "Test Description 2", CategoryId = 3,
                    CreatedDate = DateTime.Now }
            );
            context.SaveChanges();
        }
    }
} და ა.შ.

```

ახლა დავწეროთ Unit Test Case-ების ერთი საილუსტრაციო ტესტი. გასათვალისწინებელია სამი კრიტერიუმი: მოწესრიგება (Arrange), განხორციელება (Act) და დამტკიცება (Assert).

<pre> //-- delete-სთვის სატესტო ფუნქციონალი ----- [Fact] public async void Task_Delete_Employee _Return_OkResult() { //Arrange var controller = new EmployeeController(repository); var Id = 2; //Act var data = await controller.DeleteEmployee (Id); //Assert Assert.IsType<OkResult>(data); } [Fact] public async void Task_Delete_Employee_Return _NotFoundResult() { //Arrange var controller = new EmployeeController(repository); </pre>	<pre> var Id = 5; //Act var data = await controller.DeleteEmployee(Id); //Assert Assert.IsType<NotFoundResult>(data); } [Fact] public async void Task_Delete_Return_BadRequestResult() { //Arrange var controller = new EmployeeController(repository); int? Id = null; //Act var data = await controller.DeleteEmployee(Id); //Assert Assert.IsType<BadRequestResult>(data); } </pre>
--	---

3. დასკვნა

აპლიკაციების Agile დეველოპმენტის მეთოდოლოგია პროგრამული უზრუნველყოფის ტესტირებაში გულისხმობს ტესტირებას რაც შეიძლება ადრე პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარების სასიცოცხლო ციკლში. ის მოითხოვს მომხმარებლის მაღალ ჩართულობას და ტესტირების კოდს, როგორც კი ის ხელმისაწვდომი გახდება. ვრცელი ტესტირება შეიძლება ჩატარდეს დასარწმუნებლად, რომ შეცდომები გამოსწორებული და შემოწმებულია. გუნდებს შორის კომუნიკაცია მოქნილი მოდელის ტესტირებას წარმატებულს ხდის.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017). Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. Monograph, ISBN 978-9941-20-790-7. GTU, „Techn.Univ.“, Tb., -1001 p., (in Georgian)
2. Beck K. et al. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Internet resource; <https://agilemanifesto.org/> (11.05.22)
3. Surguladze G, (2019). Computer Programming Methods and Methodologies (SP, OOP, VP, Agile, UML). ISBN 978-9941-1900-1. GTU, “IT-Consulting science center”, Tb., 200 p., (in Georgian)
4. Principles behind the Agile Manifesto. Intern.resource; <http://agilemanifesto.org/-principles.html>.
5. Resources Scrum. Internet resource: 2019. <https://www.scrum.org/resources>
6. Rasnacis A., Berzisa S. (2017). Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology. Procedia Computer Science, pp.43-50
7. Gaurav Kumar, Pradeep Kumar Bhatia. (2012). Impact of Agile Methodology on Software Development Process. Int.J. „Computer Technology & Electronics Engineering (IJCTEE)”, pp.46-47. Issue 4, 09
8. Khatiashvili Kh. (2022). Agile Methodology and Scrum Method of Programming Management Information Systems. GTU. II student scientific-practical conference "Digital Transformation - Challenges and Progress", dedicated to the 100th anniversary of the Georgia Technical University and the 65th anniversary of the IMS faculty. 20-21.05. "Technical University". Tb., (in Georgian)
9. Pandya K. (2018). Agile Testing Methodology – Life Cycle, Benefits, and Best Practices. Internet resource: <https://www.mindinventory.com/blog/agile-testing-methodology/>

(სტატია მიღებულია 22.05.2022)

AGILE DEVELOPMENT AND TESTING OF SOFTWARE APPLICATIONS

Khatiashvili Khatia
Georgian Technical University
khatiashvili.k@gtu.ge

Summary

Modern methodologies and methods of software application development and testing are discussed. A brief history of their development and the main innovative elements are presented, as well as the peculiarities of the work of the corresponding programming languages and software teams. The main focus is on agile programming methodology and its testing processes. The principles of practical application of Agile methods (Scrum and Kanban) in the software application development team are compared. The processes of the organizational assurance of rapid testing implementation, Agile risk assessment and, in the case of a successful project, its implementation in production are also presented. The experimental part provides fragments of the unit_test process for the task of staffing management in a virtual organization on the .NET Core platform.

(Received 22.05.2022)

სწავლებაში ინოვაციური მეთოდების გამოყენების ერთი კონცეფციის შესახებ

ლილი პეტრიაშვილი, ნინო ხაინდრავა
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
l.petriashvili@gtu.ge, khaindrava.nino@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია ჭკვიანი აპლიკაციების გამოყენება სხვადასხვა აქტივობების შესრულებისთვის, როგორცაა სწავლება, საკითხავი/სასწავლო ნაშრომების შექმნა, სტუდენტის შეფასება, უკუკავშირი და კვლევის მეთოდოლოგია. წარმოდგენილია კონცეფცია სწავლებისა და სწავლის ინოვაციური მეთოდების გამოყენების აუცილებლობის შესახებ, რაც ხელს შეუწყობს სტუდენტების სწავლის ენთუზიაზმის და მოტივაციის ამაღლებას. განათლების როლი არის უზრუნველყოფა იმისა, რომ აკადემიური პერსონალი მიერ მიწოდებული სასწავლო თუ სამეცნიერო მასალა, გასაგები უნდა იყოს სტუდენტებისთვის, რომლებიც კულტურული და ენობრივი თვალსაზრისით მრავალფეროვანია, მათ უნდა მოახერხონ სასწავლო გარემოსთან ადაპტაცია და გაეცნონ არსებულ სტანდარტებს და მოთხოვნებს. ხშირ შემთხვევაში სტუდენტები ვერ აღწევენ შედეგს იმის გამო, რომ ისინი ვერ აცნობიერებენ და აფასებენ მოთხოვნის იმ დონეს თუ რას ელიან ლექტორები მათგან.

საკვანძო სიტყვები. ჰიბრიდული სწავლება. არგუმენტირებული სწავლება. ონლაინ სწავლება. E-Learning. Moodle Platform.

1. შესავალი

ნაშრომის მიზანია თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების მნიშვნელობის განასაზღვრა სწავლების და სწავლის მეთოდებში, რათა შეიქმნას მეთოდთა ფართო სპექტრი, როგორც სტუდენტებისთვის, მოსწავლეებისთვის ასევე მასწავლებლებისთვის.

მსოფლიოში ძირითადად გავრცელებულია ორი საგანმანათლებლო მოდელი - პირისპირ სწავლა და ჰიბრიდული სწავლება [1], თუმცა პანდემიის დროს არსებულმა მდგომარეობამ დაგვანახა მესამე მოდელის, ონლაინ სწავლების აუცილებლობა და მნიშვნელობა, რათა დაცული იყოს სწავლის პროცესში ჩართული მხარეების ჯანმრთელობა [2].

სწავლებისა და სწავლის ტრადიციული მეთოდი სინქრონულია და, როგორც წესი, მოიცავს აუდიტორიის/საკლასო ოთახის გამოყენებას, სადაც პროფესორი და სტუდენტები, მასწავლებლები და მოსწავლეები ურთიერთქმედებენ დროსა და სივრცეში. სწავლების ამ მოდელს სინქრონულს უწოდებენ [3]. იმ შემთხვევაში, როდესაც სწავლება ხდება დისტანციურად, რამაც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ბოლო პერიოდში მთელს მსოფლიოში (პანდემიის გამო), მნიშვნელოვანი დატვირთვა შეიძინა – სასწავლო საზოგადოების წევრებს შორის ხდება ონლაინ ინფორმაციის გავრცელება და გაცვლა, რაც აერთიანებს ასინქრონული სწავლების მეთოდსა და სწავლების ტრადიციულ მეთოდს.

სინქრონული ან ჰიბრიდული სწავლება სარგებლობს შემდეგი უპირატესობებით, იგი ხელს უწყობს სასწავლო პროცესს და ხდის მრავალფეროვანს, ასევე გვთავაზობს დროის მოქნილად და ეფექტურად გამოყენების შესაძლებლობას.

ჰიბრიდული სწავლების მეთოდი ამცირებს გადატვირთულ საკლასო ოთახებს. ადმინისტრაციულ ერთეულს შეუძლია დამატებითი ღონისძიებების გატარება, რაც ამაღლებს სტუდენტების/მოსწავლეების მოტივაციას და ინტერესს სასწავლო პროცესისადმი [4]. ჰიბრიდული სწავლების მოდელი მათ აძლევს პერსპექტივას, რომ მარტივად დაამყარონ კომუნიკაცია პროფესორ მასწავლებლებთან და ჯგუფებებთან, მეტი საშუალება აქვთ დისტანციურად ჩაერთონ ერთობლივი დავალების მომზადებაში. პარალელურად მათ უვითარდებათ და გაუმჯობესდებათ სხვადასხვა უნარები, როგორცაა, კრიტიკული აზროვნება, დებატებში მონაწილეობა, კომპიუტერული უნარ-ჩვევების და ტექნოლოგიური მეთოდების გამოყენება, რაც საბოლოოდ ეხმარებათ სასწავლო მასალის ვიზუალურად ხედვაში და მიღებული ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების საჭიროებაში. სწავლით დაინტერესებულ მხარეებს აქვთ შესაძლებლობა გადააფასონ სასწავლო კურსის ფარგლებში შემოთავაზებული სამუშაო მასალა, მიიღონ დამატებითი რესურსები და საშუალებები, რაც გაზრდის სასწავლო პროცესში ჩართულობის აქტივობის ეფექტურობას.

თანამედროვე პედაგოგიაში ცნობილია სწავლების რამდენიმე სტრატეგია [5]. ჩვენი ყურადღება გამახვილებულია მათ შორის სამზე, რომელთა გამოყენება ტრადიციულ მეთოდებთან ერთად ხდება ბევრ ქვეყანაში. კერძოდ:

➤ *ჰიბრიდული სწავლება*

ჰიბრიდული სწავლება არის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი და ეფექტური სწავლების სტრატეგია. ასეთი სახის სწავლებაში შეიძლება ინტეგრირებულად გამოყენებულ იქნას, ონლაინ სწავლება, აუდიტორული/საკლასო და არაფორმალურ გარემოში სწავლება. არაფორმალურ გარემოში იგულისხმება მაგალითად, მუზეუმები, დენდროლოგიური პარკები, ან საგანმანათლებლო სივრცეები, რაც უკავშირდება სასწავლო პროგრამას.

აღნიშნული მეთოდი ეფექტურია იმ თვალსაზრისითაც, რომ მასწავლებლის მიერ აუდიტორიაში დასმული კითხვა, სტუდენტმა/მოსწავლემ შეიძლება შეისწავლოს მუზეუმის მონახულებისას ექსკურსიის დროს ან სხვა შემეცნებით გარემოში, დააგროვონ ფოტოები, ვიდეო და აუდიო ან ჩვეულებრივი ჩანაწერები, როგორც მტკიცებულება, შემდეგ კი მიღებული ცოდნის და დასკვნების გაზიარება მოხდეს აუდიტორიაში/კლასში.

ჰიბრიდული სწავლება ორიენტირებულია სწავლა სწავლებაში ჩართულ ორივე მხარის ფართო შესაძლებლობასა და მრავალფეროვნებაზე, რაც ეხმარებათ მოხდეს მსოფლიოში აპრობირებული და ეფექტური სასწავლო მასალის და ტექნიკური საშუალებების გამოყენება.

რაც შეეხება ონლაინ სწავლებას, მოსწავლეს/სტუდენტს აყენებს უპირატეს მდგომარეობაში, მსოფლიოს ნებისმიერ სასწავლო გარემოსთან შეუძლია ინტეგრირება, გეოგრაფიული მდებარეობის მიუხედავად აქვს წვდომა და ღებულობს სასწავლო რესურსებს. თანამედროვე ინტერნეტ საძიებო სისტემების ეხმარება მიიღოს სწორედ ის, რაც ჭირდება;

➤ *არგუმენტირებული სწავლება*

ცოდნის მიღება და გაღრმავება შესაძლებელია კამათის, დისკუსიის გზით. დისკუსია ეხმარება სტუდენტებს მოისმინონ განსხვავებული იდეები, რამაც შეიძლება ცოდნის გაღრმავება გამოიწვიოს [6]. მსჯელობის ეს ტექნიკური მხარე სტუდენტს აძლევს საჯაროდ იდეების და დაზუსტებული ცოდნის წარმოდგენის საშუალებას. ასევე ასწავლის განსხვავებული აზრის მქონე ადამიანებთან ურთიერთობას, ერთიან არგუმენტირებულ აზრის მქონე შედეგებზე მისვლას.

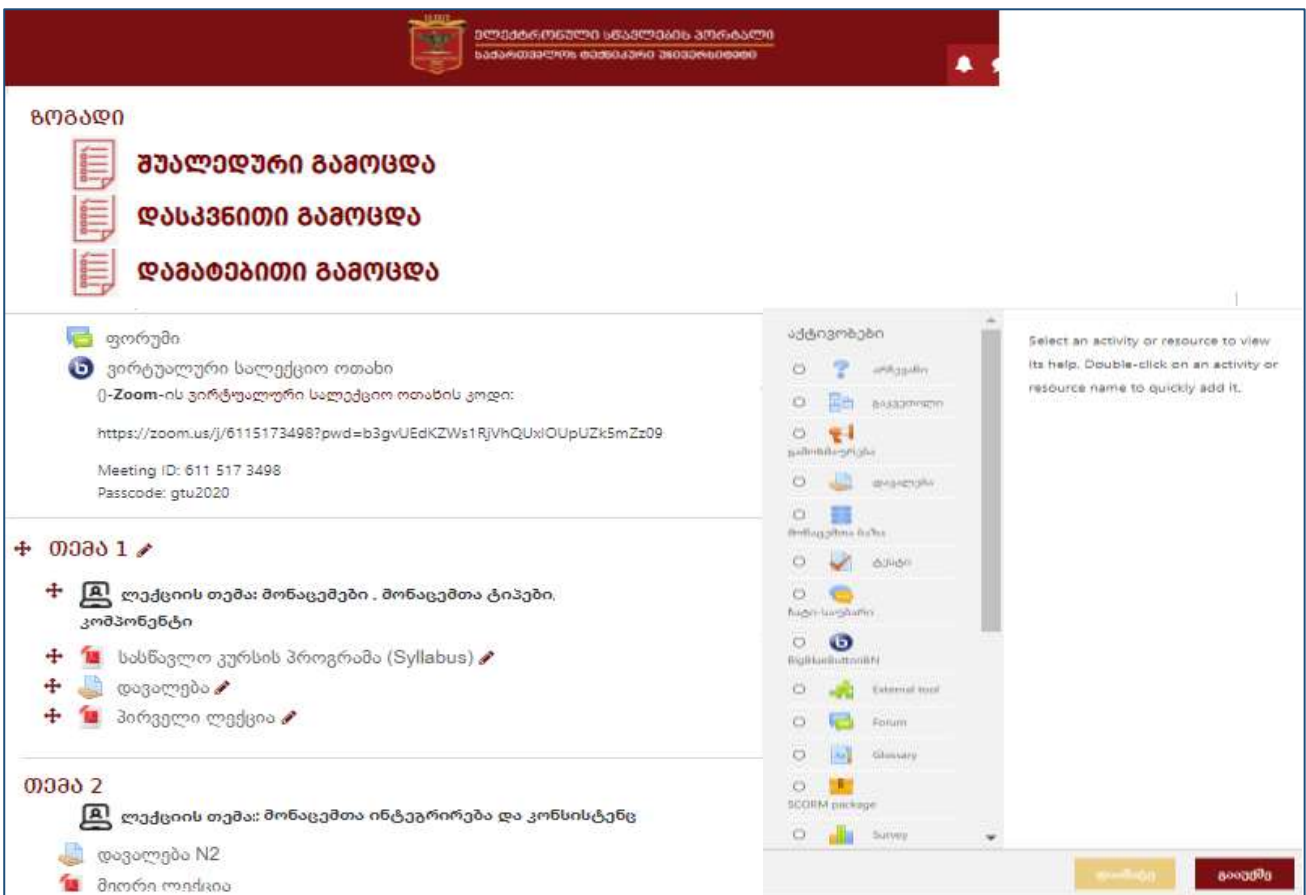
მასწავლებელს შეუძლია წახალისოს მოსწავლეები ღიად დაუსვას მათ კითხვები. მასწავლებლებს შეუძლიათ გამოიწვიონ მნიშვნელოვანი დისკუსია საკლასო ოთახებში, წახალისონ მოსწავლეები დაუსვან ღია კითხვები, გამოთქვან შენიშვნები, სამეცნიერო ენაზე ახსნან და გამოიყენონ მოდელები დამატებითი წარმოდგენის შესაქმნელად. როდესაც სტუდენტები სამეცნიერო მეთოდებზე დამყარებული თეორიებით კამათობენ, ისინი სწავლობენ როგორ დააზუსტონ მოსაზრება, აქტიურად უსმენენ და კონსტრუქციულად პასუხობენ კითხვებს.

➤ **ონლაინ სწავლება**

დღეს ჩვენს ქვეყანაში ისე, როგორც მთელ მსოფლიოში, სწავლების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და აქტუალური მიმართულებაა ონლაინ სწავლება. წამყვანი ტექნოლოგიური კომპანიები ცდილობს დაეხმაროს ადამიანებს და შესთავაზოს სხვადასხვა საკომუნიკაციო პლატფორმები, რომელთა რაოდენობა დღეს ოცდაათამდეა: Skype, Zoom Meeting, Microsoft Teams, Google Meet, BigBlueButton, Facetime, Webex და ა.შ. [6, 7, 8].

ასევე არის ბევრი სასწავლო პლატფორმა, რომელთა შორის ერთ-ერთი ყველაზე პოპულარული არის Moodle პლატფორმა [9]. აღნიშნული პლატფორმის გამოყენებით შესაძლებელია E-Learning გარემოში სასწავლო მასალის, ტესტების, დავალებების და სხვადასხვა აქტივობების ატვირთვა და ასევე შეფასება. ტექნიკური უნივერსიტეტი დაახლოებით ათი წელია აქტიურად და წარმატებულად იყენებს აღნიშნულ პლატფორმას სასწავლო პროცესში .

1-ელ ნახაზზე წარმოდგენილია დავალებების და სალექციო მასალის ატვირთვის საილუსტრაციო მაგალითი.



ნახ.1

სასწავლო პროცესში ტექნოლოგიების გამოყენებას სტუდენტებსა და მოსწავლეებში აქვს ე.წ. ინდიკატორის ფუნქცია. იგი როგორც სასწავლო მასალის გადმოცემის ისე მომზადების პროცესს ხდის ეფექტურს და საინტერესოს. მედია საშუალებები, როგორც პედაგოგს ასევე სწავლით დაინტერესებულ მხარეს აძლევს მეტ შესაძლებლობას, მოიპოვოს სწავლაზე და ცოდნაზე ორიენტირებული მასალა, რომლის აღქმა მარტივი და ეფექტურია.

ტექნოლოგიურ-პედაგოგიური ცოდნა მოიცავს იმ ახალი ჰიბრიდული საგანმანათლებლო მეთოდებს და სახეობებს, რომელმაც უნდა უპასუხოთ თანამედროვე გამოწვევებს და მოთხოვნებს. სასწავლო პროცესში ტექნოლოგიების ეფექტურად გამოყენებისთვის შემუშავებული უნდა იქნეს მოდელი, იმ სასწავლო კურსების შესაბამისად, რომელიც გათვალისწინებულია აკადემიურ დატვირთვებში.

Moodle პლატფორმაზე ინტეგრირებული E-Learning სისტემა არის ელ. სწავლების პროგრამა, რომელიც მუშაობს ჩვენს ბრაუზერში და საშუალებას გვაძლევს სტუდენტებს/მოსწავლეების აუტორით სასწავლო მასალები, დავალებები, გრაფიკული გამოსახულებები, პრეზენტაციები რაც დაეხმარებათ ცოდნის და ინფორმაციის მიღებაში. სასწავლო მასალის გარდა სისტემა გვაძლევს საშუალებას ერთ სივრცეში შესრულდეს დავალებები სტუდენტებმა იმუშაონ ტესტებზე და უკუკავშირი ქონდეთ პედაგოგებთან. პანდემიის პირობებში განსაკუთრებით ეფექტური აღმოჩნდა სტუ-სთვის ელ. სწავლების სისტემა, რამაც უზრუნველყო შეუფერხებელი სასწავლო პროცესი.

3. დასკვნა

სწავლების ნებისმიერი მეთოდი, რომელიც მიზნად ისახავს მარტივად და ზუსტად მიიტანოს სწავლით დაინტერესებულ მხარესთან სასწავლო მასალა, შეიძლება ჩაითვალოს ინოვაციურ მეთოდად. სწავლების ძირითადი მიზანია ინფორმაციის ან ცოდნის გადაცემა სტუდენტების/მოსწავლის გონებაში.

არსებობს მრავალი გზა, რომლითაც პედაგოგებს შეუძლიათ სტანდარტული სისტემის გვერდის ავლით სტუდენტებს/მოსწავლეებს შესთავაზონ ის ტექნოლოგიები, ინსტრუმენტული საშუალებები და გამოცდილებები, რომლებიც ინოვაციურ აზროვნებას უწყობს ხელს.

განათლება არის ის სინათლე, რომელიც კაცობრიობას აჩვენებს სწორი მიმართულებით განვითარების გზებს. განათლების მიზანი არ არის მხოლოდ სტუდენტის წიგნიერება, არამედ მასში ინტეგრირებულია გონივრული აზროვნება, რომელიც სტუდენტს/მოსწავლე აძლევს საშუალებას საკუთარი ცოდნის სტრუქტურირება მოახდინოს დამოუკიდებლად, რაც გაზრდის მათ ჩართულობას, სწავლის და სწავლების პროცესში. როდესაც მზად არის პედაგოგი შეცვალოს არსებული მდგომარეობა და მიდგომები ეს არის ის პროგრესი რომელსაც მოაქვს დადებითი შედეგი სასწავლო პროცესში. შემოქმედებითობას და ინოვაციური სწავლების განვითარებას მნიშვნელოვანი სარგებელი მოაქვს, როგორც სტუდენტების, ისე მოსწავლეებისთვის და ცივილიზებული საზოგადოებისთვის.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Badea G., Popescu E., Sterbini, Temperini M. (2020). Exploring the Peer Assessment Process Supported by the Enhanced Moodle Workshop in a Computer Programming Course. Adv. Intell. Syst. Comput. 1008, pp. 124–131
2. European Association for Quality Assurance in Higher Education (ENQA). (2020). Available online: <https://enqa.eu/> (accessed on 11 May 2020).
3. Hrastinski, Stefan. (2008). Asynchronous and synchronous e-learning. Educause Quarterly.
4. Alnajdi, Sameer. (2014). HYBRID LEARNING IN HIGHER EDUCATION.
5. Puspanda Hatta, Yusfia Hafid Aristyagama, Rosihan Ari Yuana, Septi Yulisetiani. (2020). Active Learning Strategies in Synchronous Online Learning for Elementary School Students, Informatics Education, Vol 4, No2
6. Komsiyah Indah. (2021). The Challenge of Zoom Cloud Meeting in Online Learning Process. AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan. 13. 829-835.
7. Septantiningtyas N., Juhji J., Sutarman A., Rahman A., Sa'adah3 N., Nawisa. (2021). Implementation of Google Meet Application in the Learning of Basic Science in the Covid-19 Pandemic Period of Student Learning Interests. J. Phys.: Conf. Ser. 1779
8. Chaimeebon Jirayu, Namee Khanista. (2017). Implementation a WebEx Conferencing Testbed for DLIT Classroom.
9. Sithara H.P.W. Gamage, Jennifer R. Ayres, Monica B. Behrend. (2022). A systematic review on trends in using Moodle for teaching and learning, International Journal of STEM Education volume 9, Article number: 9

(სტატია მიღებულია 22.05.2022)

ABOUT ONE CONCEPT OF USING INNOVATIVE METHODS IN TRAINING

Petriashvili Lili, Khaindrava Nino

Georgian Technical University,
l.petriashvili@gtu.ge, khaindrava.nino@gtu.ge

Summary

We considered the use of smart applications for the execution of various assets, such as: training, reading/creating educational work, student assessment, feedback and research methodology. The concept of training and the obligatory use of innovative teaching methods are presented, which will contribute to enthusiasm and motivation to study with students. The role of education is to ensure that educational or scientific material provided by academic staff is accessible and understandable to students of different cultures and nationalities. They should be able to adapt to the learning environment and familiarize themselves with the basic standards and requirements. Quite often, students are unable to achieve results due to the fact that they do not assess and do not realize the level of requirements that a lecturer expects from them.

(Received 22.05.2022)

კოლექციათაშორისი კავშირების დაპროექტება და ანალიზი NoSQL-ის MongoDB ბაზაში (ისტორია და რეალობა)

მაკა ცერცვაძე, თინათინ კაიშაური, გია სურგულაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

maka@gtu.ge, t.kaishauri@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge

რეზიუმე

განხილულია NoSQL ბაზების მონაცემთა მოდელების დაპროექტების საკითხი ორგანიზაციული მართვის საინფორმაციო სისტემებისათვის. შედარების მიზნით იმავე ბიზნესობიექტისათვის წარმოდგენილია არსთა დამოკიდებულების მოდელი ცხრილებს შორის. თეორიული დაპროექტების შედეგები რეალიზებულია MongoDB Compass ბაზის კოლექციებისა და დოკუმენტების მაგალითზე. მომხმარებელთა მოთხოვნების ანალიზის საფუძველზე შემუშავებულია მონაცემთა სტრუქტურების ოპტიმიზაციის ალგორითმები კლასიკური ე. კოდის ნორმალურ ფორმათა თეორიისა და დენორმალიზაციის პროცესების განსახორციელებლად.

საკვანძო სიტყვები: NoSQL ბაზა. რელაციური ბაზა. მონაცემთა მოდელი. კოლექციათაშორისი კავშირი. ნორმალური ფორმა. დენორმალიზაცია. მონაცემთა იერარქიული სტრუქტურა.

1. შესავალი

მონაცემთა ბაზების კლასიკური თეორიისა და პრაქტიკის განვითარება წინა საუკუნის 60-იანი წლებიდან დაიწყო და პროგრამული ინდუსტრიის ბაზარზე იერარქიული (IBM-ის IMS/2) და ქსელური (აშშ-ს კონსორციუმის CODASYL, გერმანული კომპანია Software AG-ს Adabas) ტიპის მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემებიც (მზმს) გამოჩნდა [1-5]. 1970-72 წლებში კი ინგლისელი მათემატიკოსის და IBM-ის ინოვაციური პროფესორის, ედგარ კოდის შრომებიც მოველინა კომპიუტინგის და კომპიუტერული მეცნიერების საზოგადოებას მონაცემთა რელაციური მოდელების და ბაზების შესახებ [6,7]. ეს იყო დიდი გარდატეხა მონაცემთა ბაზების თეორიაში და აგერ უკვე 50 წელია მთელ მსოფლიოში მისი მონაცემთა რელაციური ბაზები (SQL-Structured Query Language - რელაციური ალგებრის საფუძველზე) ბატონობს ამ სფეროში (Oracle, SQL Server, My SQL, MsAccess და სხვ.) [8]. ე. კოდი 1981 წ. აღან ტიურინგის პრემიის ლაურეატი გახდა.

იერარქიული და ქსელური ბაზები ამ პერიოდის შემდეგ „ჩრდილში“ დარჩა. მე-20 საუკუნის მიწურულს ბაზების თეორიაში გამოჩნდა ახალი ობიექტი, ტერმინით NoSQL („არარელაციური“ ან „არა მხოლოდ რელაციური“ ბაზები). კომპიუტერული ტექნიკის ელემენტებისა და განსაკუთრებით, მისი ოპერატიული და ქემ-მეხსიერების მოცულობების სწრაფმა ზრდამ და განვითარებამ წარმოადგინა ახალი რესურსები დიდ მონაცემთა ეკოსისტემების რეალიზაციისთვის [12]. სწორედ ამ სფეროში NoSQL ბაზები შეუდარებელია თავისი სწრაფქმედებით და ბევრად ჯობნის SQL-ბაზებს, რომლებიც რელაციური ოპერაციებით მანიპულირებენ. დღეს მრავალი კორპორაცია და ბიზნეს-ობიექტები იყენებენ პარალელურად როგორც SQL, ასევე NoSQL ბაზებს.

რელაციური ბაზები მონაცემთა სტრუქტურების ოპტიმიზაციისთვის იყენებდნენ ე. კოდის ნორმალურ ფორმათა თეორიას (ნორმალიზაცია) [9-12]. იერარქიული სტრუქტურის მქონე NoSQL კი პირიქით, ინფორმაციის სწრაფი ძებნის მიზნით იყენებს „დენორმალიზაციის“ ალგორითმს [13,14].

ჩვენი სტატიის მიზანია სწორედ ასეთი პროცესების კვლევის შედეგების ილუსტრაცია და რელაციურ და არარელაციურ პროცედურებს შორის შედარებითი ანალიზის ჩატარება, საბოლოოდ გარკვეული რეკომენდაციების შემუშავება.

2. ძირითადი ნაწილი

NoSQL ტიპის ბაზის შექმნისას „key-value” Json-ის ფორმატში არაა საჭირო წინასწარ მონაცემთა მოდელის (სქემის - კავშირების, Database Diagrams) აგება. MongoDB Compass -ის მაგალითზე ბაზის შექმნა იწყება უშუალოდ კონკრეტული კოლექციის კონკრეტული დოკუმენტის (მაგალითად, სტუდენტის მონაცემები). MongoDB Compass -ის მართვის სისტემა თვითონ ქმნის ამის მიხედვით ბაზასაც, კოლექციასაც და დოკუმენტებსაც [15].

რეალურად, კონკრეტულ მონაცემთა ბაზაში n -კოლექციაა. მაშინ - როგორი კავშირები არსებობს კოლექციებს შორის, კოლექციის დოკუმენტებს შორის? რეალურად ასეთი სემანტიკური ან სინტაქსური კავშირები არსებობს მონაცემებს შორის.

ზოგადად არსებობს: 1:1, 1:N, M:N კავშირები. ის, რაც SQL ბაზების შემთხვევაში ცხადად აღიწერება არსთა-დამოკიდებულების მოდელში (Entity-Relationship Model) და მას Database Diagrams ვუწოდებთ (ნახ.1).

ახლა განვიხილოთ MongoDB-ს კოლექციების რელაციური კავშირების პროგრამული რეალიზაციის მეთოდები და ინსტრუმენტულ საშუალებები. არსებობს ორი ხერხი:

- კოლექციაში ჩაშენებული (embedded) დოკუმენტების გამოყენება;
- კოლექციაში მიმთითებლის (reference, ლინკი) გამოყენება სხვა კოლექციის დოკუმენტზე.

ჩვენ ზემოგანხილულ მაგალითებში უფრო ხშირად მეორე ხერხს ვიყენებდით, მაგალითად, Jgufi – Student (ლინკი gr_nom).

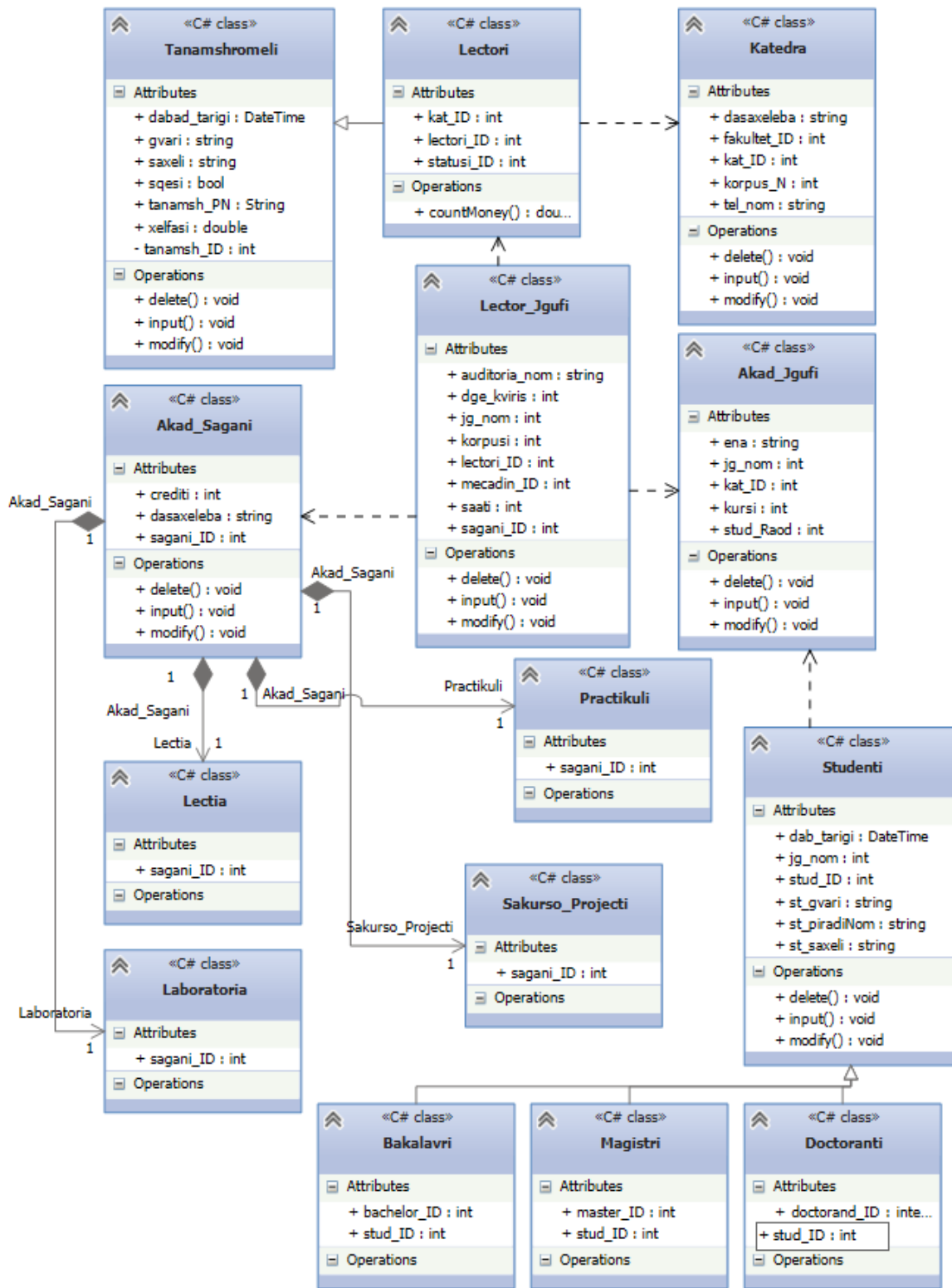
განვიხილოთ უფრო დეტალურად აღნიშნულ ორ ხერხს შორის შედარების და მათი გამოყენების ეფექტურობის შემთხვევები, ანუ რომელი რა დროს ჯობია გამოვიყენოთ მონაცემთა ბაზის კოლექციებს შორის 1:1, 1:N და M:N დამოკიდებულებათა არსებობისას.

- ჩაშენებული დოკუმენტები 1:1 და 1:N კავშირებით. ვიხილავთ სამ კოლექციას (ნახ.2).

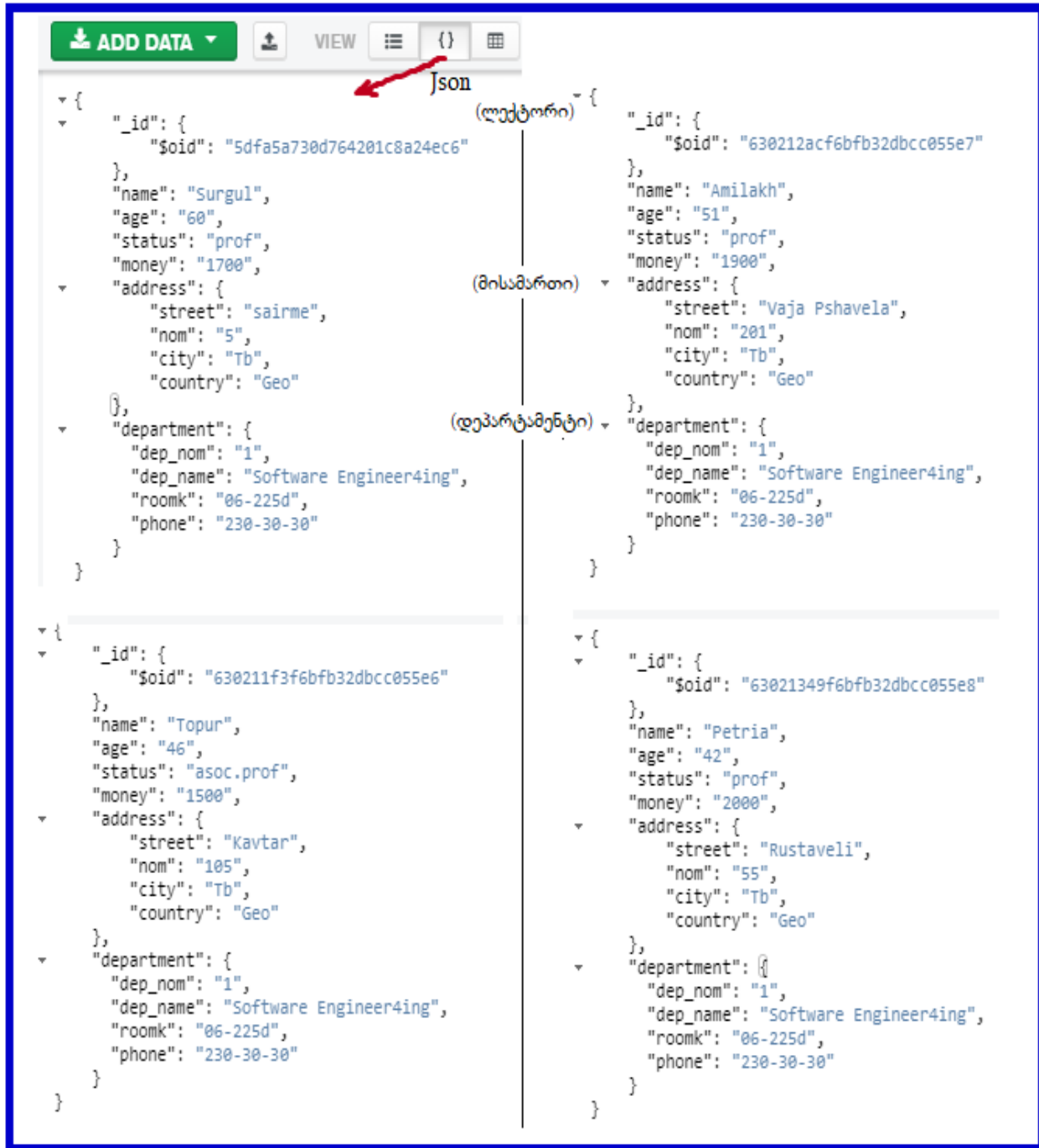
Lector – Address – Department

აქ Lector – Address კოლექციებს შორის არსებობს 1:1 დამოკიდებულება. (ყოველ ლექტორს აქვს უნიკალური მისამართი. Department – Lector კოლექციებს შორის კი არის 1:N კავშირი (ანუ 1 დეპარტამენტში რამდენიმე ლექტორია და ყოველ მათგანს აქვს უფლება იყოს მხოლოდ 1 დეპარტამენტში მთლიან ან ნახევარ განაკვეთზე).

შენიშვნა: სამი კოლექციის ასახვა (პროგრამული რეალიზაცია) ერთში თეორიულად, მონაცემთა სტრუქტურების ოპტიმიზაციის თვალსაზრისით, ნიშნავს *დენორმალიზაციის* პროცესს.



ნახ.1. სასწავლო პროცესის პროგრამული სისტემის კლასები და კლასთაშორისი კავშირების ფრაგმენტი (VisualStudio .NET 2015)



ნახ.2. Lector-კოლექცია ჩაშენებული მისამართის (1:1) და ჩაშენებული დეპარტამენტის (1:N) დოკუმენტებით

მონაცემთა სტრუქტურების ნორმალიზაცია (SQL ბაზაში) ნიშნავდა ერთი ცხრილის (table, მაგალითად, 1-ელ ნორმალურ ფორმაში) დაშლას ფუნქციონალური და ტრანზიტული კავშირების ანალიზის საფუძველზე, რამდენიმე მე-3 ნორმალური ფორმის ცხრილებად (მაგალითად 3 - დამოკიდებულებად) [6,9,12].

➤ M:N კავშირის მაგალითები ჩაშენებული კოლექციების და დოკუმენტების პროგრამული რეალიზაციის შემთხვევაში.

ჩვენი მაგალითიდან გამოვყოთ Lector-ის და Jgufi-ის კოლექციები MongoDB Compass ბაზაში. M:N დამოკიდებულების საილუსტრაციოდ განვიხილოთ ორი იერარქიული სქემა:

ლექტორი -> ჯგუფი (ნახ.3) და ჯგუფი -> ლექტორი (ნახ.4).

The screenshot displays two JSON documents in MongoDB Compass. The left document represents a lecturer with an array of groups, and the right document represents a group with an array of lecturers. A diagram on the right shows a flow from 'Lecturer' to 'Group'.

```

(ლექტორი)
{
  "_id": "63033c502a9026335446e3a6",
  "name": "სამხარაძე რ.",
  "status": "პროფესორი",
  "acadGroups": [
    {
      "gr_nom": "108050",
      "ena": "ქართული"
    },
    {
      "gr_nom": "108039",
      "ena": "რუსული"
    },
    {
      "gr_nom": "108158",
      "ena": "ინგლისური"
    }
  ]
}

(ლექტორი)
{
  "_id": "63038d87e35f523354cfcc3b",
  "name": "ბერაია ნ.",
  "status": "პროფესორი",
  "acadGroups": [
    {
      "gr_nom": "108139",
      "ena": "რუსული"
    },
    {
      "gr_nom": "108039",
      "ena": "რუსული"
    }
  ]
}

(ლექტორი)
{
  "_id": "63034131e35f523354cfcc37",
  "name": "ბანტაძე თ.",
  "status": "პროფესორი",
  "acadGroups": [
    {
      "gr_nom": "108150",
      "ena": "ქართული"
    },
    {
      "gr_nom": "108250",
      "ena": "ქართული"
    },
    {
      "gr_nom": "108050",
      "ena": "ქართული"
    }
  ]
}
    
```

ნახ.3. კოლექცია Lector და მასში ჩაშენებული Jgufi-ს მონაცემები

ნახაზიდან ჩანს, რომ ერთ ლექტორს ჰყავს სტუდენტთა რამდენიმე ჯგუფი და ეს ჯგუფები განსხვავებული მახასიათებლებითაა. მაგალითად, გარდა ჯგუფის ნომრისა, აქ მნიშვნელოვანია „სწავლების ენა“, „სემესტრი“ და ა.შ.

მონაცემთა ძეგლის პროცესი სწრაფია, თუ კონკრეტული ლექტორით ვეძებთ ჯგუფებს და ამ ჯგუფის სტუდენტებს.

თუ მოთხოვნაში საჭიროა ჯგუფის_ნომრით (ან სტუდენტის_გვარით) ვიპოვოთ ლექტორი, მაშინ ძეგლის პროცესის დრო იზრდება (იერარქიული ასიმეტრიულობის გამო) და საჭიროა დამატებითი მექანიზმების გამოყენება.

მე-4 ნახაზზე მოცემულია შეცვლილი სტრუქტურა, სადაც ბაზაში შესვლა ხორციელდება Jgufi - კოლექციის დოკუმენტის gr_nom ატრიბუტის მნიშვნელობით. ამ კოლექციის დოკუმენტის შიგნით ჩაშენებულია ლექტორთა კოლექციის დოკუმენტის შესაბამისი ველები მნიშვნელობები.

The screenshot displays a database interface with three document structures. Each document has a 'gr_nom' field and a 'Lector' array. The 'Lector' array contains objects with 'name' and 'status' fields. A diagram on the right shows a box labeled 'Jგუფი' with a downward arrow pointing to a box labeled 'ლექტორი'.

Document ID	gr_nom	ena	semestr	stud_raod	Lector Array
63036ab42a9026335446e3a8	108050	ქართული	5	25	<ul style="list-style-type: none"> სამხარაძე რ. (პროფესორი) ხახტაძე თ. (პროფესორი) სურგულაძე გ. (პროფესორი)
63036ee3e35f523354cfc39	108039	რუსული	1	15	<ul style="list-style-type: none"> სამხარაძე რ. (პროფესორი) ზერაია ნ. (პროფესორი)
63037170e35f523354cfc3a	108158	ინგლისური	3	30	<ul style="list-style-type: none"> სამხარაძე რ. (პროფესორი) როდონაია ი. (მონივეული პროფესორი)

ნახ.4. კოლექცია Jgufi და მასში ჩაშენებული Lector-ის მონაცემები

მონაცემთა ძეგლის დრო ამ შემთხვევაში იქნება სწრაფი. მაგრამ ჩვენ საბოლოო შედეგში გვაქვს ორი მოდელის (Lector -> Jgufi და Jgufi -> Lector), ანუ ორი სტრუქტურის რეალიზაცია (მონაცემთა დუბლირებით).

გადასაწყვეტი პრობლემის ოპტიმიზაციის თვალსაზრისით, მონაცემთა ძეგლის დროისა (T_a) და მონაცემთა მოცულობის (V_a) კომპრომისული მნიშვნელობის განსაზღვრის მიზნით, იყენებენ ინდექსირებული ფაილების შექმნის ხერხს [16].

- ნორმალიზაცია/დენორმალიზაციის მოდელი და ალგორითმი.

ზოგადად, ასეთი კლასის ოპტიმიზაციის ამოცანების გადაწყვეტა დამოკიდებულია სისტემის მომხმარებელთა მოთხოვნების ანალიზის შედეგებზე. კერძოდ, სამი (ან მეტი) დამოუკიდებელი ცხრილი, მიმითებლიანი კავშირებით (reference) ერთმანეთთან, იკავებს მონაცემთა მოცულობის ($V_{მონაც.}$) თვალსაზრისით მინიმალურ ადგილს მესხიერებაში (ნაკლებია მონაცემთა დუბლირება,

დავუშვათ აგრეთვე, რომ წინასწარ ცნობილია R_i -ის ცვლილების რაოდენობა μ_i დროის განსაზღვრულ ინტერვალში და მართებულია შემდეგი მოწესრიგება:

$$\mu_1 \geq \mu_2 \geq \dots \geq \mu_l$$

(1) და (2) -სთვის მონაცემთა განახლების მოცულობები შესაბამისად გამოითვლება ასე:

$$Q_{dec} = \sum_{i=1}^l \mu_i * (n_i + a_i) \text{ და } Q_{com} = \mu_1 * (n_1 + \sum_{j=1}^l (a_j - r))$$

სადაც r - ატრიბუტების ის რაოდენობაა, რომლითაც სრულდება შეერთების (“Join”) ოპერაცია. შემდგომში შეიძლება იგნორირება.

თუ დავუშვებთ, რომ (1) და (2) ნფ-ებს შორის არსებობს შუალედური ნფ, მაშინ მისთვის განახლებათა მოცულობა შეადგენს:

$$Q = \sum_{j=1}^s \mu_j * (n_j + \sum_{k=1}^l a_k)$$

სადაც S ფდ-ების რაოდენობაა შუალედურ ნფ-ში. მაშინ, მართებულია გამოსახულება:

$$\mu_1 * (n_1 + \sum_{k=1}^l a_k) \geq \dots \geq \sum_{j=1}^s \mu_j * (n_j + \sum_{k=1}^l a_k) \geq \dots \geq \sum_{i=1}^s \mu_i * (n_i + a_i) \quad (3)$$

სადაც უტოლობის მარცხენა მხარე ეთანადება $(i-1)$ ნფ-ს, ხოლო მარჯვენა მხარე - $(i+1)$ ნფ-ს, ცენტრალური კი - i ნფ-ს.

გავანალიზოთ დეტალურად ორი მოსაზღვრე ნფ, მაგალითად, i და $i+1$. (3)-დან შეიძლება მივიღოთ:

$$\sum_{j=1}^s \mu_j n_j + \sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^l \mu_j a_k \geq \sum_{i=1}^s \mu_i n_i + \sum_{i=1}^s \mu_i a_i \quad (4)$$

ამის საფუძველზე მართებულია შემდეგი გამოსახულებები:

$$\sum_{i=1}^s \mu_i n_i - \sum_{j=1}^s \mu_j n_j = \sum_{i=s+1}^l \mu_i n_i \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^s \sum_{k=1}^l \mu_j a_k - \sum_{i=1}^s \mu_i a_i = \sum_{j=1}^s \sum_{k=1, j \neq k}^l \mu_j a_k - \sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i \quad (6)$$

თუ (5) და (6) გამოსახულებათა მარჯვენა ნაწილებს ჩავსვამთ (4)-ში, მივიღებთ:

$$\sum_{j=1}^s \sum_{k=1, j \neq k}^l \mu_j a_k \geq \sum_{i=s+1}^l \mu_i n_i + \sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i \quad (7)$$

უტოლობის ორივე მხარე გავყოთ $\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i$ -ზე:

$$\frac{\sum_{j=1, k=1}^s \sum_{j \neq k}^l \mu_j a_k}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i} \geq \frac{\sum_{i=s+1}^l \mu_i n_i}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i} + \frac{\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i} \quad (8)$$

ვინაიდან $[1:l] = [1:s] \cup [s+1:l]$ ამიტომ:

$$\frac{\sum_{j=1}^s \sum_{k=1, j \neq k}^l \mu_j a_k}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i} = \frac{\sum_{j=1}^s \sum_{k=1, j \neq k}^s \mu_j a_k}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i} + \frac{\sum_{j=1}^s \mu_j \sum_{k=s+1}^l a_k}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i \sum_{i=s+1}^l a_i}$$

საბოლოოდ მივიღებთ:

$$\frac{\sum_{j=1}^s \sum_{k=1, j \neq k}^l \mu_j a_k}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i a_i} + \frac{\sum_{j=1}^s \mu_j}{\sum_{i=s+1}^l \mu_i} \geq \sum_{i=s+1}^l \frac{n_i}{a_i} + 1 \quad (9)$$

სადაც $l \geq 2, s \geq 1$ და $l > s$.

პრაქტიკაში ხშირად გამოიყენება შემთხვევა, როცა $l=2$ და $s=1$, მაშინ (9)-ს ექნება ასეთი სახე:

$$\frac{\mu_1}{\mu_2} \geq \frac{n_2}{a_2} + 1$$

ესაა ვონგ-ვედეკინდის მოდელი (1,2 და 3 ნფ განხილვისას) [10]. იგი არის (9) გამოსახულების (ვედეკინდ-სურგულაძის მოდელის) კერძო შემთხვევა, როცა გვაქვს n ნფ და $n \geq 3$ [11,12].

გამოკვლეულია აგრეთვე შემთხვევა, როდესაც კორტეჟის არაგასაღებური ატრიბუტების მნიშვნელობათა ცვლილების სიხშირე მაღალია, ხოლო გასაღებურისა - დაბალი [12].

3. დასკვნა

მონაცემთა ბაზის ცხრილები (კოლექციები) წარმოდგენილ უნდა იქნეს სხვადასხვა რიგის ნორმალური ფორმებით (3ნფ-: -ბნფ), მონაცემთა განახლების სიხშირესა და კავშირების ტიპებზე დამოკიდებულებით მოცემულ კონტექსტში; მოცემული μ -თვის შეიძლება (9) გამოსახულებით დადგინდეს მოსახერხებელი (ოპტიმალური) ნფ-ები; თუ ცხრილების (კოლექციების) გასაღებური ატრიბუტების ცვლილებების სიხშირე მაღალია, მაშინ მათთვის სასურველია დაბალი რიგის ნფ-ების გამოყენება, ხოლო თუ არაგასაღებურ ატრიბუტთა ცვლილების სიხშირე დომინირებადია, მაშინ - შედარებით მაღალი რიგის ნფ-ების გამოყენებაა მიზანშეწონილი.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G., Surguladze G., Kachibaia V. (1985). Database Management Systems (DBMS). Vol. 1-4. Georgian Technical University. Tbilisi, -344 p, (in Georgian)
2. Information Management System. Internet resource: <https://www.ibm.com/ibm/history/ibm100/us/en/icons/ibmims/> (15.05.22)
3. Hierarchical database model. Internet resource: https://en.wikipedia.org/wiki/Hierarchical_database_model (15.05.22)
4. CODASYL. Internet resource: <https://en.wikipedia.org/wiki/CODASYL> (15.05.22)
5. ADABAS. Internet resource: <https://en.wikipedia.org/wiki/ADABAS> (15.05.22)
6. Codd E.F. Further normalization of the database relational model. In Data Base Systems, Courant Computer Science Symposia 6. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1972, pp. 65-98.

7. Chogovadze G., Surguladze G., Chachanidze G. (1977). Designing of Relational Databases and Issues of Communication in Them. Abstracts of the 1-st All-Union School-Seminar "Intellectual Information Banks". – Moscow. MEPhI-GPI. Sukhumi, 23.09-2.10.1977, pp.55-58 (in Russian)
8. Petriashvili L., Surguladze G. (2017). Data Management Modern Technologies (Oracle, MySQL, MongoDB, Hadoop). ISBN 978-9941-27-176-2. GTU, Tbilisi, 2017. -202 p., (in Georgian)
9. Chogovadze G., Surguladze G. (1980). Algorithm and Software for Developing the Optimal Organization of n-ary Database Relations. Information bulletin "Algorithms and Programs", No. 1 (33), n-125. State Fund of Algorithms-Programs of the USSR. -M. in Russian)
10. Wang C., Wedekind H. (1975). Segment Synthesis in Logical Data Base Design. IBM J. RSD 19, N1, January, pp.71-77.
11. Wedekind H., Surguladze G. (1996). Technology of Designing of Distributed Systems on the Basis of Objectoriented Programming. ISSN 021-7164, GTU, Tbilissi. pp.96-100, (in Georgian)
12. Surguladze G., Kachibaia V., Kortua T. (1983). On the Choice of Acceptable normal forms for Logical Relational Databases. Transact. of GTU, "Techn. Cybernetics", N 10(267), Tb., pp.47-51, (in Georgian)
13. Surguladze G., Kiviladze G. (2017). Introduction to NoSQL Databases. ISBN 978-9941-0-9642-6. GTU, Tbilisi, 2017. -152 p., (in Georgian)
14. Karlsson J. (2022). MongoDB Schema Design Best Practices. Internet resource: <https://www.mongodb.com/developer/products/mongodb/mongodb-schema-design-best-practices/>
15. Surguladze G., Topuria N., Berulava A. (2022). Development of software products (C#.NET, XAML, Azure SQL, Android). ISBN 978-9941-8-3809-5, GTU. "IT Consulting Scientific Center", Tbilisi, -220 p. (in Georgian)
16. Manage Indexes. MongoDB Compass Documentation. Internet resource: <https://www.mongodb.com/docs/compass/current/indexes/> (15.05.22)
17. Chogovadze G., Kachibaia V., Surguladze G. (1988). Theory of Relational Dependences and Design of Logical Schemes of Databases. ISBN 5-511-00072-8. Iv. Javakhishvili Tbilisi State University (TSU). Tbilisi, -230 p., (in Russian)

(სტატია მიღებულია 24.05.2022)

DESIGNING AND ANALYZING RELATIONSHIPS BETWEEN COLLECTIONS IN NOSQL DATABASE MongoDB (HISTORY AND REALITY)

Tsertsvadze Maka, Kaishauri Tinatin, Surguladze Gia
Georgian Technical University
maka@gtu.ge, t.kaishauri@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge

Summary

Issues of designing data models of NoSQL databases for organizational management information systems are discussed. For the purpose of comparison, the Entity-relationship model between the tables for the same business object is presented. The theoretical design results are realized on the example of MongoDB Compass database collections and documents. Based on the analysis of user requirements, optimization algorithms of data structures have been developed to implement the classical normal form theory of E. Code and denormalization processes.

(Received 24.05.2022)

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: გ. სურგულაძე, ე. თურქია, გ. ნარეშელაშვილი,
მ. ცერცვაძე, გ. მაისურაძე, გ. დალაქიშვილი

გადაეცა წარმოებას 29.05.2022 წ. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი
ნაბეჭდი თაბახი 10,25. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 10. ტირაჟი 50 ეგზ.
იბეჭდება ავტორთა ხარჯით