

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

ყოველკვარტალური გამოცემა
QUARTERLY PUBLICATION

Certificate
ICI Journals master Lists

ISSN 1512-0996
DOI:<https://doi.org/10.36073/1512-0996>

INDEX  COPERNICUS
I N T E R N A T I O N A L

ურომები
WORKS

N2(528)



თბილისი – TBILISI

2023

დასრულებულია 1924 წელს.
პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

საქართველოს ჟექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის ყოველკვარცაღური მუდგიდისციპლინური რეფერირებადი პერიოდული გამოცემა, რომელიც რეგისტრირებულია საერთაშორისო ელექტრონულ მონაცემთა ბაზაში - Index Copernicus International.

ყვედა უფდება დაწყდება. ამ კრებულში გამოქვეყნებული ნებისმიერი სტატიის (ჟექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არც ერთი ფონდითა და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემდის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

ავტორი (ავტორები) პასუხისმგებელია სტატიის შინაარსზე და საავტორო უფლებებისა და სამეცნიერო ეთიკის საყოველთაოდ მიღებული სხვა ნორმების დაცვაზე.

სტატიის ავტორის (ავტორების) პოზიციის შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახდის პოზიციას.

საგამომცემლო სახდი „ჟექნიკური უნივერსიტეტი“ გულწრფელი მადლიერებით მიიღებს ყვედა კონსტრუქციულ შენიშვნას, წინადადებას და გამოიყენებს საქმიანობის შემდგომი სრულყოფისათვის.

მოგვწერეთ:
sagamomcemlosakhli@yahoo.com

მთავარი რედაქტორი
დ. გურგენიძე

მთავარი რედაქტორის მოაღბილამები:

- დ. კდიმიაშვიდი
- ბ. გასიფაშვიდი
- კ. კოპადიანი

სწავლული მდივანი

- დ. გორგიძე

სარედაქციო კოლეგია:

- ა. აბშიღვა, პ. აბრეხცი (გერმანია), ნ. ბალათურია,
- გ. ბიბიდიშვიდი, პ. ბიედივი (სლოვაკეთი), ვ. ბურკოვი (რუსეთი), მ. ბურჯანაძე, ი. გაბისონია, გ. გავრდაშვიდი,
- ჯ. გახოვიძე, თ. გედაშვიდი, ბ. გვიშიანი, ბ. გუსევი (რუსეთი), დ. დბინისი (პოლონეთი), პ. ბუნკედი (ავსტრია),
- გ. თავაძე, დ. თავხედიძე, დ. ივანოვი (რუსეთი), ნ. იმნაძე,
- ა. კაბელოვი (უზბეკეთი), ბ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია,
- გ. კვეციფაძე, გ. კობახიძე, მ. კოსიორ-კაბბერევი (პოლონეთი), ი. კუტუბიძე, მ. კუხაღიშვიდი, ბ. ღომსაძე,
- პ. მამელიძე (აბერბაიჯანი), ვ. მაჭვევი (რუსეთი), ნ. მახვიდაძე, ე. მეძმარიაშვიდი, ს. მინასანი (სომხეთი),
- ს. მიპარა (იაპონია), თ. ნაწრიაშვიდი, ა. ნონეშვიდი,
- ბ. ჟუმაგულოვი (ყაზახეთი), გ. საღუქვაძე, ა. სიკორსკი (პოლონეთი), ი. სიკოვი (პოლონეთი), ა. სუბევი (იაპონია), გ. ცყემადაძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აბერბაიჯანი), ა. ფრანგიშვიდი, გ. ქვარცხავა,
- ნ. ქუთათეაძე, ნ. ყავდაშვიდი, ნ. შავიშვიდი, ს. შმიდცი (გერმანია), პ. შტროერი (გერმანია), თ. ცინცაძე,
- თ. ძაგანია, ნ. წერეთელი, ბ. წვერიაძე, ნ. წიგნაძე,
- ა. ხვედიძე, რ. ხუროცი, ი. ჯაგოდნიშვიდი.

სამეცნიერო კონსულტანტები:

- ა. აბრადვა, გ. აბრამიშვიდი, ჯ. ბერიძე, ჯ. გაბელია,
- დ. გორგიძე, რ. გრიგოლია, შ. დევანოსიძე, რ. დიაკონიძე,
- შ. დოლონაძე, ჯ. იოსებიძე, თ. კაიშაური, ც. კვიციანი,
- ი. კველევა, ბ. კოვბირიძე, ნ. დოდაძე, თ. ღომინაძე,
- ნ. დომინაძე, თ. მაგრაქვილიძე, ი. მეგრელიშვიდი, გ. მედაძე,
- პ. მედაძე, მ. მეძმარიაშვიდი, დ. მძინარიშვიდი, ბ. მხეიძე,
- თ. ნამიჩეიშვიდი, დ. ნაწროშვიდი, ა. სონლუდაშვიდი,
- თ. ფარესიშვიდი, დ. ყუფარაძე, ბ. შანშიაშვიდი, ა. ჩიქოვანი,
- თ. ჩუბინიშვიდი, ე. ცქიფიშვიდი, ბ. წამადაძე, კ. წერეთელი,
- შ. წეროძე, ნ. ჭითანავა, მ. ხოსიფაშვიდი,
- თ. ჯაგოდნიშვიდი.

© საგამომცემლო სახდი „ჟექნიკური უნივერსიტეტი“, 2023



Founded in 1924.

Published in quarterly editions.

Collection of Academic Works of Georgian Technical University is a multidisciplinary quarterly refereed periodical included in Index Copernicus International.

All rights reserved. No material appearing in this publication (texts, images, illustrations and other visual) can in any form or by any means (electronic or manual) be used by other parties without prior written consent of the publisher.

Infringement of copyright is punishable by law.

Author (authors) is (are) responsible for content of the article as well as protection of copyright and compliance with generally accepted norms of academic ethics.

Judgements of the author (authors) and the publishing house may vary.

Publishing House „Technical University“ is open to constructive feedback and ideas for the purpose of continuous improvement.

Contact us:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com

EDITOR-IN-CHIEF

D. Gurgenidze

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF:

L. Klimiashvili

Z. Gasitashvili

K. Kopaliani

SCIENTIFIC SECRETARY

D. Gorgidze

EDITORIAL BOARD:

A. Abshilava, H. Albrecht (Germany), N. Baghaturia, G. Bibileishvili, P. Bielik (Slovakia), M. Burjanadze, In. Burkov (Russia), L. Dzienis (Poland), T. Dzagania, I. Gabisonia, J. Gakhokidze, G. Gavardashvili, O. Gelashvili, B. Gusev (Russia), Z. Gvishiani, Iv. Jagodnishvili, N. Imnadze, L. Ivanov (Russia), A. Kabulov (Uzbekistan), Z. Kakulia, N. Kavlashvili, R. Khurodze, A. Khvedelidze, G. Kobakhidze, M. Kosior-Kazberuk (Poland), M. Kukhaleishvili, R. Kutateladze, I. Kutubidze, V. Kvaratskhelia, G. Kvartskhava, G. Kvesitadze, Z. Lomsadze, N. Makhviladze, G. Mammadov (Azerbaijan), V. Matveev (Russia), E. Medzmariashvili, S. Mihara (Japan), S. Minasyan (Armenia), T. Natriashvili, A. Noneshvili, A. Pashayev (Azerbaijan), A. Prangishvili, G. Salukvadze, S. Schmidt (Germany), N. Shavishvili, A. Sikorski (Poland), I. Skotchko (Poland), G. Stroer (Germany), H. Sunkel (Austria), A. Suzuki (Japan), G. Tavadze, D. Tavkheldidze, G. Tkemaladze, N. Tsereteli, N. Tsignadze, T. Tsintsadze, Z. Tsveraidze, F. Unger (Austria), B. Zhumagulov (Kazakhstan).

SCIENTIFIC ADVISERS:

A. Abralava, G. Abramishvili, J. Beridze, A. Chikovani, N. Chitanava, T. Chubinishvili, Sh. Dekanosidze, R. Diakonidze, Sh. Dogonadze, J. Gabelia, D. Gorgidze, R. Grigolia, M. Khositashvili, J. Iosebidze, T. Jagodnishvili, T. Kaishauri, Z. Kovziridze, L. Kuparadze, I. Kveselava, T. Kvitsiani, N. Loladze, N. Lominadze, T. Lominadze, T. Magrakvelidze, L. Mdzinarishvili, M. Medzmariashvili, I. Megrelishvili, G. Meladze, H. Meladze, B. Mkheidze, O. Namicheishvili, D. Natroshvili, O. Paresishvili, B. Shanshiashvili, A. Songulashvili, Z. Tsamalaidze, K. Tsereteli, Sh. Tserodze, E. Tskitishvili.

© Publishing House „Technical University“, 2023



შინაარსი

ბიზნესი, მენეჯმენტი და ბუღალტრული აღრიცხვა

რუსუდან ქუთათელაძე, ანა კობიაშვილი. კოვიდ-19-ის სასწავლო პროცესზე ზეგავლენის ანალიზი 9

ქიმია

ნანა გეგეშიძე, ნინო კილასონია, მაია ცინცაძე. ზოგიერთი 3d - მეტალის კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი N, N- დიმეთილფორმამიდთან და იწ სპექტროსკოპული კვლევა 18

კომპიუტერული მეცნიერება

იური მოდებაძე, ვახტანგ აბულაძე. ოპტიკურ ბოჭკოში წარმოქმნილი პარაზიტული სიხშირეების გამოთვლა LabVIEW პროგრამით საწყისი ხუთი ტალღის შემთხვევაში 27

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და პლანეტოლოგია

მარინე მარდაშოვა, თამარ რაზმაძე-ბროკიშვილი, თამარ მიქავა. ნავთობის თანმხლები წყლების ჰიდროგეოქიმიური მაჩვენებლების შესწავლა სამრეწველო გამოყენების მიზნით 35

საინჟინრო საქმე

ნანა ჯიქია, დემურ ტალახაძე, ანზორ აბშილავა. მადნეულის სპილენძის მადნების მამდიდრებელი ფაბრიკების მიმდინარე კუდების კომბინირებული ტექნოლოგიით დამუშავების საკითხები..... 47

თამაზ ისაკაძე, ზურაბ ლაზარაშვილი, გივი გუგულაშვილი. საავტომობილო ტრანსპორტი სამაცივრო მოწყობილობით 55

სერგო ესაძე, ნინო პავლიაშვილი. ვერტიკალური სეისმური დატვირთვა ფოლადის დიდმალიან ფერმაზე..... 63

მაია დავითაია, გიორგი ქართველიშვილი. თბილისში დანგრეული კალოუბნისა და ამაღლების
ტაძრების კულტურულ-ისტორიული და არქიტექტურულ-მხატვრული ანალიზი..... 68

მედიცინა

პაატა ლეჟავა, ზვიად ღურწკაია. ხელოვნური ინტელექტით აღჭურვილი სისტემა საშვილოსნოს
ყელისა და სარძევე ჯირკვლის სიმსივნეების დიაგნოსტიკისათვის..... 78

სოციალური მეცნიერებები

მადონა კოპალეიშვილი, ნელი მახვილაძე, ირინა ბედინაშვილი, თეიმურაზ ჩუბინიშვილი.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო პუბლიკაციების ეფექტურობის
ასახვა Crossref-ის ანგარიშებში..... 85

თამილა ყურაშვილი. ამერიკის შეერთებული შტატებისა და რუსეთის ურთიერთობები ახლო
აღმოსავლეთის რეგიონში..... 93

ავტორთა სამიებული 108

რეცენზენტთა სამიებული 109

ავტორთა საყურადღებოდ 110

CONTENTS

Business, Management and Accounting

Rusudan Kutateladze, Ana Kobiashvili. Analysis of the Impact of Covid-19 on the Educational Process 9

Chemistry

Nana Gegeshidze, Nino Kilasonia, Maia Tsintsadze. Synthesis and Spectroscopic (IR) Studies
of Complex Compounds of Some 3D Metals with N,N-dimethylformamide 18

Computer Science

Iuri Modebadze, Vakhtang Abuladze. Calculation of the Parasitic Frequencies Generated in the
Optical Fiber Using the LabVIEW Program in Case of the Initial Five Waves..... 27

Earth and Planetary Sciences

Marine Mardashova, Tamar Razmadze-Brokishvili, Tamar Mikava. Hydrogeochemistry of Oil-bearing
Waters Study of Indicators for Industrial Use 35

Engineering

Nana Jikia, Demur Talakhadze, Anzor Abshilava. Processing Questions of Madneuli Copper Enrichment
Plant Tails..... 47

Tamaz Isakadze, Zurab Lazarashvili, Givi Gugulashvili. Road Transport with a Refrigeration Device..... 55

Sergo Esadze, Nino Pavliashvili. Vertical Seismic Load on a Long-span Steel Truss..... 63

Maia Davitaia, Giorgi Kartvelishvili. Cultural-historical and Architectural-artistic Analysis
of the Ruined Kaloubani and Amaghleba Temples in Tbilisi 68

Medicine

Paata Iezhava, Zviad Ghurtskaia. An Artificial Intelligence-equipped System for the Diagnosis of Cervical and Breast Cancer 78

Social Sciences

Madona Kopaleishvili, Nelly Makhviladze, Irina Bedinashvili, Teimuraz Chubinishvili. Reflecting Efficiency of Scientific Publications of the Technical University of Georgia in Crossref Reports..... 85

Tamila Kurashvili. Relations Between the United States and Russia in the Middle Eastern Region 93

Author’s Index 108

Reviewer’s Index 109

Guidelines for Authors 116

UDC 005

SCOPUS CODE 1407

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-9-17>

კოვიდ-19-ის სასწავლო პროცესზე ზეგავლენის ანალიზი

რუსუდან ქუთათელაძე ტურიზმისა და მარკეტინგის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

ანა კობიაშვილი ეკონომიკური ინფორმატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: a.kobiashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

ე. ბარათაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: e.baratashvili@gtu.ge

მ. კიკნაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

ანოტაცია. კოვიდპანდემიამ სერიოზული პრობლემები შეუქმნა უმაღლეს განათლებას მთელ მსოფლიოში. შექმნილმა მდგომარეობამ განაპირობა არაერთი გამოწვევა, რომლებიც საკმაოდ განსხვავებულად აისახა რეგიონებზე, ქვეყნებსა და ინსტიტუციებზე და კიდევ უფრო გაამწვავა მანამდე არსებული უთანასწორობა.

სტატიაში აღწერილია კოვიდ-19-ის სხვადასხვაგვარი ზეგავლენა უმაღლეს სასწავლებლებში შექმნილ ვითარებაზე და შექმნილი გამოწვევების დაძლევის მექანიზმები. მოყვანილია 2020–2022 წლებში უნივერსიტეტების საერთაშორისო ასოციაციის მიერ მსოფლიოს მრავალ უნივერსიტეტში ჩატარებული

გამოკითხვების შედეგები. გაანალიზებულია პანდემიის პერიოდში უმაღლესი განათლების მენეჯმენტის მიმართულებით ჩატარებული კვლევების შედეგები და სწავლების დაფინანსების სექტორის მიერ განცდილი ცვლილებები. განხილულია სწავლისა და სწავლების სფეროში ახალი მეთოდების დანერგვის, დისტანციურ სწავლებაზე გადასვლის პრობლემები და მათი მოგვარების გზები. ნაჩვენებია უნივერსიტეტებში სამეცნიერო კვლევების თვალსაზრისით პანდემიის ზეგავლენით ჩამოყალიბებული ტენდენციები, კვლევითი აქტივობების მიმართ პანდემიის დადებითი და უარყოფითი ზეგავლენების ანალიზი. მოცემულია სტუდენტებისა და პროფესორ-მასწავლებლების საზოგადოებრივ-სოციალურ პრო-

ცესებში ჩართულობის როგორც გლობალური, ისე რეგიონული მონაცემები. შეჯამებულია უმაღლეს საგანმანათლებლო სფეროზე პანდემიის ზეგავლენის პირველი ორი წლის შედეგები. გაკეთებულია შესაბამისი დასკვნები უმაღლესი სასწავლო დაწესებულებების სრულფასოვან მუშაობაზე კოვიდპანდემიის ზემოქმედების შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: კვლევა; კოვიდ-19; სოციალური ჩართულობა; სწავლა; სწავლება; უმაღლესი განათლების მენეჯმენტი.

შესავალი

ბოლო რამდენიმე წელია, რაც მსოფლიო განსხვავებულად ცხოვრობს. ჯანმრთელობისა და მასთან დაკავშირებული სტრესის გარდა, კორონავირუსის პანდემიამ მნიშვნელოვანი ზეგავლენა მოახდინა ეკონომიკასა და საზოგადოების სოციალურ და ემოციურ სიჯანსაღეზე [1]. სოციალურ-კულტურულმა და ეკონომიკურმა სისტემამ ხანგრძლივი დროით განიცადა დესტაბილიზაცია.

ერთ-ერთი სექტორი, რომლის ფუნქციონირებაზეც პანდემიამ პირდაპირ იმოქმედა, არის სასწავლო პროცესი. საჭირო გახდა სწავლების მეთოდოლოგიების ადაპტირება. პანდემიამ გამოიწვია სტრესთან დაკავშირებული მენტალური პრობლემები როგორც სტუდენტებში, ისე პედაგოგებში, როგორცაა შფოთვები და იზოლირებულობის შეგრძნება. ყველა მათგანისთვის აუცილებელი გახდა კრიზისმენეჯმენტის შესწავლა.

უნივერსიტეტების საერთაშორისო ასოციაციამ მრავალი კვლევა ჩატარა COVID-19-ის სასწავლო პროცესზე ზეგავლენის დასადგენად.

პირველად ასეთი კვლევა ონლაინ ჩატარდა 2020 წლის გაზაფხულზე დაახლოებით სამი კვირის განმავლობაში. მასში სულ გამოიკითხა 424 ადამიანი. ამ ადამიანთა უმეტესობა იყო საერთაშორისო ოფისებისა და უნივერსიტეტების ხელმძღვანელები, აგრეთვე ფაკულტეტების წევრები. ასევე, იმავე წლის გაზაფხულზე ჩატარდა კვლევა ევროპაში სტუდენტების გაცვლით პროგრამებზე პანდემიის ზემოქმედების დასადგენად. 21930 გამოკითხულიდან 76% იყო ERASMUS+ სტუდენტთა მობილობის მონაწილე, ხოლო გამოკითხვის დანარჩენი მონაწილეები იყვნენ უნივერსიტეტების როგორც სასწავლო, ისე ადმინისტრაციული პერსონალი [2].

ძირითადი ნაწილი

კვლევებში მონაწილეობა მიიღო 500-მა უნივერსიტეტმა 112 ქვეყნიდან [3]. ორივე კვლევამ დაახლოებით ერთნაირი შედეგები აჩვენა; კერძოდ, აღმოჩნდა, რომ მობილობაში ჩართული სტუდენტების ნახევარზე ოდნავ მეტი დარჩა მათ მშობლიურ ქვეყანაში, ხოლო ნახევარზე ოდნავ ნაკლები – მასპინძელ ქვეყანაში. რაც შეეხება გაუქმებულ მობილობებს, უმაღლესი სასწავლებლების 30%-მა სრულად გააუქმა სტუდენტთა მობილობა, გამოკითხულთა 47%-მა უპასუხა, რომ მხოლოდ ზოგიერთმა ქვეყანამ გააუქმა მობილობა. სტუდენტების 25%-მა უპასუხა, რომ მათი მობილობა იქნა გაუქმებული.

კვლევები ჩატარდა ოთხი ძირითადი მიმართულებით: უმაღლესი განათლების მართვის, სწავ-

ლისა და სწავლების, სამეცნიერო კვლევებისა და საზოგადოების ჩართულობის მიმართულებით [4].

უმაღლესი განათლების მენეჯმენტის თვალსაზრისით კვლევებმა აჩვენა, რომ სახელმწიფო დაფინანსებაზე მყოფი უნივერსიტეტების მდგომარეობა ოდნავ უკეთესი იყო შემოსავლების სტაბილურობის მიხედვით, ვიდრე კერძო უნივერსიტეტებისა. ამის მიზეზი ისაა, რომ კერძო უნივერსიტეტებში სწავლების გადასახადს იხდიან სტუდენტთა ოჯახის წევრები, რომელთა შემოსავალზეც მომენტალურად აისახება ქვეყანაში კრიზისული ვითარება, ხოლო სახელმწიფო იძლევა დაფინანსების უფრო მაღალ გარანტიას. თუმცა, როგორც 2008 წლის ეკონომიკურმა კრიზისმა აჩვენა, ქვეყანაში კრიზისული მდგომარეობა სახელმწიფო დაფინანსებაზე მაინც აისახება, ოღონდ უფრო მოგვიანებით. კვლევების თანახმად, კერძო უნივერსიტეტებში დაფინანსება შემცირდა, რაც მაგალითად, აფრიკის უნივერსიტეტებში შეადგენდა 53%-ს, ხოლო ამერიკის უნივერსიტეტებში – 47%-ს.

შემოსავლის ყველაზე სტაბილური წყაროები იყო სახელმწიფო დაფინანსება და სტუდენტების მიერ გადახდილი სწავლების საფასური, რაც როგორც გამოკითხული უნივერსიტეტების დაახლოებით ნახევარმა აღნიშნა (შესაბამისად, 52% და 50%), პანდემიის პერიოდში არ შეცვლილა. მიუხედავად ამისა, დაფინანსების ამ წყაროებშიც მნიშვნელოვანია იმ უნივერსიტეტების წილი, რომლებმაც დაფინანსების კლება განიცადეს (40%-ით კლება სტუდენტების გადასახადისა და 32%-ით კლება სახელმწიფო დაფინანსების), რაც მეტყველებს უნივერსიტეტებს შორის უთანაბრობის ზრდაზე. სიტუაცია განსხვავებულია კერძო სექტორსა და

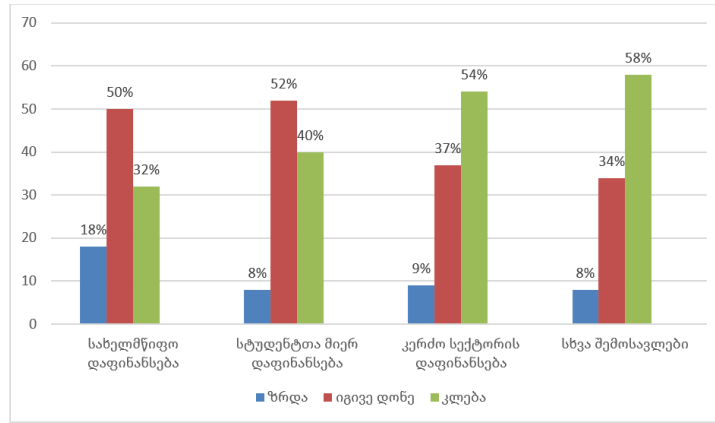
სხვა სახის დაფინანსებების შემთხვევაში. აქ უნივერსიტეტების უმეტესობამ აღნიშნა დაფინანსების კლება როგორც კერძო დაფინანსების (54%), ისე სხვა სახის შემოსავლების თვალსაზრისით (58%). ეს შესაძლებელია განპირობებული იყოს იმით, რომ დაფინანსების ეს სახეობები დაკავშირებულია გარკვეულ კომერციულ ან დამატებით შემოსავლებთან, რომლებიც გენერირებულია უნივერსიტეტების სოციალური აქტივობებით, ღონისძიებებითა და ფონდებით (სურ. 1).

პანდემიის პერიოდში მნიშვნელოვნად შემცირდა საერთაშორისო სტუდენტების რაოდენობა, რაც უნივერსიტეტების ფინანსურ მდგომარეობაზე ნეგატიურად აისახა. ბევრ უნივერსიტეტში ადგილობრივი სტუდენტების ნაკლებობაც შეინიშნებოდა. თუ პირველ შემთხვევაში მიზეზი აშკარად პანდემიაა და მაღალი ალბათობით პანდემიის დასრულებისას ეს პრობლემა მოგვარდება, მეორე შემთხვევაში რთულია იმის პროგნოზირება, აღდგება თუ არა სტუდენტთა რაოდენობის პანდემიამდელი რიცხვები, ვინაიდან ის საზოგადოდ მოსახლეობის შემოსავლების შემცირებითაა გამოწვეული.

უმაღლესი სასწავლო დაწესებულებების 42% აღნიშნავს, რომ პანდემიის პერიოდში გაიზარდა მათი შესაძლებლობები კრიზისის მენეჯმენტის თვალსაზრისით, რაც განაპირობა უნივერსიტეტებს შორის ფართო კომუნიკაციამ. უნივერსიტეტების 42–43% აღნიშნავს, რომ მათ შორის აკადემიური პარტნიორობა გაიზარდა, შეიქმნა ახალი ასოციაციები და ორგანიზაციები, რომელთა მიზანია უნივერსიტეტებს შორის აზრთა და გამოცდილების გაზიარება, ურთიერთდახმარება და სტაბილურობის შენარჩუნება. ასევე გაიზარდა კოლაბორაცია

მსოფლიოს ავტორიტეტულ ორგანიზაციებთან. ეს კოლაბორაცია ეხებოდა ისეთი პრობლემების გადაჭრას, როგორცაა ფინანსური მხარდაჭერა, ჯან-

დაცვის საკითხები, სტუდენტების, ინოვაციებისა და ინფრასტრუქტურის მხარდაჭერა.



სურ. 1. პანდემიის ფინანსური ზეგავლენა უმაღლეს სასწავლო დაწესებულებებზე

სწავლა და სწავლება პანდემიის მხრივ ყველაზე მოწყვლადი სფეროებია, რადგან სასწავლებლებს მოუწიათ დაუგეგმავად სწრაფი გადასვლა პირისპირ სწავლებიდან დისტანციურ სწავლებაზე. ევროპის უნივერსიტეტების 92% გადავიდა დისტანციურ სწავლებაზე. აფრიკაში ეს რიცხვი 82%-ს შეადგენდა. აღმოჩნდა, რომ სტუდენტთა 86% მზად იყო ესწავლა დისტანციურად, მაგრამ დანარჩენი 14% აღმოჩნდა გამოწვევის წინაშე. UNESCO-ს სტატისტიკის კვლევები გვიჩვენებს, რომ ევროპაში საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ მოსწავლეთა 73% აგრძელებს სწავლას უმაღლეს სასწავლებელში. აფრიკისთვის ეს მხოლოდ 9%-ს შეადგენს და ასეთ რეგიონებზე პანდემიამ კიდევ უფრო გააღრმავა პრობლემები, რადგან ეკონომიკურად უფრო სუსტ ქვეყნებში საჭირო გახდა ისეთი მატერიალური დახმარების გაწევის აუცილებლობა, როგორცაა სტუდენტების უზრუნველყოფა მონაცემთა პაკეტებით,

ციფრული ინსტრუმენტებითა და სხვადასხვა მოწყობილობით.

თავდაპირველად 2020 წელს ჩატარდა გამოკითხვა იმის შესახებ, თუ რამდენად მზად იყვნენ უნივერსიტეტები დისტანციურ სწავლებაზე გადასასვლელად. აღმოჩნდა, რომ ევროპის უნივერსიტეტების 85% მზად იყო, მაგრამ აფრიკისთვის ეს რიცხვი შეადგენდა მხოლოდ 29%-ს. 2021 წლისთვის ეს რიცხვი ბევრად გაუმჯობესდა და უკვე 89%-ს მიაღწია საშუალოდ მთელ მსოფლიოში. განსხვავება რეგიონებს შორის მაინც შენარჩუნდა, კერძოდ, ევროპაში ეს რიცხვი 92%-ს შეადგენდა, აფრიკაში კი – 82%-ს [5,6].

უნივერსიტეტების მზაობაზე ჩატარებულ გამოკითხვას მოჰყვა გამოკითხვა რეალურად დისტანციურ სწავლებაზე გადასული სტუდენტების რაოდენობის დასადგენად. ამ გამოკითხვის შედეგები ნაჩვენებია ქვემოთ ცხრილში.

პანდემიის პერიოდში თითქმის ყველა უნივერსიტეტმა (89%) შეძლო გამოცდების ჩატარება, აქედან 72%-ს მოუწია გამოცდების დისტანციურად

ჩატარება, 17%-მა ეს განახორციელა ტრადიციულად, ხოლო დანარჩენმა 11%-მა განაცხადა, რომ გამოცდები გაუქმდა ან გადაიდო.

ცხრილი

დისტანციურ სწავლებაზე გადასული სტუდენტების რაოდენობა

	საშუალო	100%	>80%	>50%
მსოფლიოში	86%	27%	69%	10%
ევროპაში	92%	39%	79%	2%
აზიაში	84%	30%	72%	6%
აფრიკაში	82%	25%	69%	6%
ამერიკაში	74%	14%	55%	24%

პანდემია განსაკუთრებით ნეგატიურად აისახა საერთაშორისო აქტივობებზე, მნიშვნელოვნად დაეცა გაცვლით პროგრამებსა და საზღვარგარეთ სწავლის მსურველთა რაოდენობა, ამიტომ უნივერსიტეტებს მოუწია ინტერნაციონალიზაციის სტრატეგიების გადახედვა და ახალი მიდგომების შემუშავება. ბევრმა უნივერსიტეტმა სტუდენტებისა და პერსონალის მობილობა ჩაანაცვლა ვირტუალური სწავლებითა და ონლაინ კოლაბორაციით, თუმცა ეს მიდგომა ყველასთვის არ აღმოჩნდა ხელმისაწვდომი.

კოვიდ-19-მა ასევე დიდი ზეგავლენა მოახდინა უნივერსიტეტებში **სამეცნიერო კვლევებზე**. მედიცინისა და სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებებში კვლევები მკვეთრად გაიზარდა მაშინ, როცა სხვა დარგებში შეინიშნებოდა გარკვეული შენელება, რასაც ჰქონდა შემდეგი მიზეზები:

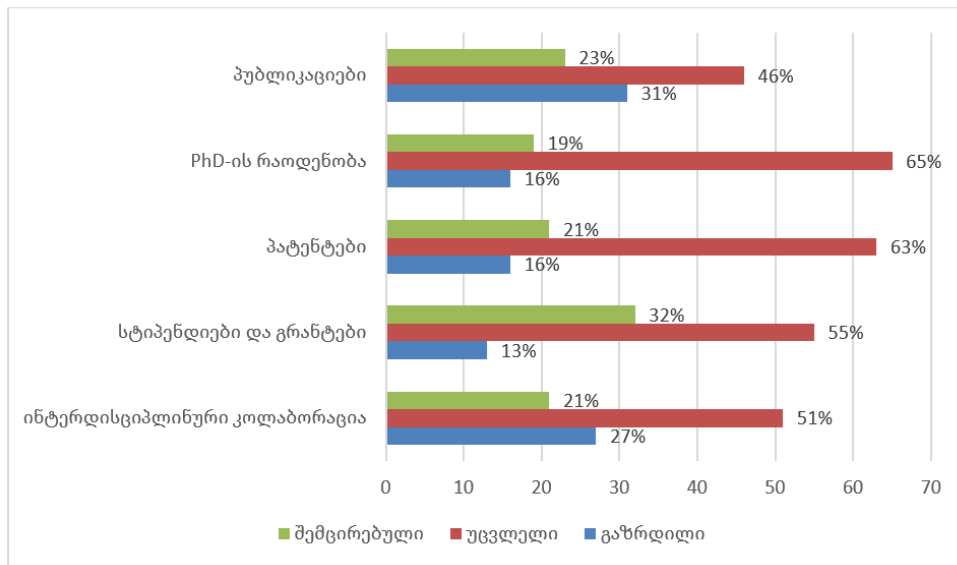
- 1) პერსონალს არ შეეძლო გამგზავრება კონფერენციებსა და შეხვედრებზე (71%);

- 2) პერსონალს არ შეეძლო სავსე სამუშაოებისა და სხვა დაგეგმილი ექსპერიმენტების ჩატარება (66%), რომელთა შესრულებაც დისტანციურად შეუძლებელი იყო;

- 3) პერსონალს მეტი დროის გატარება უწევდა სტუდენტების სწავლების აქტივობებში დისტანციურ სწავლებაზე მოულოდნელი, სწრაფი გადასვლის გამო (61%);

- 4) კამპუსების დაკეტვის გამო პერსონალს არ ჰქონდა წვდომა ლაბორატორიებსა და სპეციალურ აღჭურვილობაზე კვლევების ჩატარების მიზნით (58%).

გამოკითხვის მონაწილეებს სთხოვდნენ მოცემული ჩამონათვალიდან აღენიშნათ ის კვლევითი აქტივობები, რომლებიც მიმდინარეობდა მათ უნივერსიტეტებში და მიეთითებინათ, რა ზეგავლენა მოახდინა პანდემიამ ამ აქტივობებზე. აღმოჩნდა, რომ პანდემიას კვლევით აქტივობებზე არც ისე დიდი ზეგავლენა მოუხდენია (სურ. 2).



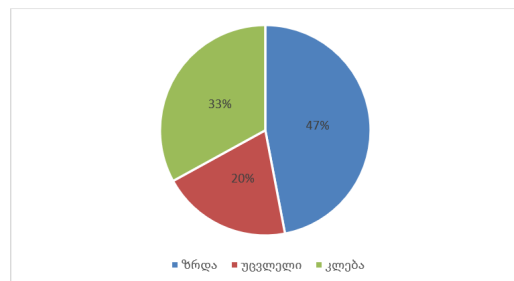
სურ. 2. პანდემიის ზეგავლენა კვლევით აქტივობებზე

კვლევების თვალსაზრისით პანდემიამ გამოავლინა რამდენიმე ტენდენცია:

- 1) სასწავლო დაწესებულებების 37%-ში გაიზარდა სადოქტორო დისერტაციების მომზადების დრო, რაც ნეგატიური ფაქტია ფინანსური და მორალური შედეგების გამო;
- 2) უნივერსიტეტების 33% აღნიშნავს, რომ მათ შეუმცირდათ სტიპენდიები და საგრანტო დაფინანსებები, რაც, ცხადია, ნეგატიური შედეგია;
- 3) გამოკითხული სასწავლო დაწესებულებების მესამედზე მეტმა აღნიშნა, რომ გაიზარდა პუბლიკაციების რიცხვი, რაც პოზიტიური ფაქტია, თუმცა ამის მიზეზი ის იყო, რომ პროფესორ-მასწავლებლებს სახლში დარჩენის გამო დრო გამოუჩნდათ ადრინდელი კვლევების შედეგების მოსაწესრიგებლად და არა ახალი კვლევების ჩასატარებლად;

- 4) გამოკითხულთა 25%-ზე მეტმა აღნიშნა ინტერდისციპლინური კოლაბორაციის ზრდა, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ პანდემიის მიუხედავად ამ ტიპის კოლაბორაციას აქვს მდგრადი განვითარების ტენდენცია.

საზოგადოებრივ-სოციალური ჩართულობის თვალსაზრისით (სურ. 3.), გამოკითხულთა აზრები გაიყო. გამოკითხულთა ორი მესამედის აზრით (ევროპისა და ამერიკის უნივერსიტეტები), ჩართულობა გაიზარდა, ერთი მესამედი კი კლებას უჩივის (აფრიკისა და აზიის უნივერსიტეტები).

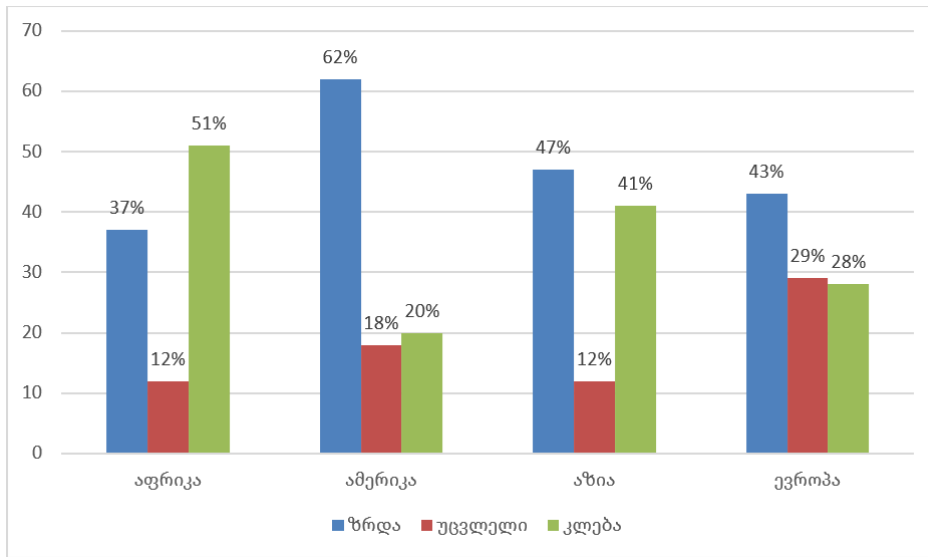


სურ. 3. პანდემიის ზეგავლენა სოციალურ ჩართულობაზე

რეგიონული თვალსაზრისით, სოციალური ჩართულობის ყველაზე დიდი ზრდა ამერიკის უნივერსიტეტებში დაფიქსირდა, ყველაზე მცირე კი – აფრიკაში (სურ. 4).

გამოკითხულთა უმრავლესობა აღნიშნავს, რომ ინსტიტუციური დამოუკიდებლობა (71%) და აკადემიური თავისუფლება (69%) პანდემიის დროს არ დაზარალდებულა; დანარჩენი 17%-ის აზრით, ინსტიტუციური დამოუკიდებლობა გაიზარდა, 18%-ის

აზრით გაიზარდა აკადემიური თავისუფლება, ხოლო ამ ორი კომპონენტის შემცირებას აღნიშნავს შესაბამისად გამოკითხულთა 12% და 13%. ამ საკითხების მონიტორინგი უაღრესად მნიშვნელოვანია, რადგან ეს ორი კომპონენტი არსებითი პირობებია უნივერსიტეტების ისეთი მნიშვნელოვანი ფუნქციების მხარდასაჭერად, როგორცაა სამეცნიერო ცოდნის სტიმულაცია და დეზინფორმირებულობასთან ბრძოლა.



სურ. 4. პანდემიის ზეგავლენა სოციალურ ჩართულობაზე რეგიონული ანალიზით

დასკვნა

გამოკითხვებმა აჩვენა, რომ უმაღლესი სასწავლო დაწესებულებების უმრავლესობამ შეძლო გაეგრძელებინა მუშაობა პანდემიასთან დაკავშირებული შეზღუდვების მიუხედავად. მათ მოახერხეს პრობლემების ინოვაციური გადაწყვეტა, მოახდინეს დამატებითი დროისა და ენერჯის ინვესტირება იმ შეფერხებების მინიმიზაციის მიზნით, რომლებიც

გამოიწვევდა კამპუსების სრულ ან ნაწილობრივ დახურვას მრავალ ქვეყანაში. ეს იყო სტუდენტების, ლექტორებისა და ადმინისტრაციული თანამშრომლების კოლექტიური ძალისხმევა.

პანდემიამ ერთხელ კიდევ დაამტკიცა, რომ უმაღლესი განათლება არის საზოგადოების განვითარების დედაბოძი, და ასევე აჩვენა, რომ გლობალური გამოწვევები საჭიროებს გლობალურ გადაწყვეტებს,

და რომ ფუნდამენტურია სხვადასხვა უნივერსიტეტს შორის კოოპერაცია გლობალურ დონეზე. უმაღლესი განათლების სისტემაში პანდემიის მიერ შექმნილ გამოწვევებთან გამკლავების მექანიზმების მსგავსი ტიპის კვლევები და პუბლიკაციები იწვევს დებატებსა და აზრთა გაცვლა-გამოცვლას მოძებნის მიზნით, რაც აუცილებელია სათანადოდ განათლებული მომავალი თაობის აღსაზრდელად.

ლიტერატურა

1. ACE. (n.d). *Leaders respond: Covid-19 on Campus*.
<https://www.acenet.edu/Research-Insights/Pages/Senior-Leaders/Leaders-Respond-COVID-19-On-Campus.aspx>
2. Marinoni, G., Jensen, T. (2020). *The impact of Covid-19 on Higher Education Around the world. IAU Global Survey Report*. International Association of Universities.
https://www.iau-aiu.net/IMG/pdf/iau_covid19_and_he_survey_report_final_may_2020.pdf
3. UNESCO IESALC. (2021). *Higher education and COVID-19 in Latin America and the Caribbean: Financing for students*.
<https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2021/07/09-07-2021-COVID-19-FINANCIAMIENTO-3.pdf>
4. UNESCO. (2015). *UNESCO science report: towards 2030*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235406>
5. UNESCO. (2021). *COVID-19: reopening and reimagining universities, survey on higher education through the UNESCO National Commissions*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378174>
6. World Health Organization. (2021). *WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard*. <https://covid19.who.int/>

UDC 005

SCOPUS CODE 1407

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-9-17>

Analysis of the Impact of Covid-19 on the Educational Process

Rusudan Kutateladze Department of Tourism and Marketing, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava Str.

E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

Ana Kobiashvili Department of Economic Informatics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava Str.

E-mail: a.kobiashvili@gtu.ge

Reviewers:

E. Baratashvili, Professor, Faculty of Business Technology, GTU

E-mail: e.baratashvili@gtu.ge

M. Kiknadze, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Abstract. The Covid-19 pandemic has created serious problems for higher education around the world. The created situation led to a number of challenges, which were reflected quite differently on regions, countries and institutions, and further aggravated the existing inequality.

The article describes various forms of the impact of Covid-19 on the situation created in higher education institutions and the mechanisms for overcoming the created challenges. The results of surveys conducted by the International Association of Universities in many universities of the world in 2020-2022 are presented. The results of the studies conducted in the direction of higher education management during the pandemic and the changes experienced by the education finance sector are analyzed. The problems of introducing new methods and transitioning to distance learning in the field of learning and teaching and ways to solve them are discussed. The trends formed by the impact of the pandemic from the point of view of scientific research in universities, the analysis of the positive and negative effects of the pandemic on research activities are shown. Both global and regional data on the involvement of university students and professors in public-social processes are provided. The results of the first two years of the impact of the pandemic on higher education are summarized. Appropriate conclusions have been made about the impact of the Covid-19 pandemic on the full-fledged work of higher educational institutions.

Keywords: Covid-19; higher education management; learning; research; social engagement teaching.

კანხილვის თარიღი 27.12.2022

შემოსვლის თარიღი 02.02.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 66.091

SCOPUS CODE 1604

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-18-26>

Synthesis and Spectroscopic (IR) Studies of Complex Compounds of Some 3D Metals with N,N-dimethylformamide

- Nana Gegeshidze** Department of Chemistry, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava Str.
E-mail: nana.gegeshidze@gtu.ge
- Nino Kilasonia** Department of Chemistry, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava Str.
E-mail: n.kilasonia@gtu.ge
- Maia Tsintsadze** Department of Chemistry, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava Str.
E-mail: m.tsinsadze@gtu.ge

Reviewers:

- T. Giorgadze**, Associate Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: t.giorgadze@gtu.ge
- R. Kldiashvili**, Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: r.kldiashvili@gtu.ge

Abstract. Complex compounds of sulphates and chlorides of cobalt (II), nickel (II), copper (II), manganese (II), cadmium (II) and zinc with N, N-dimethylformamide, as well as mixed acidoligand complex compounds of cobalt (II), nickel (II), manganese (II) and copper (II) with N,N-dimethylformamide were synthesized.

In order to study the rules of coordination of N,N-dimethylformamide and thiocyanate groups, IR spectra of synthesized complex compounds were studied. Based on the study of IR spectra, it was found that in all synthesized complex compounds, the coordination of the N,N-dimethylformamide molecule with complexing metals is carried out by the oxygen atom of the carbonyl group.

For sulfate and chloride compounds of cobalt (II), nickel (II) and manganese (II) with N, N-dimethylformamide, an octahedral structure of synthesized complexes is proposed, and in the case of copper (II) and cadmium, a tetrahedral structure.

Keywords: bimetallic complex compounds; N,N-dimethylformamide (DMF); spectroscopy (IR).

Introduction

In the middle of the 20th century, methods were developed for the synthesis of thiocyanate and seleno-

cyanate complex compounds using non-aqueous solvents. The use of non-aqueous solvents (methanol, ethanol) makes it possible to carry out such reactions that would be impossible in aqueous solutions.

A procedure was developed for the synthesis of complex compounds containing both thiocyanate and selenocyanate groups, as well as ligands of the 2,2'-dipyridyl (α -Dipy), 1,10-phenanthroline (Phen), ammonia, pyridine (Py), 2-aminopyridine (Ampy), 4,4'-dipyridyl (γ -Dipy), formamide (FA), methylformamide (MFA), N,N-dimethylformamide (DMF), dimethylsulfoxide (DMSO), benzoylhydrazide (BH), urotropine (Ur).

Complex compounds have been synthesized and studied: $M(NCS)_2 \cdot 4Py$ ($M=Mn, Fe, Co, Cd, X=O, S, Se$); $M(NCS)_2 \cdot 2Py$ ($M=Co, Cu, Zn, X=O, S, Se$).

In complex compounds $[M(NCS)_2 \cdot 4DMF]$ (where $M = Mn, Fe, Co, Ni, X = S, Se$, DMF – N,N-dimethylformamide), the structure of the XCN groups is linear. The coordination of DMF molecules is carried out by the oxygen atom of the carbonyl group. Complex compounds have an octahedral structure. Coordination of NCS groups with metals is carried out by the nitrogen atom, and they are in the trans position with respect to each other [1].

The authors found that the use of non-aqueous solvents in the synthesis of complex compounds increases the stability of pseudohalide compounds in solutions and facilitates the isolation of mixed-ligand complex compounds in the solid state.

Main Part

EXPERIMENTAL

Chemicals

Chlorides of cobalt (II), nickel (II), copper (II) and manganese (II), rhodanide potassium and N,N-dimethylformamide were used as the starting reagents. Reagents correspond to the trademark "ch.d.a". Ethanol, methanol, dimethylformamide, dimethyl sulfoxide, acetone and benzene were used as high quality solvents. Solvents were dried by standard methods and distilled under an inert atmosphere.

Analytical methods

The Infrared spectra of the prepared complexes were obtained by FTIR-Fur-spectrometer TENSOR II (range 400-4000 cm^{-1} , accuracy of measurements 0.5 cm^{-1} .) using KBr as the matrix in the range 400-4000 cm^{-1} . Polystyrene was used as the standard to calibrate the spectrophotometer. Contribution of the elements determined with Scanning electron microscopy (SEM) Tescan Vega 3. An electro thermal melting point apparatus was used for the determination of the melting or decomposition points of the complexes.

Results and discussion

Synthesis Coordination compounds of metals with N, N-dimethylformamide (DMF)

Complex compounds synthesized: $[CoSO_4 \cdot 4DMF] \cdot 0.5H_2O$ (pink powder), $NiSO_4 \cdot 4DMF$ (green powder), $[ZnSO_4 \cdot 4DMF] \cdot 2H_2O$ (white powder), $CuSO_4 \cdot 4DMF$ (yellow powder), $[CoCl_2 \cdot 4DMF] \cdot 2H_2O$ (pink crystals), $[NiCl_2 \cdot 4DMF] \cdot 2H_2O$ (green crystals), $CdCl_2 \cdot 2DMF$ (white crystals) $[MnCl_2 \cdot 4DMF] \cdot 2H_2O$ (light pink crystals), $[CuCl_2 \cdot 4DMF] \cdot 2.5H_2O$ (yellow crystals).

The synthesized compounds are stable in air, can be stored in a closed vessel for a long time, readily soluble in water, ethanol, acetone; insoluble in ether [2-5].

Synthesis of mixed acidoligand coordination compounds of metals with N,N-dimethylformamide (DMF)

The mixed acidoligand coordination compounds of cobalt (II), nickel (II), copper (II), manganese (II) and cadmium (II) with N, N-dimethylformamide were synthesized. Chlorides of the corresponding metals and potassium thiocyanate, all compounds of the analytical grade were used as starting materials. Ethyl alcohol was chosen as the solvent.

Ethanol solutions of chlorides of the corresponding metals $MeCl_2$ ($Me = Co(II), Ni(II), Mn(II), Cu(II),$ and $Cd(II)$) were mixed with an ethanolic solution of potassium thiocyanate at a 1:1 ratio. After separation of the precipitated precipitate, purified N,N-dimethylfor-

amide was added dropwise to the filtrate in a molar ratio of 1:4. The solution was slightly evaporated and allowed to stand for several days until the precipitate was isolated.

A few days later, a precipitate formed from the solutions, which was washed with small portions of cold ethanol and dried in a vacuum desiccator over CaCl_2 .

Complex compounds synthesized: $\text{Mn}(\text{SCN})\text{Cl}\cdot 4\text{DMF}$ (light pink powder), $\text{Cu}(\text{SCN})\text{Cl}\cdot 4\text{DMF}$ (gray powder), $\text{Ni}(\text{SCN})\text{Cl}\cdot 4\text{DMF}$ (greenish yellow powder), $\text{Cd}(\text{SCN})\text{Cl}\cdot 4\text{DMF}$ (white powder).

The synthesized compounds are stable in air. Stored in a closed container for a long time. Well soluble in water, ethanol, acetone; insoluble in ether.

Infrared spectra

Infrared absorption spectra of metal complexes with N, N-dimethylformamide (DMF)

In order to establish the coordination rule of N,N-dimethylformamide (DMF) molecules, H_2O molecules, and SO_4^{2-} and Cl^- groups, the IR absorption spectra of the synthesized compounds were studied. The assignment of the found basic vibration frequencies of coordinated molecules of N,N-dimethylformamide (DMF) was established on the basis of a theoretical analysis of the normal vibration frequencies of the corresponding uncoordinated molecules.

As is known from the literature, in the IR spectra of tertiary amides, in contrast to primary or secondary amides, only one absorption band of the $\text{C}=\text{O}$ group (the so-called “Amide-I”) appears in the region of $1670\text{-}1630\text{ cm}^{-1}$ [6-8].

The spectra of the complexes with N,N-dimethylformamide show low-intensity splitting into several components in the range of $2850\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$. They refer to stretching vibrations of the methyl group $\nu(\text{CH}_3)$.

In the spectra of all studied complexes, intense bands were found in the range of $\sim 1640.98\text{-}1642.28\text{ cm}^{-1}$. In the spectra of the synthesized complexes, the vibration frequencies of the carbonyl group are reduced by $\sim 21.7\text{-}25.3\text{ cm}^{-1}$ in comparison with the non-associated ligand.

A medium-intensity singlet band corresponding to the “amide III” vibration in the spectra of complexes with N, N-dimethylformamide appears at $\sim 1431.09\text{-}1450.05\text{ cm}^{-1}$ both for the uncoordinated molecule and in the synthesized complexes.

Separately, it should be noted that, upon coordination of the N,N-dimethylformamide molecule, a slight increase in vibration frequencies is observed, which, presumably, refers to bending vibrations with the participation of the —N—C=O group. For a free, uncoordinated molecule of N,N-dimethylformamide, these frequencies were found in the $\sim 657\text{ cm}^{-1}$ region, and upon coordination they are shifted to region $\sim 675\text{-}682\text{ cm}^{-1}$, as, for example, in the case of a $\text{trans- Me}(\text{NCX})_2\cdot 4\text{DMF}$], where $\text{Me} = \text{Mn, Fe, Co, Ni}$, and $\text{X} = \text{S, Se}$.

All the observed spectral changes in accordance with indicate that, in the complexes under study, the coordination of the N, N-dimethylformamide molecule with the complexing atom occurs via the oxygen atom, which is in full agreement with the data of quantum chemical studies [9].

Taking into account the inner sphericity of the N,N-dimethylformamide molecules, one can assume the octahedral structure of the complexes under study in the case of cobalt (II) and nickel (II) compounds and the tetrahedral structure for the copper (II) complex.

In the IR spectra of the synthesized complexes in the range of $1050\text{-}1060\text{ cm}^{-1}$ and 1170 cm^{-1} , identification of the absorption frequencies of SO_4^{2-} groups is difficult, which is caused by the existence of vibration frequencies $\sim 1100\text{-}1150\text{ cm}^{-1}$. As for the SO_4^{2-} group, the existence of vibration frequencies in the range of $\sim 560, \sim 600, \sim 980$ and $\sim 110\text{-}1120\text{ cm}^{-1}$ ($[\text{CoSO}_4 \cdot 4\text{DMF}] \cdot 0.5\text{H}_2\text{O} - 542.29, 606.60$ and 1140.91 cm^{-1} , $\text{NiSO}_4 \cdot 4\text{DMF} - 607.39\text{ cm}^{-1}$, $[\text{ZnSO}_4 \cdot 4\text{DMF}] \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 607.66\text{ cm}^{-1}$) makes it possible to judge about the bidentate nature of sulfato groups.

If we take into account the bidentate character of sulfate groups and the intrasphericity of N, N-dimethylformamide molecules, we can assume the octahedral structure of the synthesized complex compounds [10].

Table 1.

Some vibrational frequencies (cm⁻¹) found in the IR spectra of metal complexes with N,N-dimethylformamide

Complexes	$\nu_{as}(CH_3)$	$\nu(CO)$	$\nu(CN)$	$\nu_{as}(CN)$	$\nu(CH_3)$	$\nu_s(CN)$
DMF	3070.27m 2931.41m	1666.28 vs	1496.56m 1442.56	1257.42s	1095.42s	864.00w
[CoSO ₄ ·4DMF]·0.5H ₂ O	3182.91w	1506.00m		1140.91s	1019.08s	879.51m
NiSO ₄ ·4 DMF	3188.93m	1635.14m			1083.78vs	832.60s
CuSO ₄ ·4 DMF	3145.50w	1665.70m			1066.88vs	870.58s
[ZnSO ₄ ·4 DMF]·2H ₂ O	3234.60s	1654.03w 1625.29w			1074.93vs	

* vs = very strong; s = strong; ms = medium strong; m = medium; w = weak; vw = very weak

IR absorption spectra of mixed acidoligand coordination compounds of metals with N, N-dimethylformamide

As the analysis of the IR spectra of the mixed-ligand complex compounds synthesized by us shows, the vibration frequencies of the DMF molecules in comparison with the uncoordinated molecule lie in the range of ~1643.78 - 1649.22 cm⁻¹. That is, they decrease by ~17.06-22.5 cm⁻¹, which indicates the coordination of N, N-dimethylformamide molecules with the metal atom through the oxygen atom of the carbonyl group.

When studying the IR spectra of the synthesized complexes, the frequencies of stretching vibrations of the thiocyanate group SCN⁻ were determined: $\nu(CN)$ ~2056.9-2151.7 cm⁻¹, $\nu(CS)$ ~ 740.5-789.3 cm⁻¹, and $\nu(NCS)$ ~ 469.7-477.1 cm⁻¹ respectively.

The presence of the stretching vibration frequencies of the $\nu(C\equiv N)$ group in the range 2076.40-2152.21 cm⁻¹ indicates the coordination of thiocyanate ions with the nickel atom via the nitrogen atom (the isocyanate structure M←NCS is realized).

As for the complex compound Cu(SCN)Cl·4DMF, the vibration frequency of the $\nu(CN)$ group was found in the region of 2152.21 cm⁻¹, which indicates the presence of the bridging function of the thiocyanate ion. A simultaneous increase in the stretching vibration frequencies of the $\nu(CS)$ group to 820.0 cm⁻¹ and a decrease in the frequency of the (NCS) stretching vibrations to 426.72 cm⁻¹ also confirms the assumption of the presence of thiocyanate bridges.

Table 2.

Some characteristics of vibration frequencies of mixed-ligand complex compounds of metals with N,N-dimethylformamide

complexes	$\nu(CO)$	$\nu(CN)$	$\nu_{as}(CN)$	$\nu(CN)$	$\nu(CS)$	$\delta(SCN)$
Mn(SCN)Cl·4DMF	1643.78s	1443.0 s	1257.42w	2076.40vs		486.36w
Cu(SCN)Cl·4DMF	1649.22vs	1405.64vs	1250.30m	2152.21s	820.0m	426.72w

* vs = very strong; s = strong; ms = medium strong; m = medium; w = weak; vw = very weak

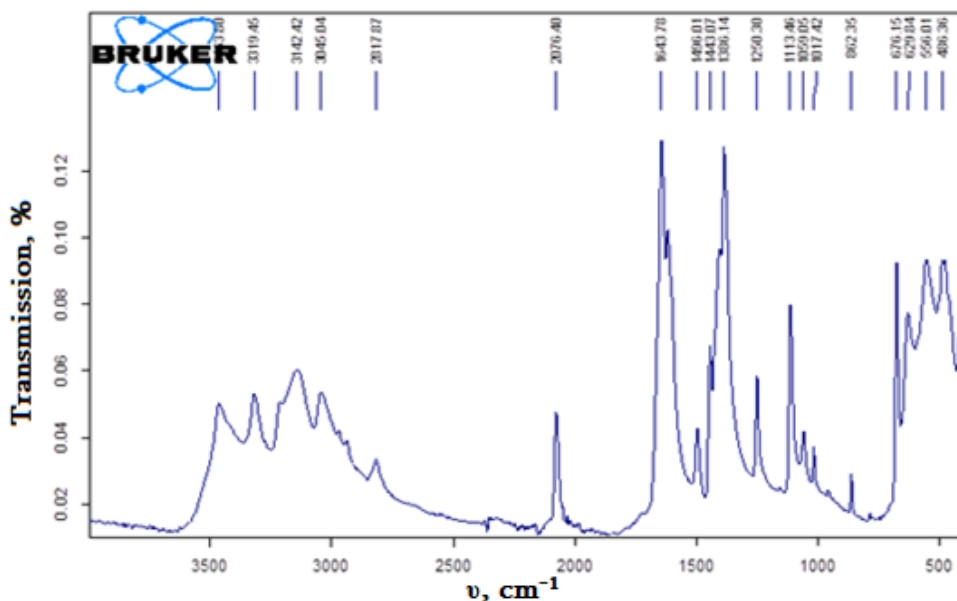


Figure 1. IR absorption spectrum of Mn(SCN)Cl·4DMF in vaseline oil (400-4000 cm⁻¹)

Thermogravimetric Analysis

Thermogravimetric and calorimetric studies of the thermal stability of the synthesized complex metal compounds with N,N-dimethylformamide have been carried out. Analysis of the data obtained showed that the main thermal transformations of the studied compounds occur up to 500 °C.

Exothermic processes of oxidation of thermolysis products, completing the thermal dissociation of the complexes, begin below 500°C and end at 600°C. On the whole, the thermolysis of the studied complex compounds is a rather complex multistep process. The decomposition of some complexes begins already at a temperature of ~60.6-110.7°C. Thermal analysis shows that in this temperature range, the elimination of outer-sphere water molecules occurs.

Thermograms of the complexes, as a rule, have a similar character and, with a few exceptions, proceed in 3-4 stages, while the decomposition of some of the complexes proceeds in a series of difficult-to-separate stages.

Thermal decomposition of complex compounds [CoCl₂·4DMF]·2H₂O, CdCl₂·2DMF, NiSO₄·4DMF, [CoSO₄·4DMF]·0.5H₂O, [ZnSO₄·4DMF]·2H₂O and

CuSO₄·4DMF occurs, as a rule, in three - four stages and has a similar character. The onset of decomposition at a temperature of 60–166° C is accompanied by small endothermic effects, which corresponds to the removal of outer-sphere water molecules. Weight loss 7.21-10%. In some cases, weight loss corresponds to the removal of 1-2 moles of DMF. At a temperature of 238.7-314.9°C, a maximum weight loss of 16.93-60.06% is observed. The organic ligand is degraded. In the temperature range 460.0-495.30°C, the oxidation of thermolysis products occurs. At a temperature of 542.8-565.2°C, the destruction of complex compounds is completed. Thermolysis products are oxides of the corresponding metals.

As for the complex compounds [NiCl₂·4DMF]·2H₂O, [MnCl₂·4DMF]·2H₂O and [CuCl₂·2DMF]·2.5H₂O, the decomposition of these complexes is accompanied by a number of endo- and exo-effects. In the temperature range 97.3-110.70 °C, the outer-sphere water molecules are removed and the organic ligand is destroyed. Above a temperature of 251.5-460.0 °C, the thermolysis products are oxidized. At temperatures around 460.0 °C, the destruction of complex compounds is completed. Thermolysis products are oxides of the corresponding metals.

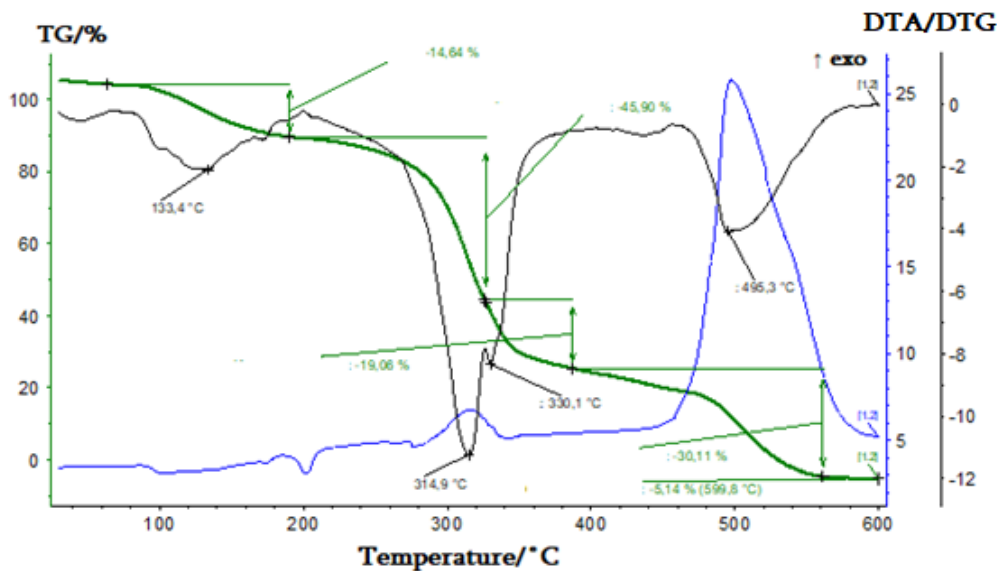


Figure 2. Thermogram curve of the complex compound $[CoCl_2 \cdot 4DMF] \cdot 2H_2O$

Conclusion

Complex compounds of sulfates and chlorides of cobalt (II), nickel (II), copper (II), manganese (II), cadmium (II) and zinc with N, N-dimethylformamide have been synthesized, mixed acidoligande and double thiocyanate complex compounds of cobalt (II), nickel (II), manganese (II) and copper (II) with N,N-dimethylformamide.

In order to study the coordination rules of N, N-dimethylformamide and thiocyanate groups, the IR spectra of the synthesized complex compounds were

studied. Based on the study of IR spectra, it was found that in all synthesized complex compounds, the coordination of the N, N-dimethylformamide molecule with the complexing metals is carried out by the oxygen atom of the carbonyl group, which is in full agreement with the data of the quantum chemical calculations.

For sulfate and chloride compounds of cobalt (II), nickel (II), and manganese (II) with N, N-dimethylformamide, one can assume the octahedral structure of the synthesized complexes, and in the case of copper (II) and cadmium, tetrahedral.

Table 3.

Thermoanalytical results (TG,DTG,DSC) of the synthesized complex metal compounds with N,N-dimethylformamide

Complex	Stage	Peak temperature (°C)	Peak nature/ kJ/mol H ₂ O	Mass loss, %	Loss	Final residue
$[CoCl_2 \cdot 4DMF] \cdot 2H_2O$	I	133.4°C	endo	14.64	Removal of 1 moles of DMF	CoO, Co ₂ O ₃
	II	314.9°C	exo	45.90	Removal of 3 moles of DMF	
	III	495.3°C	exo	30.11	Oxidation of thermolysis	

[NiCl ₂ ·4DMF]·2H ₂ O	I	60.6 °C	endo	1.08	Removal of outer-sphere water molecules and destruction of organic ligand	NiO, Ni ₂ O ₃
	II	115.7 °C	endo	16.36		
	III	137.5 °C	endo	10.24		
	IV	190.8 °C	endo	11.28		
	V	251.5 °C	exo	5.39	Oxidation of thermolysis	
[MnCl ₂ ·4DMF]·2H ₂ O	I	110.7 °C	endo	2.12	Removal of outer-sphere water molecules and destruction of organic ligand	Mn ₂ O ₃
	II	136.5 °C	endo	12.39		
	III	147.6 °C	endo	2.79		
	IV	165.5 °C	exo	4.88		
	V	205.8 °C	endo	14.91	Oxidation of thermolysis	
	VI	315.6 °C	endo	12.30		
[CuCl ₂ ·2DMF]·2.5H ₂ O	I	97.3°C	endo	17.05	Removal of outer-sphere water molecules and destruction of organic ligand	Cu ₂ O CuO
	II	178.5°C	endo	7.14		
	III	261.4°C	endo	1692		
	IV	460.0°C	exo	11.82	Oxidation of thermolysis	
CdCl ₂ ·2DMF	I	166.6 °C	endo	10.95	Removal of 1 moles of DMF	CdO
	II	238.4 °C	endo	12.54	Removal of 3 moles of DMF	
	III	565.2 °C	exo	1.47	Oxidation of thermolysis	
[CoSO ₄ ·4DMF]·0.5H ₂ O	I	71.1 °C	endo	1.18	Removal of water molecules	CoO, Co ₂ O ₃ , CoS
	II	136.0°C	endo	3.15	Organic ligand destruction	
	III	361.4 °C	endo	12.34	Oxidation of thermolysis	
NiSO ₄ ·4DMF	I	151.8 °C	endo	16.09	Removal of 2 moles of DMF	NiO Ni ₂ O ₃
	II	187.1°C	endo	15.50	Organic ligand destruction	
	III	361.4 °C	экзо	7.15	Oxidation of thermolysis	
[ZnSO ₄ ·4DMF]·2H ₂ O	I	111.3 °C	endo	22.94	Organic ligand destruction	ZnO
	II	289.6 °C	endo	9.38	Oxidation of thermolysis	
	III	129.1°C	endo	13.58	DMF destruction	
	IV	260.7 °C	endo	8.39	Oxidation of thermolysis	

References

1. Tsintsadze, G.V. (1970). *Study of cyanate, thiocyanate and selenocyanate compounds of compounds*. Tbilisi. (In Georgian);
2. Gegeshidze, N., Tsintsadze, M., Skhirtladze, L., Mamulashvili, A., Edilashvili, T. (2018). Synthesis and Spectra of Coordination compounds of 3d-metals with N,N-Dimethylformamide. *International Mini-Symposium "Bioactive Compounds, Antimicrobial and Biomedical Products & Materials for Protection of Human and Environment"*. Tbilisi, Georgia p.56-57 (In English);
3. Gegeshidze, N., Bolqvadze, N., Tsintsadze, M. (2018). Coordination compounds of manganese (II) chloride with DMSO and DMF: synthesis, structure, properties. *Works of GTU*. (In English);
4. Gegeshidze, N., Tsintsadze, M. (2019). *Synthesis and IR spectral study of complex compounds of N, N-dimethylformamide (DMF) with chlorides of biologically active metals*. *Chemical Journal of Georgia*. (In Russian);
5. Mamulashvili, A., Gegeshidze, N., Bolqvadze, N., Edilashvili, T., Tsintsadze, G. (2019). Synthesis and IR spectral study of chlorides of biologically active metals with dimethylformamide. *International Scientific and Technical Conference Environmental Protection*. (In Georgian);
6. Arabuli, L., Gegeshidze, N., Skhirtladze, L., Tsintsadze, M. (2019). Synthesis and study of IR spectra of polynuclear mixed-ligand metals with N, N-dimethylformamide. *International Scientific-Technical Conference "Fostering Environment and Sustainable Development"*. (In English);
7. Ingbanar, A.I., Curran, L. (1964). *Nature*. (In English);
8. Kharitonov, Yu.Ya., Tsintsadze, G.V., Inorgan, J. (1965). *Chemistry*. (In English);
9. Tsintsadze, M.G. (2019). *Coordination compounds of metals with nitrogen- and oxygen-containing ligands-derivatives of aliphatic, aromatic and heterocyclic series*. (In Russian);
10. Gogberashvili, Z., Tsintsadze, M., Gegeshidze, N. (2018). Quantum-chemicals study of the coordination compounds of nitrate, sulfate, chloride and zinc bromide with dimethyl sulfoxide (DMSO). *International Conference of Students International Conference of Students and Young Scientists and Young Scientists "Chemistry Today and in Future"*. (In English).

UDC 66.091

SCOPUS CODE 1604

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-18-26>

ზოგიერთი 3d - მეტალის კოორდინაციული ნაერთების სინთეზი N, N-დიმეთილფორმამიდთან და იწ სპექტროსკოპული კვლევა

ნანა გეგეშიძე	ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69 E-mail: nana.gegeshidze@gtu.ge
ნინო კილასონია	ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69 E-mail: n.kilasonia@gtu.ge
მაია ცინცაძე	ქიმიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69 E-mail: m.tsinsadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. გიორგაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიებისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: t.giorgadze@gtu.ge

რ. კლდიაშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიებისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: r.kldiashvili@gtu.ge

ანოტაცია. სინთეზირებულია კობალტის (II), ნიკელის (II), სპილენძის (II), მანგანუმის (II), კადმიუმის (II) და თუთიის სულფატური და ქლორიდული კომპლექსური ნაერთები N,N-დიმეთილფორმამიდთან. აგრეთვე სინთეზირებულია კობალტის (II), ნიკელის (II), სპილენძის (II) და მანგანუმის (II) შერეულიგანდიანი კოორდინაციული ნაერთები N,N-დიმეთილფორმამიდთან.

N,N-დიმეთილფორმამიდისა და თიოცინატ ჯგუფების კოორდინაციის წესის დადგენის მიზნით შესწავლილია სინთეზირებული ნაერთების იწ სპექტრები. დადგენილია, რომ ყველა სინთეზირებულ ნაერთში N,N-დიმეთილფორმამიდის მოლეკულის კოორდინაცია ხორციელდება კარბონილის ჯგუფის ჟანგბადის ატომის საშუალებით.

N,N-დიმეთილფორმამიდთან კობალტის(II), ნიკელის(II) და მანგანუმის(II) სულფატური და ქლორიდული კომპლექსების შემთხვევაში აგებულია ოქტაედრულია, ხოლო სპილენძის(II)-ისა და კადმიუმის შემთხვევაში ტეტრაედრული.

საკვანძო სიტყვები: ბიმეტალური კომპლექსური ნაერთები; N,N-დიმეთილფორმამიდი (DMF); იწ სპექტროსკოპია.

The date of review 08.06.2022

The date of submission 21.02.2023

Signed for publishing 29.05.2023

UDC 621.372.8

SCOPUS CODE 1710

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-27-34>

ოპტიკურ ბოჭკოში წარმოქმნილი პარაზიტული სიხშირეების გამოთვლა LabVIEW პროგრამით საწყისი ხუთი ტალღის შემთხვევაში

იური მოდებაძე ციფრული სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: i.modebadze@gtu.ge

ვახტანგ აბულაძე ციფრული სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: v.abuladze@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ქურდაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m.kurdadze@gtu.ge

ვ. ნანობაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: nanobashviliviktor08@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში განხილულია ოპტიკურ ბოჭკოში ხუთი ძირითადი სიხშირის გავლისას ოთხტალღოვანი შერევის მეთოდით წარმოქმნილი პარაზიტული სიხშირეების გამოთვლა LabVIEW პროგრამის გამოყენებით. ამისათვის გამოყენებული ვირტუალური ხელსაწყო აგებულია [1]-ში მოყვანილი პარაზიტული სიხშირეების სავარაუდო მნიშვნელობების გამოსათვლელი მათემატიკური გამოსახულებების და პროგრამის მეშვეობით. აღნიშნული ითვლის იმ პარაზიტული სიხშირეების რაოდენობას რომლებიც მოთავსებული იქნებიან

საწყისი ხუთი სიხშირის 185–189 ტერაჰერც სიხშირულ დიაპაზონში და ანგარიშობს მათ შესაბამის მნიშვნელობებს. ვირტუალური ხელსაწყო ასაგებად შედგენილია ალგორითმი, რომელიც ოთხი ვარიანტისგან შედგება. თითოეული ვარიანტის მიხედვით აგებულია ქვეხელსაწყოები, რომელთა გაერთიანებით მიიღება ვირტუალური ხელსაწყო. აღნიშნული ხელსაწყო საშუალებას გვაძლევს ნათლად წარმოვიდგინოთ მოცემულ დიაპაზონში პარაზიტული სიხშირეების მნიშვნელობები და იმ სიხშირეთა ჯამური კომბინაციები, რომლითაც მიიღება ეს მნიშვნელობები.

საკვანძო სიტყვები: ალგორითმი; ვირტუალური ხელსაწყო; ოთხტალღოვანი შერევა; ოპტიკური ბოჭკო; პარაზიტული სხივები; LabVIEW პროგრამა; სიხშირე; ტალღა.

შესავალი

ვირტუალური ხელსაწყო პროგრამა, რომელიც ითვლის ოპტიკურ ბოჭკოში წარმოქმნილ პარაზიტულ სიხშირეებს LabVIEW პროგრამით საწყისი ხუთი ტალღის შემთხვევაში, შედგენილია [1]-ში მოყვანილი ანალოგიური მსჯელობების მიხედვით. გამოთვლილი პარაზიტული სიხშირეებიდან საინტერესოა მხოლოდ ისინი, რომლის მნიშვნელობებიც მოთავსებული იქნება საწყისი ხუთი სიხშირის სიხშირულ დიაპაზონში.

პარაზიტული სიხშირეების მნიშვნელობები მიიღება იმ ჯამური კომბინაციების საშუალებით (ამ კომბინაციების სახეები დამოკიდებულია კოსინუსების ან სინუსების ნამრავლის ჯამად გარდაქმნის ფორმულაზე), რომლებშიც მონაწილეობას ღებულობენ სიხშირეები $f_1 \pm f_2$, $2f_1 \pm 2f_2$, $3f_1 \pm 3f_2$ და ა.შ.

ამკარაა, რომ ამ კომბინაციებიდან, გარკვეული ნაწილი, რომლებსაც ანგარიშიც კი არ დაჭირდება, მოთავსებული იქნება საწყისი სიხშირეების $[f_1 \pm f_2]$ დიაპაზონის გარეთ, ხოლო დარჩენილი სხვა კომბინაციებით უნდა გამოვთვალოთ ის სიხშირეები, რომლებიც მოთავსებული იქნება აღნიშნულ დიაპაზონში, რაც შემდეგ დაგვეხმარება არაწრფივი ხელშეშლების დადგენასა და შესაბამისი რეკომენდაციების შემუშავებაში.

ძირითადი ნაწილი

ბოჭკოში საწყისი ტალღების გავრცელებისას გვექნება მათი ურთიერთქმედებების (რაოდენობის მიხედვით) სხვადასხვა ვარიანტი, რომელთა შედეგადაც წარმოიქმნება პარაზიტული სიხშირეები. ამ ურთიერთქმედებებიდან ის ვარიანტები და, შესაბამისად, ის პარაზიტული სიხშირეებია საყურდღებო, რომელთა მნიშვნელობები მოთავსებული იქნება საწყის დიაპაზონში, ხოლო დანარჩენის განხილვას აზრი არა აქვს.

ამის გამო, ვიხილავთ პარაზიტული სიხშირეების ოთხ ვარიანტს შესაბამისი სიხშირეების ჯამური კომბინაციებით. ეს ვარიანტებია:

1. ორი სიხშირის ურთიერთქმედებისას მიღებული ვარიანტები:

1. $2f_1 - f_2$; 2. $2f_1 - f_3$; 3. $2f_1 - f_4$; 4. $2f_2 - f_1$; 5. $2f_2 - f_3$;
6. $2f_2 - f_4$; 7. $2f_3 - f_1$; 8. $2f_3 - f_2$; 9. $2f_3 - f_4$; 10. $2f_4 - f_1$; 11. $2f_4 - f_2$;
12. $2f_4 - f_3$; 13. $2f_5 - f_1$; 14. $2f_5 - f_2$; 15. $2f_5 - f_3$; 16. $2f_5 - f_4$.

2. სამი სიხშირის ურთიერთქმედებისას მიღებული ვარიანტები:

1. $f_1 + f_2 - f_3$; 2. $f_1 - f_2 + f_3$; 3. $f_1 + f_2 - f_4$; 4. $f_1 - f_2 + f_4$; 5. $f_1 + f_3 - f_4$;
6. $f_1 - f_3 + f_4$; 7. $f_2 + f_3 - f_4$; 8. $f_2 - f_3 + f_4$;
9. $f_1 + f_2 - f_5$; 10. $f_1 - f_2 + f_5$; 11. $f_1 + f_3 - f_5$; 12. $f_1 - f_3 + f_5$;
13. $f_1 + f_4 - f_5$; 14. $f_1 - f_4 + f_5$; 15. $f_2 + f_3 - f_5$; 16. $f_2 - f_3 + f_5$;
17. $f_2 + f_4 - f_5$; 18. $f_2 - f_4 + f_5$; 19. $f_3 + f_4 - f_5$; 20. $f_3 - f_4 + f_5$ 21. $3f_1 - f_2 - f_3$;
22. $3f_1 - f_2 - f_4$; 23. $3f_1 - f_3 - f_4$; 24. $3f_2 - f_1 - f_3$; 25. $3f_2 - f_1 - f_4$;
26. $3f_2 - f_3 - f_4$; 27. $3f_3 - f_1 - f_2$; 28. $3f_3 - f_1 - f_4$; 29. $3f_3 - f_2 - f_4$;
30. $3f_4 - f_1 - f_2$; 31. $3f_4 - f_1 - f_3$; 32. $3f_4 - f_2 - f_3$; 33. $3f_1 - f_2 - f_5$;
34. $3f_1 - f_3 - f_5$; 35. $3f_1 - f_4 - f_5$; 36. $3f_2 - f_1 - f_5$; 37. $3f_2 - f_3 - f_5$; 38. $3f_2 - f_4 - f_5$;
39. $3f_3 - f_2 - f_5$; 40. $3f_3 - f_4 - f_5$; 41. $3f_3 - f_1 - f_5$; 42. $3f_4 - f_1 - f_5$;
43. $3f_4 - f_2 - f_5$; 44. $3f_4 - f_3 - f_5$; 45. $3f_5 - f_1 - f_2$; 46. $3f_5 - f_1 - f_3$;
47. $3f_5 - f_1 - f_4$; 48. $3f_5 - f_2 - f_3$; 49. $3f_5 - f_2 - f_4$; 50. $3f_5 - f_3 - f_4$.

3. ოთხი სიხშირის ურთიერთქმედებისას მიღებული ვარიანტები:

1. $2f_1+f_2-f_3-f_4$; 2. $2f_1-f_2+f_3-f_4$; 3. $2f_1-f_2-f_3+f_4$; 4. $2f_2+f_1-f_3-f_4$; 5. $2f_2-f_1+f_3-f_4$; 6. $2f_2-f_1-f_3+f_4$;
7. $2f_3+f_1-f_2-f_4$; 8. $2f_3-f_1+f_2-f_4$; 9. $2f_3-f_1-f_2+f_4$; 10. $2f_4+f_1-f_2-f_3$; 11. $2f_4-f_1+f_2-f_3$; 12. $2f_4-f_1-f_2+f_3$;
13. $2f_5+f_1-f_2-f_3$; 14. $2f_5-f_1+f_2-f_3$; 15. $2f_5-f_1-f_2+f_3$;
16. $2f_5+f_1-f_2-f_4$; 17. $2f_5-f_1+f_2-f_4$; 18. $2f_5-f_1-f_2+f_4$;
19. $2f_5+f_2-f_3-f_4$; 20. $2f_5-f_2+f_3-f_4$; 21. $2f_5-f_2-f_3+f_4$;
22. $2f_1+f_3-f_4-f_5$; 23. $2f_1-f_3+f_4-f_5$; 24. $2f_1-f_3-f_4+f_5$; 25. $2f_1+f_3-f_4-f_5$; 26. $2f_1-f_3+f_4-f_5$; 27. $2f_1-f_3-f_4+f_5$; 28. $2f_2+f_1-f_3-f_5$; 29. $2f_2-f_1+f_3-f_5$; 30. $2f_2-f_1-f_3+f_5$; 31. $2f_2+f_3-f_4-f_5$; 32. $2f_2-f_3+f_4-f_5$; 33. $2f_2-f_3-f_4+f_5$; 34. $2f_3+f_1-f_2-f_5$; 35. $2f_3-f_1+f_2-f_5$; 36. $2f_3-f_1-f_2+f_5$; 37. $2f_3+f_2-f_4-f_5$; 38. $2f_3-f_2+f_4-f_5$; 39. $2f_3-f_2-f_4+f_5$;
40. $2f_4+f_1-f_2-f_5$; 41. $2f_4-f_1+f_2-f_5$; 42. $2f_4-f_1-f_2+f_5$; 43. $2f_4+f_2-f_3-f_5$; 44. $2f_4-f_2+f_3-f_5$; 45. $2f_4-f_2-f_3+f_5$.

4. ხუთი სიხშირის ურთიერთქმედებისას მიღებული ვარიანტები:

1. $f_1+f_2-f_3-f_4+f_5$; 2. $f_1-f_2+f_3+f_4-f_5$; 3. $f_1+f_2+f_3-f_4-f_5$; 4. $f_1+f_2-f_3+f_4-f_5$; 5. $f_1-f_2+f_3-f_4+f_5$; 6. $f_1-f_2-f_3+f_4+f_5$; 7. $3f_1+f_2-f_3-f_4-f_5$;
8. $3f_1-f_2+f_3-f_4-f_5$; 9. $3f_1-f_2-f_3+f_4-f_5$; 10. $3f_2+f_1-f_3-f_4-f_5$;
11. $3f_2-f_1+f_3-f_4-f_5$; 12. $3f_2-f_1-f_3+f_4-f_5$; 13. $3f_3+f_1-f_2-f_4-f_5$;
14. $3f_3-f_1+f_2-f_4-f_5$; 15. $3f_3-f_1-f_2+f_4-f_5$; 16. $3f_4+f_1-f_2-f_3-f_5$;
17. $3f_4-f_1+f_2-f_3-f_5$; 18. $3f_4-f_1-f_2+f_3-f_5$; 19. $3f_5+f_1-f_2-f_3-f_4$; 20. $3f_5-f_1+f_2-f_3-f_4$;
21. $3f_5-f_1-f_2+f_3-f_4$.

აქედან გამომდინარე, იმ ვირტუალური ხელსაწყოთა ასაგებად (პროგრამის შესადგენად), რომელიც გამოითვლის ჩვენთვის საყურადღებო პარაზიტულ სიხშირეებს, საჭიროა ოთხი ქვეხელსაწყო. ეს ქვეხელსაწყოები აგებული უნდა იყოს ზემოთ მოყვანილი შესაბამისი ვარიანტების მიხედვით.

თითოეული ქვეხელსაწყოთა აგების ალგორითმი ანალოგიურია [1]-ში მოყვანილი შესაბამისი ალგო-

რითმისა. კერძოდ, უნდა ვაფორმიროთ ორგანზომილებიანი სამი ძირითადი მასივი $M_{...1}$, $M_{...2}$ და $M_{...3}$.

$M_{...1}$ მასივის ყოველ სტრიქონში იწერება შესაბამის ვარიანტში მონაწილე სიხშირეები (ყველა სტრიქონი ერთი და იგივეა).

$M_{...2}$ მასივში იწერება 0, 1 და -1. ისინი სტრიქონებში განლაგებული არიან შესაბამისი ვარიანტის ჯამური სიხშირული კომბინაციების მიხედვით, რომელი სიხშირე რა ნიშნითაა და საერთოდ არის თუ არა ის. მაგალითად, $3f_5-f_1+f_2-f_3-f_4$ ჯამური კომბინაცია შეიძლება დავალაგოთ შემდეგნაირად $-f_1+f_2-f_3-f_4+0+3f_5$, ამიტომ $M_{...2}$ მასივის შესაბამის სტრიქონში ჩაიწერება -1; 1; -1; -1; 0; 1.

$M_{...3}$ მასივის ყოველ სტრიქონში იწერება ჯამურ სიხშირულ კომბინაციებში მონაწილე ყველა სიხშირე თავისი მნიშვნელობით და ნიშნით, მათი ჯამი ანუ პარაზიტული სიხშირის სავარაუდო მნიშვნელობები და ასევე გაფილტრული ჯამური ის სიხშირეები, რომლებიც საწყის სიხშირეთა დიაპაზონშია მოთავსებული.

ამ მასივების ზომა განისაზღვრება ვარიანტების მიხედვით. მაგალითად, სტრიქონებში ელემენტების რაოდენობა ყველა ვარიანტის მასივისთვის არის ერთი და იგივე ანუ 12. აქედან პირველი ხუთი საწყისი სიხშირეების (f_1, f_2, f_3, f_4, f_5), მეორე - გაორკეცებული ($2f_1, 2f_2, 2f_3, 2f_4, 2f_5$) ან გასამკეცებული ($3f_1, 3f_2, 3f_3, 3f_4, 3f_5$). მე-11 (s0) და მე-12 (s), პირველ ორ მასივში ცარიელია, მესამეში კი შესაბამისად პარაზიტული სიხშირის სავარაუდო სიხშირეების გაფილტრული მნიშვნელობებია. რაც შეეხება სტრიქონების რაოდენობას, იგი დამოკიდებულია ვარიანტში სიხშირეთა ჯამური კომბინა-

ციების რაოდენობაზე. მაგალითად, პირველ ვარიანტში იგი ტოლია 20-ის, მეორეში – 50-ის და ა.შ.

ამრიგად, პირველ ვარიანტში ყველა მასივის ზომაა 12x20, მეორეში – 12x50, მესამეში – 12x45 და მეოთხეში – 12x21.

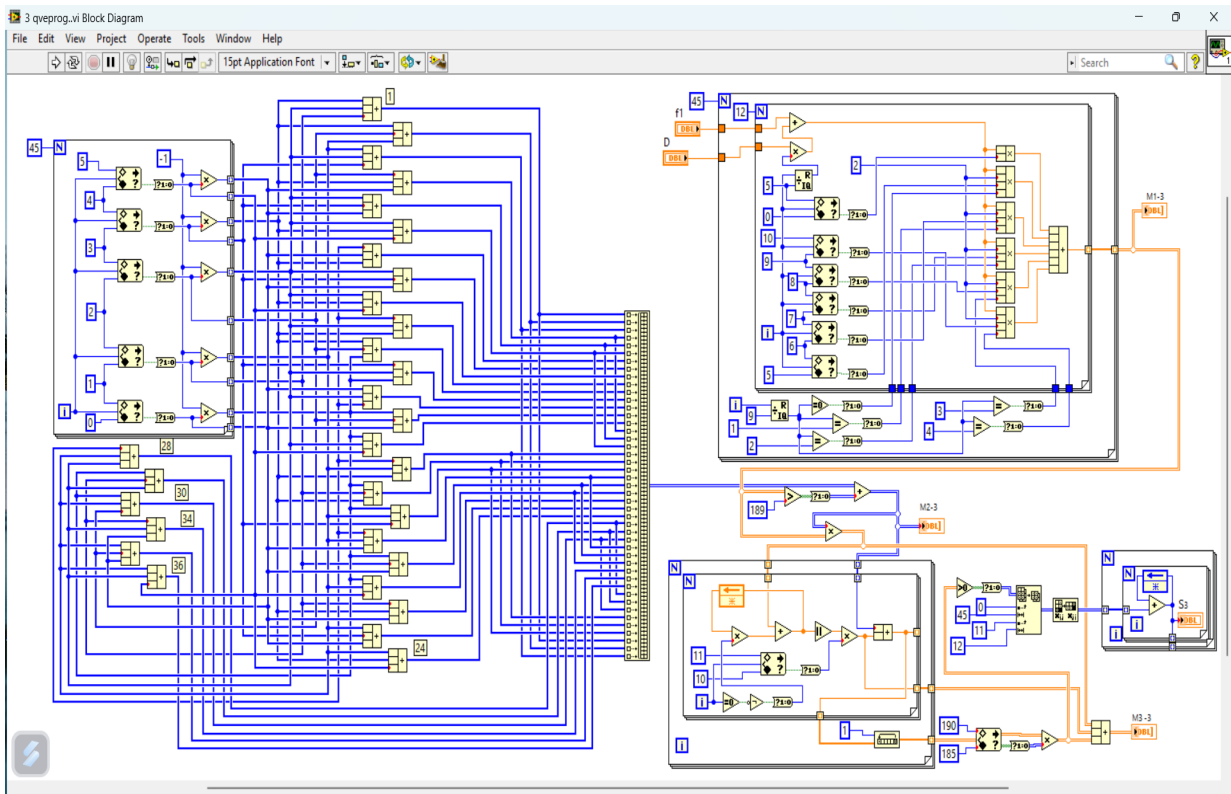
თითოეულ ქვეპროგრამაში (ქვეხელსაწყო) ხდება ფორმირებული M_{i-1} და M_{i-2} მასივების გადამრავლება, სტრიქონის გასწვრივ ჯამის გამოთვლა და მათი გაფილტვრა (მოთავსებულია თუ არა ეს ჯამი საწყისი სხივების სიხშირულ დიაპაზონში). ამის შედეგად ფორმირდება M_i მასივი. როგორც აღვნიშნეთ, ჯამები იწერება მეთერთმეტე სვეტში, ხოლო გაფილტვრული პარაზიტული სხივები – მე-12-ში.

მაგალითის სახით სტატიაში განხილულია შემთხვევა, როცა პირველი საწყისი სიხშირე $f_i=185$ ტერაჰერცს და სიხშირეებს შორის სხვაობა (ბიჯი) ტოლია $\Delta=1$ ტერაჰერცის. ამ საწყისი მნიშვნელობების მიხედვით გამოთვლილია იმ პარაზიტული სხივების სიხშირეები, რომლებიც მოთავსებულია 185 – 189 ტერაჰერც დიაპაზონში.

ვირტუალური ქვეხელსაწყოების პროგრამა ვიზუალურად დიდ ფართობს იკავებს. ამიტომ მოგვყავს მხოლოდ ყველაზე დიდი (მე-3) ვარიანტის ვირტუალური ქვეხელსაწყოს სურათი. რომლის შესაბამისი ვირტუალური ქვეხელსაწყოა წინა პანელი და ბლოკდიაგრამა (პროგრამა) ნაჩვენებია შესაბამისად 1-ელ და მე-2 სურათებზე.

The screenshot shows a software window titled '3 qveprog.vi Front Panel'. It contains three data tables side-by-side, each representing a different frequency range. The tables are organized into columns with headers like 'M1-3', 'M2-3', and 'M3-3'. Each table has rows of numerical data, with some rows highlighted in blue. The tables appear to be part of a larger simulation or data processing application.

სურ. 1



სურ. 2

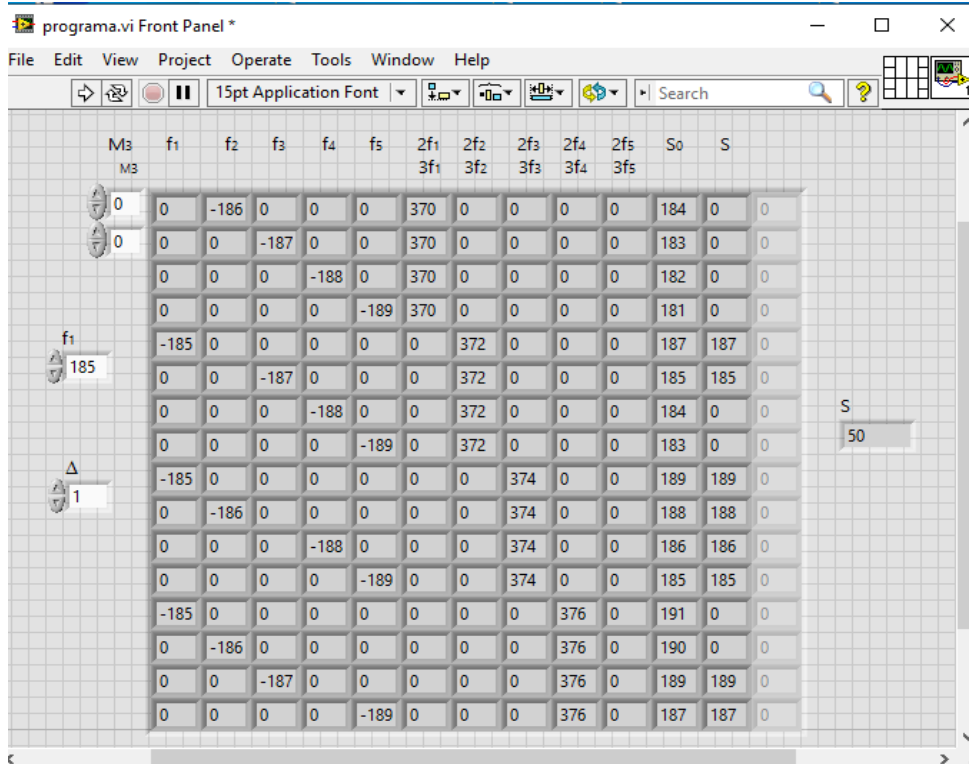
აღნიშნული ვირტუალური ხელსაწყო ასაგებად ვიქცევით შემდეგნაირად:

1. ვადგენთ შესაბამისი ვირტუალური ქვებელსაწყოების 1 და ა.შ. 4 პიქტოგრამებს (სურ. 4);
2. ამ პიქტოგრამებს განვალაგებთ ვირტუალური ხელსაწყო ბლოკდიაგრამაზე;
3. პიქტოგრამების M_3 მასივების გამოსასვლელების გაერთიანებით ვაფორმირებთ 12×136 ზომის ერთ M_3 მასივს;
4. ვირტუალური ხელსაწყო წინა პანელზე განვალაგებთ საწყისი მონაცემების შემყვან (f_i , Δ), M_3 მასივის და S გაფილტრული სიხშირეების დამთვლელ პიქტოგრამებს.

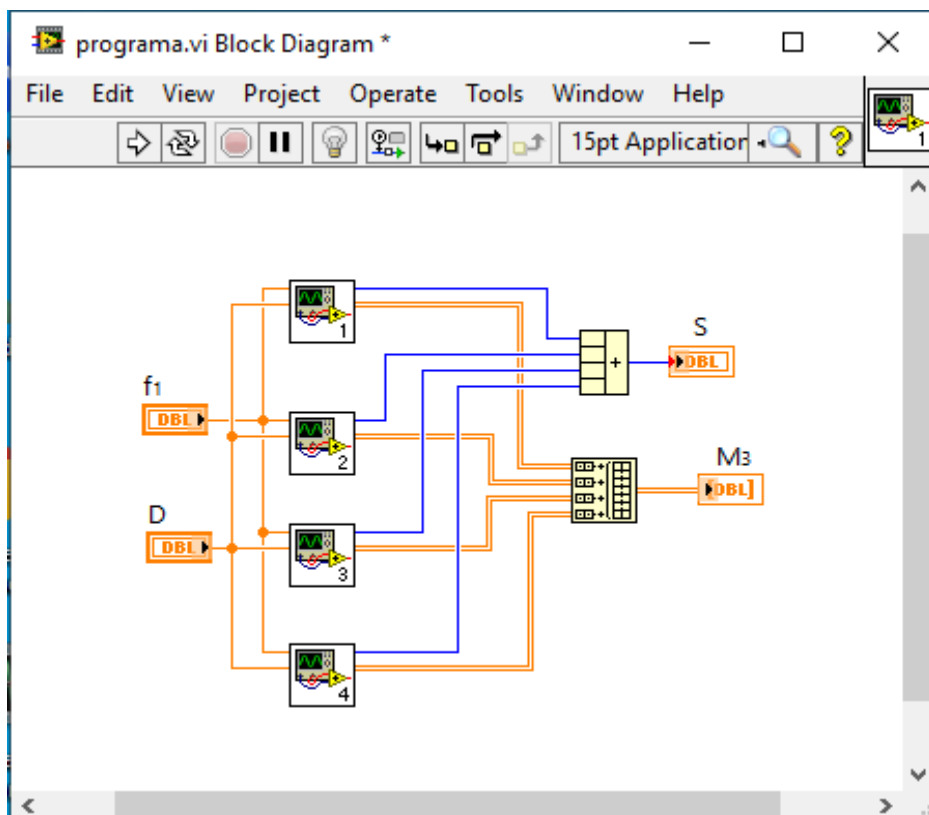
პირველი და მესამე ქვებელსაწყო შემთხვევაში M_3 მასივის მე-6 და ა.შ. მე-10 სვეტების შესაბამის სტრიქონებში იწერება $2f_i$, $2f_z$, $2f_3$, $2f_4$, $2f_5$, ხოლო მე-2 და მეოთხე ქვებელსაწყო შემთხვევაში – $3f_i$, $3f_z$, $3f_3$, $3f_4$, $3f_5$ მნიშვნელობები.

ვირტუალური ხელსაწყო (VI) წინა პანელი და ბლოკ-დიაგრამა ნაჩვენებია შესაბამისად მე-3 და მე-4 სურათებზე.

M_4 მასივში ნებისმიერი გაფილტრული და მასთან დაკავშირებული სიდიდეების მნიშვნელობის ნახვა შესაძლებელია შესაბამისი სტრიქონისა და სვეტის კოორდინატების ცვლილებით.



სურ. 3



სურ. 4

დასკვნა

ჩატარებული მსჯელობისა და გამოთვლების მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ:

1. ოპტიკურ ბოჭკოში 5 საწყისი სიხშირის შემთხვევაში საწყისი სიხშირეების დიპაზონში აღიძვრება 50 პარაზიტული სიხშირე;

2. სიმარტივის მიზნით ვირტუალური ხელსაწყო პროგრამა დაყოფილია ოთხ ნაწილად (ქვეხელსაწყოდ);

3. თითოეული ქვეხელსაწყოების იქმნება შესაბამისი პიქტოგრამა;

4. ვირტუალური ხელსაწყო აგება ხდება შექმნილი პიქტოგრამების საშუალებით და ყველა ქვეხელსაწყო M_3 მასივების გაერთიანებით;

5. M_3 მასივების გაერთიანებით ფორმირდება M_4 მასივი, რომელს ზომა იქნება 12×136 .

ლიტერატურა

1. Modebadze, Iu., Murjikneli, G., Khoshtaria K. (2020). Calculations of Parasitic Radiation Frequencies Generated in Optical Fiber by LabVIEW Program in Case of Four Waves. Transactions: Automated Control Systems, 2(31). (In Georgian);
2. Kothari, S., Jaiswal, K., Vijayvargiya, S., Jabeena, A. (2014). Analysis of Four Wave Mixing in WDM Optical Fiber Systems Using LabVIEW. *ARPJN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 9(8).;
3. Modebadze, I., Murjiknel, G., Khoshtaria, K. (2019). *Fiber-optical System of Modeling*. Tbilisi: Georgian Technical University. (In Georgian).

UDC 621.372.8
SCOPUS CODE 1710

Calculation of the Parasitic Frequencies Generated in the Optical Fiber Using the LabVIEW Program in Case of the Initial Five Waves

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-27-34>

Iuri Modebadze Department of Digital Telecommunication Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava Str.
E-mail: i.modebadze@gtu.ge

Vakhtang Abuladze Department of Digital Telecommunication Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava Str.
E-mail: v.abuladze@gtu.ge

Reviewers:

M. Kurdadze, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: m.kurdadze@gtu.ge

V. Nanobashvili, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: nanobashviliviktor08@gtu.ge

Abstract. The calculation of the parasitic frequencies generated by the four-wave mixing method during the passage of the five main frequencies in the optical fiber using the LabVIEW program is discussed. The virtual tool used for this is built using mathematical expressions and a program for calculating the approximate values of parasitic frequencies given in the article. It counts the number of parasitic frequencies and calculates their corresponding values that will be placed in the 185-189 terahertz frequency range of the first five frequencies. An algorithm has been compiled for the construction of the virtual tool, which consists of four options. According to each option, sub-tools are built, by combining which a virtual tool is obtained. This tool allows us to clearly visualize the values of parasitic frequencies in a given range and the total combinations of those frequencies by which these values are obtained.

Keywords: algorithm; frequency; four-wave mixing; LabVIEW program; optical fiber; parasitic rays; virtual tool; wave.

განხილვის თარიღი 01.12.2022

შემოსვლის თარიღი 01.02.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 55

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-35-46>

ნავთობის თანმხლები წყლების ჰიდროგეოქიმიური მაჩვენებლების შესწავლა სამრეწველო გამოყენების მიზნით

- მარინე მარდაშოვა** გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: m_mardashova@gtu.ge
- თამარ რაზმაძე-ბროკიშვილი** ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: t_razmadze@gtu.ge
- თამარ მიქავა** გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: t.miqava@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. ხუნდაძე, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n.khundadze@gtu.ge

გ. ზაუტაშვილი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: zautashvilinana03@gtu.ge

ანოტაცია. ცალკეული წყალშემცველი ჰორიზონტებისა თუ წყალშემცველი კომპლექსების ნავთობშემცველობაზე პერსპექტიულობის შეფასებისას ჰიდროგეოლოგიური მაჩვენებლების გამოყენება იმ არსებით როლზე არის დამყარებული, რასაც მიწის-ქვეშა წყალი ნავთობის წარმოქმნის და ბუდობად ჩამოყალიბების პროცესში ასრულებს. ჰიდროგეოლოგიური კრიტერიუმები მრავალგვარია და მათ

შორის ერთ-ერთი, ძალზე მნიშვნელოვანი, ნავთობის საბადოებისთვის დამახასიათებელი ანომალიებია. წინამდებარე სტატია სწორედ ნავთობშემცველი სტრუქტურების ჰიდროგეოქიმიური ანომალიების შესწავლას და პრაქტიკაში მათი გამოყენების შესაძლებლობების განხილვას ეძღვნება. აღსანიშნავია, რომ ჰიდროგეოქიმიური ანომალიების გამოვლინების სიმარტივე მათ გარკვეულ უპირატესობას ანიჭებს ჰიდროდინამიკურ ანომალიებთან შედარებით,

მიუხედავად იმისა, რომ ეს უკანასკნელი ნავთობ-გაზიანობის უფრო სარწმუნო კრიტერიუმად ითვლება. აგრეთვე ნაშრომში აქცენტი ნავთობის თანმხლების მიკროკომპონენტური შედგენილობის შესწავლაზე არის გადატანილი, თუმცა, რა თქმა უნდა, მიკროკომპონენტური შედგენილობა ნავთობის საბადოებთან დაკავშირებული მიწისქვეშა წყლების საერთო ქიმიური შედგენილობისა და მინერალიზაციის ფონზე არის განხილული.

საკვანძო სიტყვები: მიკროკომპონენტები; მიწისქვეშა წყლები; საერთო მინერალიზაცია; წყალშემცველი ჰორიზონტები; ჰიდროგეოქიმიური ანომალიები.

შესავალი

მიმდინარე კვლევის მიზანი არც გეოქიმიური პროცესების ინტერპრეტაციაა, რომლებიც გავლენას ახდენს წყალშემცველი სისტემების წყლის რესურსების გენეზისზე და არც წყლის რესურსებისა და ნავთობის საბადოების ურთიერთკავშირის განსაზღვრა. მიწისქვეშა სამრეწველო წყლების ძებნა-ძიება ხდება მათგან სასარგებლო კომპონენტების მოპოვების მიზნით. სავსებით ნათელია აქცენტი საკითხის პრაქტიკულ მხარეზე, რაც, ბუნებრივია, მეურნეობის საჭიროებებიდან გამომდინარეობს. ეს გარემოება განსაკუთრებით ვრცელდება მიწისქვეშა სამრეწველო წყლებზე, რომლებიც შეიძლება განვიხილოთ როგორც ნედლეული იშვიათი და ძვირად ღირებული ქიმიური ელემენტების მოსაპოვებლად.

ძირითადი ნაწილი

საქართველოს ნავთობის თანმხლები წყლების შესწავლისას მოსალოდნელი შედეგების პრაქტიკაში გამოყენების ორ ძირითად ასპექტს ვითვალისწინებთ:

- დამახასიათებელი მიკროკომპონენტების გამოყენება არაპირდაპირი ქიმიურ-არაორგანული მაჩვენებლების როლში ნავთობის ბუდობების ძიებისას ხელსაყრელ ჰიდროგეოლოგიურ სტრუქტურებში;

- სამრეწველო წყლების საბადოების გამოვლენა, რომლებიც გამდიდრებულია სასარგებლო კომპონენტებით სამრეწველო კონდიციამდე [1].

ცნობილია, რომ სხვადასხვა ტექნიკურ-ეკონომიკური ფაქტორის ხელსაყრელი შერწყმის შემთხვევაში ასეთი წყლები განიხილება როგორც რენტაბელური სამრეწველო ნედლეული ისეთი ძვირფასი ელემენტების მოსაპოვებლად, როგორცაა იოდი, ბრომი, ლითიუმი, ბორი, სტრონციუმი და სხვ. ცხადია, ამ კუთხით ბუნებრივი წყლების შესწავლისას, პირველ რიგში, ყურადღებას ის წყლები იმსახურებს, რომლებშიც მიკროკომპონენტების შემცველობის მაქსიმალური სიდიდეები არის დაფიქსირებული. ამასთანავე, როგორც ს. ბონდარენკო და გ. კულიკოვი მიუთითებენ [2], მიწისქვეშა წყლის სამრეწველო კატეგორიისთვის მისაკუთვნებლად მასში მიკროკომპონენტების ოპტიმალური კონცენტრაცია კონკრეტულ ჰიდროგეოლოგიურ პირობებზე არის დამოკიდებული და მოითხოვს ისეთი ფაქტორების გათვალისწინებას, როგორცაა წყალშემცველი ჰორიზონტების წოლის პირობები და გავრცელება, ქიმიური შედგენილობის თავისებურებები, საერთო მინერალიზაცია, ასევე ეკონომიკუ-

რი ფაქტორი აუცილებელი წინაპირობაა მიწისქვეშა მიზნით ქვემოთ ჩამოთვლილი ჭაბურღილებიდან სამრეწველო წყლების გამოყენებისა და შესაბამისი ადგილზე წყლებს ჩაუტარდა ლაბორატორიული ტექნოლოგიური სქემით გადამუშავებისთვის. კვლევა. კვლევის შედეგები მოცემულია 1-ელ ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრის ცხრილში.

ცხრილი 1

დასინჯულ ჭაბურღილებში წყლის ძირითადი მახასიათებლების სიდიდეები

N	წყალპუნქტის ადგილმდებარეობა	წყალპუნქტის ტიპი	pH	EC	TDS	იონები, მგ/ლ								M
						Na + K	Ca	Mg	Cl	HCO ₃	CO ₃	SO ₄	NH ₄	
1	დასავლეთი თალი	N40 ჭაბურღილი	8,23	8,86	6,64	1412	553	37,2	2993	85	24	272	7,8	5,38
2	თელეთი	N55 ჭაბურღილი	6,85	10,11	7,59	1064	758	248	3048	769	–	305	11,5	6,19
3	თელეთი	N60 ჭაბურღილი	7,2	8,81	6,6	1335	405	174	2563	952	–	239	9,8	5,68
4	სამგორი	N76 ჭაბურღილი	8,07	8,53	6,4	1237	453	119,4	2847	73	36	181	7,9	4,95
5	პატარძეული	N139 ჭაბურღილი	8,31	8,09	6,09	1223	486	109,2	2637	87	38	461	6,9	5,04
6	პატარძეული	N144 ჭაბურღილი	8,36	8,09	6,08	1196	311	204,6	2650	85	25	370	14,1	4,84
7	დასავლეთი რუსთავი	N16aZ ჭაბურღილი	8,18	8,67	6,09	913	652	150,6	2664	146	26	313	7,3	4,87
8	კრწანისი	N39 ჭაბურღილი	8,07	8,90	6,68	841	901	189,6	3003	293	24	346	10,3	5,60

ცნობილია, რომ მიწისქვეშა წყლები ცვლადი რაოდენობით გახსნილ მარილებს შეიცავს, ყველაზე მეტად ცვალებადია წყალში გახსნილი აირების რაოდენობა და შედგენილობა. ბუნებრივთან მაქსიმალურად მიახლოებულ შედეგს იძლევა მხოლოდ იმ სინჯების ანალიზი, რომელიც ჭაბურღილების სანგრევზე არის აღებული, იმიტომ რომ ჭაბურღილის პირზე გახსნილი აირების უმეტესი ნაწილი ქროლდება [3].

მიღებული შედეგების თანახმად (სულ რვა სინჯი) ქიმიური შედგენილობის პარამეტრები ძირითადად თანხვედნილია (ცხრილი 1). კერძოდ, ყველა

შემთხვევაში საქმე გვაქვს მომატებული მინერალიზაციის მლაშე, მარილიან წყლებთან, რაც კანონზომიერია ნავთობის თანმხლები წყლებისთვის. მათი საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებლები $M = 4.84 \div 6.19$ გ/ლ ფარგლებში თავსდება. თითქმის იდენტურია ქიმიური შედგენილობის ფორმულაც (კურლოვის ფორმულა), რომელიც წარმოდგენილია მრავალფეროვანი ანიონური და კათიონური შემადგენლობით. შესაბამისად, წყლის ტიპი გამოისახება როგორც ქლორიდულ-ნატრიუმთან-კალციუმთან. თელეთის ჭაბურღილებიდან აღებულ წყლებში ქლორიონს ჰიდროკარბონატიონი მოსდევს.

შესწავლილ წყლებში ანიონებიდან მაღალი შემცველობით ქლორი გამოირჩევა, მაქსიმუმი – 3048 მგ/ლ (N55 ჭაბურღილი, თელეთი) და მინიმუმი – 2563 მგ/ლ (თელეთი, N60 ჭაბურღილი). მიწის ქერქში ქლორიდების რაოდენობა შეზღუდულია, მაგრამ, ბუნებრივი წყლების დიდ უმრავლესობაში ქლორიონი მთავარი კომპონენტია. სოდალიტი და აპატიტი, ორად ორი მინერალია, რომლებიც ქლორიდებს ძირითადი კომპონენტის სახით შეიცავს, თუმცა, ეს წყარო სულაც არ არის საკმარისი ქლორის იმ უზარმაზარი რაოდენობის წარმოსაქმნელად, რაც ზღვებსა და ოკეანეებშია. ეს რაოდენობა ასჯერ და მეტჯერ აღემატება იმ სიდიდეს, რომელიც შეიძლება ქანების გამოფიტვის შედეგად დაგროვდეს. სავარაუდოა, რომ ქლორის გარკვეული რაოდენობა ვულკანური გაზებიდან მუდმივად გამოყოფის შედეგად უნდა გადადიოდეს მიწისქვეშა ჰიდროსფეროში. ქლორიდების ქიმიური ბუნებიდან გამომდინარე, თუ ისინი ჰიდროსფეროში ამა თუ იმ რაოდენობით დაგროვდა, მათი გამოთავისუფლება ძალიან ძნელად ხდება.

ნატრიუმის კონცენტრაცია მერყეობს 841 – 1412 მგ/ლ ფარგლებში, ის დომინანტი კათიონია საკვლევ წყლებში. მიწისქვეშა წყალში ნატრიუმი, ძირითადად, პლაგიოკლაზიანი მინდვრის შპატების გამოფიტვის შედეგად გროვდება. კარგი ხსნადობის გამო, ნატრიუმი წყალში კონცენტრირდება ოკეანიდან და ჩაკეტილი აუზებიდან აორთქლების შედეგად.

მიწისქვეშა წყლების ანალიზის შედეგად მიღებული ჰიდროქიმიური მონაცემები ინტერპრეტირებულია კლასიფიკაციის სქემებითა და გრაფიკული გამოსახულების – დიაგრამების გამოყენებით

(სულინის კლასიფიკაცია, პაიპერისა და დუროვის დიაგრამა).

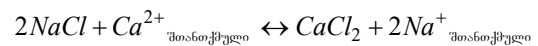
სულინის კლასიფიკაცია. ეს კლასიფიკაცია საყოველთაოდ არის აღიარებული მენავთობე გეოლოგებს შორის. მასში პალმერის კლასიფიკაციის ელემენტებია გამოყენებული. განსახილველი კლასიფიკაციის მიხედვით, ბუნებრივი წყლები ოთხ ტიპად იყოფა. ტიპების გამოყოფა ძირითადი იონების შემცველობების თანაფარდობით ხდება. ტიპები, თავის მხრივ, ამა თუ იმ ანიონის ან კათიონის სიჭარბის შესაბამისად, ჯგუფებად და ქვეჯგუფებად არის დაყოფილი. კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს სამი ძირითადი კოეფიციენტი (მგ.ეკვ.‰-ებით), რომელთაც ავტორი გენეტიკურ კოეფიციენტებს უწოდებს [4]:

$$\frac{rNa}{rCl}; \frac{rNa-rCl}{rSO_4}; \frac{rCl-rNa}{rMg}.$$

ტერმინი „გენეტიკური კოეფიციენტი“ ავტორს შემოაქვს იმ მოსაზრებით, რომ ეს კოეფიციენტები პასუხობს წყლის ქიმიური შედგენილობის ფორმირების და მიწის ქერქში მათი არსებობის ბუნებრივ პირობებს. თუ, $\frac{rNa}{rCl}$ კოეფიციენტი ერთზე მეტია, ანუ ნატრიუმის შემცველობა ქლორის შემცველობას აღემატება, მაშინ ნატრიუმის ჭარბი რაოდენობა ან ჰიდროკარბონატს (HCO_3^-) უნდა დაუკავშირდეს, ან სულფატს (SO_4^{2-}). შესაბამისად, წყალი იქნება ან ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიანი, ან სულფატურ-ნატრიუმიანი. ანალოგიური მსჯელობით ადვილად გავარკვევთ ქლორ-მაგნიუმიანი და ქლორ-კალციუმიანი ტიპების ფორმირების პირობებს.

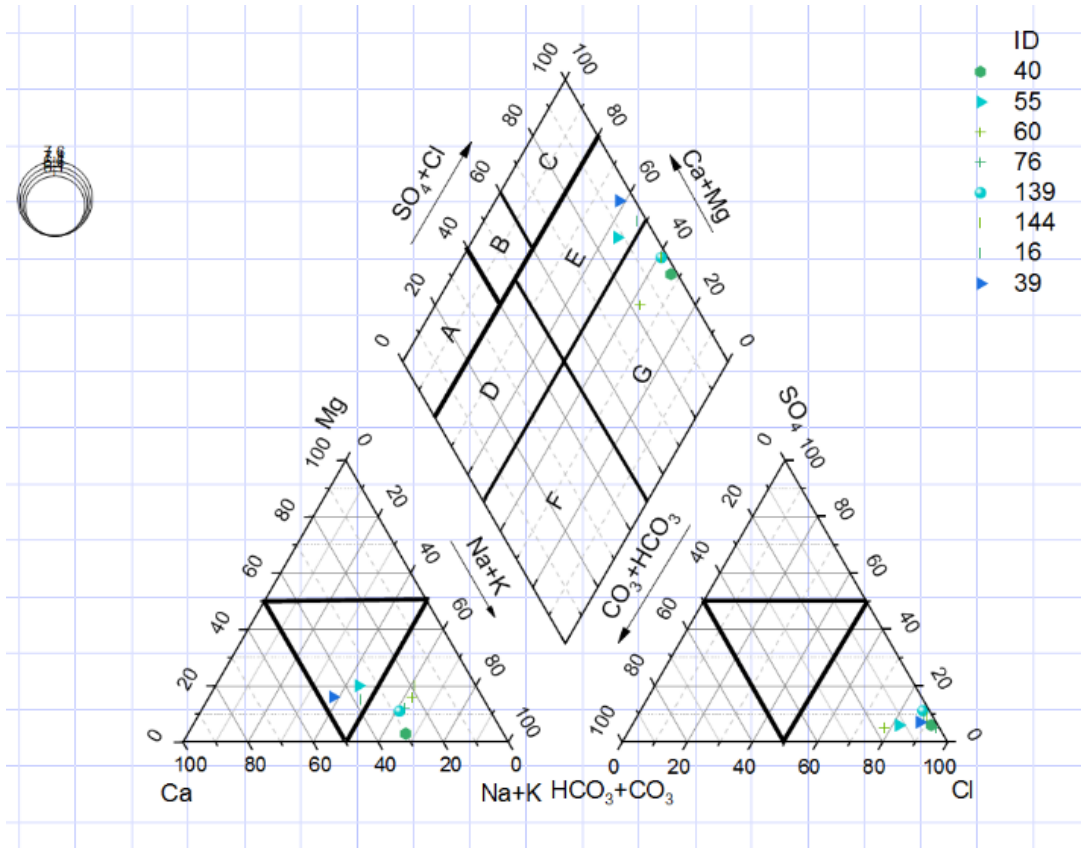
სულინის კლასიფიკაციის გრაფიკული გამოსახულება წარმოადგენს ერთმანეთთან წვეროებით შეუღლებულ ორ კვადრატს, რომელთა გვერდებზე გადაზომილია გენეტიკური კოეფიციენტების მრიცხველებისა და მნიშვნელების სიდიდეები (მგ.კვ.%-ებით). ანიონის სიჭარბის მიხედვით, ტიპი სამი ჯგუფად იყოფა – ქლორიდული, სულფატური და ჰიდროკარბონატული წყლების ჯგუფები. გამოიყოფა აგრეთვე ქვეჯგუფებიც ამა თუ იმ კათიონის სიჭარბის მიხედვით, მაგრამ მათი განხილვის საჭიროება აქ არ არის. სულინი მიიჩნევა, რომ წყლების ქიმიური შედგენილობის ფორმირებას დედამიწაზე არსებული სამი ბუნებრივი გარემო განაპირობებს: კონტინენტური, ზღვიური და მიწისქვეშა. ზღვიური გარემოს ნიშან-თვისებაა წყალში ზღვისთვის დამახასიათებელი მარილების არსებობა, კერძოდ, მაგნიუმის ქლორიდისა, რომელიც დროში უფრო მეტად სტაბილურია (მუდმივია). ამის გამო, ზღვიური ტიპის წყალს ავტორი ქლორ-მაგნიუმის აკუმულაციას აკუთვნებს. კონტინენტურ პირობებში ქიმიური შედგენილობის ფორმირების პროცესში ადგილი აქვს ზღვიური წარმოშობის მიწისქვეშა წყლების მეტამორფიზმს. შედეგად, წყლის მარილოვან შედგენილობაში წამყვან ადგილს სულფატები იკავებს, რომლებიც თაბაშირიან (ანჰიდრიტიან) წყებებში არიან კონცენტრირებული. შემცველი ქანების შემდგომი გარეცხვისა და წყალცვლის გააქტიურების კვალობაზე, სულფატური შედგენილობის წყლები ჰიდროკარბონატული წყლებით იცვლება. ამრიგად, გამოდის, რომ ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმის და სულფატურ-

ნატრიუმის წყლები ქიმიური შედგენილობის ფორმირების კონტინენტურ გარემოს შეესაბამება (სქემაზე ზედა კვადრატი), ქლორ-მაგნიუმის ტიპი – ზღვიურ გარემოს, ხოლო ქლორ-კალციუმის – ნავთობის ბუდობის ფორმირებისთვის ხელსაყრელ სიღრმულ (აღდგენით) გარემოს (ქვედა კვადრატი). სიღრმული გარემოს პირობებში წყალში კალციუმის ქლორიდის დაგროვება კათიონური გაცვლის შედეგია, რომელიც წყალში არსებულ ნატრიუმის იონებსა და ქანის შთანთქმულ კომპლექსში არსებულ კალციუმის იონებს შორის შემდეგი რეაქციით მიმდინარეობს:



ჩვენ მიერ გამოკვლეული ყველა წყალი სულინის კლასიფიკაციით ქლორიდულ-კალციუმის წყლების კატეგორიაში ხვდება. ეს საერთო ქიმიური შედგენილობითაც ტიპური ნავთობის წყლებია. ასე რომ, წყლების გენეტიკური კავშირი ნავთობთან ეჭვგარეშეა (პრინციპში არც იყო კვლევის მიზანი), რადგან სივრცობრივად ნავთობშემცველ სტრუქტურასთან არის დაკავშირებული და მოიცავს შუაეოცენურ ტუფოგენებში არსებულ ნავთობის ბუდობს. ქლორიდულ-კალციუმის (სულინის მიხედვით) ქიმიური შედგენილობა, სიღრმული გეოქიმიური გარემოსთვის არის დამახასიათებელი.

Piper Diagram, რომელიც შედგება ანიონისა და კათიონის სამკუთხედებისგან, მათ შორის “ალმასის” ფორმისგან [5] პაიპერის სამხაზოვანი დიაგრამის მიხედვით (სურ. 1), წყალი შვიდ ტიპად კლასიფიცირდება.

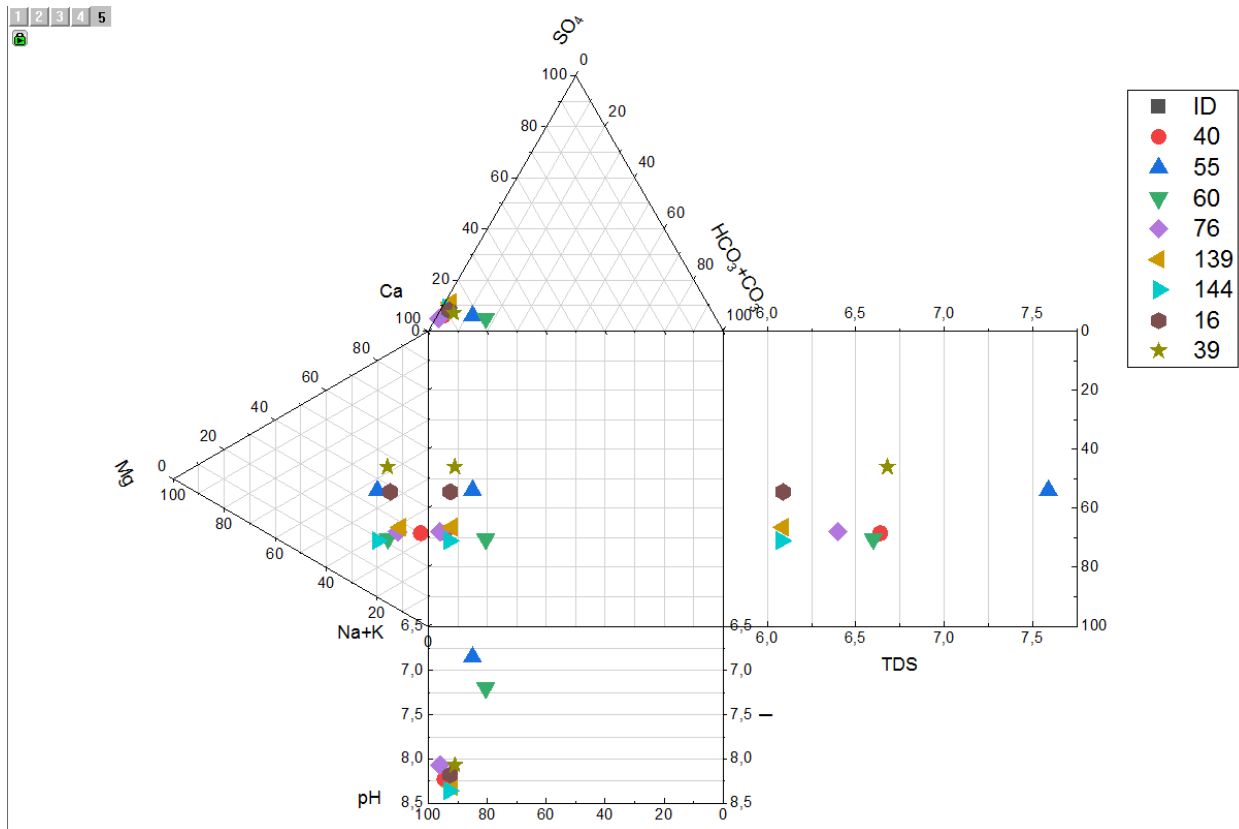


სურ. 1. მიწისქვეშა წყლების ჰიდროქიმიური დასინჯვის გამოსახვა პაიპერის დიაგრამით.

დიაგრამიდან ჩანს, რომ საკვლევ რაიონში გამოვლინდა მიწისქვეშა წყლების ორი ტიპი:

- მიწისქვეშა წყლების სამი სინჯი (NN55; 39; 16) აღმოჩნდა E-კლასში, როგორც ტუტე წყალი, ტუტეების გაზრდილი ნაწილით დომინანტი ქლორიდითა და სულფატით ($Ca - Mg - Na - Cl - SO_4$).
- დასინჯული მიწისქვეშა წყლების სინჯების უმეტესობა არის G-კლასში, მიეკუთვნება თითქმის იმავე კლასს, როგორც ტუტე წყალი კვლავ დომინანტია ქლორიდი და სულფატი ($(Na + K) - Cl - SO_4$).

დუროვის დიაგრამა არის კომპოზიციური ნახაზი, რომელიც შედგება 2 სამეული დიაგრამისგან, სადაც ინტერესის კათიონები გამოსახულია ინტერესის ანიონებთან. გვერდები ქმნიან ორობით ნახაზს მთლიანი კათიონის წინააღმდეგ, საერთო ანიონის კონცენტრაციის წინააღმდეგ [6]; გაფართოებული ვერსია მოიცავს TDS (მგ/ლ) და pH მონაცემებს, რომლებიც დამატებულია ორობითი ნაკვეთის გვერდებზე შემდგომი შედარების დასაშვებად. დუროვის დიაგრამის მთავარი მიზანია მონაცემთა წერტილების დაჯგუფება, რომლებიც აჩვენებენ ნიმუშებს მსგავსი ქიმიური ნივთიერებით.



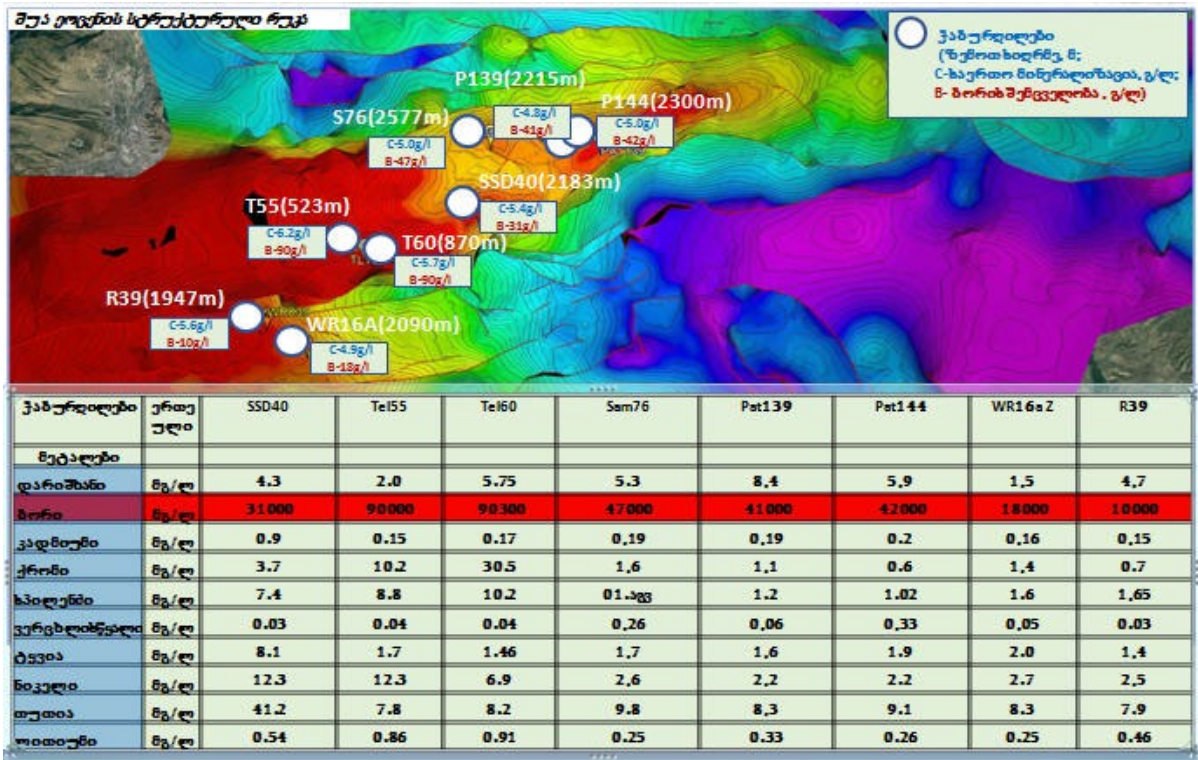
დასინჯული სინჯები გამოსახულია ველში, სადაც დომინანტია Cl და Na .

თუ მიღებულ სიდიდეებს შევადარებთ ამა თუ იმ იონის შემცველობას ოკეანის წყალსა და მიწის ქერქში ნათლად ჩანს, ლითიუმის, მანგანუმის, ბორისა და რკინის შემთხვევაში საგრძნობი სიჭარბე. ზოგადად ითვლება, რომ მიწისქვეშა წყალი, რომელშიც ამა თუ იმ ელემენტის კონცენტრაციის კოეფიციენტი ერთზე მეტია (ფაქტობრივი სიდიდის შეფარდება ოკეანის წყლის შემცველობასთან ან კლარკთან), ამ ელემენტის პოტენციური საბადოა.

სამრეწველო წყლების საყოველთაოდ აღიარებული კლასიფიკაცია არ არსებობს. ვინაიდან მათი ძირითადი მაჩვენებელი არის სასარგებლო კომპო-

ნენტის შემცველობა, სახელსაც ამის მიხედვით არქმევენ (იოდინი, ბრომიანი, და სხვ.).

საინტერესოა სხვა პირობებში ბორის ქცევის სხვა თავისებურებანი. დადგენილია, რომ დაბალ ტემპერატურაზე B_2O_3 შეიძლება განიდევენოს CO_2 -ის მიერ, მაღალ ტემპერატურაზე სურათი შებრუნებულია. გამოფიტვისას შეიძლება დავინახოთ ბორატების კარბონატებით ჩანაცვლების მოვლენები, როგორც ეს დადგენილი იყო ბორატებისათვის ინდერის საბადოში (კასპიის ზღვის ჩრდილოეთით), მეორე მხრივ, კონტაქტ-მეტასომატურ საბადოებში ცნობილია კირქვების ჩანაცვლების გზით წარმოქმნილი ბორატების შემთხვევები.



დასინჯულ წყლებში მიკროკომპონენტების შემცველობა.

ბორი იმ ელემენტთა რიცხვში შედის, რომლებიც Cl -ის, OH -ისა და განსაკუთრებით მასთან დიდად მონათესავე F -ის შემცველ წყალხსნარებში საკმაოდ მოძრავნი არიან. ამის გამო ბორის ნაერთების კონცენტრაცია იმატებს და წარმოიქმნება ამა თუ იმ გეოლოგიური პროცესის ნარჩენ პროდუქტებში, ნაწილობრივ პეგმატიტებსა და ჰიდროთერმულ წარმონაქმნებში (ორთობორატები, ბორსილიკატები), მაგრამ უმთავრესად ბორით გამდიდრებულ მარილშემცველ აუზებში (პოლიბორატები, იშვიათად წყლიანი ბორსილიკატები [7].

ბორაქსი გვხვდება მსოფლიოში ყველაზე დიდ ევზოგენურ ბორის საბადოებში (ბორონი, კალიფორნია; კირკა, თურქეთი და ტინკალაიუ, არგენტინა) ბორი ასევე მიიღება სერლის ტბიდან (აშშ). ზღვის წყალში ბორის საშუალო შემცველობა 4.5 მგ/ლ

შეადგენს, ხოლო მიწისქვეშა წყლების უმეტესობაში ბორის კონცენტრაცია 1.0 მგ/ლ-ზე დაბალია [8]. ნახსენებ სტატიაში პოლონეთის ტერიტორიაზე დასინჯულ იქნა 248 სამკურნალო წყლები, როგორც ბუნებრივი წყაროებიდან, ისე ქაბურღილებიდან. წყლებში ბორის შემცველობა იცვლება ფართო დიაპაზონში, რომლებიც დაყოფილი აქვთ 5 მგ/ლ-მდე, 5-25 მგ/ლ-მდე, და 25 მგ/ლ-ზე მეტი. ცხრილში ნაჩვენებია ადგილმდებარეობა, წყლის ტიპი, TDS, წყალბადიონების კონცენტრაცია, ბორმჟავას და ბორის შემცველობები, მგ/ლ-ობით. ბორის შემცველობა იცვლება $27,22 \div 187,65$ მგ/ლ.

ჩვენ მიერ დასინჯულ წყლებში ბორის შემცველობა ვარიებს $9 \div 120$ მგ/ლ ფარგლებში. თუმცა გასათვალისწინებელია ის ფაქტიც, რომ პოლონეთის ტერიტორიაზე დასინჯულია 248 წყლის სინ-

ჯი, ჩვენ მიერ კი – 8 სინჯი. თუმცა, პოლონელი მეცნიერები დასკვნის სახით აღნიშნავენ, რომ მიწისქვეშა წყლებიდან ბორის მიღება პერსპექტიული უბნის გამოყოფით შესაძლებელია.

მიწისქვეშა წყლებში ელემენტთა მიგრაციის უნარის რაოდენობრივი გამოხატულება არის ე.წ. წყლოვანი მიგრაციის კოეფიციენტი (K_x), რომლის ცნება გეოქიმიკაში შემოიტანა ა. პერელმანმა. ავტორის განმარტებით ამ კოეფიციენტს ორგვარი მნიშვნელობა აქვს: აქტიური ცირკულიაციის წყლები-სათვის იგი ახასიათებს მიგრაციის ინტენსიურობას,

ხოლო გაძნელებული ცირკულიაციის წყლების შემთხვევაში – წყალში მოცემული მიკროკომპონენტის დაგროვების ინტენსიურობას. K_x -ის სი-

დიდე გამოითვლება ფორმულით: $K_x = \frac{m_x \times 100}{a \times n_x}$,

სადაც, m_x არის რომელიმე X ელემენტის წყალში შემცველობა, გ/ლ; a – წყლის საერთო მინერალიზაცია, გ/ლ; n_x – X ელემენტის პროცენტული შემცველობა წყალშემცველ ქანში ან ლითოსფეროში (კლარკი) [9].

ცხრილი 2

ნავთობის წყლებში მიკროკომპონენტების წყლოვანი მიგრაციის სიდიდეები

წყალუნქტის ადგილმდებარეობა	წყალუნქტის ტიპი	B			ელემენტის შემცველობა ლედამიწის ქერქში, % კლარკი	საერთო მინერალიზაციის სიდიდე, გ/ლ	კონცენტრაციის კოეფიციენტი	mX100	aXn	წყალში მიგრაციის კოეფიციენტი
		მგ/ლ	გ/ლ	%						
დასავლეთ თალი	N40 ჭაბურღილი	36,00	0,0360	0,0036	0,001	5,38	3,600	3,600	0,005	669,145
თელეთი	N55 ჭაბურღილი	120,00	0,1200	0,0120	0,001	6,19	12,000	12,000	0,006	1938,611
თელეთი	N60 ჭაბურღილი	100,00	0,1000	0,0100	0,001	5,68	10,000	10,000	0,006	1760,563
სამგორი	N76 ჭაბურღილი	47,00	0,0470	0,0047	0,001	4,95	4,700	4,700	0,005	949,4949
პატარბეული	N139 ჭაბურღილი	41,00	0,0410	0,0041	0,001	5,05	4,100	4,100	0,005	811,8812
პატარბეული	N144 ჭაბურღილი	42,00	0,0420	0,0042	0,001	4,84	4,200	4,200	0,005	867,7686
დასავლეთ რუსთავი	N16aZ ჭაბურღილი	18,00	0,0180	0,0018	0,001	4,87	1,800	1,800	0,005	369,6099
კრწანისი	N39 ჭაბურღილი	9,00	0,0090	0,0009	0,001	5,6	0,900	0,900	0,006	160,7143

ზოგადად ითვლება, რომ მიწისქვეშა წყალი, რომელშიც ამა თუ იმ ელემენტის კონცენტრაციის კოეფიციენტი (ფაქტობრივი სიდიდის შეფარდება ოკეანის წყლის შემცველობასთან ან კლარკთან) ერთზე მეტია, ამ ელემენტის პოტენციური საბადოა რა თქმა უნდა, სხვა მრავალი ანთროპოგენური და ბუნებრივი ფაქტორების გათვალისწინებით. დასინჯულ წყლებში კონცენტრაციის კოეფიციენტი გარდა ერთი შემთხვევისა (კრწანისი, N39 ჭაბურღილი) საკმაოდ აღემატება ერთს.

ბორის შემთხვევაში მიგრაციის კოეფიციენტი შესამჩნევად მაღალია, რაც იმაზე, მიუთითებს, რომ ბორის მიგრაციისთვის ხელსაყრელი პირობები არსებობს.

აუცილებელია იმის აღნიშვნა, რომ მიკროელემენტების ჰიდროსფეროში დაგროვებისა და მიგრაციისთვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს არა იმდენად ელემენტის რაოდენობრივ შემცველობას ქანში, რამდენადაც არსებობს ამა თუ იმ ფორმას, რაც განაპირობებს კონკრეტულად აღებული მიკროკომპონენტების მდგრადობას და მყარი ფაზიდან თხევად ფაზაში გადასვლის უნარს [10]. ცხადია, ლითოსფეროს ზედა ფენებში, არაღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლებში, მიწისზედა ჰიდროსფეროსა და ატმოსფეროში გაფანტული მიგრაციის თავისებურებები ძალიან მჭიდრო კავშირშია ნიადაგებში მიკროელემენტების გავრცელების კანონზომიერებებთან.

დასკვნა

დასინჯული წყლები ბორის შემცველობის თვალსაზრისით შეიძლება ჩაითვალოს საშუალო ხარისხის სამრეწველო წყლად, მაგრამ ცალკე განხილვის საკითხია მისი მოპოვება და რენტაბელურობა რამდენადაა შესაძლებელი. აქვე იმასაც დავძენთ, რომ ფუჭი ქანებიდან და კუდსაცავებიდან უკვე მიმდინარეობს ხელახლა ამოწვლილვა, რომელიც წინა წლებში არ ითვლებოდა რენტაბელურად.

იშვიათ ქიმიურ ელემენტებზე მზარდი მოთხოვნილებისა და ტექნიკური პროგრესის გათვალისწინებით უნდა ვივარაუდოთ, რომ საქართველოში სამრეწველო წყლების საბადოების ექსპლუატაცია მათი შემდგომი გადამუშავებით შორეული მომავლის საქმე არ არის. ამასთან დაკავშირებით წამოიჭრება საკითხი პროდუქტიული წყალშემცველი ჰორიზონტების გადარიბების თავიდან აცილების შესახებ, რასაც ადგილი აქვს ნავთობისა და გაზის საბადოების ექსპლუატაციის პროცესში. ფენის წნევის შენარჩუნების მიზნით მტკნარი წყლის ჭაბურღილში ჩაჭირხვნას, როგორც წესი, თანმხლები ფენტაშორისი წყლის ქიმიური შედგენილობის მკვეთრი ცვლილება მოსდევს, მათ შორის, ამ წყლებში მიკროკომპონენტების შემცველობების შემცირების თვალსაზრისით.

ლიტერატურა

1. Zviadadze, U. I. (1992). *Microcomponents of underground waters of Georgia as geochemical indicators of oil and gas content of hydrogeological structures and conditions for the formation of mineral waters*. 350 Art. [Doctoral Dissertation].;
2. Bondarenko, S., Kulikov, G. (1984). *Underground industrial waters*. Moscow: Nedra. (In Russian);
3. Zautashvili, B., Mkheidze, B. (2011). *Hydrogeology of Georgia*. Tbilisi: Technical University. (In Georgian);
4. Ovchinnikov, A.I. (1970). *Hydrogeochemistry*. Moscow: Nedra. (In Russian);
5. Freeze, R.A., Cherry, J.A. (1979). *Groundwater*. USA: Prentice-Hall Inc.;
6. Rotár-Szalkai, A., Nádor, A., Szócs, T., Maros, G., Goetzl, G., Zekiri, F. (2017). Outline and joint characterization of transboundary geothermal reservoirs at the western part of the Pannonian basin. *Geothermics* 70(1-16).
7. Betekhtin, A.G. (1964). *A Course in Mineralogy*.
8. Chruszcz-Lipska, K., Winid, B., Madalska, G. A., Macuda, J., & Łukańko, Ł. (2020). High Content of Boron in Curative Water: From the Spa to Industrial Recovery of Borates? (Poland as a Case Study). *Minerals*, 11(1).;
9. Gol'dberg, V. M. (1985). *Identification of areas of pollution of underground waters. Exploration and protection of mineral resources*.;
10. Zautashvili, B.Z. (1978). *Geochemistry of microelements of deep underground waters of Georgia*. Tbilisi: Metsniereba. (In Georgian).

UDC 55

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-35-46>

Hydrogeochemistry of Oil-bearing Waters Study of Indicators for Industrial Use

Marine Mardashova Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.
E-mail: m_mardashova@gtu.ge

Tamar Razmadze-Brokishvili Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.
E-mail: t_razmadze@gtu.ge

Tamar Mikava Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.
E-mail: t.miqava@gtu.ge

Reviewers:

N. Khundadze, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: n.khundadze@gtu.ge

N. Zautashvili, Associated Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: zautashvilinana03@gtu.ge

Abstract. The use of hydrogeological indicators is very important when assessing the oil content of individual aquifers. There are many hydrogeological criteria, and one of the most important ones is the anomalies characteristic of oil fields. The present article is dedicated to the study of hydrogeochemical anomalies of oil-bearing structures and the possibility of their use in practice. It should be noted that the ease of detection of hydrogeochemical anomalies gives them a certain advantage compared to hydrodynamic anomalies. Also, in the paper, the emphasis is on the study of the microcomponent composition accompanying the oil, although the microcomponent composition is considered of the general chemical composition and mineralization of the groundwater associated with the oil fields.

Keywords: aquifer horizons; common mineralization; groundwater; hydrogeochemical anomalies; microcomponents.

განხილვის თარიღი 20.01.2022

შემოსვლის თარიღი 01.02.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 622.72

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-47-54>

მადნეულის სპილენძის მადნების მამდიდრებელი ფაბრიკების მიმდინარე კუდების კომბინირებული ტექნოლოგიით დამუშავების საკითხები

ნანა ჯიქია	შპს კავკასიის სამთო ჯგუფის ქიმიურ-ანალიტიკური ლაბორატორია, საქართველო, 1100, ბოლნისი, დავით აღმაშენებლის 2 E-mail: njikia@cmg.ge
დემურ ტალახაძე	სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: talaxadzedemur03@gtu.ge
ანზორ აბშილავა	სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: a.abshilava@gtu.ge

რეცენზენტები:

რ. ენაგელი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: enageliroin03@gtu.ge

ა. გიგინეიშვილი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: gigineishviliavtandil03@gtu.ge

ანოტაცია. მადნეულის სპილენძის მადნის მამდიდრებელი ფაბრიკა, რომელიც ექსპლუატაციაშია 1975 წლიდან, გადაამუშავებს მადნეულისა და საყდრისის საბადოების სპილენძ-კოლჩედანურ მადნებს. მადნები წარმოდგენილია სპილენძის პირველადი და მეორადი სულფიდებით. ზოგიერთ მადანში სპილენძის მეორადი სულფიდების დიდი რაოდენობისა და მათი ჩაწინწკულობის სირთულის გამო, სასაქონლო პროდუქციაში სპილენძის ამოკრევის

პროცენტი მცირეა – არ აღემატება 65-70%-ს. ასევე მცირეა ოქროს ამოკრევის პროცენტი – 50-60%. ასეთი მადნების გადამამუშავების შედეგად ფაბრიკიდან მიღებულ კუდებში სპილენძის შემცველობა 0,17-0,19%-ს აღწევს. შესაბამისად, მნიშვნელოვანია ოქროს შემცველობაც (0,3-0,6 გ/ტ). სტატიაში მოცემულია ფაბრიკიდან მიღებული მდიდარი კუდების გადამამუშავების კომბინირებული ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს მათ წინასწარ გამდიდრებას გრავიტაციული მეთოდით (ცენტრი-

დანულ კონცენტრატორებში მოკლეკონუსიან ჰიდროციკლონებში), მიღებული გრავიტაციული კონცენტრატის, რომელშიც ოქროსა და სპილენძის შემცველობა შესაბამისად არის 5,29გ/ტ და 1,56% ჰიდრომეტალურგიული მეთოდით (გამოტუტვა და დაციანება) გადამუშავებას. აღნიშნული ტექნოლოგია საშუალებას მოგვცემს გავზარდოთ სასაქონლო პროდუქციაში ოქროსა და სპილენძის ამოკრეფა, შესაბამისად 20–25 და 17–20%-ით.

საკვანძო სიტყვები: ამოკრეფა; გამოტუტვა; გრავიტაციული კონცენტრატი; დაციანება; კევი; პულპის pH; ტუტე არე; ფლოტაცია; ფლოტაციური რეაგენტები; შემცველობა; ჩაწინწკლული; ძირითადი ფლოტაცია.

შესავალი

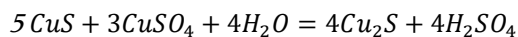
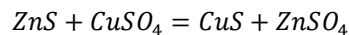
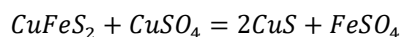
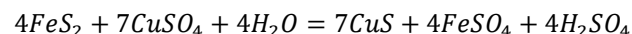
მადნეულის სპილენძის მამდიდრებელი ფაბრიკა ამჟამად ამუშავებს მადნეულისა და საყდრისის საბადოების სპილენძ-კოლჩედანურ მადნებს. მადნებში მადნეული მინერალები წარმოდგენილია სპილენძის პირველადი (ქალკოპირიტი) მეორადი (კოველინი და ქალკოზინი) და რკინის (პირიტი) სულფიდებით. არამადნეული მინერალები ძირითადად წარმოდგენილია კვარცით, გვხვდება თიხაფიქლები, სერეციტი, ალუმინსილიკატები.

მადნეულისა და საყდრისის საბადოების მადნები მიეკუთვნება ოქროს შემცველ მდგრად მადნებს. ოქრო 80–85% წმინდად ემულსიურად არის ჩაწინწკლული სულფიდებში, განსაკუთრებით პირიტსა და ქალკოპირიტში. მცირე რაოდენობით გვხვდება თავისუფალი სახით და კვარცში.

მადნის გადამუშავების ტექნოლოგიური სქემა ითვალისწინებს კარიერებიდან მიღებული მადნის (სისხოთი 1100-1200 მმ) სამსტადიურ დამსხვრევას – პირველ სტადიაში ყბებიან, მეორე და მესამე სტადიებში კონუსურ სამსხვრეველებში; დამსხვრეული მასალის $P_{80}=25\text{მმ}$, სამსტადიური დაფქვისას $P_{80}=0,150\text{მმ}$ დაფქული მასალის ძირითად საკონტროლო და სამგადაწმენდით ფლოტაციას. სპილენძის კონდიციური კონცენტრაციის მიღების მიზნით ტექნოლოგიური სქემა პირდაპირ სელექციურია, რკინის სულფიდების (პირიტის) დეპრესიით, პულპის pH-ის მაღალი (12–12,5) მნიშვნელობის დროს. ოქროს ამოკრეფა კონცენტრატში ხდება თანამდევ მინერალებთან ერთად.

ძირითადი ნაწილი

მადნეულის საბადოზე მეორადი სულფიდები მიიღება მეორადი სულფიდური გამდიდრების ზონაში ჟანგბადის არარსებობისას გრუნტის წყლების ქვედა დონეზე: პირიტზე (FeS_2) ქალკოპირიტზე (CuFeS_2) სფალერიტზე (ZnS) სპილენძის აჯასპის (CuSO_4) ხსნარის მოქმედების შედეგად. რეაქციებს შემდეგი სახე აქვს:



სულფიდურ მინერალზე, განსაკუთრებით პირიტზე, რომელიც დიდი რაოდენობით გვხვდება მადნებში სპილენძის აჯასპის ზემოქმედების შედეგად სულფიდი მთლიანად ან ნაწილობრივ ჩანაცვლდება.

სრული ჩანაცვლების შემთხვევაში მიიღება სპილენძის სუფთა მეორადი სულფიდები CuS, Cu_2S , ხოლო არასრული ჩანაცვლების შემთხვევაში – მინერალი, რომელიც წარმოდგენილია ნაწილობრივ სპილენძის მეორადი სულფიდით და ნაწილობრივ პირიტით, ანუ პირიტი დაფარულია თხელი (რამდენიმე მიკრომეტრის ზომით) ქალოზინის ან კოველინის აფსკით. ასეთი მინერალის ფლოტაციის შედეგად პირიტის მინერალის დეპრესიისას კუდებში პირიტის მინერალთან ერთად გადადის სპილენძის მეორადი სულფიდები. ეს უკანასკნელი განაპირობებს კუდებში სპილენძის დიდ კარგვას და, შესაბა-

მისად, სპილენძის კონცენტრატში სპილენძის მცირე ამოკრეფას. გახსნის ხარისხის გაზრდის მიზნით სასურველ შედეგს ვერ იძლევა კუდების ხელმეორედ დაფქვა და ფლოტაცია.

ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს სპილენძისა და ოქროს შედარებით მდიდარი კუდების გრავიტაციულ გამდიდრებას და გრავიტაციული კონცენტრატის ჰიდრომეტალურგიული მეთოდით გადამუშავებას.

ცდებისათვის ავიღეთ ფაბრიკის ფლოტაციის კუდები, რაოდენობით 75კგ. სინჯის გრანულომეტრიული შედგენილობა მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

ფლოტაციური კუდების გრანულომეტრიული შედგენილობა

№	კლასის ზომა, მმ-ობით	გამოსავალი, %	შემცველობა %, გ/ტ		ამოკრეფა	
			Cu	Au	Cu	Au
1	0,400-0,200	11,09	0,12	0,43	7,0	8,53
2	0,200-0,100	19,6	0,11	0,46	11,35	16,1
3	0,100-0,074	17,21	0,19	0,82	17,67	25,20
4	0,074-0,044	30,7	0,25	0,49	40,39	26,86
5	-0,44	21,4	0,24	0,61	27,03	23,31
6	საერთო	100	0,19	0,56	100	100

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სპილენძის შემცველობა ყველაზე მაღალია წვრილ კლასებში 0,074-0,044 და -0,44 მმ შესაბამისად 0,25 და 0,24%, ხოლო ოქროს შემცველობა ყველაზე მაღალია 0,1-0,074 მმ კლასში 0,84 გ/ტ.

გრავიტაციული მეთოდით კუდები გამდიდრდა „ИТОМАК-01“ ცენტრიდანულ კონცენტრატორზე. ცდების გასაშუალოებული შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ფლოტაციური კუდების გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრების შედეგები

№	პროდუქტის დასახელება	გამოსავალი, %		შემცველობა %, გ/ტ		ამოკრეფა		საერთო ჯამი	
		ოპერაც.	საერთო	Cu	Au	Cu	Au	Cu	Au
1	გრავიტ. კონც.	7,61	7,42	1,56	5,29	61,1	71,95	21,43	31,65
2	კუდები	92,39	90,08	0,08	0,17	38,90	28,05	12,87	12,38
3	ფლოტაციური კუდები	100	97,5	0,19	0,56	100	100	34,30	44,03

ამრიგად, კუდების გრავიტაციული მეთოდით გამდიდრების შედეგად მიიღება გრავიტაციული კონცენტრატი გამოსავლით 7,42%, სპილენძის შემცველობით 1,56%, ოქროს შემცველობით 5,29 გ/ტ. ოქროს ამოკრეფა კონცენტრატში ოპერაციიდან შეადგენს 71,95%-ს, ხოლო საერთო ამოკრეფა 31,65%-ია.

გრავიტაციული კონცენტრატის მინერალოგიურმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მადნეული მინერალები ძირითადად წარმოდგენილია პირიტით. სპილენძის მინერალებიდან გვხვდება ქალკოპირიტი და ქალკოზინი.

გამდიდრების შედეგად მიღებული გრავიტაციული კონცენტრატის გადამუშავებისას განისაზღვრება ორი მიმართულება:

- გრავიტაციული კონცენტრატის ფლოტაცია,
- გრავიტაციული კონცენტრატის ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავება.

I. გრავიტაციული კონცენტრატის ფლოტაცია
ფლოტაციური მეთოდით გრავიტაციული კონცენტრატის გამდიდრებაზე კვლევები ჩატარდა კლასიკური სქემით: განისაზღვრა დაფქვის ოპტიმალური სისხო, რეაგენტის სახეობა და ხარჯი, საფლოტაციო პულპის pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა, ფლოტაციის კინეტიკა, ფლოტაციის ციკლის სახეობა და რაოდენობა.

ცდების შედეგად დადგინდა ფლოტაციის ოპტიმალური ტექნოლოგია, დაფქვის ოპტიმალური სისხო 82–83%, კლასი – 0,074მმ, შემკრები რეაგენტები – ბუთილის ქსანტოგენატი და Aero-208 შესაბამისად ხარჯით 35 გ/ტ და 15 გ/ტ. ძირითადი, საკონტროლო და ორი გადაწმენდითი ფლოტაციით, პულპის pH – 12,6.

ოპტიმალურ პირობებში ჩატარებული ცდების შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

გრავიტაციული კონცენტრატის ფლოტაციის შედეგები

№	პროდუქტის დასახელება	გამოსავალი, %	შემცველობა %, გ/ტ		ამოკრეფა	
			Cu	Au	Cu	Au
1	ფლოტაციური კონც.	0,61	10,3	30,71	11,6	15,11
2	ფლოტაციური კუდები	6,81	0,78	3,01	9,83	16,54
3	გრავიტ. კონც.	7,42	1,56	5,29	21,43	31,65

როგორც ცხრილიდან ჩანს, გრავიტაციული პროდუქტის ფლოტაციური მეთოდებით გამდიდრების შედეგად მიიღება სპილენძის არაკონდიციური კონცენტრატი სპილენძის შემცველობით 10,3%. დაბალია როგორც სპილენძის, ისე ოქროს ამოკრეფა.

II. გრავიტაციული კონცენტრატის ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავება

გრავიტაციულ კონცენტრატზე სპილენძის შემ-

ცველობით 1,56% ოქროს შემცველობით 5,29გრ/ტ ჩატარდა კვლევები ჰიდრომეტალურგიული ტესტებით, სორბციულ რეჟიმში (CIL) სორბენტის ჩატვირთვის გარეშე.

ტესტის მიმდინარეობისას განისაზღვრებოდა ხსნარში NaCN-ის კონცენტრაცია, ჟანგბადის რაოდენობა და პულპის pH-ის მნიშვნელობა. გამოტუტვის პარამეტრები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

გრავიტაციული კონცენტრატის დაცინების პარამეტრები

№	პარამეტრები	გაზომვის ერთეული	მნიშვნელობა
1	NaCN-ის კონც.	გ/ლ	0,23
2	პულპის pH	-	11-11,5
3	ხსნარში გახსნილი ჟანგბადის კონცენტრაცია	მგ/ლ	6,8
4	პულპის ტემპერატურა	°C	20
5	პულპაში მყარის შემცველობა	%	37
6	დაცინების ხანგრძლივობა	სთ	48
7	სორბენტის სახეობა	-	აქტიური ნახშირი
8	სორბენტის რაოდენობა	გრ/ლ	18

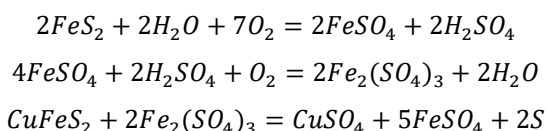
ტესტის ჩატარების შედეგად დადგინდა, რომ 24 საათის განმავლობაში დაცინებისას (ბოთლის ტესტი) დარჩენილ კვში ოქროს რაოდენობა შეადგენდა 1,92 გ/ტ, საწყისში 5,29 გ/ტ. შესაბამისად, ოქროს ამოკრეფა შეადგენს 63,6%-ს, ციანიდის ხარჯი – 5,7–6,1 კგ/ტ.

დაცინების პროცესში ოქროს მცირე ამოკრეფა – 63,6% და ციანიდის დიდი ხარჯი 5,7 – 6,1 კგ/ტ განპირობებულია გრავიტაციულ კონცენტრატში სპილენძისა და რკინის სულფიდების დიდი შემც-

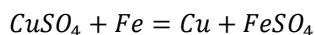
ველობით, შესაბამისად 1,56% და 5,6%, რომლებიც ციანიდებთან წარმოქმნის ციანიდის კომპლექსურ ნაერთებს და, შესაბამისად, იზრდება ციანიდის ხარჯი.

სპილენძისა და ოქროს სრულყოფილი ამოკრეფისთვის შესამუშავებელი ტექნოლოგიური სქემა ითვალისწინებს გრავიტაციული კონცენტრატის წინასწარ გამოტუტვას სპილენძისა და რკინის ხსნარში გადაყვანით და გამოტუტვის შედეგად მიღებული ნარჩენების დაცინებას.

ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავების პირველი ეტაპი ითვალისწინებს გრავიტაციული კონცენტრატის როფულ გამოტუტვას. კონცენტრატი დაიფქვა 0,04მმ-მდე. დაფქული მასა მოთავსდა ჭურჭელში მოცულობით 25 ლიტრი. პულპის სიმკვრივე – 12 %. პულპას დაემატა 2 გ/ლ გოგირდმჟავა ოზონისა და ჟანგბადის ნარევი – 85 გ/ლ და წყალბადის ზეჟანგი. პულპა ცხელდება 85°C-მდე. გამოტუტვის ხანგრძლივობაა 72 საათი. გამოსატუტ მასალაში პირიტის ფარდობა სპილენძის სულფიდებთან არის 10:1. პულპის pH-ის მნიშვნელობა 1,5–2-ია. გამოტუტვა მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციით:



გამოტუტვის შედეგად ხსნარში სპილენძის იონების შემცველობა 15 გ/ლ შეადგენს. ქიმიური ანალიზით სპილენძის შემცველობა მასაში არის 0,91%, ხოლო გამოტუტვის შედეგად სპილენძის შემცველობაა 0,06%, ამოკრეფით – 93,5%.



ხსნარიდან სპილენძის იონების დალექვისათვის გამოყენებულ იქნა ფოროვანი რკინა ხარჯით 1 კგ სპილენძზე 1,7 კგ რკინა.

გამოტუტვის შედეგად დარჩენილი ნალექის გამოტუტვა (დაციანება)

გამოტუტვის შედეგად დარჩენილი ნალექის შემდეგი დამუშავებისთვის შედარების თვალსაზრისით გამოყენებული იყო ორი ვარიანტი:

ა) ნალექის დამუშავება კლასიკური სქემით – ციანირება ე.წ. ბოთლის ტესტი.

ბ) ნალექის დამუშავება თიოშარდოვანით, ასევე ბოთლის ტესტი.

ოქროს ნალექიდან გამოტუტვის ციანირების პროცესმა აჩვენა შემდეგი შედეგები: ოქროს ამოკრეფა – 92,1 %, კირის ხარჯი – 3,5-4,0 კგ/ტ; ციანიდის ხარჯი – 0,7-0,8 კგ/ტ.

მჟავე არეში თიოშარდოვანით გამოტუტვისას (Fe^{3+} და H_2SO_4 -ის თანაობისას) ოქროს ამოკრეფა შედარებით მაღალია – 95,0–95,3%. ამ ორი მეთოდის შედარება აჩვენებს, რომ ერთის მხრივ, მართალია თიოშარდოვანის გამოტუტვისას მიიღება 3,0–3,2% -ით ოქროს მაღალი ამოკრეფა, მაგრამ არაერთი ტექნოლოგიური და ეკოლოგიური პრობლემის გამო, მხედველობაში გვაქვს მჟავა არის გამოყენება აპარატურული გაფორმების თვალსაზრისით ადსორბცია/დესორბციის სირთულეები და თიოშარდოვანის საკმაოდ დიდი მდგრადობა დაშლისადმი, უპირატესობას ვანიჭებთ ციანიდების კლასიკურ ვარიანტს, ე.წ. CIL-ს.

დასკვნა

ამრიგად, მადნეულის სპილენძის მადნების მამდიდრებელი ფაბრიკის მიმდინარე კუდებიდან (სპილენძის შემცველობით 0,19%, ოქროს შემცველობით 0,56 გ/ტ), ოქროსა და სპილენძის დამატებითი ამოკრეფის მიზნით შემუშავებული და გამოცდილია კომბინირებული ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს ფლოტაციური კუდების გრავიტაციულ გამდიდრებას ცენტრიდანული კონცენტრატორით. მიღებულია გრავიტაციული კონცენტრატი სპილენძისა და ოქროს შემცველობით, შესაბამისად 1,56%, 5,29 გ/ტ. სპილენძის ამოკრეფა კუდებიდან შეადგენს 61,1%-ს ოქროს ამოკ-

რეფა – 71,05%-ს. გრავიტაციული კონცენტრაციიდან სპილენძისა და ოქროს ამოკრეფის მიზნით გამოიყენება გადამუშავების სხვადასხვა მეთოდი. უპირატესობა მიენიჭა გრავიტაციული კონცენტრაციის გამოტუტვას სპილენძისა და რკინის სულფიდების ხსნარში გადაყვანით. ხსნარიდან სპილენძის იონების ამოკრეფა

გათვალისწინებულია ცემენტაციით, ხოლო გამოტუტვის შედეგად მიღებული კვების დაციანება ოქროს ამოკრეფის მიზნით. შემუშავებული ტექნოლოგიის განხორციელება საშუალებას გვაძლევს 15-20%-ით გავზარდოთ სპილენძის ამოკრეფა და 17-20%-ით – ოქროს ამოკრეფა.

ლიტერატურა

1. Bocharov, V.A.; Ignatkina, V.A.; Chanturia, E.A. (2016). Technology of complex processing of refractory pyrite ores. *Non-ferrous metals*, 9.
2. Buckley, A.N., Hope, G.A., Lee, K.C.; Petrovic, E.A. (2014). Ronald Woods Adsorption Of O-isopropyl-N-ethyl thionocarbonate On Cu Sulfide ore Minerals. *Minerals Engineering*, 69.
3. Alexandrova, T.N., Orlova, A.V., Taranov, V.A. (2019). Gravity-flotation beneficiation of gold-bearing ore. *Beneficiation of Non-ferrous Metal ores*, 3
4. Jikia, N., Sturua, R., Dalakishvili, Ts., Talakhadze, D. (2013). Development of the optimal technology for the processing of the stacked tailings of the Madneuli copper flotation plant. *Mining Journal*, 2(31).

UDC 622.72

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-47-54>

Processing Questions of Madneuli Copper Enrichment Plant Tails

- Nana Jikia** Chemical-analytical Laboratory of Caucasus Mining Group, Georgia, 1100, Bolnisi, 2, Davit Aghmashenebeli Str.
E-mail: njikia@cmg.ge
- Demur Talakhadze** Department of Mining Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.
E-mail: talaxadzedemur03@gtu.ge
- Anzor Abshilava** Department of Mining Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava Str.
Email: a.abshilava@gtu.ge

Reviewers:

R. Enageli, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: enageliroin03@gtu.ge

A. Gigineishvili, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: gigineishviliavtandil03@gtu.ge

Abstract. Madneuli copper enrichment plant works since 1975. This plant works on copper sulphide ores from Madneuli and Sakdrisi deposits. In some ores due to difficulties of blotting secondary copper sulphides, recovery of copper in commercial production is low – 60-65%. At the same time, concentration of copper in tails is 0.17-0.19% and concentration of gold in tails 0.3-0.6 gr/t. In this article we consider combine technology of processing rich flotation tiles: preinrichment by gravity (use centrifugal concentrator and/or short noise hydrocyclone). Gravity concentrate with au and cu 5.47 gr/t, and 0.93%, respectively proceed hydrometallurgically (cyanidation) this technology makes possible rise recovery of gold and copper in commercial product by 20-25% and 17-20%.

Keywords: basic flotation; content; flotation; flotation reagents; gravity concentrate; pulp pH.

განხილვის თარიღი 10.02.2023

შემოსვლის თარიღი 15.02.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 615.4

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-55-62>

საავტომობილო ტრანსპორტი სამაცივრო მოწყობილობით

თამაზ ისაკაძე	სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების აკადემიური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: tamazisakadze@gmail.com
ზურაბ ლაზარაშვილი	სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების აკადემიური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: zurablazarashvili@yahoo.com
გივი გუგულაშვილი	სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების აკადემიური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

ზ. ჯაფარიძე, სტუ-ის ემერიტუსი

E-mail: Z.Jafaridze@gmail.com

ს. სულაძე, საქართველოს მაცივარი აგენტების შეგროვებისა და რეციკლირების ცენტრის დირექტორი

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

ანოტაცია. წარმოებული პროდუქციის მომხმარებელამდე მიტანის აუცილებელი რგოლია ტრანსპორტი, რომელმაც დაზიანების გარეშე, ხარისხის მაქსიმალური შენარჩუნებით უნდა უზრუნველყოს მისი გადაზიდვა. ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებული როლი ენიჭება სასოფლო-სამეურნეო და სასურსათო პროდუქტების სატრანსპორტო საშუალებებს, რადგან ეს პროდუქტები ადვილად ზიანდება წნევისა და ტემპერატურის, აგრეთვე მექანი-

კური ზემოქმედების პირობებში. ტრანსპორტირების პროცესში პროდუქციის ხარისხის შენარჩუნების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა სხვადასხვა ტიპის მაცივრით აღჭურვილი სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენება. ამისათვის კი საჭიროა ისეთი სატრანსპორტო საშუალებების დამუშავება, რომლებიც აღჭურვილი იქნებიან მაღალეფექტური, ეკონომიური და მისაღები კონსტრუქციის მქონე სამაცივრო დანადგარებით. წარმოდგენილია აბსორბციული ტიპის მაცივარი მანქანით

აღჭურვილი სატრანსპორტო საშუალების პრინცი-
პული სქემა, რომელიც მუშაობს მთლიანად ავტო-
მობილის გამონაბოლქვი ნამწვი აირების სითბოს
ხარჯზე.

საკვანძო სიტყვები: აბსორბციული მაცივარი;
ნამწვი აირები; სამაცივრო კამერა; სატრანსპორტო
საშუალება; საორთქლებელი.

შესავალი

თანამედროვე პირობებში სულ უფრო მატულობს
სამაცივრო ტექნიკის გამოყენება სასურსათო პრო-
დუქტების წარმოებასა და ამ პროდუქტების მომხმ-
არებლამდე მიტანის სფეროებში. ამ თვალსაზრისით
განსაკუთრებით აღსანიშნავია სამაცივრო ტექნიკით
აღჭურვილი სატრანსპორტო მოწყობილობები, რად-
გან ადგილზე, სტაციონარულ მდგომარეობაში არსე-
ბული სამაცივრო დანადგარებისათვის ადვილია
ნორმალური მუშაობისათვის საჭირო ოპტიმალური
პირობების შექმნა, ხოლო მობილური სატრანსპორ-
ტო მოწყობილობების სამაცივრო დანადგარები-
სათვის ასეთი პირობების შექმნა გარკვეულ სირ-
თულებთანაა დაკავშირებული. ეს სირთულებები კი
განპირობებულია სწორედ სატრანსპორტო მოწყო-
ბილობების სპეციფიკით. კერძოდ, სატრანსპორტო
მოწყობილობა გადაადგილდება ქვეყნებს, ქალაქებს
ან მუნიციპალიტეტებს შორის. ამ გადაადგილებისას
იცვლება მოწყობილობის მოძრაობის სიჩქარე (ზოგ-
ჯერ საერთოდ გაჩერებულია), მოწყობილობა მოძ-
რაობს დღისა და ღამის განსხვავებულ პირობებში,
აგრეთვე განსხვავებულ გეოგრაფიულ გარემოსა და
ამინდის ცვლილების პირობებში, სატრანსპორტო

მოწყობილობას არ გააჩნია სამაცივრო დანადგარის
კვებისათვის რაიმე სტაბილურ, მუდმივ წყაროსთან
კონტაქტი და ა. შ. ასეთი მრავალი, ერთმანეთისაგან
განსხვავებული პირობის მიუხედავად, სატრანსპორ-
ტო მოწყობილობაზე დამონტაჟებულმა სამაცივრო
დანადგარმა აუცილებლად უნდა უზრუნველყოს
მასში მოთავსებული სასურსათო პროდუქტის შე-
ნახვა და დანიშნულების ადგილამდე ხარისხის
გაუარესების გარეშე მიტანა.

სატრანსპორტო საშუალებებს შორის თავისი მო-
ბილურობით და ფართო შესაძლებლობებით გა-
მოირჩევა საავტომობილო ტრანსპორტი. დღეისათ-
ვის არსებული საავტომობილო ტრანსპორტის კომ-
პრესორიანი სამაცივრო მოწყობილობები ხასიათ-
დება დიდი ენერგოდანახარჯებით. ეს იმიტომ გან-
პირობებულია, რომ მაცივრის მუშაობისათვის იხარ-
ჯება დამატებითი ენერგია, რომელსაც გამოიმუ-
შავებს ავტომობილის გენერატორი. ავტომობილის
გაჩერების შემთხვევაში უცილებელია მისი ძრავას
მუდმივი მუშაობის შენარჩუნება, რათა მისმა გე-
ნერატორმა მუდმივად გამოიმუშაოს მაცივრის მუ-
შაობისათვის აუცილებელი ელექტრული ენერგია.
თუ გავითვალისწინებთ, რომ ავტომობილის მუშაო-
ბისას აუცილებლად გამოიყოფა მაღალი ტემპერა-
ტურის მქონე ნამწვი აირები, შესაძლებელია მათი
სითბური ენერგიის გამოყენება აბსორბციული
ტიპის მაცივრების მუშაობისათვის.

ძირითადი ნაწილი

ენერგეტიკული დანახარჯების შემცირების, მუ-
შაობის საიმედოობისა და ეფექტურობის გადიდების
მიზნით დამუშავებულია შიგაწვისძრავიანი სატ-

რანსპორტო მოწყობილობის აბსორბციული ტიპის მაცივრით აღჭურვის სქემა (იხ. სურათი).

მოწყობილობის კვების სისტემა არის ჩვეულებრივი შიგაწვისძრავიანი სატრანსპორტო საშუალების კვების სისტემა, რომელიც შეიცავს მუშა ცილინდრებს 1 შიგნით განლაგებული დგუმებით, შემწოვი და დამჭირხნი სარქვლებით, შემრევი კამერით, ჰაერის შემშვები მილყელით და საწვავის ავზთან 2 მიერთებული საწვავის შემომყვანი მილგამტარით. დამჭირხნი სარქველი მიერთებულია ნამწვი აირების გამომშვებ მილყელთან 3, რომელიც, თავის მხრივ, უერთდება ნამწვი აირების გამომშვებ მილს 4. საწვავის ავზის 2 ნაწილი შიგნიდან ამოგებულია ფითილით 5, რომელიც დამზადებულია ფოროვანი მასალისაგან, მაგალითად, უჟანგავი ფოლადისაგან.

სატრანსპორტო მოწყობილობა აღჭურვილია აბსორბციული ტიპის მაცივარი მანქანით, რომელიც შეიცავს საცივებელ კამერას 6 შიგნით განლაგებული საორთქლებლით 7 და ტემპერატურის თერმოელექტრული რელეთი 8. მაცივარი შეიცავს აგრეთვე კონდენსატორს 9, აბსორბერს 10 და გენერატორს 11. გენერატორზე დამაგრებულია გამხურებელი ელემენტი 12, რომელიც დამზადებულია მაღალი თბოგამტარობის მქონე მასალისაგან, მაგალითად, სპილენძისაგან. გამხურებელი ელემენტი 12 თბოგადამტანი ხიდის 13 დახმარებით დაკავშირებულია სითბოს გამტარ ელემენტთან 14, რომელიც, ასევე მაღალი თბოგამტარობის მასალისაგან არის დამზადებული (მაგალითად, სპილენძისაგან). სითბოს გამტარის 14 მეორე ბოლო 15 დახვეულია ნამწვი აირების გამომშვებ მილზე 4. გამხურებელი ელემენტისა 12 და სითბოს გამტარის 14 დამაკავშირებელი თბოგადამტანი ხიდის 13 ამძრავი 16 (მოდ-

რობაში მომყვანი მექანიზმი) ელექტრულად, სადენების 17 დახმარებით, დაკავშირებულია საცივებელ კამერაში 6 განლაგებულ ტემპერატურის თერმოელექტრულ რელესთან 8.

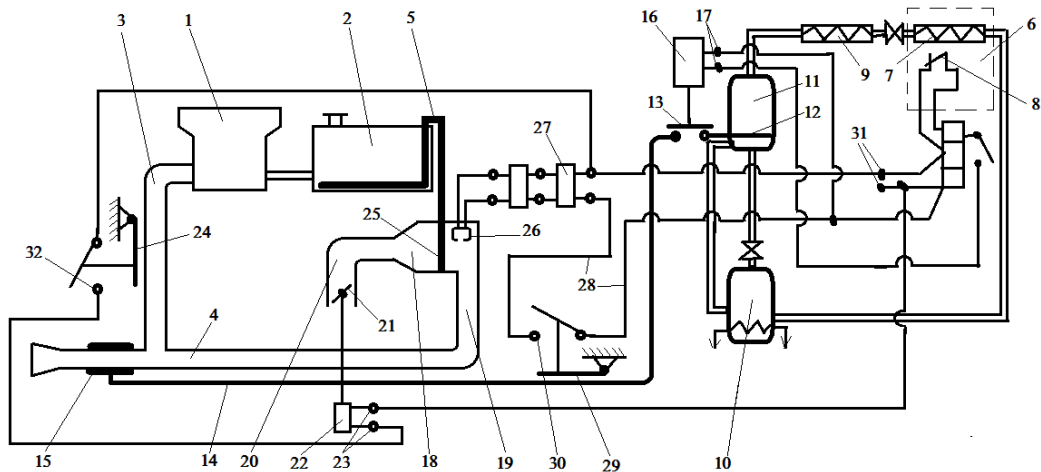
მოწყობილობა აღჭურვილია აგრეთვე წვის კამერით 18. წვის კამერის ნამწვი აირების გამომშვები მილყელი 19 მიერთებულია ძრავას ნამწვი აირების გამომშვებ მილთან 4. კამერას აქვს ჰაერის შემშვები მილყელი 20, რომელიც აღჭურვილია ჩამკეტი ელემენტით 21, რომლის ამძრავი (ელექტრული მართვის კოჭა) 22 ელექტრულად, სადენების 23 დახმარებით მიერთებულია დამატებით თბურ რელესთან 24. თბურ რელეს 24 მექანიკური კონტაქტი აქვს (ეხება) მუშა ცილინდრიდან 1 ნამწვი აირების გამომშვებ მილყელთან 3. წვის კამერის 20 შიგნით შეყვანილია საწვავის ავზიდან 2 გამოყვანილი ფოროვანი ფითილის 5 მეორე ბოლო 25 და ამნთები სანთელი 26. სანთელი 26 მწყვეტარა-მანაწილებლის 27 გავლით ელექტრულად, სადენების 28 დახმარებით დაკავშირებულია თბურ რელესთან 29. თავის მხრივ, თბურ რელეს 29 მექანიკური კონტაქტი აქვს (ეხება) მაღალი თბოგამტარობის მქონე გამხურებელი ელემენტის 12 და ნამწვი აირების გამომშვები მილის 4 დამაკავშირებელ სითბოს გამტარ ელემენტთან 14.

მოწყობილობა შემდეგნაირად მუშაობს.

ავზიდან 2 მიწოდებული საწვავისა და გარემოდან მიღებული ჰაერის შერევის შედეგად შემრევი კამერაში მიმდინარეობს ჩვეულებრივი წვის პროცესი, რომელიც განაპირობებს სატრანსპორტო საშუალების მოძრაობას. ამ დროს წარმოქმნილი ნამწვი აირები მოხვდება ნამწვი აირების გამომშვებ მილყელში 3, საიდანაც გადადის ნამწვი აირების გამომშვებ მილში 4. ნამწვი აირების მაღალი ტემპერატურის

გამო გამომშვები მილი 4 ცხელდება და შესაბამისად აცხელებს მაღალი თბოგამტარობის მასალისაგან დამზადებული სითბოს გამტარი ელემენტის 14 ბოლოს 15, რომელიც დახვეულია მილზე 4. შესაბამისად, სითბოს გამტარი ელემენტი 14 ცხელდება.

თავის მხრივ, სითბოს გამტარის 14 გაცხელება იწვევს მასთან მექანიკურ კონტაქტში მყოფი თბური რელეს 29 გადაადგილებას, რის შედეგადაც კონტაქტი 30 გაითიშება.



აბსორბციული ტიპის მაცივრით აღჭურვილი შიგაწვისძრავიანი სატრანსპორტო მოწყობილობის პრინციპული სქემა

თუ სატრანსპორტო საშუალებაში მაცივარი ჩართულია (ანუ მომჭერებზე 31 მიეწოდება ელექტრული ენერგია აკუმულატორიდან), ასეთ შემთხვევაში სადენების 17 დახმარებით მომჭერებიდან 31 თერმოელექტრული რელეს 8 გავლით ელექტრული დენი მიეწოდება თბოგადამტანი ხიდის ამძრავს 16, რომელიც, თავის მხრივ, გადაადგილებს თბოგადამტან ხიდს (დამაკავშირებელ ელემენტს) 13 იმგვარად, რომ ერთმანეთთან დააკავშირებს ცხელი სითბოს გამტარის 14 და გამხურებელი ელემენტის 12 ერთმანეთისაგან განცალკევებულ ნაწილებს. ამის შედეგად სითბოს გამტარის 14 მაღალი ტემპერატურა გადაეცემა გენერატორის 11 გამხურებელ ელემენტს 12. შესაბამისად, გენერატორში 11 იწყება მაცივარი აგენტის (წყალ-ამიაკის ნარევი) დუღილი.

დუღილის შედეგად წარმოქმნილი ამიაკის ორთქლი გაივლის კონდენსატორს 9, სადაც გაცემს სითბოს და კონდენსირდება. ამიაკის კონდენსატი მოხვდება საორთქლებელში 7, სადაც დულს საცივებელ კამერაში 6 მოთავსებული პროდუქტის სითბოს ხარჯზე. პროდუქტი ცივდება კამერასთან 6 ერთად, წარმოქმნილი ამიაკის ორთქლი კი აბსორბციას განიცდის აბსორბერში 10 მოხვედრილი წყალ-ამიაკის ღარიბი ხსნარით, შემდეგ კვლავ მოხვდება გენერატორში 11 და პროცესი მეორდება მანამ, სანამ საცივებელ კამერაში 6 ტემპერატურა არ დაეცემა სასურველ სიდიდემდე. იმ შემთხვევაში, როდესაც საცივებელ კამერაში 6 ტემპერატურა დაეცემა საჭირო სიდიდემდე, ტემპერატურის თერმოელექტრული რელეს 8 კონტაქტი გაისხნება და ელექტრული წრედი

გაწყდება. შესაბამისად, კვება შეუწყდება თბოგადამტანი ხიდის ამძრავს 16, რომელიც კვლავ აწევს თბოგადამტანი ხიდს 13 და ამით ერთმანეთისაგან კვლავ განაცალკევებს ცხელი სითბოს გამტარის 14 და გამხურებელი ელემენტის 12 ნაწილებს. ამ შემთხვევაში სითბოს გამტარის ნაწილი 14 რჩება ცხელი, მაგრამ ხიდის 13 გამოთიშვის გამო გენერატორის 11 გამხურებელი ელემენტი 12 აღარ ცხელდება. ამის გამო მცირდება (ან საერთოდ წყდება) გენერატორის 11 გახურება, რაც ამცირებს საორთქლებელში 7 (და, შესაბამისად, საცივებელ კამერაში 6) სითბოს არინების პროცესს. ეს განაპირობებს ტემპერატურის კვლავ მატებას საცივებელ კამერაში 6. როდესაც საცივებელ კამერაში 6 ტემპერატურა გაიზრდება გარკვეულ სიდიდემდე, თერმოელექტრული რელეს 18 კონტაქტები კვლავ შეიკვრება და გენერატორის 11 გახურება კვლავ აღდგება. როგორც ვხედავთ, აბსორბციული მაცივრის ჩვეულებრივი სამაცივრო ციკლი მიმდინარეობს ნამწვი აირების სითბოს ხარჯზე იმის წყალობით, რომ გენერატორის 11 გამხურებელი ელემენტი 12 დაკავშირებულია ნამწვი აირების გამომშვებ მილთან 4 სითბოს გამტარით 14, რომელთა ურთიერთდამაკავშირებელი თბოგადამტანი ხიდის 13 ამძრავი მექანიზმი 16 ელექტრულად დაკავშირებულია საცივებელ კამერაში 6 განლაგებულ თერმოელექტრულ რელესთან 8.

იმ შემთხვევაში, თუ სატრანსპორტო საშუალება გაჩერებულია და ძრავა გამორთულია, ხოლო მაცივარი მაინც ჩართულია, საჭირო ხდება მისი ენერგიით მომარაგება, რაც შემდეგნაირად ხორციელდება. ძრავას გამორთვის გამო აღარ წარმოიქმნება ნამწვი აირები, რაც განაპირობებს ნამწვი აირების გამომშვები მილის 4 გაცივებას. მილთან 4 ერთად

ცივდება აგრეთვე მილყელი 3, რომელშიც აღარ მოძრაობს ნამწვი აირები. გაცივების შემთხვევაში მილყელთან 3 კონტაქტში შედის (შეეხება) დამატებითი თბური რელე 24, რომელიც გადაადგილების შედეგად შეკრავს კონტაქტს 32. კონტაქტის 32 შეკვრა, თავის მხრივ, იწვევს შემომყვანი მომჭერებიდან 31 სადენების 23 გავლით ელექტრული კვების მიყვანას ჩამკეტი ელემენტის (ფარის) 21 ამძრავზე (ელექტრული მართვის კოჭაზე) 22. ეს უკანასკნელი შემოაბრუნებს და გააღებს ჩამკეტ ელემენტს 21, რის შედეგადაც ჰაერი მიეწოდება წვის კამერას 18. ამასთანავე, მილის 4 გაცივებაც იწვევს სითბოს გამტარის 14 გაცივებას. გაცივებულ სითბოს გამტართან 14 მექანიკურ კონტაქტში შედის თბური რელე 29, რაც იწვევს კონტაქტების 30 შეკვრას. ამის შედეგად მომჭერებიდან 31 (რადგან მაცივარი ჩართულია ამიტომ მომჭერებს 30 მიეწოდება დენი აკუმულატორიდან) დენი მიეწოდება მწვეტარა-მანაწილებელს 27. მწვეტარა-მანაწილებელი კი იწვევს ნაპერწკლის წარმოქმნას ამნთებ სანთელში 26. რადგან წვის კამერაში 18 შემოყვანილია საწვავის ავზთან 2 დაკავშირებული ფოროვანი ფითილი 5, ამიტომ მისი ფორიანობის ხარჯზე კამერაში 18 ყოველთვის არსებობს საწვავის ორთქლი. შესაბამისად, წვის კამერაში 18 არის წვისათვის საჭირო ყველა კომპონენტი: საწვავის ორთქლი, ჰაერი და ელექტრული ნაპერწკალი. ეს განაპირობებს საწვავის წვის დაწყებას კამერაში 18. ამასთანავე, ფორიანობის ხარჯზე წვის კამერაში 18 შემოდის საწვავის მცირე, დოზირებული რაოდენობა. არც საწვავი მოიხმარება ზედმეტი რაოდენობით და არც ნაპერწკალი ან ცეცხლი გადაიტანება საწვავის ავზში, რადგან ფორებს ცეცხლის გატარება არ შეუძლია. წვის შედეგად კამერაში 18 წარმოიქმნება ნამწვი აირები, რომლებიც მილყელის 19 გავ-

ლით მოხვდება ნამწვი აირების გამომშვებ მილში 4. ეს იწვევს მილის 4 და სითბოს გამტარის 14 კვლავ გაცხელებას. გაცხელებული სითბოს გამტარის 14 პირობებში მაცივარი იწყებს ჩვეულებრივ რეჟიმში მუშაობას, რა დროსაც საცივებელ კამერაში 6 ტემპერატურა რეგულირდება თბოგადამტანი ხიდის 13 დახმარებით ზუსტად ისე, როგორც ავტომობილის მუშა ძრავას პირობებში. ამასთან, მილყელი 3 ისევე ცივი რჩება (რადგან ავტომობილის ძრავა არ მუშაობს), რაც განაპირობებს დამატებითი თბური რელეს 24 მიერ კონტაქტის 32 ჩართულ მდგომარეობაში შეკავებას. შესაბამისად, ჰაერის ჩამკეტი ელემენტი 21 რჩება გაღებული, რაც უზრუნველყოფს წვის კამერაში 18 ჰაერის განუწყვეტელ მიწოდებას და წვის პროცესის შენარჩუნებას. ამრიგად, გამორთული ძრავას და ჩართული მაცივრის პირობებში აბსორბციული ტიპის მაცივარი მუშაობს იმ ენერჯის ხარჯზე, რომელიც წარმოიქმნება წვის კამერაში 18 განხორციელებული წვის პროცესის შედეგად. საცივებელ კამერაში 6 ტემპერატურას არეგულირებს თერმოელექტრულ რელესთან 8 ელექტრულად დაკავშირებული ამძრავი (ამსრულებელი მექანიზმი) 16, რომელიც მექანიკურად გადაადგილებს თბოგადამტან ხიდს 13.

თუ აღნიშნული მდგომარეობის პირობებში, როდესაც მაცივარი ჩართული იყო, ხოლო ავტომობილის ძრავა – გამორთული, მოხდა ავტომობილის ძრავას ჩართვა, ეს გამოიწვევს ცილინდრიდან 1 ნამწვი აირების გამოსვლას მილყელში 3. შესაბამისად, მილყელი 3 გაცხელდება, რაც განაპირობებს დამატებითი თბური რელეს 24 გადაადგილებას და, შესაბამისად, კონტაქტის 32 გამორთვას. ამის შედეგად შეწყდება ელექტრული დენი სადენებში 23 და კვება შეუწყდება ელექტრული მართვის კოჭას 22.

ეს იწვევს ჩამკეტი ელემენტის 21 მიერ ჰაერის შემშვები მილყელის 20 ჩაკეტვას. შესაბამისად, წვის კამერაში 18 შეწყდება ჰაერის მიწოდება, რაც განაპირობებს ამ კამერაში 18 ცეცხლის ჩაქრობას. შესაბამისად, წვის კამერაში 18 აღარ წარმოიქმნება ნამწვი აირები და ისინი აღარ მიეწოდება ნამწვი აირების გამომშვებ მილს 4. მაგრამ, სამაგიეროდ, შიგაწვის ძრავას მუშაობის შედეგად ნამწვი აირების გამომშვებ მილს 4 ნამწვი აირები მიეწოდება უკვე ცილინდრიდან 1 მილყელის 3 გავლით და მაცივრის მუშაობა ისეთივე პირობებში მიმდინარეობს, როგორც ეს უკვე იყო აღწერილი. ამრიგად, ჩართული მაცივრის პირობებში შიგაწვის ძრავას გამორთულიდან ჩართულ მდგომარეობაში გადასვლისას წვის კამერა 18 ავტომატურად გამოირთვება ზუსტად ისე, როგორც მოხდა კამერის 18 ჩართვა შიგაწვის ძრავას გამორთვის შემთხვევაში.

მაცივრის გამორთვა როგორც მუშა, ისე გაჩერებული შიგაწვის ძრავას პირობებში ხორციელდება მომჭერებზე 31 ელექტრული დენის მიწოდების შეწყვეტის გზით. ამ შემთხვევაში მაცივარი აღარ მუშაობს, აღარ მოიხმარს არც ელექტრულ და არც ნამწვი აირების ენერჯიას.

დასკვნა

საავტომობილო ტრანსპორტის სამაცივრო მოწყობილობა უზრუნველყოფს პროდუქტის გაცივებას და გაცივებულ მდგომარეობაში შენახვას ტრანსპორტის როგორც მოძრაობის, ისე გაჩერების შემთხვევაში. ავტომობილის მოძრაობის შემთხვევაში აბსორბციული მაცივრის მუშაობისათვის საჭირო სითბური ენერჯია მიიღება იმ ნამწვი აირებიდან, რომლებიც გამოიყოფა ავტომობილის ძრავას მუშაობის შედეგად და სხვა ჩვეულებრივ შემთხვევაში

უტილიზაციას ექვემდებარება გარემოში. შესაბამისად, მაცივრის მუშაობისათვის ამ შემთხვევაში სრულიად არ მოითხოვება რაიმე დამატებითი ენერჯის წყაროს გამოყენება. ამასთანავე, გარემოში გამავალი ნამწვი აირების ტემპერატურა მაცივრის მომსახურების შედეგად კლებულობს, რაც აუმჯობესებს გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობას. ავტომობილის გაჩერებულ მდგომარეობაში ყოფ-

ნისას კი საჭიროა არა ავტომობილის ძრავას მუშა მდგომარეობაში დატოვება, არამედ მხოლოდ დამატებითი სითბოს წყაროს გამოყენება წვის კამერის სახით. შესაბამისად, ამ შემთხვევაში გამოიყენება ზუსტად სითბოს ის რაოდენობა, რომელიც მხოლოდ მაცივრისათვის (და არა ავტომობილისათვის) არის აუცილებელი. ეს შესაბამისად ამცირებს საერთო ენერგეტიკულ დანახარჯებს.

ლიტერატურა

1. Megrelidze, T., Ghvachliani, V., Gugulashvili, T., et. al. (2010). *Vehicle refrigeration equipment. Patent deed № GE P 5075 B. 09.10.2010. Class F 25 B 27/02, B 60 P 3/20.* (In Georgian);
2. Megrelidze, T., Isakadze, T., Gugulashvili, G. (2018). Car Thermoelectric Cooler of Cascade Type. *Works of GTU, 1(507)*, 64-71. (In Georgian);
3. Megrelidze, T., Isakadze, T., Gugulashvili, G. (2017). Cascade Type Innovative Refrigerator Machine. *Science and Technology, 1(724)*, 93-98. (In Georgian);
4. Megrelidze, T., Beruashvili, G., Gugulashvili, G. (2015). *Special Vehicles for Catering Enterprises.* Tbilisi: Georgian Technical University. (In Georgian);
5. Megrelidze, T., Ghvachliani, V., Sadaghashvili, E., Gugulashvili, G. (2010). Using new energy-saving technologies to get cold. *Proceedings of the International Scientific Conference "Energy: Regional Problems and Development Prospects", Kutaisi*, 189-193. (In Georgian);
6. Megrelidze, T., Gugulashvili, G., Ghvachliani, V., Sadaghashvili, E. (2011). The Ways of Improvement of the Absorption Refrigerators Energetic Parameters. *Works of GTU, 2(480)*, 96-101. (In Georgian);
7. Megrelidze, T., Gugulashvili, G., Sadaghashvili, E., Beruashvili, G. (2013). The New Scheme of Circulation of Working Agent in Absorption Refrigerator. *Works of GTU, 2(488)*, 71-75. (In Georgian).

UDC 615.4

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-55-62>

Road Transport with a Refrigeration Device

- Tamaz Isakadze** Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava Str.
E-mail: tamazisakadze@gmail.com
- Zurab Lazarashvili** Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava Str.
E-mail: zurablazarashvili@yahoo.com
- Givi Gugulashvili** Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava Str.
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

Z. Japaridze, Emeritus of GTU

E-mail: Z.Jafaridze@gmail.com

S. Suladze, Director of Georgian Refrigerant Recovery and Recycling Center

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Abstract. An obligatory link in the transfer of products from the producer to the consumer is transport, which must ensure the transfer of products without damage, with the maximum preservation of its quality. From this point of view, vehicles for the transportation of agricultural and food products attract special attention, since these products are easily exposed to pressure, temperature and mechanical damage. One of the most important ways to preserve the quality of products during transportation is the use of vehicles equipped with various types of refrigeration devices. For this, it becomes necessary to develop new vehicles that will be equipped with economical, highly efficient and acceptable refrigeration devices. A schematic diagram of a vehicle equipped with an absorption-type refrigeration machine, which is completely powered by the heat of the vehicle's exhaust gases, is presented.

Keywords: absorption refrigerator; cold store; evaporator; exhaust gases; vehicle.

განხილვის თარიღი 25.07.2022

შემოსვლის თარიღი 01.09.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 624.042.7

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-63-67>

Vertical Seismic Load on a Long-span Steel Truss

Sergo Esadze Department of Civil and Industrial Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b, Kostava Str.

E-mail: s_esadze@gtu.ge

Nino Pavliashvili Department of Civil and Industrial Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b, Kostava Str.

E-mail: ninopavliashvili1996@yahoo.com

Reviewers:

L. Kakhiani, Professor, Faculty of Construction, GTU
l.kakhiani@gtu.ge

D. Tabatadze, Professor, Faculty of Construction, GTU
E-mail: tabatadze@gtu.ge

Abstract.

The horizontal component of the seismic acceleration of the foundation during determining the seismic load according to the standard methodology for all types of buildings and their structural elements, is considered. The vertical seismic load calculation is required for certain types of structures. These include the steel beam truss considered in this paper, with spans ranging from 24 m to 40 m. The paper considers a simplified method for determining the dynamic characteristics required to determine the seismic load on the mentioned structure, taking into account the influence of supporting structures. To do this, the approach of reducing a truss to a beam with equivalent stiffness on elastic supports is used. The calculation model also makes it possible to take into

account the influence of the considered structure on the supports.

Keywords: elastic support; fundamental mode; trussed beam.

Introduction

The significance of taking into consideration the vertical component of seismic impact on buildings as on a whole and/or on its individual structural elements is clearly indicated by the consequences of strong earthquakes [1]. Buildings located in epicenter zones and/or certain types of structural elements - consoles, large-span structures, etc. are especially vulnerable to the noted type of impact. Accordingly, consideration of vertical seismic load for certain types of structures is a mandatory requirement of all applicable seismic

construction standards [2,3,4]. Almost for all mentioned codes, the large-span structures belong to such types of structures – difference only the span value. The standard vertical seismic load is also defined as horizontal – the same principles and formulas, the difference in the values of separate coefficients.

Main Part

Determination and analysis of dynamic characteristics in general and in compliance with the mentioned structures is the main stage in solving the problem of their vibrations and seismic resistance. To solve these problems, numerical technique (represented by specialist software application) and/or analytical methods are used. Significant in the selection are purposes of

solvable problem, required accuracy and efficiency for engineering practice. The use of an analytical solution characterized by maximum simplicity, required accuracy and possibility of obtaining two-way estimate is most acceptable for design and engineering practice. It is necessary to obtain preliminary result. This approach is used in this work.

Considered vertical seismic vibrations of a large-span plane steel trussed beam of the covering of single-storey building to determine the seismic load on it, according to the standard method. Unlike the latter, we will consider the influence of adjacent [3] support structures on the dynamic characteristics of the truss, respectively, on the value of the seismic load.

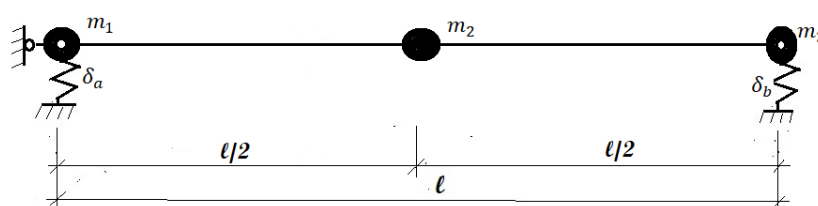


Fig.1 Three-mass beam on elastic supports

To solve the problem, we will proceed from the approach of reduction the truss to a beam with equivalent rigidity. Vibrations of trussed beam with the mentioned approach are considered in works [5,6,7,8,9,10,11,12,13,14]. This approach and its various modifications are justified in them [5,6,7,8,9,10,11]: considered and justified the possibility of expanding the method to determine higher frequencies [12]; considered simplification of the computer models [13]; considered the influence of static loading of support

structures by introduction the equivalent stiffness of elastic supports [14].

The proposed solution takes into account the influence of the compliance of the supporting structures on the values of the desired dynamic characteristics. The need for such an approach is due to: asymmetric oscillations of supports of coating structure relative to horizontal axis caused by different static and dynamic effect of loading of structural elements in vertical direction, irregularity of supporting structures [15].

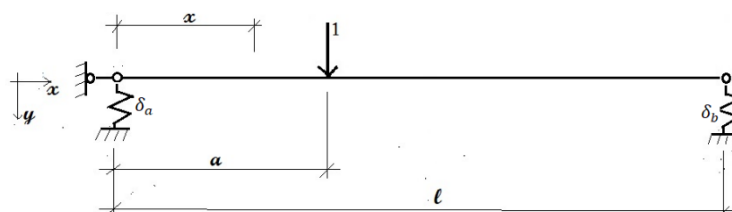


Fig.2 Applied of unit force

Consider a large-span beam truss with irregular supports, i.e. with supports having different compliance [16,17]. The calculation model for determining the fundamental frequency of the system is represented as a three-mass beam on elastic supports (Fig. 1). Half of the total mass transferred to the truss is concentrated in the middle, and the remaining half is evenly redistributed concentrated on the two elastic supports. Thus, the above-mentioned features characterizing the vertical seismic vibrations of the structure are taken into account.

To determine the displacement from a single loading applied alternately on the supports and in the middle of the span (points of mass concentration), we use the equation [17]:

$$6EIy(x) = R_x a^3 + \Gamma_x (a - x)^3 + (C_x + \Delta_x) a + \Delta_b \quad (1)$$

where $R_x = -\left(1 - \frac{x}{l}\right)$; $C_x = -\frac{1}{l}(3x^2l - 2xl^2 - x^3)$; $\Delta_a = \frac{6EI}{l}(\delta_a R_x + \delta_b \frac{x}{l})$; $\Delta_b = -3EI\delta_a$, Γ_x functional interrupter that has the following properties: $\Gamma_x = 0$ when $a < x$; $\Gamma_x = 1$ when $a > x$, δ_a and δ_b compliance of elastic supports, x and a are, respectively, the coordinates of the points of the desired unit displacements and concentrated masses.

When a unit force is applied alternately at the points $a = 0$; $a = l/2$; $a = l$ (Fig.2), after appropriate transformations for the compliance matrix we obtain:

$$= \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \delta_{13} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \delta_{23} \\ \delta_{31} & \delta_{32} & \delta_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \delta_a & \frac{1}{2}\delta_a & 0 \\ \frac{1}{2}\delta_a & \frac{l^3}{48EI} + \frac{\delta_a + \delta_b}{4} & \frac{1}{2}\delta_b \\ 0 & \frac{1}{2}\delta_b & \delta_b \end{bmatrix} \quad (2)$$

Determinant of the canonical equations of dynamic displacements of the considered system

$$D = \begin{bmatrix} (m_1\delta_{11}\omega_i^2 - 1) & m_2\delta_{12}\omega_i^2 & m_3\delta_{13}\omega_i^2 \\ m_1\delta_{21}\omega_i^2 & (m_2\delta_{22}\omega_i^2 - 1) & m_3\delta_{23}\omega_i^2 \\ m_1\delta_{31}\omega_i^2 & m_2\delta_{32}\omega_i^2 & (m_3\delta_{33}\omega_i^2 - 1) \end{bmatrix} = 0 \quad (3)$$

is more convenient to reveal develop in numbers.

Determining the values of unit displacements (2), taking as geometric and inertial characteristics of the system the following values $l = 24m$, $I = 0,8 \cdot 10^{-2}m^4$, $m_1 = m_3 = 3,5 \cdot 10^3kg$, $m_2 = 7,0 \cdot 10^3kg$, $\delta_a = 0,04 \cdot 10^{-7}m/n$, $\delta_b = 0,8 \cdot 10^{-7}m/n$ and entering the label $k_i = 1/(m/4)\omega_i^2$, for the determinant (3) we obtain

$$D = \begin{bmatrix} 1 - k_i & 1 & 0 \\ 0,5 & 96 - k_i & 10 \\ 0 & 20 & 20 - k_i \end{bmatrix} = 0 \quad (4)$$

reveal develop (4) in numbers, we obtain in expanded form

$$k_i^3 - 124k_i^2 + 238,5k_i - 2310 = 0$$

The roots of this equation are $k_1 = 98,551$; $k_2 = 17,455$; $k_3 = 0,994$.

According to the entered label $k = 1/(m/4)\omega_i^2$ for the frequencies of free oscillations we will have $\omega_1 = 26,92rad/sec$; $\omega_2 = 64,55rad/sec$; $\omega_3 = 316,23rad/sec$ which correspond to the values of the periods $T_1 = 0,233sec$; $T_2 = 0,097sec$; $T_3 = 0,019sec$.

Using the found frequencies, the fundamental modes are determined using the equation

$$\left. \begin{aligned} (1 - k_i) + 1\rho_{21} + 0\rho_{31} &= 0 \\ 0,5 + (96 - k_i)\rho_{22} + 10\rho_{32} &= 0 \\ 0 + 20\rho_{23} + (20 - k_i)\rho_{33} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

by discarding one excess equation and considering that $\rho_{ni} = y_{ni}/y_{1i}$. That said, all $\rho_{1i} = 1$.

Similarly determine the dynamic characteristics for the considered type of structure at different values and ratios of their geometric and inertial characteristics.

Conclusion

The vertical seismic loads determined by the standard method using the values of the first fundamental mode of oscillations allows us to take into account both the effect of the supports on the structure and the effect of the structure itself on the supports expressed in the appearance of additional forces in the supporting structures.

References

1. Papazoglou, J., Elnashai, A.S. (1996) Analytical and field evidence of the damaging effect of vertical earthquake ground motion. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 25, 1109 – 1137.;
2. Government of Georgia. (2014). *Ordinance №71 by Government of Georgia. Technical regulation - Earthquake engineering.* (in Georgian);
3. Eurocode 8. (2004). *Design of structures for earthquake resistance – Part 1.* Brussels: European committee for standardization.;
4. Gosstroy of Russia. (2013). *SNiP II - 7 81 Construction in seismic areas.*
5. Central Research Institute of Industrial Buildings. (1977). *Guidelines for the design of single-storey and multistory industrial buildings with a steel frame in seismic areas.* (In Russian);
6. Bezukhov, I.I., Luzhin, O.V., Kolkunov, N.V. (1987). *Stability and dynamic of structures.* (In Russian);
7. Kiselev, V.A. (1980). *Construction mechanics. Special course.* (In Russian);
8. Khazov, P.A., kozhanov D.A., Anushenko, A.M. Satanov A.A. (2020). *Dynamics of building structures under extreme natural influences: vibrations, strengths, resource.* (In Russian);
9. Azhermachev, G.A., Azhermachev, S.G., Abdurakhmanov, A.Z. (2012). About seismic resistance of long span buildings and construction. *Collection of research papers*, 9, 72-78. (In Russian);
10. Shevchenko, F.A., Tsarenko, V.A. (2011). Common and different properties of beams and trusses. *Modern industrial and civil construction*, 7(4), 215-223. (In Russian);
11. Shaha, P. C., Kamatchi, P., Nayak, C. B. (2018). Effect of Vertical Ground Motions on the Response of Long Span Roof Truss. *IIT Roorkee*, 57.;
12. Giltner, B., Kassimali, A. (2000) Equivalent beam method for trusses. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 5(2), 70-77.;
13. Sekhniashvili, E.A. (1958). On the application of the replacement beam method to the determination of the higher frequencies of vibrations of rod trusses. *Proceedings of the Academy of Sciences*, 20(1), 75-82 (In Georgian);
14. Esadze, S., Pavliashvili, N. (2022). Vertical Seismic Vibration of the Large-span Trussed Beam. *Work of GTU* 4(526), 62-66.;
15. Elnashai, A.S., Papazoglou, A.J. (1997). Procedure and spectra for analysis of RC structures subjected to strong vertical earthquake loads. *Journal of Earthquake Engineering*, 1(1), pp.121-155;
16. Ananjin, M.Y., Fomin, N.I., Tshernogubov, D.E. (2009). Method of the account of pliability in nodes of metal designs of building. *Academic Bulletin of the Uralniiproekt*, 3, 80-85. (In Russian);
17. Abashidze, A.I. (1960). Dynamics of steam turbine foundations. (In Russian).

UDC 624.042.7

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-63-67>

ვერტიკალური სეისმური დატვირთვა ფოლადის დიდმალიან ფერმაზე

სერგო ესაძე	სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ბ E-mail: s_esadze@gtu.ge
ნინო პავლიაშვილი	სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ბ E-mail: ninopavliashvili1996@yahoo.com

რეცენზენტები:

ლ. კახიანი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: l.kakhiani@gtu.ge

დ. ტაბატაძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: tabatadze @gtu.ge

ანოტაცია. ნორმატიული მეთოდის შესაბამისად სეისმური დატვირთვის განსაზღვრისას, ყველა ტიპის შენობისა და მათი კონსტრუქციული ელემენტებისთვის განიხილება ფუძის სეისმური აჩქარების ჰორიზონტალური მდგენელი. ვერტიკალურ სეისმურ დატვირთვაზე გაანგარიშება მოითხოვება გარკვეული ტიპის კონსტრუქციებისათვის. ასეთი ტიპის კონსტრუქციებს მიეკუთვნება მოცემულ სამუშაოში განხილული ფოლადის კოჭოვანი ფერმა, მალით ზღვრებში 24–40მ. აღნიშნულ კონსტრუქციაზე სეისმური დატვირთვის განსაზღვრისათვის აუცილებელი დინამიკური მახასიათებლების დასადგენად განხილება გამარტივებული მეთოდი. ამისათვის ხდება ფერმის დაყვანა დრეკად საყრდენებზე მდებარე ეკვივალენტური სიხისტის კოჭზე. საანგარიშო მოდელი ასევე საშუალებას იძლევა გათვალისწინებული იყოს განსახილველი კონსტრუქციის გავლენა საყრდენებზე.

საკვანძო სიტყვები: დრეკადი საყრდენები; კოჭოვანი ფერმა; ქცევის ძირითადი ფორმა.

The date of review 13.02.2023

The date of submission 16.02.2023

Signed for publishing 29.05.2023

UDC 72

SCOPUS CODE 2216

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-68-77>

თბილისში დანგრეული კალოუზნისა და ამაღლების ტაძრების კულტურულ-ისტორიული და არქიტექტურულ-მხატვრული ანალიზი

- მაია დავითაია** არქიტექტურის საფუძვლების, თეორიისა და სახვითი ხელოვნების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: m.davitaia@gtu.ge
- გიორგი ქართველიშვილი** არქიტექტურის საფუძვლების, თეორიისა და სახვითი ხელოვნების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: temmpera@yahoo.com

რეცენზენტები:

ვ. მუჯირი, სტუ-ის არქიტექტურის, ურბანისტიკისა და დიზაინის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: v.mudjiri@gtu.ge

თ. ჩუბინიძე, სტუ-ის არქიტექტურის, ურბანისტიკისა და დიზაინის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: t.chubinidze@gtu.ge

ანოტაცია. თბილისში, სხვადასხვა კონფესიის წარმომადგენლებს შორის რელიგიურ ნიადაგზე უთანხმოება არასდროს მომხდარა. მათგან განსხვავებით ბოლშევიკებმა XX-ს 20-იანი წლების ბოლოდან ბრძოლა გამოუცხადეს ყველა რელიგიის წარმომადგენელს, მიწასთან გაასწორეს მრავალი ტაძარი. სტატიაში სუბარია, საბჭოთა პერიოდში, თბილისში დანგრეული მრავალი რელიგიური ნაგებობიდან ორ მართლმადიდებლურ ეკლესიაზე – კალოუზნის წმინდა გიორგის ტაძარზე, რომელიც

აიგო რუსეთის მიერ საქართველოს ანექსიის პერიოდში XIX საუკუნის 50-იან წლებში ძველი ქართული ტაძრის ნანგრევებზე და 1852 წელს, პლატონ იოსელიანის მიერ აგებულ სოლოლაკის ამაღლების ეკლესიაზე, რომელიც ძველი ბერძნული ნაგებობის მიხედვით აშენდა და განახლდა XIX საუკუნის ბოლოს. სტატიაში წარმოდგენილია საბჭოთა ხელისულების მიერ XX ს-ის 30-იანი წლებიდან დანგრეული ეკლესიების კულტურულ-ისტორიული და არქიტექტურულ-მხატვრული ანალიზი, აშენებისა და ნგრევის მიზეზები.

საკვანძო სიტყვები: ანალიზი; არქიტექტურა; ისტორია; ნგრევა; ტაძარი.

შესავალი

თბილისში საუკუნეების განმავლობაში ერთად მოიყარა თავი ქართულმა, ბერძნულმა, რუსულმა მართლმადიდებლურმა ტაძრები, გრიგორიანელთა სალოცავებმა, ებრაელების სინაგოგებმა, მუსლიმთა მეჩეთებმა, კათოლიკურმა თუ ლუთერანულმა ეკლესიებმა. XX ს-ის 30-იანი წლებიდან მიწასთან გაასწორეს, მართლმადიდებლური, გრიგორიანული, მისიონერთა, ლუთერანული ევანგელისტური, კათოლიკური ტაძრები, მუსლიმთა სალოცავი. ფუნქციონირებდა აღმოჩნდა უამრავი რელიგიური ნაგებობა. ტაძრებში, საბჭოთა დროს მოწყობილი იყო, სპორტული დარბაზები, საწყობები, თეატრი, აბანო, საცხოვრებელი სახლები. მათ შორის ხუთში დღემდე შემორჩენილია, საცხოვრებელი ბინები.

ძირითადი ნაწილი

კალოუზნის წმინდა გიორგის ეკლესია. თბილისის მთავარი არტერიის, დღევანდელი რუსთაველის გამზირის განაშენიანება და საბოლოო სახის ჩამოყალიბება XIX საუკუნის შუა პერიოდიდან ხდება. სწორედ ამ წლებში აიგო კალოუზნის წმინდა გიორგის ეკლესია. მანამდე იქ ქართული, ქვითკირით ნაშენი ძველი ტაძარი მდგარა, რომლის აშენების ზუსტი თარიღი ბუნდოვანია და სხვადასხვა მოსაზრება არსებობს. იოანე ბატონიშვილი თავის „კალმასობაში“ ტაძრის აღმშენებელ კონკრეტულ მეფეებს ასახელებს. კერძოდ ტაძარი, რომელიც მეფე დავითს, დემეტრეს ძეს აღუშენებია, თემურლენგს დაუნგრე-

ვია თბილისის აღების დროს, შემდეგ მეფე გიორგის კვლავ განუახლებია, ოღონდ არა ისეთი დიდი ზომის, არამედ შედარებით მომცრო (1948, გვ. 137). კალისტრატე ცინცაძის კვლევაზე დაყრდნობით კი ძველი ქართული ქვითკირის ტაძარი აშენებულა 1518 წელს. ეს თარიღი დასტურდება საქართველოს ეროვნულ არქივში დაცულ, 1826, 1827, 1828 წლებში გაკეთებულ საეკლესიო მსახურთა ჩანაწერებშიც (ფონდ, 489, ანაწერი 1, 62, 63.). ჩანაწერებიდან ვგებულობთ, რომ ტაძარი აშენებულა 1518 წელს, ჰყოლია მრევლი და საეკლესიო მსახურნი (შტატის მღვდელი ეფრემ იოანეს ძე კალობანოვი, „პრიჩუტნიკის“ ადგილას დადგენილი მღვდელი თეოდორე კალიბანოვი და დეკანოზი პეტრე). 1820 წლამდე ტაძართან არსებობდა უძველესი სამრევლო სკოლა, რომელიც დაწყებითი განათლების მიღების საშუალებას იძლეოდა, მკვლევარ იაკობ ბალახაშვილის მტკიცებით, ერთ დროს ამ სკოლაში სწავლობდნენ ნიკოლოზ ბარათაშვილი და გრიგოლ ორბელიანი („ძველი თბილისი“, 1951, გვ. 79.)

პლატონ იოსელიანი 1866 წელს გამოცემულ ნაშრომში „*Описание древностей города Тифлиса*“ ძველ ტაძარს, ირონიით ჩვენი დროის არასწორ არქიტექტურას უწოდებს. პლატონი დანაშებით აღნიშნავს, რომ შთამომავლობისთვისაც კი არავის დაუტოვებია უძველესი ძეგლის გეგმა (1866, გვ. 81) გვრჩება შთაბეჭდილება, რომ იოსელიანი განიცდის ეკლესიის შესრულებას არა ქართული ტრადიციული არქიტექტურით, არამედ რუსული ფორმებითა და ხახვისებური გუმბათით.

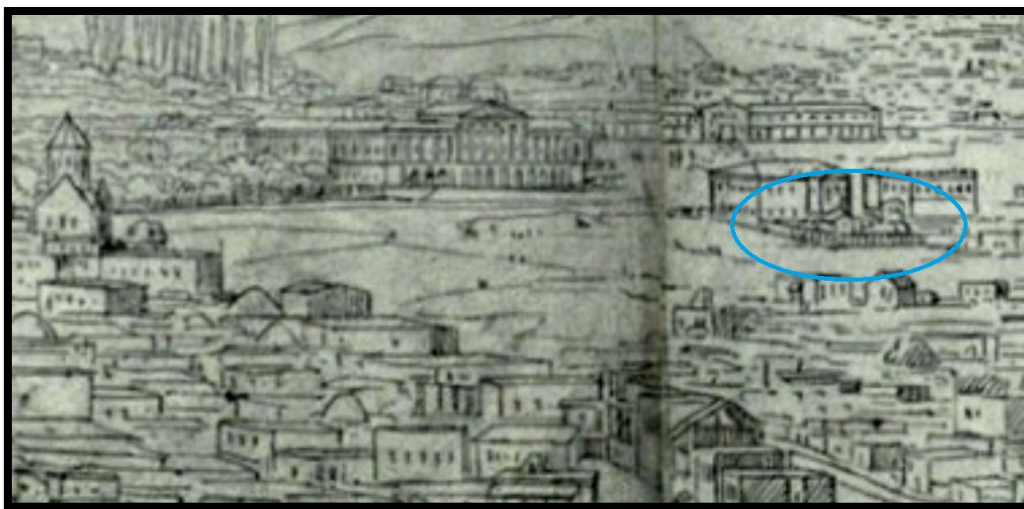
ტოპონიმს რაც შეეხება, ისტორიკოსი მოსე ჯანაშვილი განმარტავს, რომ ამ ადგილას თემურლენგმა კალო ლეწა, სადაც ძნის მაგიერ ბავშვები გათელა

(„საქართველოს დედაქალაქი ტფილისი“, 1899, გვ. 181). პლატონ იოსელიანი ავითარებს სხვა საინტერესო ვერსიასაც, რომ სახელში „კალოუზანი“ ისმის ბერძნული სიტყვა Kalos. არ არის გამორიცხული, რომ ამ უძველეს ეკლესიას საფუძველი ჩაუყარეს ბერძენმა მღვდლებმა, რომლებმაც დაარქვეს სახელი KALOPANAIOTA. ამ სახელით დღეს კვიპროსზე არსებობს სოფელი, სადაც მდებრეობს წმინდა გიორგის ეკლესია. ბერძნულად KALOPANSKOM ან KALOBANSKOM („Описание древности г. Тифлиса“, 1866, გვ. 82).

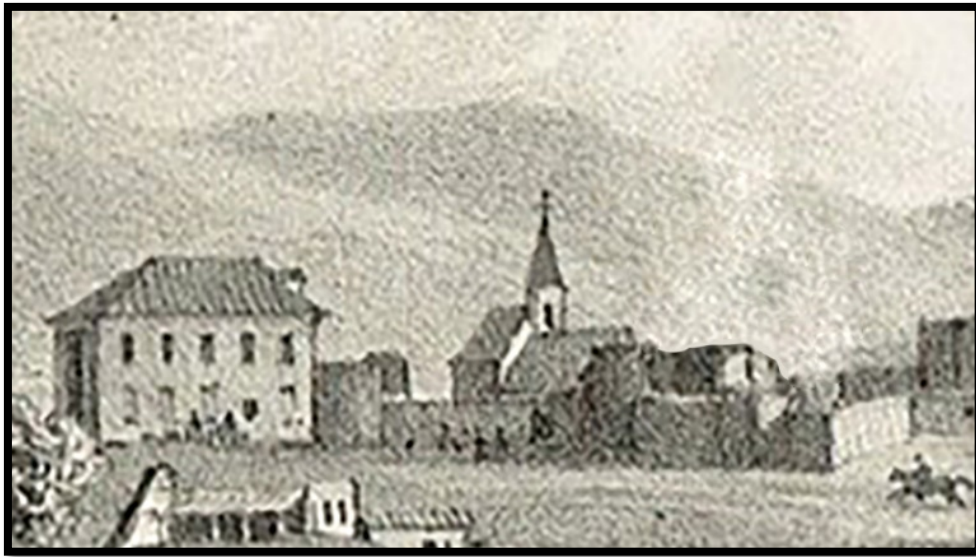
კალოუზნის წმინდა გიორგის ეკლესია მდებარეობდა ბარონის, დღევანდელი ანტონ ფურცელაძის ქუჩაზე. გოლოვინის გამზირის მხრიდან ჰაუპტვახტის ორსართულიანი კოლონებიანი შენობა იდგა, რომელიც 1810 წელს აშენდა (საბჭოთა დროს კომუნდანტის სამმართველო). შენობა წარმოადგენდა კლასიციზმის ერთ-ერთ პირველ ნიმუშს თბილისში.

მოვიძიეთ XIX საუკუნის დასაწყისში შექმნილი ორი გრაფიკული გამოსახულება, სადაც კალოუზნის

ძველ ტაძარს მივაგენით. სენ-ოლერის ფრანგულ ლითოგრაფიაში (სურ. 2) ვხედავთ, გალავანში მდგარ ერთნაივან ბაზილიკას, პორტიკით და პატარა სამრეკლოთი. ლითოგრაფია XIX ს-ის 30-იან წლების პირველ ნახევარში უნდა იყოს შექმნილი. ნიკანორ ჩარენცოვის პანორამულ ჩანახატშიც (სურ. 1), კალოუზნის ტაძარი გალავანში დგას, ოღონდ სამრეკლოს გარეშეა წარმოდგენილი. ჩარენცოვის ჩანახატი უფრო დეტალიზებულია, კარგად ჩანს ქუჩათა ქსელი, მოედნები. ჩანახატი 1831 წლით თარიღდება. იგი უფრო ადრე უნდა იყოს შექმნილი ვიდრე ფრანგული ლითოგრაფია, რადგან სამრეკლო არ ფიგურირებს. უნდა ვივარაუდოთ, რომ სპარსთა მიერ აოხრების შემდეგ ტაძარი არ არის ბოლომდე აღდგენილი. ეს ორივე გრაფიკული ნამუშევარი ადასტურებს, რომ კალოუზნის ეკლესია ნამდვილად ფუნქციონირებდა XIX ს-ის 50-იან წლებამდე. ეკლესია თავისით არ დანგრეულა. როგორც ჩანს, ძველი ქართული ეკლესია დამალეს და ახალი რუსული სტილის ტაძარი ააგეს.



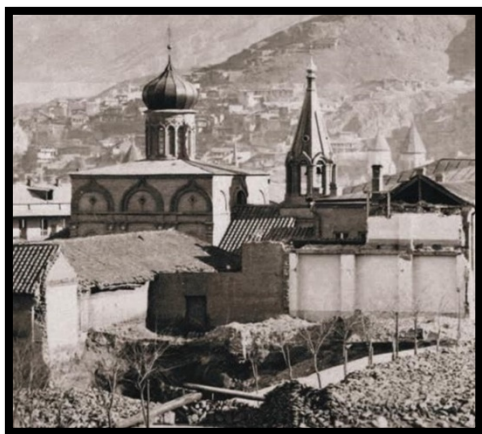
სურ. 1. კალოუზნის ეკლესია. ჩარენცოვის პანორამული ჩანახატი.



სურ. 2. სენ-ოლერის ფრანგული ლითოგრაფია.

ახალი ტაძარი 1856 წელს აშენდა, ძველი ეკლესიის ნანგრევებზე, დეკანოზ იოსებ ნამორაძის თავდადებით. მოგვიანებით, XIX ს-ის 90-იან წლებში შეიცვალა ფასადის ელემენტები. ეკლესია დამრეც ფერდზე იყო მორგებული, ტაძარს შესასვლელი ბარონის (ფურცელაძის) ქუჩიდან ჰქონდა. ეკლესია რუსული არქიტექტურის დამახასიათებელი ფორმებით გამოირჩეოდა – მარტივი კუბური ფორმის შენობას მრგვალი მაღალყელიანი ხახვისებრი გუმბათი ამშვენებდა, აგურით ნაგები, გარედან შელესილი და თეთრად შეღებილი. ეკლესია მაღალ ცოკოლზე მდგარი კუბური ფორმის შენობა იყო, აღმოსავლეთიდან დიდი მრგვალი ფორმის აფსიდით, დასავლეთით კი სამრეკლოიანი, კრამიტით გადახურული პორტიკით. რესტავრაციამდე აფსიდს ჩრდილოეთ და სამხრეთ მხარეს თითო დიდი თაღისებრი ვიტრაჟული სარკმელი ამკობდა. სამხრეთ და ჩრდილოთ ფასადებს სამ ნაწილად ყოფს კაპიტელებიანი ექვს-ექვსი პილასტრი. შუა ნაწილში პილასტრები შეწყვილებულია. პილასტრებს შორის

სიბრტყე სამი მრგვალი დეკორატიული მედალიონით დამშვენდა. ამ სიბრტყის თავზე გამავალ კარნიზში, უშუალოდ კაპიტელების თავზე ჩასმულია კვადრატული ჩანართები. საიდანაც იწყება მესამე სიბრტყე, რომელიც ოთხივე მხარეს სამ-სამი დეკორატიული თაღის ფორმის ზაკომარით იყო წარმოდგენილი. ეს თაღები ტაძრის ძირითად დეკორად გვევლინება. ყველა თაღში იყო თითო გამჭოლი მრგვალი სარკმელი. ეს სიბრტყე ბოლოვდებოდა ვიწრო კარნიზით. მსგავსი კუბური ფორმის ტაძრები მრავლად გვხვდება რუსეთის ტერიტორიაზე და შედარებითი ანალიზისთვის გამოგადგება. რუსეთის უძველეს ქალაქ პერესლავლში, წმინდა სამების დანილოვის მამათა მონასტრის კომპლექსში ვხვდებით კალოუზნის ეკლესიის მსგავს არქიტექტურულ ნიმუშს, რომელიც თარიღდება XVI საუკუნით. ტაძარი, მხატვრულ-კომპოზიციური თვალსაზრისით, იმეორებს კალოუზნის ეკლესიის კომპოზიციას, ფასადი კი სამ-სამი დეკორატიული ზაკომარით ბოლოვდება.



სურ. 3. კალოუზნის წმ. გიორგის ეკლესია, აგებული 1856 წელს.



სურ.4. XIX ს-ის 90-იან წლებში განახლებული ფასადი.

რესტავრაციის შემდეგ, მთლიანად შეიცვალა ფასადის გაფორმება, გაქრა ზაკომარები და პილასტრები. ფასადზე პილასტრების ნაცვლად გაჩნდა ვერტიკალური ჩანართები, ჩაღმავებული ჩარჩოსებრი ორნამენტული დეკორით. რომლებიც უშუალოდ ზედა კარნიზს მიეზღვნა, ამგვარად ცოკოლის თავზე სამი სიბრტყის ნაცვლად წარმოიქმნა ორი. ვერტიკალური დანაწევრება არათანაბარია, გვერდითი ნაწილები შუაზე ვიწროა. ცენტრალურ ნაწილში ჩასმული მაღალი ვიტრაჟი ნახევარწრიული მოჩარჩოებით, ბოლოვდება ორმაგი ნახევარწრიული თაღით, რომელთა შორის იკვეთება რელიეფური ჯვარი. გვერდით ნაწილებში ცენტრალური ვიტრაჟის გასწვრივ ყრუსარკმლებია. ჩრდილოეთ კედელზე ფერწერული იკონოგრაფიული სცენებია წარმოდგენილი. დამავირგინებელი კარნიზი გაფორმებულია კვადრატული ფორმის დეკორატიული ორნამენტებით, რაც გუმბათის კარნიზის მორთულობაშიც მეორდება.

ლითონით გადახურული ხახვისებური გუმბათის ყელი შედგებოდა 16 – 8 ვიტრაჟული და 8 ყრუსარკმლისაგან. სარკმელების ზედა ნაწილში დეკორატიული ჯვრები იყო გამოსახული.

სამრეკლოს ჰქონდა კარვისებური გადახურვა,

მცირე ზომის ხახვისებური დაბოლოებით. გუმბათის ყელი გამჭოლია და რვა საყრდენი შეწყვილებული სვეტებითაა გაფორმებული. დიობები ბოლოვდება ოდნავ შეისრული თაღოვანი გადახურვით.

ანჩისხატის ყოფილი მღვდლის, ნიკიტა თალაკვაძის მოგონებებიდან ვიგებთ, რომ კალოუზნის ტაძრის დარბევა 1931 წლის სექტემბერში დაწყებულია. ნ. თალაკვაძე აღნიშნავს, რომ ჯერ ტაძრის ეზოში არსებული მიცვალებულთა ნეშტები გადაუსვენებიათ, მათ შორის ცნობილი დრამატურგის – დავით ერისთავის, რომელიც მთაწმინდის პანთეონშია გადასვენებული, შემდეგ ზარები მოუხსნიათ სამრეკლოდან. ეკლესიის მრევლი მიუწერიათ სამების ტაძრისთვის („მოქალაქე მღვდლის დღიურიდან“, 2013, გვ. 720). კალოუზნის ტაძრის ადგილას, XX ს-ის 30-იანი წლების ბოლოს კინოთეატრი „რუსთაველი“ აშენდა.

სოლოლაკის ამალეების ეკლესია. ვახუშტის გეგმის თანახმად, სოლოლაკის ქედის ამ მონაკვეთზე ურბანული ქსოვილი არ შეინიშნება, გარშემო სამეფო ბაღებია. ჩვენი კვლევის ობიექტი, სადაც შემდგომ ამალეების ეკლესია აშენდა, ვახუშტის რუკაზე 42 ნომრით არის აღნიშნული და „თბილელის ბაღი“

ჰქვია. სოლოლაკის განაშენიანება XIX საუკუნის პირველ ნახევარში დაიწყო, იქ, სადაც ტაძარი აიგო კოჯრისკენ მიმავალი ბილიკები გადიოდა და ერთგვარ ოვალს ქმნიდა. შემდგომ წლებში, როდესაც ურბანული ქსოვილი გაჩნდა, განაშენიანება მოერგო არსებულ ლანდშაფტს და დღესაც ქუჩათა ქსელი ასეა დაგეგმარებული.

ამაღლების ტაძარი 1852 წელს პლატონ იოსელიანის მიერ არის აგებული. ტაძრის აგების მიზეზი გახლდათ პლატონის ერთადერთი შვილის მძიმე მდგომარეობა, რომელიც ქოლერით იყო დაავადებული. პლატონს დაუდევს ალექსა, შევედრებია უფალს, თუ შვილი გადარჩებოდა, ტაძარს ააგებდა. საქართველოს ხელნაწერთა ეროვნულ ცენტრში დაცულია ამ ვედრების წერილობითი დოკუმენტი, რომელიც თარიღდება 1847 წლის 25 ივნისით. ზაქარია ჭიჭინაძის გადმოცემით, პლატონ იოსელიანმა იერუსალიმის პატრიარქს საბერძნეთში ქვა აკურთხებინა, რომელიც შემდგომ საქართველოში ჩამოიტანა და ეკლესიის აგებისას საძირკველში ჩააყოლა („სამშობლო ქვეყნის მიღწევები. პლატონ იოსელიანი“, 1893, გვ. 7) ეკლესია აკურთხა და პირველი წირვა აღავლინა საქართველოს ეგზარხოსმა ისიდორემ 1852 წლის 23 ნოემბერს.

ეკლესიის კურთხევის დღეს ტაძრისთვის შეუწირავთ მრავალი საეკლესიო ნივთი და ხატი. აღსანიშნავია ერეკლე მეფის შვილიშვილების, ოქროპირ და ერეკლე ბატონიშვილების მიერ ნაჩუქარი ხატები. განსაკუთრებით აღნიშვნის ღირსია, წმინდა სამების დაზიანებული ხატი, რომელიც დანგრეულ სამეფო სასახლეში უპოვიათ. მოვიძიეთ 1854 წლის „კავკასიური კალენდრის“ ჩანაწერში შენაწირის სრული სია, რომელიც საინტერესოა კვლევის კუთხითაც:

- 1) ხატი ტილოზე, დავით ბაგრატიონ-გრუზინსკისგან (სამეფო ოჯახი);
- 2) უფლის ამაღლების ხატი დაფაზე, ოქროპირ, გიორგი ბაგრატიონ ბატონიშვილის (სამეფო ოჯახი);
- 3) უფლის აღდგომის ხატი დაფაზე, ირაკლი ბაგრატიონ-გრუზინსკის (სამეფო ოჯახი);
- 4) წმინდა სამების ხატი დაფაზე, უძველესი მხატვრობა, ძლიერ დამწვარი. ის იპოვეს სამეფო სასახლის ნანგრევებში ტფილისში, რომელიც 1795 წელს სპარსთა შემოსევის დროს განადგურდა (სამეფო ოჯახი);
- 5) ხატი წმინდა პანტელეიმონის. დაფაზე. 1849 წელს თვით ტაძრის აღმშენებლის მიერ ათონის მთაზე რუსული მონასტრიდან ჩამოტანილი;
- 6) სამაგიდო ხატები: მაცხოვარი, ღვთისმშობელი და წმინდა ალექსანდრე ნეველი, გრაფ ვ.ა. სოლოგუბისგან;
- 7) წმინდა მიტროფანეს ხატი. დაფაზე, უწმიდესის, საქართველოს ეგზარქოს ისიდორესაგან;
- 8) ღვთისმშობლის მოქრული ვერცხლის ხატი პატარა ჯვრით. 11 ბრილიანტითა და 2 ალმასით. შესაწირავი გრაფინია ევგენია დმიტრიევნა დოლოგორუკისგან;
- 9) სამოსელი, დაბეჭდილი ტილოზე საბერძნეთში. აკურთხა ტრაიანოპოლის მიტროპოლიტმა ანთიმოზმა და გამოგზავნა ათონის ფილოთეოს მონასტრიდან არქიმანდრიტ კესარიუსმა;
- 10) თასი, სანაწილე ვერცხლის ყუთი და სხვა აქსესუარები მისი უმაღლესობის, გრაფინია ელიზავეტა ვორონცოვასგან;

- 11) ვერცხლის საცეცხლე, გრაფინია სოფია მიხაილოვნა სოლოგუბისგან;
- 12) სამღვდლო და დიაკვნის სამოსი, ნ.ფ. სამარინისაგან („Caucasus calendar“ 1854, გვ. 615);

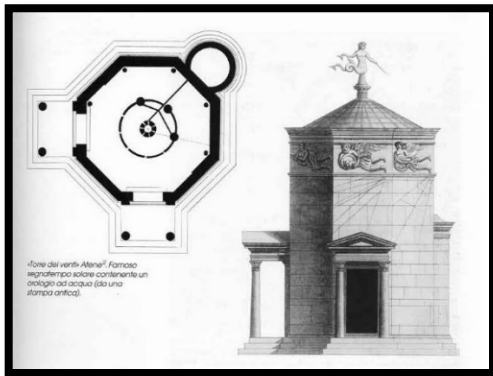
პლატონ იოსელიანის მიერ აგებული, 1852 წლის ტაძრის ვიზუალური მასალა არ არსებობს. იმ პერიოდის პრესის მოძიებამ დაგვანახა, რომ იოსელიანს ძველი ბერძნული მეტეოროლოგიური ნაგებობის ფორმა (ის ბიზანტიის პერიოდში სამრეკლოა) გადმოუტანია საბერძნეთიდან სოლოლაკში. ამის დასტურად შეგვიძლია მოვიყვანოთ გაზეთ „Kavkaz“-ის 1852 წლის 26 ნოემბრის სტატია, საიდანაც ვიგებთ, რომ ეკლესია აშენდა ათენის ეოლუსის ნაგებობის გეგმით (ქარების კოშკი), რომელიც მარკუს ტერენციუს ვარონის ცნობით, ქრისტეს შობამდე 35 წლით ადრე აღმართა კიროსელმა ანდრონიკუსმა.

მოგვიანებით გავრცელდა სამეფო ოჯახის სამადლობელი წერილი, რომელიც პლატონ იოსელიანს

მისწერა ოქროპირ ბატონიშვილმა ტაძრის აგებასთან დაკავშირებით, ფრაგმენტი ამ წერილიდან:

„თქვენ შექმენით ძველი ათენის ტაძრის გამოსახულება, რომელიც ოდესღაც ეოლუსს ეძღვნებოდა. თქვენ გონივრულად აირჩიეთ ადგილი, თითქოს ძველი ღვთაების დასაცინად და ქარების მრისხანების შესაჩერებლად. ეს ტაძარი მთას მიეყრდნო, სადაც მსუბუქი ზეფიროსის გარდა, ქარიშხალი ვეღარ აღწევს. ღმერთმა დაგლოცათ, რომ განწმინდეთ სოლოლაკი“ („History Georgian Church“, 1901, გვ. 314.).

ვინაიდან ეკლესიის ამსახველი ვიზუალური მასალა არ არსებობს, მხოლოდ 1854 წლის „Kavkazskiy kalendar“-ში გაკეთებულ მცირე განმარტებას შეგვიძლია დავვერდნოთ. სოლოლაკის ამდღეობის ტაძარი ყოფილა რვაკუთხა ნაგებობა, 10 მეტრი სიმაღლის, 5 დიდი სარკმლით. დასავლეთის მხრიდან მიდგმული პორტიკითა და გუმბათიანი სამრეკლოთი (1854, გვ. 612).



სურ. 5



სურ. 6

ათენი. ქარების კოშკი.

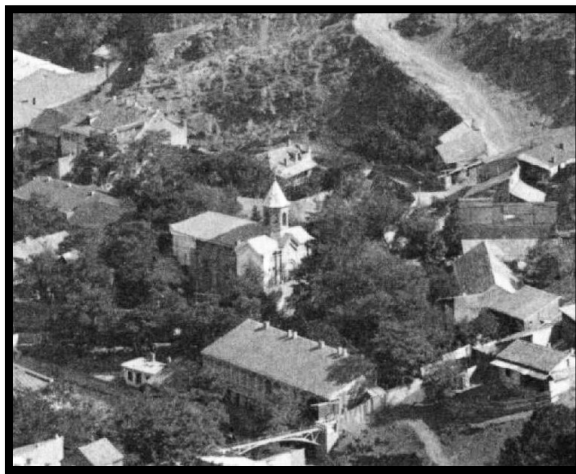
საბედნიეროდ ათენში დღესაც დგას ძველი ქარების კოშკი, რისი ამსახველი ფოტომასალა მრავლად მოიპოვება. შევადარეთ „Kavkazskiy kalendar“-ისეულ აღწერილობას და მივედით დასკვნამდე, რომ ბერძნული რვაკუთხა ნაგებობა, ემთხვევა გაზეთში

აღწერილ სოლოლაკის ეკლესიას. ამრიგად, თამამად შეიძლება ითქვას, რომ XIX საუკუნის სოლოლაკში ძველი ბერძნული ტაძრის ასლი მდგარა.

პლატონ იოსელიანის გარდაცვალების შემდეგ, XIX საუკუნის მიწურულს, დადგა ძველი ბერძნული

ტაძრის ახლით ჩანაცვლების საკითხი. მიზეზად დასახელდა ტაძრის მცირე ზომა და მრევლისთვის განკუთვნილი მცირე ადგილი. სწორედ ამ თემაზე 1898 წელს, გაზეთ „ცნობის ფურცლის“ საშუალებით გავრცელდა ამაღლების ეკლესიის მღვდელ დავით ბარნაბოვის მოწოდება. ტაძრის წინამძღვრის წერილიდან ვიგებთ, რომ ეკლესია არის პატარა, ღარიბი და დავრდომილი, მას არ გააჩნია სამრევლო სკოლა, ტაძარი საჭიროებს განახლებას, რომ საძირკველი

უკვე ჩაყრილია, კედლებიც აშენებულია და დამთავრებისთვის საჭიროა თანხა არანაკლებ 500 თუმნისა. თანხა იმაზე მეტი შეგროვებულა, რაც ითხოვეს (6105 მანეთი) („ცნობის ფურცელი“, 1898, № 439, გვ. 4). ძველი ბერძნული ტაძრის ასლი დაანგრიეს და ახალი ტაძარი ააგეს. ეკლესია უკურთხებია საქართველოს ეგზარხოს ფლაბიანეს 1899 წლის 28 მარტს, ისევე „ამაღლების“ სახელზე.



სურ. 7. 1899 წელს აგებული ამაღლების ტაძარი.

1902 წელს გაზეთ „ივერიაში“ საინტერესო სტატია გამოქვეყნდა სოლოლაკის „ამაღლების“ ტაძრის შესახებ. გაზეთი დანანებით იუწყება რომ, ეკლესია ერთ დროს დაუვიწყარ პლატონ იოსელიანს აუშენებია და მისი სახელი მივიწყებულია. ავტორი დასძენს, რომ ეკლესიაში პლატონ იოსელიანის შესახებ რაიმე დამადასტურებელი წარწერაც კი აღარ არსებობს. ტაძარში რამდენიმე ხატია, რომლებიც პლატონ იოსელიანს ქართველ მეფეთა შთამომავლებისგან ჰქონია სამახსოვროდ. სტატიის ავტორი დანანებით აღნიშნავს, რომ მხოლოდ ეს ერთი ნიმუში ადასტურებს პლატონ იოსელიანის ღვაწლს (1902, № 123, გვ. 3).

ამაღლების ეკლესია მდებარეობდა სოლოლაკში,

კოჯრის გზაზე. დღევანდელ ამაღლების ქუჩაზე. ერმაკოვის პანორამული ფოტოს თანახმად ეკლესია იყო გუმბათიანი ერთნავიანი ბაზილიკა. სავარაუდოდ, განივი ფსადის შესასვლელი სიბრტყიდან, ცენტრალური ნაწილიდან, ოდნავ წინ გამოსული და ორნამენტული ნახევრწრიული მოჩარჩოებით ბოლოვდება. მის თავზე ორქანობა ვიწრო გადახურვის ქვედა კიდე კარნიზს უსწორდება, ზედა კი – უშუალოდ გუმბათის საფუძველს. ტაძრის გუმბათი სამი ყრუ და სამი ღია სარკმლითაა წარმოდგენილი. ვახტანგ ბერიძის მოსაზრებით, ეკლესია „რუსული სტილისა“ იყო, თუმცა შემდგომ დასძენს, რომ იგი ნაკლები პრეტენზიითაა ნაშენი და სტილის ნიშნები მკაფიოდ არ ეტყობა. გაზეთ „ივერით“ დასტურდე-

ბა ისტორიული მნიშვნელობის ხატის არსებობა. ხატი დაბრძანებული ყოფილა ჩრდილოეთ კედელთან. საუბარია, ღვთისმშობლის ხატზე, რომელიც თეიმურაზ II-მ უსახსოვრა შვილიშვილს – გიორგი XII-ს 1760 წელს (1902, № 123, გვ. 3). ჩვენ მიერ მოძიებულ წყაროებზე დაყრდნობით დგინდება, რომ ტაძარში იყო ოთხი საფლავი: პლატონ იოსელიანის, მისი მეუღლის, ვაჟისა და პრინცესა ელენა დოლგოპრუკაიასი. პლატონ იოსელიანი 1968 წელს გადაასვენეს მწერალთა და საზოგადო მოღვაწეთა დიდუბის პანთეონში. პანთეონშივე გადაიტანეს ამაღლების ტაძრისეული საფლავის ქვაც. სხვა საფლავების ბედი გაურკვეველია.

ამაღლების ტაძარი გვხვდება 1924 წლის თბილისის გეგმაზე. ჩვენი ვარაუდით, ტაძრის გაუქმების თარიღად შესაძლებელია მივიჩნიოთ 1930 წლის 26 იანვარი, რადგან ნიკიტა თალაკვაძე თავის დღიურებში ზარების ჩამოხსნის თარიღად ამ რიცხვს ასახელებს. 1934 წლის თბილისის გეგმაზე ტაძარი უკვე აღარ ფიგურირებს. ჩვენ მოვიძიეთ 1965 წელს ამერიკის შეერთებული შტატების ცენტრალური სადაზვერვო სამსახურის თანამგზავრის მიერ გადაღებული ფოტო, სადაც შენობა ჯერ კიდევ დგას. სავარაუდოდ გამოიყენებოდა სხვადასხვა დანიშნულებით. ეკლესიის შენობა დაანგრიეს 1968 წელს. მიზეზი გახლდათ კოჯრის გზის გაფართოება. უნდა

ვივარაუდოთ, რომ ეს საბჭოთა ხელისუფლების მიერ დანგრეული ბოლო მართლმადიდებლური ტაძარია თბილისში. ახალი ტაძრის მშენებლობა დაიწყო 1999 წელს. იკურთხა 2003 წელს.

დასკვნა

XIX ს. 30-იანი წლებით დათარიღებული, ორი გრაფიკული გამოსახულების თანახმად, კალოუბნის ერთნავიანი ბაზილიკური ძველი ეკლესია იდგა გალავანში. 1856 წელს, ძველი ქართული ტაძარი ჩაანაცვლეს რუსული, კუბის ფორმის ნაგებობით. XIX ს-ის 90-იან წლებში მთლიანად შეცვალეს ფასადის მორთულობა. ეკლესია XX ს-ის 90-იან წლებში, კინო „რუსთაველის“ მშენებლობას შეეწირა.

1852 წელს, ათენის „ქარების კომპის“ მოდელის მიხედვით აშენებული ამაღლების ტაძარი, ძველი ბერძნული ტაძრის ანალოგი, რვაკუთხა ნაგებობა ყოფილა, რომელსაც დამატებული ჰქონდა პორტიკზე გუმბათიანი სამრეკლო. ბერძნული ასლი დაინგრა და 1899 წელს გუმბათიანი ტაძრით ჩაანაცვლდა. გასაბჭოების შემდეგ, 1930 წელს ტაძარი გაუქმდა, თუმცა შენობა 1968 წლამდე შემორჩა. შენობის დანგრევა გამოიწვია კოჯრის გზის გაფართოებამ.

ლიტერატურა

1. Batonishvili, I. (1948). *Kalmasoba*. (Vol.II).Tbilisi: Sakhelgami. (In Georgian);
2. Talakvadze, N. (2013). *From the Diary of a Citizen Priest*. Tbilisi: Literature museum. (In Georgian);
3. Chichinadze, Z. (1893). *Platon Ioseliani*. Tiflis: Typography M.T. Rotiniants. (In Georgian);
4. Sadzaglishvili, K. (1901). *Brief essay on the history of the Georgian Church and the Exarchate in the 19th century*. Tiflis: Typography K.P. kozlovka. (In Russian)
5. *Caucasus calendar for 1855*. (1854). Tiflis: Office of the Caucasian Governor. (In Russian)

UDC 72

SCOPUS CODE 2216

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-68-77>

Cultural-historical and Architectural-artistic Analysis of the Ruined Kaloubani and Amaghleba Temples in Tbilisi

Maia Davitaia Department of Architecture Theory Fundamentals and Fine Arts, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava Str.
E-mail: m.davitaia@gtu.ge

Giorgi Kartvelishvili Department of Architecture Theory Fundamentals and Fine Arts, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a, M. Kostava Str.
E-mail: temmpera@yahoo.com

Reviewers:

V. Mudjiri, Professor, Faculty of Architecture, Urbanism and Design, GTU

E-mail: v.mudjiri@gtu.ge

T. Chubinidze, Associate Professor, Faculty of Architecture, Urbanism and Design, GTU

E-mail: t.chubinidze@gtu.ge

Abstract. In Tbilisi, representatives of different denominations have never fought each other on religious grounds, unless we count the Bolsheviks and their "League of Militant Atheists", who from the end of the 1920s declared a fight against representatives of all religions and destroyed many churches. Among the many religious buildings destroyed in Tbilisi during the Soviet period are two Orthodox churches – St. George's Cathedral in Kaloubani, which was built on the ruins of an old Georgian temple in the 50s of the 19th century during the annexation of Russia, and the Amaghleba church in Sololaki, built by Platon Ioseliani in 1852. The last was built according to the Greek temple and renovated at the end of the 19th century. The article presents the cultural-historical and architectural-artistic analysis of the churches destroyed by the Soviet authorities since the 1930s, the reasons for their construction and destruction.

Keywords: architecture; church; destruction; history; temple.

განხილვის თარიღი 09.03.2023

შემოსვლის თარიღი 12.03.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 616-006

SCOPUS CODE 2730

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-78-84>

ხელოვნური ინტელექტით აღჭურვილი სისტემა საშვილოსნოს ყელისა და სარძევე ჯირკვლის სიმსივნეების დიაგნოსტიკისათვის

პაატა ლეჟავა ბიოსამედიცინო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: p.lezhava@gtu.ge

ზვიად ღურჭკაია ბიოსამედიცინო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: z.gurtskaia@gtu.ge

რეცენზენტები:

ა. ფიცხელაური, ასოცირებული პროფესორი, თოდუას კლინიკის ინჟინერ-დოზიმეტრისტი

E-mail: a.pitskelauri@gtu.ge

მ. წიკლაური, სტუ-ის მედიცინის ფაკულტეტის ასისტენტ-პროფესორი

E-mail: m.tsiklauri@gtu.ge

ანოტაცია. სიმსივნის ადრეულ სტადიაზე დიაგნოსტიკა მნიშვნელოვანია, რადგან დროულად და ეფექტურად მოხდეს პაციენტის მკურნალობა. დღეისათვის დიაგნოსტიკის ყველაზე გავრცელებული მეთოდებია მაგნიტურ-რეზონანსული და კომპიუტერული ტომოგრაფიები.

რუტინული ანალიზებით სიმსივნის დიაგნოსტიკა არის სიახლე და მნიშვნელოვანია სისხლის კვლევების შედეგების უფრო სერიოზული და ზუსტი ანალიზი იმისათვის, რომ ვიპოვოთ მტკიცებულება ორგანიზმში სპეციფიკური სიმსივნური ზრდის შესახებ.

დღეისათვის მეცნიერები სულ უფრო ხშირად მართავენ ხელოვნური ინტელექტის მეთოდებს მსგავსი ტიპის ამოცანის გადასაჭრელად.

სტატიაში განხილულია ჩვენ მიერ საშვილოსნოს ყელის სიმსივნის დიაგნოსტიკისათვის შექმნილი კომპიუტერული სისტემა, რომელიც დაფუძნებულია ხელოვნურ ინტელექტზე, კერძოდ, მანქანურ დასწავლაზე. სისტემა დიაგნოსტიკას ახდენს რუტინული ტესტების გამოყენებით და გამოირჩევა საკმაოდ დიდი სიზუსტით. ვფიქრობთ, რომ აღნიშნული მოდელი კლინიკისტებს დაეხმარება სიმსივნის დადგენასა და დაავადების დროულ ვერიფიკაციაში.

საკვანძო სიტყვები: ლაბორატორიული კვლევები; მანქანური დასწავლა; მკურნალობა; მოდელი; სიმსივნის დიაგნოსტიკა.

შესავალი

სიმსივნის მუდმივი მუტაცია და ზრდა განაპირობებს სისხლის შედგენილობის ცვლილებებს. ექიმს შესაძლებლობა აქვს ამოიღოს ინფორმაციის მხოლოდ მცირე ნაწილი, რომელიც დამალულია სისხლის რუტინული ანალიზის შედეგებში. ქ. ლუბლიანას უნივერსიტეტის მეცნიერებმა გამოავლინეს, რომ სისხლის რუტინულ კვლევებში შესაძლოა იმალებოდეს მეტი ინფორმაცია ვიდრე ყველაზე გამოცდილ მკვლევარსაც კი შეუძლია აღმოაჩინოს. 15,176 ნევროლოგიური პაციენტის სისხლის რუტინული ტესტების გამოყენებით, მათ შექმნეს მანქანური სწავლების პროგნოზირებადი მოდელი თავის ტვინის სიმსივნეების დიაგნოსტიკისთვის. ადაპტირებული სიმსივნის მოდელის მგრძობელობა და სპეციფიკურობა იყო 96% და 74% შესაბამისად. ჩვენი კვლევის მიზანი არის საშვილოსნოს ყელისა და ენდომეტრიუმის სიმსივნეების ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული სადიაგნოსტიკო მოდელის შექმნა პაციენტების მონაცემთა ბაზების გამოყენებით.

აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია სისხლის რუტინული კვლევების შედეგების უფრო სერიოზული და ზუსტი ანალიზი, რომ ვიპოვოთ მტკიცებულება ორგანიზმში სპეციფიკური სიმსივნური ზრდის შესახებ. დღეისათვის მეცნიერები სულ უფრო ხშირად მიმართავენ ხელოვნური ინტელექტის

მეთოდებს მსგავსი ტიპის ამოცანის გადასაჭრელად. ხელოვნურ ინტელექტში ფართოდ გამოყენებულ მანქანურ სწავლებას შეუძლია სამედიცინო მონაცემებიდან ისეთი კანოზომიერებების გამოვლენა, რაც ადამიანისთვის, მაღალი კვალიფიკაციის ექიმებისთვისაც შეუძლებელია. ასეთი წარმატებული სადიაგნოსტიკო მოდელები მნიშვნელოვნად დაეხმარება კლინიკისტებს დიაგნოზის დროულ ვერიფიკაციაში [1].

საშვილოსნოს ყელის, ენდომეტრიუმის, სარძევე ჯირკვლის სიმსივნეების დიაგნოზი ჩვეულებრივ ეფუძნება პაციენტის ანამნეზს, ინსტრუმენტულ და ლაბორატორიულ კვლევებს. მნიშვნელოვანია სიმსივნის ადრეული დიაგნოსტიკა და დროული მკურნალობა რაც ხშირად ვერ ხერხდება სიმპტომების არარსებობისა და ექიმთან დაგვიანებული ვიზიტის გამო. ასევე პრობლემაა არასპეციფიკური კლინიკური გამოვლინებები და სიმსივნის შედარებით იშვიათი ფორმები. მიუხედავად იმისა, რომ კომპიუტერულ-ტომოგრაფიული და მაგნიტურ-რეზონანსული ტომოგრაფიული კვლევები უდავოდ იქნება მნიშვნელოვანი, ექიმებს შეუძლიათ ამოიღონ ინფორმაციის მხოლოდ მცირე ნაწილი, რომელიც დამალულია რუტინულ სისხლის ანალიზის შედეგებში. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია სისხლის რუტინული კვლევების შედეგების უფრო სერიოზული და ზუსტი ანალიზი, რომ ვიპოვოთ მტკიცებულება ორგანიზმში სპეციფიკური სიმსივნური ზრდის შესახებ [2].

პაციენტების ისტორიების რეტროსპექტული ანალიზის შედეგად შესაძლებელია მანქანურ სწავლე-

ბაზე დაფუძნებული სადიაგნოსტიკო მოდელების შექმნა, რაც დღეისათვის სულ უფრო და უფრო მეტ ინტერესს იძენს [4].

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ შევისწავლეთ ონკოლოგიური პაციენტების ისტორიები, რომელთაც დიაგნოსტირებული ჰქონ-

დათ საშვილოსნოს ყელისა და ენტომეტრიუმის სიმსივნეები და მკურნალობდნენ ქ. თბილისის კ. ერისთავის სახელობის ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიის ეროვნულ ცენტრში. შესწავლილი იქნა 272 პაციენტის ისტორია. მოდელის შესადგენად ვიყენებდით მხოლოდ რუტინულ ლაბორატორიულ კვლევებს (ცხრილი 1).

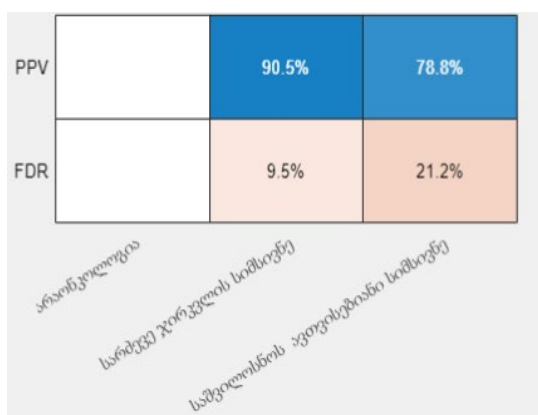
ცხრილი 1

1. მარდის საერთო ანალიზი	2. სისხლის საერთო ანალიზი	3. ღვიძლის ფუნქციების განსაზღვრა
რაოდენობა	ლეიკოციტი (WBC)	ტუტე ფოსფატაზას კონცენტრაციის განსაზღვრა
ხვედრითი წონა	ერიტროციტები (RBC)	ალანინამინოტრანსფერაზას კონცენტრაციის განსაზღვრა
რეაქცია	ჰემოგლობინი (HGB)	ასპარტატამინოტრანსფერაზის კონცენტრაციის განსაზღვრა
ფერი, გამჭვირვალობა	ჰემატოკრიტი (HCT)	პირდაპირი ბილირუბინის განსაზღვრა
ცილი რაოდენობა	ერიტროციტების საშუალო მოცულობა (MCV)	საერთო ბილირუბინის განსაზღვრა
ბრტყელი ეპითელიუმი	ჰემოგლობინის საშ. შემცველობა ერიტროციტში (MCH)	კრეატინინის კონცენტრაციის განსაზღვრა სისხლში
ერიტროციტი შეუცვლელი	მოგლობინის საშ. კონცენტრაცია ერიტროციტში (MCHC)	გამაგლუტამინოტრანსპეტიდაზას კონცენტრაციის განსაზღვრა
ლეიკოციტი	ერიტროციტების განაწილების ფართი (RDW-CV)	
ბაქტერიები	თრომბოციტი (PLT)	
მარილები	თრომბოციტების საშუალო მოცულობა (MPV)	5. გლუკოზის კონცენტრაციის განსაზღვრა უშუალოდ (GLUC)
	ნეიტროფილი % (Neut%)	
	ნეიტროფილი	6. სისხლის კვეჭისა და რუხის განსაზღვრა
4. ინფექციურ დაავადებათა დიაგნოსტიკა პაციენტებში	ლიმფოციტი % (LYMPH%)	
HBsAg (სწრაფი ტესტი)	ლიმფოციტი	7. კოაგულაცია
HIV-1/2	მონოციტი % (MONO%)	FIBR
RPR (სიფილისის ტესტი)	მონოციტი	PT
	ეოზინოფილი % (Eosino %)	PI %
	ეოზინოფილი	INR
	ბაზოფილი % (BASO%)	TT
	ბაზოფილი	aPTT
	ედს- კესტერგინის მეთოდით	

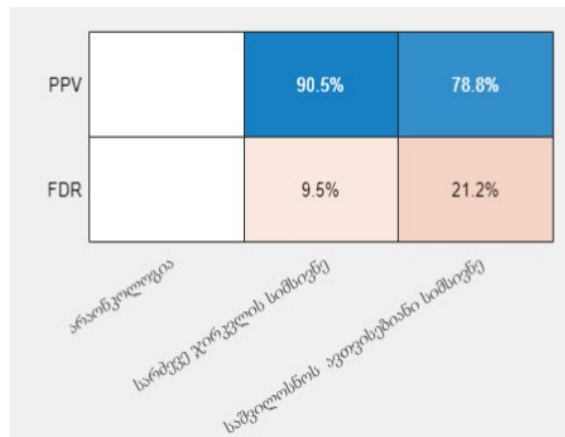
მოდელის შესადგენად გამოვიყენეთ მანქანური სწავლების ზედამხედველობითი მეთოდი, კერძოდ კლასიფიკაცია, რომელიც საუკეთესოდ შეესაბამება ჩვენს ამოცანას. ინსტრუმენტის სახით გამოყენებული იყო მატლაბის პროგრამული უზრუნველყოფა, კერძოდ classification learner [1].

განხორციელდა მოდელის დასწავლება შემდეგი სტატისტიკური მეთოდებით. შესაბამისი მიღებული

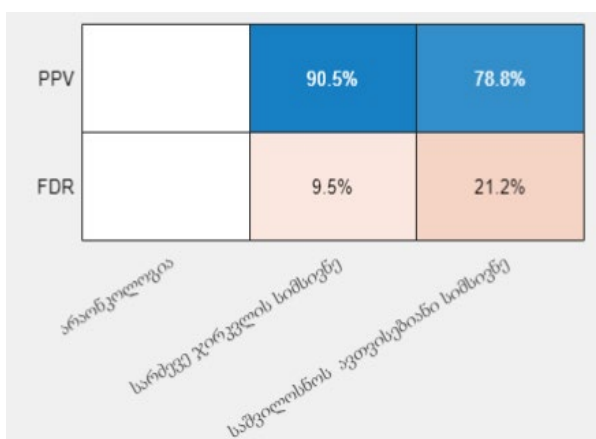
შედეგები იხილეთ სურათებზე. Ensemble (სურ.1), Boosted Tree (სურ.2), fine Tree (სურ.3), linear SVM (სურ.4) Quadratic SVM(სურ.5), neural network (სურ.6), Cubic SVM (სურ.7), logistic Kernel (სურ.8), SVM kernel (სურ.9), Coarse tree (სურ.10)), Medium Tree (სურ.11).



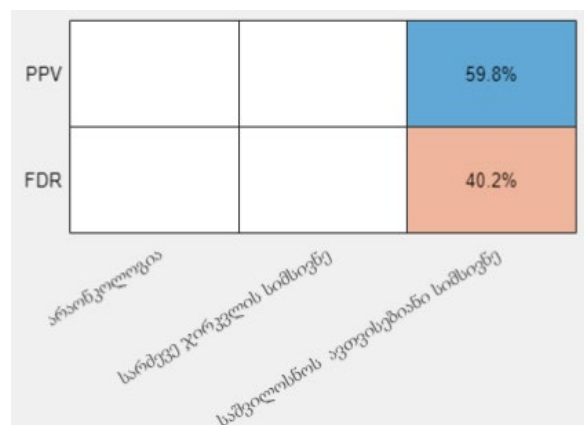
სურ. 1 ENSEMBLE



სურ. 2 Boosted Tree



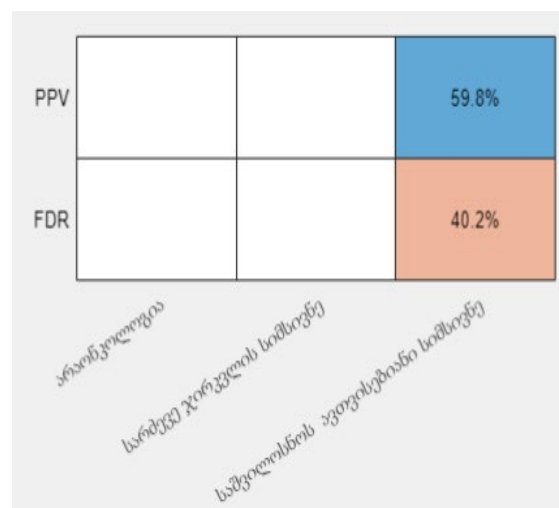
სურ. 3 Fine Tree



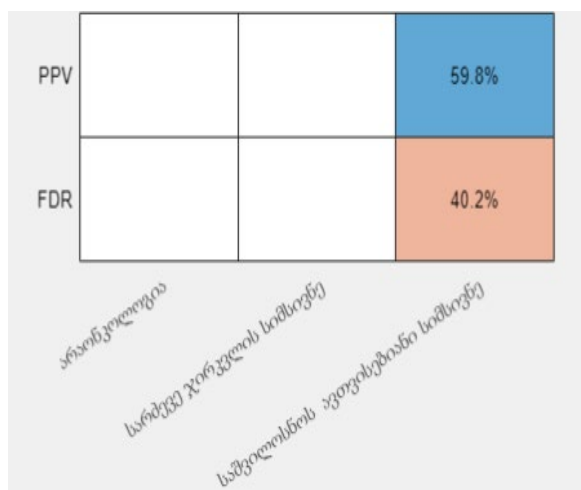
სურ. 4 Linear SVM



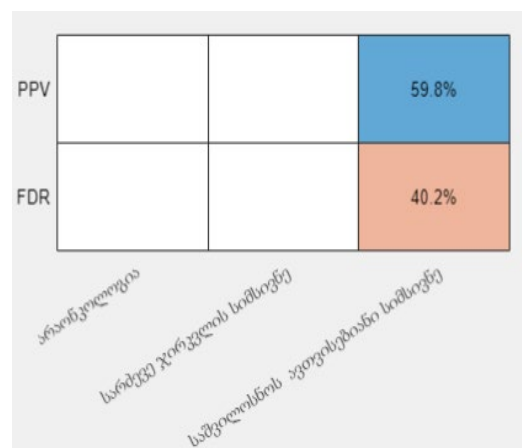
სურ. 5 Quadratic SVM



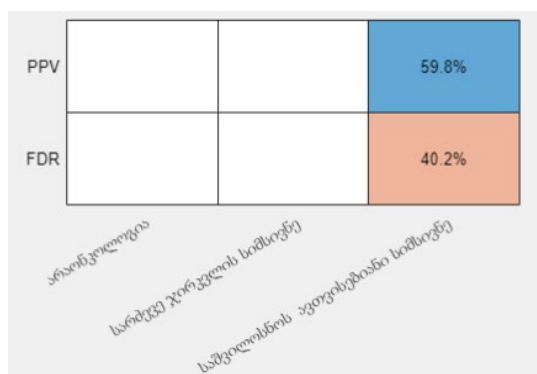
სურ. 6 neural network



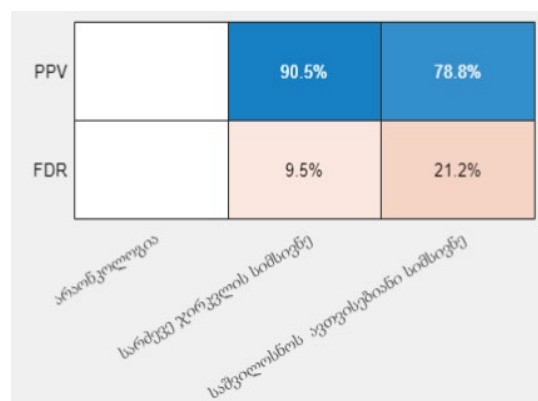
სურ. 7 Cubic SVM



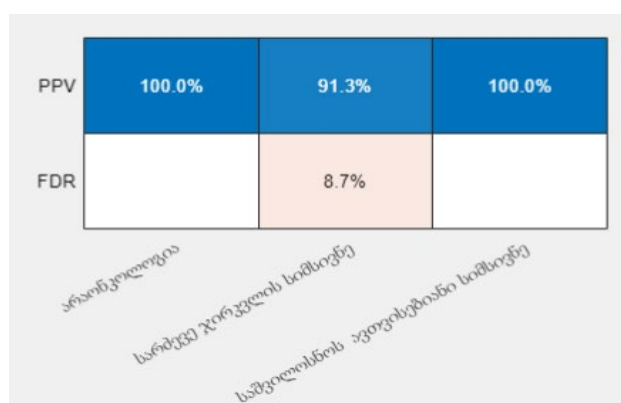
სურ. 8 Logistic Kernel



სურ. 9 SVM Kernel



სურ. 10 Coarse tree



სურ. 11 Medium tree

საუკეთესო შედეგი მოგვცა Medium Trees მეთოდის გამოყენებამ. 100%-იანი სიზუსტით გამოარჩია საშვილოსნოს ყელის სიმსივნეების მქონე პაციენტები, 90%-იანი სიზუსტით არაონკოლოგიური პაციენტები, ხოლო 93.3%-იანი სიზუსტით სარძევე ჯირკვლის სიმსივნის მქონე პაციენტები.

დასკვნა

შექმნილია საშვილოსნოს ყელისა და სარძევე ჯირკვლის სიმსივნეების დიაგნოსტიკის მანქანურ სწავლებაზე დაფუძნებული კომპიუტერული

სისტემა, რომელიც დიაგნოსტიკას ახდენს რუტინული ტესტების გამოყენებით და გამოირჩევა საკმაოდ მაღალი სიზუსტით. სისტემის სწავლები-სათვის გამოყენებულია ქართული პოპულაციის პაციენტები, რომლებიც მკურნალობას გადიოდნენ ქირურგიის ეროვნულ ცენტრში. ვფიქრობთ, რომ აღნიშნული მოდელი მნიშვნელოვან დახმარებას გაუწევს კლინიკისტებს საშვილოსნოს ყელისა და სარძევე ჯირკვლის სიმსივნეების დროულ ვერიფიკაციაში.

ლიტერატურა

1. Sidamonidze, N. (2019). Artificial intelligence as a challenge and some methodological aspects of its realization. Georgian Technical University. *Automated Control Systems*, 1(28), 186.
2. Podnar, S., Kukar, M., Gunčar, G., Notar, M., Gošnjak, N., Notar, M. (2019). Diagnosing brain tumors by routine blood tests using machine learning. *Scientific Reports*, 9. doi: 10.1038/s41598-019-51147-3
3. Torlay, L., Perrone-Bertolotti, M., Thomas, E., Baciú, M. (2017). Machine learning-XGBoost analysis of language networks to classify patients with epilepsy. *Brain Inform*, 4(3), 159–69. doi 10.1007/s40708-017-0065-7.
4. Chkhaidze, M., Tavdishvili, O., Chichua, G., Barnov, S. (2020). *Artificial intelligence (methodical guidelines for practical work)*. Georgian Technical University. (In Georgian).

UDC 616-006

SCOPUS CODE 2730

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-78-84>

An Artificial Intelligence-equipped System for the Diagnosis of Cervical and Breast Cancer

Paata Lezhava Department of Biomedical Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava Str.

E-mail: p.lezhava@gtu.ge

Zviad Ghurtskaia Department of Biomedical Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava Str.

E-mail: z.gurtskaia@gtu.ge

Reviewers:

A. Pitskhelauri, Associate Professor, Engineer-dosimetrist at Todua Clinic

E-mail: a.pitskhelauri@gtu.ge

M. Tsiklauri, Assistant Professor, Faculty of Medicine, GTU

E-mail: m.tsiklauri@gtu.ge

Abstract. Diagnosing the tumor at an early stage is important because the patient can be treated in a timely and effective manner. Currently, the most common methods of diagnosis are magnetic resonance and computer tomography.

Diagnosing a tumor with routine tests is a novelty, and it is important to have a more serious and accurate analysis of the results of blood tests in order to find evidence of specific tumor growth in the body.

Today, scientists are increasingly using artificial intelligence methods to solve this type of problem.

The computer system that we created for the diagnosis of cervical cancer, which is based on artificial intelligence, namely, machine learning, is discussed. The system diagnoses using routine tests and is distinguished by fairly high accuracy. We think that this model will help clinicians to identify cancers and diagnose the disease in a timely manner.

Keywords: cancer diagnosing; machine learning; model; laboratory studies; treatment.

განხილვის თარიღი 26.04.2023

შემოსვლის თარიღი 28.04.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 001.8

SCOPUS CODE 3309

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-85-92>

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო პუბლიკაციების ეფექტურობის ასახვა Crossref-ის ანგარიშებში

მადონა კოპალეიშვილი	ინსტიტუტი ტექინფორმი, საქართველოს საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 47 E-mail: m_kopaleishvili@gtu.ge	ტექნიკური უნივერსიტეტი,
ნელი მახვილაძე	ინსტიტუტი ტექინფორმი, საქართველოს საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 47 E-mail: nellym@gtu.ge	ტექნიკური უნივერსიტეტი,
ირინა ბედინაშვილი	ინსტიტუტი ტექინფორმი, საქართველოს საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 47 E-mail: i_bedinashvili@gtu.ge	ტექნიკური უნივერსიტეტი,
თეიმურაზ ჩუბინიშვილი	ინსტიტუტი ტექინფორმი, საქართველოს საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 47 E-mail: t.chubinishvili@gtu.ge	ტექნიკური უნივერსიტეტი,

რეცენზენტები:

ზ. გასიტაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: zur_gas@gtu.ge

მ. ახოზაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: meakhobadze@yahoo.com

ანოტაცია. Crossref-ის ონლაინ სამეცნიერო კვლევების გლობალურ ქსელში შესული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო პუბლიკაციების ეფექტურობა შეფასებულია სააგენტოს მიერ გამომცემლისათვის გადაცემული ყოველთვიური ანგარიშების შედეგების მიხედვით და მოიცავს სამ წელზე მეტ პერიოდს. ანგარიშებით დას-

ტურდება, რომ სტუ-დან Crossref-ში იგზავნება პუბლიკაციების კორექტული მეტამონაცემები – უმეტეს შემთხვევებში ძიების მცდელობები და დოკუმენტზე წვდომის შედეგები არის ერთი და იგივე ან ერთმანეთთან ახლოს მყოფი სიდიდეები, არ შემოდის შეტყობინებები DOI-ს დუბლირების ან მცდარი DOI-ს შესახებ. გამოიკვეთა სტუ-ის სამეცნიერო გამოცემების ძიების სივრცე, განისაზღვრა წვდო-

მების საშუალო თვიური რაოდენობა. წარმატებული წვდომის მაქსიმალური რაოდენობა – 1,130, უშედეგო ძიების მაქსიმალური რაოდენობა – 45. გამოვლინდა სტუ-ის შრომების 2021–2022 წლების ყველაზე რეიტინგული პუბლიკაცია. განისაზღვრა წვდომების რაოდენობა გამოცემის დასახელების მიხედვით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების პუბლიკაციები 2021 წელს მონახულა 5254-მა რესპონდენტმა, 2022 წელს – 6089-მ. გარდა სტუ-ის შრომებისა, საძიებო სისტემაში რეგისტრირებულია და DOI აქვს მინიჭებული სტუ-ის 15 დასახელების თემატურ სამეცნიერო-პერიოდულ გამოცემას. მომავალში გათვალისწინებულია მათში შემავალი პუბლიკაციების იდენტიფიცირება, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის მათ ხილვადობას და პოპულარობას.

საკვანძო სიტყვები: სამეცნიერო პუბლიკაციების რეიტინგი; Crossref-ის ანგარიშები; საერთაშორისო მონაცემთა ბაზები.

შესავალი

კვლევის ობიექტია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ის სამეცნიერო პუბლიკაციები, რომლებიც შესულია Crossref-ის ონლაინ სამეცნიერო კვლევების გლობალურ ქსელში და, შესაბამისად, მინიჭებული აქვს ციფრული ობიექტის იდექსი – DOI.

Crossref-ი ინტერნეტსივრცეში განთავსებული სამეცნიერო პუბლიკაციების მარეგისტრირებელი სააგენტოა. ყოველ რეგისტრირებულ ობიექტს მიეწიება DOI (Digital Object Identifier), რომელიც

მიიჩნევა თანამედროვე სამეცნიერო გამოცემის აუცილებელ ელემენტად. მისი გამოყენება მნიშვნელოვნად აადვილებს ინფორმაციის წვდომის პროცესს, ზრდის ჟურნალის ავტორიტეტს, ადასტურებს გამოცემის მაღალ ტექნოლოგიურ დონეს.

სააგენტოს მიერ DOI-ს მინიჭება ხდება მხოლოდ მასში გაწვევებისა და შესაბამისი პრეფიქსის მიღების შემდეგ. დღეისათვის გაცემული პრეფიქსების საერთო რაოდენობაა 24389[1]. საქართველოში Crossref-ის ერთ-ერთი პრეფიქსის (10.36073) მფლობელია სტუ-ის ინსტიტუტი ტექნიკური.

DOI სიმბოლოების უნიკალური ერთობლიობაა, შედგება პრეფიქსისა და სუფიქსისაგან. პრეფიქსი აღნიშნავს გამომცემელს (სარეგისტრაციო სააგენტო პრეფიქსს ანიჭებს ყველა წევრ ორგანიზაციას), ხოლო სუფიქსი – ჟურნალს და მასში განთავსებულ პუბლიკაციას (სუფიქსს ანიჭებს გამომცემელი, თუმცა ტექნიკურად იგი კონტროლდება DOI-ს ამოცნობის სისტემის მიერ).

სტუ-ის ინსტიტუტი ტექნიკური Crossref-ის წევრი გახდა 2019 წელს. მას შემდეგ Crossref-ს გადაეგზავნა სათანადო მოთხოვნებით გაფორმებული სხვადასხვა გამოცემის მეტამონაცემები. მათ შორისაა სტუ-ის სამეცნიერო შრომათა კრებულში 2019–2022 წლებში გამოქვეყნებული 200-ზე მეტი პუბლიკაცია.

Crossref-ი აანალიზებს მეტამონაცემებში მოცემულ ყველა ბიბლიოგრაფიულ ინფორმაციას, რაც აისახება სხვადასხვა ანგარიშში. ამ მონაცემების სისრულე და კორექტულობა პირდაპირ ან ირიბად ახდენს გავლენას პუბლიკაციის ნახვათა რაოდენობაზე და, შესაბამისად, სამეცნიერო ორგანიზაციის, გამოცემისა და კვლევის ავტორთა რეიტინგზე.

ანგარიშების შედეგები ყოველთვიურად გადაეცემა სააგენტოს წევრ ორგანიზაციებს, რაც მნიშვნელოვანია საერთაშორისო ინტერნეტსერვისებში პუბლიკაციაზე მოთხოვნის შესწავლის თვალსაზრისით.

კვლევითი სამუშაო, რომელიც ჩატარდა 2022 წელს სტუ-ის შიგა გრანტის ფარგლებში, მიზნად ისახავდა Crossref-ის ანგარიშების შესწავლას, ანალიზს, შესაბამისი დასკვნებისა და რეკომენდაციების შემუშავებას სტუ-ის სამეცნიერო პუბლიკაციების ხარისხისა და პოპულარიზაციის გაზრდის მიზნით.

ძირითადი ნაწილი

22.09.2022 მონაცემებით [2] Crossref-ში გაწევრებულია საქართველოს თითქმის ყველა მსხვილი სასწავლო-სამეცნიერო ორგანიზაცია, მათ შორის: ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი, მათემატიკურ მეცნიერებათა თბილისის ცენტრი, ევროპის უნივერსიტეტის გლობალიზაციის ეკონომიკური და სოციალური პრობლემების კვლევითი ინსტიტუტი და სხვ. სულ 16 ორგანიზაცია.

Crossref-თან ურთიერთობაში აქტიურობით გამოირჩევიან ილიას სახ. უნივერსიტეტი (252 პუბლიკაცია), გლობალიზაციის ეკონომიკური და სოციალური პრობლემების კვლევითი ინსტიტუტი (147), მათემატიკურ მეცნიერებათა თბილისის ცენტრი (142).

განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს კომერციული ორგანიზაცია „ასოციაცია მეცნიერებისათვის“

(Association for Science), რომელმაც თავის ერთ-ერთ მთავარ მიზნად გამოაცხადა „ღია წვდომის, თანამედროვე სტანდარტების მქონე ელექტრონული ჟურნალების პორტალის შექმნა, სადაც გაერთიანებული იქნება ყველა ქართული ელექტრონული ჟურნალი“. 2021 წელს ასოციაცია Crossref-ის წევრად დარეგისტრირდა, რის შედეგად მის საიტზე განთავსებულ ყველა ელექტრონულ მასალას – ელექტრონულ ჟურნალებს, წიგნებს, სამეცნიერო ნაშრომებს მიენიჭა DOI. ამჟამად რეგისტრირებულია 885 დასახელების პუბლიკაცია – ფაქტობრივად საქართველოდან რეგისტრირებული DOI-ს რაოდენობის ნახევარი (სულ 1752 პუბლიკაცია).

გარდა სტუ-ის სამეცნიერო შრომების კრებულითა, ტექნიკურთან გაფორმებული ხელშეკრულების ფარგლებში სააგენტოში რეგისტრირებულია სტუ-ის 15 დასახელების სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემა, რომელთა შინაარსი ღია წვდომაში ხვდება გამოცემისთანავე. ქვემოთ მოცემულია ამ ჟურნალების ჩამონათვალი.

III. Crossref-ის ანგარიშები

Crossref-ის ანგარიშებიდან მთავარია ანგარიში წვდომის შესახებ (Resolution report) [4] - ანგარიში გამომცემლისათვის, რომელშიც მოცემულია წინათვეში წარმატებით და უშედეგოდ მოძიებული DOI-ს რაოდენობა კონკრეტული პრეფიქსისათვის. ამ ანგარიშს Crossref-ის კომპიუტერული სისტემის პროქსი სერვერის მონაცემებზე დაყრდნობით სააგენტო თავის წევრებს უგზავნის ყოველთვიურად.

სტუ-ის პერიოდული გამოცემები, რომლებსაც მინიჭებულ აქვთ DOI [3]

#	გამოცემის დასახელება	DOI
1.	არქიტექტურისა და ქალაქმშენებლობის თანამედროვე პრობლემები	https://doi.org/10.36073/2233-3266
2.	ბიზნესინჟინერინგი	https://doi.org/10.36073/1512-0538
3.	განათლება	https://doi.org/10.36073/2346-8300
4.	მართვის ავტომატიზებული სისტემები	https://doi.org/10.36073/1512-3979
5.	მეცნიერება და ტექნოლოგიები	https://doi.org/10.36073/0130-7061
6.	მშენებლობა	https://doi.org/10.36073/1512-3936
7.	სამთო ჟურნალი	https://doi.org/10.36073/1512-407X
8.	საქართველოს საინჟინრო სიახლენი (GEN)	https://doi.org/10.36073/1512-0287
9.	არჩილ ელიაშვილის სახელობის მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომათა კრებული	https://doi.org/10.36073/0135-0765
10.	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები	https://doi.org/10.36073/1512-0996
11.	ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა	https://doi.org/10.36073/1512-3537
12.	ჰიდროინჟინერია	https://doi.org/10.36073/1512-410X
13.	ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები	https://doi.org/10.36073/1512-0902
14.	ცოტნე მირცხულავას წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო შრომათა კრებული	https://doi.org/10.36073/1512-2344
15.	Caucasus Abstracts Journal of Nanoscience and Nanotechnology	https://doi.org/10.36073/2667-9221
16.	ქართული რეფერატული ჟურნალი (ქრქ) Georgian Abstracts Journal	https://doi.org/10.36073/1512-0775

როდესაც მკვლევარი საერთაშორისო ქსელში პოულობს საძიებელ ობიექტს, ეს მიიჩნევა DOI-ს ერთ წვდომად. თუ აღნიშნული DOI-ს აკრეფით არ იხსნება სასურველი მასალა, ეს ითვლება უშედეგო ძიებად. ინფორმაცია მომხმარებლის შესახებ არ ფიქსირდება, წვდომათა რაოდენობაც ზუსტად არ განსაზღვრავს პუბლიკაციის პოპულარობას, მაგრამ საშუალებას იძლევა შეფასდეს Crossref-ში მისი განთავსების ეფექტურობა.

ანგარიში რამდენიმე ბლოკისაგან შედგება:

1. წვდომა თვეების მიხედვით (Resolutions by month) – ძიების მცდელობის საერთო რაოდენობა, წარმატებული ძიების – წვდომების რაოდენობა, ყველა მონაწილის მიერ ჩატარებულ ძიებათა საერთო რაოდენობა;

2. თვის პოპულარული ინდექსები (This month's popular DOIs) – თვის 10 ყველაზე პოპულარული DOI კონკრეტული პრეფიქსისათვის;
3. წვდომა ნომრების მიხედვით (Resolutions by the numbers) – ძიების შედეგები უნიკალური ნომრების მიხედვით;
4. წვდომის შედეგები გამოცემების დასახელების მიხედვით (Successful resolution counts by publication title).
წვდომის მცდელობები (Resolution Attempts) აღნიშნავს დროის გარკვეულ პერიოდში (ერთ

თვეში) რამდენჯერ აკრიფეს კონკრეტული ინდექსი – DOI შესაბამისი პუბლიკაციის მოსამბუნად.

წარმატებული ძიება – წვდომა (Resolution Successes) – ჩატარებული ძიების შედეგად რამდენჯერ გაიხსნა სასურველი მასალა. იდეალურ შემთხვევაში ეს ორი მონაცემი უნდა იყოს ერთი და იგივე ან ერთმანეთთან ახლოს მყოფი სიდიდეები.

ყველა მონაწილის მიერ ჩატარებულ ძიებათა საერთო რაოდენობა (Total Attempts for all members) მოცემულია იმის გასაგებად, თუ Crossref-ის წევრი ორგანიზაციების რამდენი DOI იქნა მოძიებული დროის მოცემულ მონაკვეთში.

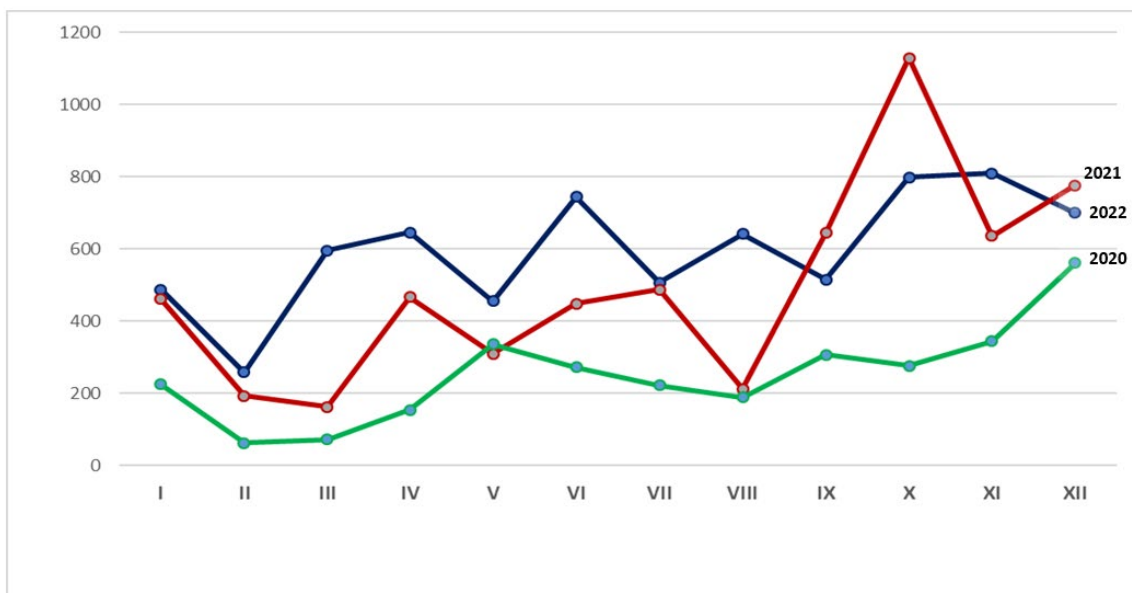
Crossref-ს აქვს რამდენიმე სხვა სახის ანგარიში და შეტყობინებები: კონფლიქტის შესახებ, DOI-ს შეცდომის შესახებ, ანგარიში Schematron, რომლებსაც თავის წევრებთან გზავნის ელექტრონული

ფოსტით. ტექინფორმი ღებულობს მხოლოდ წვდომის ანგარიშს.

IV. ანგარიშების ანალიზი

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, კომპიუტერული სისტემა პროქსი სერვერის მონაცემებზე დაყრდნობით Crossref-ი თავის წევრებს ყოველთვიურად უგზავნის ანგარიშს წვდომის შესახებ (Resolution report) ანუ ანგარიშს წინა თვეში წარმატებით და უშედეგოდ მოძიებული DOI-ს რაოდენობის შესახებ კონკრეტული პრეფიქსისათვის.

აღნიშნულ ანგარიშებს ტექინფორმი იღებს 2019 წლის სექტემბრიდან დღემდე. ქვემოთ მოცემულია მონაცემები 2020 – 2022 წლებში 10.36073 პრეფიქსით რეგისტრირებული ყველა პუბლიკაციისათვის. ერთ თვეში წარმატებული წვდომის მაქსიმალური რაოდენობაა 1,130 (2021 წლის ოქტომბერი).



წარმატებული წვდომის რაოდენობა თვეების მიხედვით

უშედეგო ძიების მაქსიმალური რაოდენობა არის 45 (2022 წლის იანვარი).

გამოვლინდა სტუ-ის შრომების 2021–2022 წლების ყველაზე რეიტინგული პუბლიკაცია: <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2020-4-122-130> ი. ბუიშვილი „სამხედრო-საინჟინრო მეცნიერების როლი ტოტალურ თავდაცვაში“, რომელიც 02.2021-დან 12.2022-მდე 18 თვე იყო საუკეთესო პუბლიკაციების ათეულში (სულ 391 წვდომა) [5].

თვის პოპულარული ინდექსების შედეგები, სადაც მოცემულია 10 ყველაზე რეიტინგული პუბლიკაციის ჩამონათვალი DOI-ს წვდომათა რაოდენობის მიხედვით, ადასტურებს გავრცელებულ მოსაზრებას მიმოხილვითი და მეთოდური პუბლიკაციების პოპულარულობის შესახებ.

განისაზღვრა წვდომების რაოდენობა გამოცემის დასახელების მიხედვით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების პუბლიკაციები 2021 წელს მონახულა 5254-მა რესპონდენტმა, 2022 წელს – 6089-მ. გარდა სტუ-ის შრომებისა, ონლაინ სამეცნიერო კვლევების გლობალურ ქსელში რეგისტრირებულია სტუ-ის 15 დასახელების სამეცნიერო-პერიოდული გამოცემა. მომავალში გათვალისწინებულია შემავალი პუბლიკაციების იდენტიფიცირებაც, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის მათ ხილვადობას და პოპულარობას.

სამუშაო გაგრძელდება პროგრამული პროდუქტის შესაქმნელად. Crossref-ის ანგარიშებში ასახული მონაცემების ავტომატიზებული ძიების ჩასატარებლად პროგრამული პროდუქტის შექმნა უზრუნველყოფს ოთხივე ძირითადი ბლოკის მიხედვით ძიების ჩატარებას, რაც საშუალებას მოგვცემს ავტომატურ

რეჟიმში დავითვალოთ წვდომების რაოდენობები და გამოვიტანოთ შესაბამისი დასკვნები.

შედეგა სტუ-ის ინსტიტუტ ტექნიკორმისა და სტუ-ის ახალგაზრდა მეცნიერთა და სტუდენტთა ინოვაციურ საქმიანობათა ხელშემწყობი სამსახურის – „ერთად“ ერთობლივი პროექტის პრეზენტაცია. სამუშაოს შედეგების შეფასებისას გამომსვლელებმა აღნიშნეს კვლევის აქტუალურობა და გამოთქვეს მოსაზრება Crossref-ის ანგარიშებში ასახული მონაცემების ავტომატიზებული ძიების ჩასატარებლად პროგრამული პროდუქტის შექმნის საჭიროების შესახებ.

დასკვნა

- ონლაინ სამეცნიერო კვლევების გლობალურ ქსელთან დაკავშირებითა და პუბლიკაციებისათვის DOI-ს მინიჭებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო გამოცემები ინტერნეტის ქსელში სამეცნიერო ინფორმაციის მოძიებისა და ციტირების ხელშემწყობის ახალ საფეხურზე ავიდა;
- Crossref-ის ანგარიშებით დასტურდება, რომ სტუ-დან სააგენტოში იგზავნება პუბლიკაციების კორექტული მეტამონაცემები – უმეტეს შემთხვევებში ძიების მცდელობები და დოკუმენტზე წვდომების რაოდენობა ერთი და იგივე ან ერთმანეთთან ახლოს მყოფი სიდიდეებია, არ შემოდის შეტყობინებები DOI-ს დუბლირების ან მცდარი DOI-ს შესახებ. უშედეგო ძიების მაქსიმალური რაოდენობაა 45;
- გამოიკვეთა სტუ-ის სამეცნიერო გამოცემების ძიების სივრცე. ბოლო ორი წლის თვიური ძიე-

- ბის მაქსიმალური რაოდენობაა 1,708, მინიმალური – 163;
- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომათა კრებულის პუბლიკაციები 2021 წელს მოინახულა 5254-მა რესპონდენტმა, 2022 წელს – 6089-მ. გასათვალისწინებელია, რომ გამოცემა არის პოლითემატური, გამოდის წელიწადში 4-ჯერ და ერთ ტომში განთავსებულია 20-მდე სტატია;
 - გამოვლინდა სტუ-ის შრომათა კრებული 2021 – 2022 წლების ყველაზე რეიტინგული პუბლიკაცია;
 - რეკომენდებულია Crossref-ის ანგარიშებში ასახული მონაცემების ავტომატიზებული ძიების ჩასატარებლად პროგრამული პროდუქტის შექმნა.

ლიტერატურა

1. Crossref. (n.d). *Crossref Stats*. Retrieved from: <https://www.crossref.org/06members/53status.html>;
2. Crossref. (n.d). *Go-live*. Retrieved from: <https://www.crossref.org/06members/50go-live.html>;
3. DOI Foundation. (n.d). *Digital Object Identifier (DOI) System*. Retrieved from: <https://doi.org/>
4. Crossref. (n.d). *Resolution Report*. Retrieved from: <https://www.crossref.org/documentation/reports/resolution-report>
5. Buishvili, I. (2020). The Role of Military Engineering Science in Total Defense. *Works of Georgian Technical University* 4(518), 122-130. <https://doi.org/10.36073/1512-0996-2020-4-122-130>

UDC 001.8

SCOPUS CODE 3309

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-85-92>

Reflecting Efficiency of Scientific Publications of the Technical University of Georgia in Crossref Reports

Madona Kopaleishvili	Institute Techninformi, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 47, M. Kostava Str. E-mail: m_kopaleishvili@gtu.ge
Nelly Makhviladze	Institute Techninformi, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 47, M. Kostava Str. E-mail: nellym@gtu.ge
Irina Bedinashvili	Institute Techninformi, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 47, M. Kostava Str. E-mail: i_bedinashvili@gtu.ge
Teimuraz Chubinishvili	Institute Techninformi, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 47, M. Kostava Str. E-mail: t.chubinishvili@gtu.ge

Reviewers:

Z. Gasitashvili, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: zur_gas@gtu.ge

M. Akhobadze, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: meakhobadze@yahoo.com

Abstract. The effectiveness of the scientific publications of the Georgian Technical University included in the Crossref online scientific research global network is evaluated according to the results of the monthly reports provided by the agency to the publisher and covers a period of more than three years. The reports confirm that correct publication metadata are sent from the GTU to the Agency – in most cases, resolutions attempts and successful resolution counts by document are matching or are close to each other, no duplicate DOIs or wrong DOIs have been reported. The search space of the scientific publications of the GTU was defined, the average monthly number of resolutions was determined. The maximum successful resolution counts is 1,130, the maximum failures make 45. The top-rated publication of the 2021-2022 GTU works was identified; the successful resolution counts by the publication title were determined. GTU publications were looked up by 5,254 respondents in 2021, and by 6,089 in 2022. In addition to the Works of GTU, in the search system there are also registered and DOI assigned 15 thematic scientific periodicals of GTU. In the future, it is planned to identify the publications included in them, which will significantly increase their visibility and popularity.

Keywords: Crossref reports; international databases (IDBs); ratings of scientific publications.

განხილვის თარიღი 07.03.2023

შემოსვლის თარიღი 14.03.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

UDC 327

SCOPUS CODE 3320

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-93-107>

ამერიკის შეერთებული შტატებისა და რუსეთის ურთიერთობები ახლო აღმოსავლეთის რეგიონში

თამილა
ყურაშვილი

საერთაშორისო ურთიერთობების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: tamikurashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

ბ. შერაზადიშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

ზ. კვეტენაძე, სტუ-ის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: Kvetenadzezurabi07@gtu.ge

ანოტაცია. XX საუკუნის მთავარი გლობალური გეოპოლიტიკური დისკურსი ხდებოდა მსოფლიოს ორ ნაწილად, საბჭოთა და დასავლეთის გავლენის სფეროებად გაყოფაზე. მსჯელობისას, დასავლეთის ლიდერად გვევლინებოდა ამერიკის შეერთებული შტატები, რაც რუსეთის მხრიდან უმთავრეს გეოპოლიტიკურ მოწინააღმდეგედ აღიქმებოდა. რუსეთის პოლიტიკურმა ხელმძღვანელობამ თავდაპირველად ინერციით, ხოლო შემდეგ კვლავ საფუძვლიანად გააგრძელა საბჭოთა კავშირის ეს კურსი. შედარებით ნაკლებ რეაქციულ პოლიტიკას ავლენდა აშშ-ის ხელისუფლება რუსეთის ფედერაციისადმი, ვიდრე საბჭოთა კავშირის მიმართ. თუმცა, საბოლოო თანაშრომლობითი შეთანხმება, ძირითად გეოპოლიტიკურ საკითხებზე, ამ ორ სახელმწიფოს შორის მაინც ვერ იქნა მიღწეული.

სპარსეთის ყურე და ზოგადად ახლო აღმოსავლეთის რეგიონი ყოველთვის ფართო ინტერესის სფერო იყო რუსეთისთვის. რეგიონის მიმართ ასეთი ინტერესი განპირობებულია საკმაოდ მარტივი მიზეზით – ახლო აღმოსავლეთი არის რუსეთის საზღვრების სამხრეთი ფლანგი. შესაბამისად, რუსეთის საგარეო პოლიტიკაში რეგიონში გავლენის გაძლიერებას ყოველთვის წამყვანი ადგილი ექნება. შესაბამისად, აშშ – რუსეთის ინტერესები ამ რეგიონში იკვეთება.

რუსეთის გეოპოლიტიკაში ერთ-ერთი წამყვანი მიმართულება ამერიკის შეერთებულ შტატებს უჭირავს. ამჟამად აშშ-სა და რუსეთს შორის უკრაინის ომის გამო უაღრესად დამაბული ურთიერთობაა. მიუხედავად ამისა, ორივე მსხვილი საერთაშორისო აქტორი მეტნაკლებად აცნობიერებს, თუ რამდენადაა მათ ურთიერთობებზე დამოკიდებული მთლიანად კაცობრიო-

ბის ბედი. რუსეთი და აშშ ორივე მსოფლიო ომში მოკავშირეები იყვნენ. ეს ისტორიული მეხსიერებაც მათ შორის არსებობს, მაგრამ იდეოლოგიურმა და ცივილიზაციურმა განსხვავებებმა მხარეებს არ მისცა შესაძლებლობა რამდენადმე მშვიდობიანი და სამართლიანი მსოფლიოსათვის ჩაეყარათ საფუძველი. მათ შორის ურთიერთობები უფრო მეტოქეობით ხასიათს ატარებს, ვიდრე თანამშრომლობითს. დღეისათვის რუსეთს აშშ-სა და დასავლეთის მხრიდან მძიმე ეკონომიკური სანქციები აქვს დაწესებული.

საკვანძო სიტყვები: ახლო აღმოსავლეთი; გეოპოლიტიკური მოწინააღმდეგე; გლობალური მოთამაშე; დისკურსი; ურთიერთობები; სპარსეთის ყურე; სტრატეგიული სტაბილურობა.

შესავალი

ახლო აღმოსავლეთი არის მსოფლიოს უნიკალური რეგიონი, სადაც ერთმანეთშია შეზრდილი მსოფლიოს უძველესი ცივილიზაციები და სადაც ასევე ერთად ცხოვრობენ და ერთმანეთთან მუდმივად თანამშრომლობენ სამი რელიგიის – ისლამის, ქრისტიანობისა და იუდეაიზმის მიმდევრები.

მას შემდეგ, რაც ენერგეტიკულ რესურსებს მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ეკონომიკაში, ახლო აღმოსავლეთი გახდა წამყვანი სახელმწიფოების ინტერესის საგანი და გადაიქცა მათ შორის ბრძოლის ეპიცენტრად ახლო აღმოსავლეთის ნავთობზე კონტროლის მოსაპოვებლად.

ვინაიდან თანამედროვე მსოფლიო ეკონომიკაში გაზისა და ნავთობს ცენტრალური ადგილი უჭირავს, მათი როლი მსოფლიო პოლიტიკაშიც იზრდება.

იმის გათვალისწინებით, რომ სპარსეთის ყურის რეგიონში თავმოყრილია მსოფლიოში აღმოჩენილი ნავთობის მარაგების 50 პროცენტი, და მსოფლიოს გაზის მარაგების 40 პროცენტი, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ რეგიონის სტრატეგიული მნიშვნელობა უახლოესი ათწლეულების განმავლობაში მხოლოდ გაიზრდება.

ძირითადი ნაწილი

რუსეთის ფედერაციამ 2008 წლის კონცეფციაში პირველად მოიხსენია გლობალური უსაფრთხოების საკითხის გადაწყვეტა და სტრატეგიული სტაბილურობის დამყარება, როგორც რუსეთისა და აშშ-ის შესაძლო თანამშრომლობის ერთ-ერთი სფერო. მსგავსი გადაწყვეტილებით რუსეთი თავის თავს წარმოაჩენს საერთაშორისო დონეზე ერთ-ერთ წამყვან და, რაც მთავარია, აშშ-ის თანასწორ მოთამაშედ.

რუსეთის ფედერაციის შემდეგ საგარეო კონცეფციებში აღნიშნულია ევროატლანტიკური რეგიონის ქვეყნებთან რუსეთის თანამშრომლობის სურვილი პარტნიორული პარიტეტების საფუძველზე. ეს პარტნიორობა მიმართული უნდა იყოს „საერთო მშვიდობის, უსაფრთხოებისა და სტაბილურობის ფორმირებისკენ, რაც, თავის მხრივ, უნდა დაფუძნებოდეს უსაფრთხოების ერთიან პრინციპებს, თანამშრომლობას და ორმხრივ ნდობას. რუსულ საზოგადოებაში კვლავ მძაფრადაა ჩარჩენილი, ჯერ კიდევ ცივი ომის ეპოქის დისკურსის, აშშ და ევროპის, როგორც რუსეთის – საბჭოთა კავშირის წინააღმდეგ მიმართული ერთიანი დასავლეთის ბლოკის განსაზღვრება. ამას კიდევ უფრო აძლიერებს თანამედროვე რუსეთ - უკრაინის ომი, რომელიც რეალურად რუსეთისა და დასავლეთის დაპირისპირებაა.

თუ გავანალიზებთ ცივი ომის შემდგომ რუსეთ-აშშ-ის ურთიერთობას, რუსეთის საგარეო პოლიტიკურ მიმართულებებში შეერთებული შტატები მოიაზრება, როგორც გეოპოლიტიკური მოწინააღმდეგე. ამასთან ერთად აშშ-ის გეგმები, აღმოსავლეთ ევროპაში განათავსოს რაკეტაწინააღმდეგო თავდაცვის საშუალებები, განიხილება როგორც საფრთხე რუსეთის უსაფრთხოებისა და მსოფლიო სტაბილურობისათვის. რუსი ანალიტიკოსები აღნიშნავენ, რომ რუსეთ-ამერიკის თანამშრომლობა გლობალური სტაბილურობისათვის მნიშვნელოვანია. მიუხედავად უთანხმოებისა, მათი აზრით, ეკონომიკური თანამშრომლობის გაფართოება შეერთებულ შტატებთან, ორივე მხარეს მოსკოვსაც და ვაშინგტონსაც უთანხმოების დაძლევის გზაზე თანამშრომლობის მეტ სტიმულს მისცემდა.

მრავალპოლარული მსოფლიოს შექმნა რუსეთის გეოპოლიტიკური ვექტორის საკვანძო მიზანია. უკრაინაში ომის დაწყებასაც რუსეთი სწორედ ამ ფაქტორით ამართლებს. აშშ-ის პოლიტიკური ისტებლიშმენტი ტრადიციულად იმეორებს, შეერთებული შტატების განსაკუთრებულ და უნიკალურ როლს მსოფლიოს ბედის განსაზღვრაში. რუსი პოლიტიკური ექსპერტებისა და ანალიტიკოსების აზრით, საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, აშშ რაღაც დროის განმავლობაში გახდა ერთპიროვნული ლიდერი და გაუჩნდა იმპერიად გადაქცევის ამბიცია. ამან მსოფლიო პოლიტიკაში გამოიწვია გარკვეული სიძნელებები და მსოფლიო სისტემის გარდაქმნის მოთხოვნა. მათი მოსაზრებით იმისათვის, რომ აშშ-მა შეინარჩუნოს მსოფლიო პროცესებზე დომინანტის სტატუსი, ვაშინგტონი იყენებს სხვადასხვა მეთოდსა და ქმედებას, კერძოდ:

1. ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლისა და ჰუმანიტარული საქმიანობის საბაზით მსოფლიოს სხვადასხვა წერტილში აშშ-ის სამხედრო კონტინგენტის ინტერვენცია. აღნიშნულის შედეგად აშშ ახდენს ადგილობრივი მმართველი რეჟიმების მოშლასა და აღნიშნულ რეგიონებში გეოპოლიტიკური სიტუაციის ვაშინგტონის სასარგებლოდ შემობრუნებას;
2. ნატოს რუსეთის საზღვრებთან მოახლოება და რაკეტაწინააღმდეგო სისტემების აღმოსავლეთ ევროპაში განთავსება. ამით აშშ აქტიურად ცდილობს შეაკავოს რუსეთის გავლენის გაფართოება;
3. აშშ-ის ინიციატივით ახალი სატრანსპორტო სისტემების შექმნა და რუსული „ენერჯეტიკული იარაღის“ შემცირების პოლიტიკის განხორციელება. ამით ვაშინგტონი შეძლებს რუსეთის გვერდის ავლით მოახდინოს შუააზიური ენერგოსაშუალებების ტრანსპორტირება.
4. აშშ-ის მხრიდან დსთ-ის ქვეყნებზე ზეგავლენა და არაერთი „ფარული ქმედების“ განხორციელება. ამით მცირდება დსთ-ის ქვეყნების ევრაზიულ ეკონომიკურ კავშირში, საბაჟო კავშირსა და კოლექტიური უსაფრთხოების ხელშეკრულების ორგანიზაციაში (კუხო) გაერთიანების პერსპექტივები.

რაც შეეხება რუსეთ-ამერიკის ეკონომიკურ თანამშრომლობას, ამ სეგმენტში უფრო მეტად დაინტერესებული მხარე შეერთებული შტატები იყო. რუსეთის ბაზარი, მისი მსოფლიო სავაჭრო ორგანიზაციაში შესვლისა და იმპორტულ საქონელზე

გადასახადების შემცირების შედეგად, ამერიკული მანქანათმშენებლობისათვის, სასოფლო დანიშნულების პროდუქტებისა და ქიმიური კომპანიებისათვის საკმაოდ მიმზიდველი იყო. მეორე მხრივ, რუსული ნავთობი და ნავთობპროდუქტები აშშ-ის ბაზარზე ყოველწლიურად შედარებით ნაკლები რაოდენობით შედიოდა. ამის ძირითადი მიზეზი შეერთებული შტატების მიერ საკუთარი ნავთობის მრეწველობის ზრდა იყო. თუმცა ასევე, ეკონომიკური თანამშრომლობის ხელის შეშლა პოლიტიკურ გარემოებებსაც ემყარებოდა. მაგალითისთვის, აშშ-ის პოლიტიკურმა კლასმა ერთის მხრივ გააუქმა „ჯეკსონ-ვენეის“ შესწორება, რაც აშშ-ის კომპანიებს უკრძალავდა რუსეთის ფედერაციასთან ეკონომიკურ ვაჭრობას, თუმცა არ დააყოვნა და მალევე მიიღო „მაგნიტსკის აქტი“. ორივე აქტი ამერიკული საკანონმდებლო ხელისუფლება რუსეთის ხელისუფლების ქმედებებს განიხილავდა როგორც იმპერიალისტურ მოქმედებებს, რომლებიც მიმართული იყო ადამიანის უფლებების შელახვისაკენ.

რუსეთის დღევანდელი პოლიტიკა ახლო აღმოსავლეთში ისტორიულ გამოცდილებას ეფუძნება. თუ გადავხედავთ საბჭოთა რუსეთის ისტორიას, რა თქმა უნდა, ახლო აღმოსავლეთი რუსეთისათვის უცხო რეგიონს არ წარმოადგენს. რუსულ პოლიტიკურ აზროვნებაში დამკვიდრებულია, რომ XV საუკუნეში, ბიზანტიის იმპერიის განადგურების შემდეგ, სწორედ „რუსეთი გახდა ქრისტიანული მართლმადიდებლობის კერა და ახლო აღმოსავლეთში მცხოვრები ქრისტიანული ერების დამცველი სახელმწიფო“. ხმელთაშუაზღვისპირეთში რუსული საზღვაო ძალები XVIII საუკუნიდან მოქმედებენ, ეს იყო ოსმალეთის იმპერიისა და სპარსელების

წინააღმდეგ ბრძოლა, თუ პირველი მსოფლიო ომის დროს თურქეთთან დაპირისპირება. მეორე მსოფლიო ომის დროს, სწორედ საბჭოთა ძალებმა შეძლო ირანში შესვლა, სადაც 1943 წელს „დიდი სამეულის“ ლიდერებს შორის ისტორიული შეხვედრა გაიმართა.

მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ, საბჭოთა კავშირი ებრაული სახელმწიფოს დაფუძნების ერთ-ერთი აქტიური მხარდამჭერი იყო. თუმცა მოგვიანებით რუსეთის ინტერესები და, შესაბამისად, მისი მხარდაჭერა ისეთ არაბულ სახელმწიფოებს დაუკავშირდა, როგორცაა სირია, რადგან ცივი ომის დროს ამერიკის წინააღმდეგ ბრძოლაში სწორედ ამ ქვეყნებს მიიჩნევდა საბჭოთა კავშირი თანამოაზრედ. წლების განმავლობაში საბჭოთა კავშირი რეგიონის ქვეყნებს ამარაგებდა იარაღით, ათობით ათასი სამხედრო მრჩევლითა და ტექნიკოსით, ასევე უწევდა ეკონომიკურ დახმარებას. განსაკუთრებით, თუ გავითვალისწინებთ იმ ფაქტს, რომ ცივი ომის დროს ევროპა და აღმოსავლეთ აზია უკვე დაყოფილი იყვნენ გავლენის სფეროებად, სწორედ ახლო აღმოსავლეთი იყო საბჭოთა კავშირსა და ამერიკის შეერთებულ შტატებს შორის მთავარი ბრძოლის ველი.

სპარსეთის ყურის ომის დროს, საბჭოთა კავშირის მამინდელი ლიდერის, მიხეილ გორბაჩოვის გადაწყვეტილებით, რუსეთის ახლო აღმოსავლეთის რეგიონიდან გამოსვლა გახდა საბჭოთა კავშირის ზესახელმწიფოს სტატუსის შემცირების მიზეზი. სწორედ ამ სტატუსის აღდგენამ განაპირობა პრეზიდენტ ვლადიმერ პუტინის ახლო აღმოსავლეთში რუსეთის დაბრუნების გადაწყვეტილება. ახლო აღმოსავლეთის რეგიონში კონტროლის მოპოვება არის საშუალება რუსეთისთვის ყოფილი საბჭოთა კავშირის ფარგლებს გარეთ მოახდინოს ქვეყნის პოზიციების აღდგენა.

2015 წელს სირიის კრიზისთან დაკავშირებული აშშ-რუსეთის დიპლომატიური ძალისხმევა და შემდგომ რუსეთის მხრიდან სამხედრო ინტერვენცია გახდა რუსეთის მიერ გადადგმული პირველი ნაბიჯი ახლო აღმოსავლეთის რეგიონსა და საერთაშორისო დონეზე გლობალური მოთამაშის სტატუსის დაბრუნების გზაზე. მნიშვნელოვანია იმის აღნიშვნა, რომ როდესაც რუსეთმა გადაწყვიტა სირიის სამოქალაქო ომში ჩაბმა, იმ დროისთვის აშშ-ის თავდაცვის მდივანმა, ეშტონ კარტერმა მოსკოვს კატასტროფა უწინასწარმეტყველა. მათი გადმოსახედიდან, რუსეთის სირიაში შესვლა უფრო გაართულებდა ისედაც დამაბულ სიტუაციას და ისლამური სახელმწიფოს წინააღმდეგ ბრძოლის რუსული სტრატეგია განწირული იყო მარცხისთვის.

შესაძლოა ეს ვარაუდი გამართლებულიყო, თუმცა, ამერიკულმა მხარემ ვერ გაითვალისწინა, რომ სირიაში შესვლა რუსეთის მხრიდან გაცნობიერებული ნაბიჯი იყო. რუსეთისთვის სირია არ არის უცხო პოლიტიკური გარემო, პირიქით ცივი ომის დროს სირია იყო საბჭოთა კავშირის ერთ-ერთი მხარდამჭერი. შესაბამისად, მოსკოვს ყოველთვის კარგი ურთიერთობა ჰქონდა სირიის პოლიტიკურ ხელმძღვანელობასთან. ქვეყანაში შესვლის ძირითადი მიზეზიც სწორედ ამ კავშირის შენარჩუნება იყო. პუტინისთვის ცხადი იყო, რომ რუსეთის ჩარევის გარეშე შეუძლებელი იყო ასადის რეჟიმის შენარჩუნება, რაც რუსეთისათვის აუცილებელი კომპონენტს წარმოადგენდა რეგიონთან კავშირის განმტკიცებისათვის. კრემლის გათვლებით, თუ რუსეთს სურდა, რომ მისი ახლოაღმოსავლური ექსპანსიის გეგმა რეალური ყოფილიყო, აუცილებელი ხდებოდა სირიის ომში ჩარევა და, შესაბამისად ასადის ხელისუფ-

ლებაში დატოვება. რუსეთის ეს გადაწყვეტილება, რა თქმა უნდა, რისკიანი იყო, რადგან დამარცხება წერტილს დაუსვამდა რუსეთის მიზნებს რეგიონთან მიმართებაში. თუმცა ეს არ იყო უსაფუძვლო გადაწყვეტილება, როგორც ამას ამერიკელები თვლიდნენ. გარდა ამისა, რუსეთს კარგი შესაძლებლობა ექმნებოდა დაებლოკა კატარიდან ევროპისკენ მიმავალი გაზსადენი, რაც რუსულ ენერგეტიკულ იმპერიას საფრთხეს უქმნიდა, რადგან დასავლეთი, განსაკუთრებით ევროპა, ნაკლებ დამოკიდებული გახდებოდა რუსულ ენერგომატარებლებზე.

განვითარებული მოვლენებით თუ ვიმსჯელებთ, რუსეთმა რეგიონში წარმატების მიღწევა ორ წელიწადში მოახერხა და, რაც მთავარია, მისი ერთ-ერთი მთავარი მოკავშირე – პრეზიდენტ ასადის რეჟიმი – გადაარჩინა. რუსეთმა ასევე შეძლო გამარჯვება მოეპოვებინა ისლამურ სახელმწიფოზე. 2017 წლის 6 დეკემბერს პუტინმა განცხადებაში აღნიშნა, რომ სირიაში ევფრატის ორივე სანაპიროზე ისლამური სახელმწიფოს წინააღმდეგ სრული გამარჯვება მოიპოვეს. მან ასევე აღნიშნა, რომ ამ დროისთვის სამხედრო ოპერაციები დასრულდა და სამომავლოდ ყურადღება პოლიტიკურ პროცესებზე გამახვილდებოდა.

რუსეთის ინტერესის სფეროა ასევე ფასების კონტროლი ენერგომატარებლებზე რეგიონში გაზისა და ნავთობის წამყვან მწარმოებლებთან პოლიტიკის კოორდინაციით. ენერჯის ფასების კონტროლი რუსეთისთვის არის კიდევ ერთი და საკმაოდ ძლიერი არასამხედრო შესაძლებლობა, რომ თავის კონტროლს დაუქვემდებაროს რეგიონში მიმდინარე პროცესები. თუ გადავხედავთ რუსეთის მოქმედებებს საერთაშორისო ასპარეზზე, დავინახავთ, რომ

კრემლი ხშირად იყენებს ენერჯის ფასებს მიზნების მისაღწევად და ძალაუფლების განსამტკიცებლად.

სწორედ ეს ინტერესები განსაზღვრავს რუსეთის ახლო აღმოსავლეთის პოლიტიკის მიმართულებებს. აღნიშნული მიზნების მისაღწევად რუსეთი აქტიურად ცდილობს თავის სასარგებლოდ დაამშვიდოს სიტუაცია სირიაში, რაც ითვალისწინებს ასადის ხელისუფლებაში დატოვებასა და მისი სახით რეგიონში მოკავშირის შენარჩუნებას. ირანის ბირთვული გარიგების შემდეგ რუსეთი ცდილობს ურთიერთობა გააღრმავოს ირანთან და მაქსიმალური სარგებელი ნახოს. ამჟამად რუსეთი ირანთან ფართოდ თანამშრომლობს ბირთვული ენერჯეტიკის სფეროში, რაც ეწინააღმდეგება აშშ-ის ეროვნულ ინტერესებს სპარსეთის ყურეში. გარდა ამისა, უკრაინის ომში აშკარად გამოიკვეთა ირანის სამხედრო მხარდაჭერა რუსეთისადმი, რაც კამიკაძე დრონების გადაცემაში გამოიხატა. რუსეთი ამ დრონებს ეფექტურად იყენებს უკრაინის კრიტიკული ინფრასტრუქტურის გასანადგურებლად, რაც ვაშინგტონის და მთლიანად დასავლეთის უკიდურეს გაღიზიანებას იწვევს. ირანი, თავის მხრივ, აშკარად არ აცხადებს, რომ ის ამ ომში რუსეთის მოკავშირეა.

მოკავშირეების გაზრდის მიზნით რუსეთი ასევე ცდილობს შეძლებისდაგვარად პრაგმატული ურთიერთობა დაამყაროს საუდის არაბეთსა და სპარსეთის ყურის სხვა ქვეყნებთან. საუდის არაბეთის მეფის – სალმანის ვიზიტი რუსეთში შესაძლოა მიჩნეული იყოს საუდის არაბეთსა და რუსეთს შორის ურთიერთობის დაწყების საწინდრად, განსაკუთრებით, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ვიზიტის ფარგლებში, საუდის არაბეთის მეფემ რუსეთთან თანამშრომლობის დაწყების ახალი ეპოქის შესაძ-

ლებლობებზე მიანიშნა. მიუხედავად ქვეყნებს შორის განსხვავებებისა და დამაბული ურთიერთობისა, უსაფუძვლო არ იქნება იმის აღნიშვნა, რომ სამომავლოდ შესაძლოა ეს ქვეყნები საერთაშორისო დონეზე მოკავშირეებიც გახდნენ. ვარაუდის საშუალებას ასევე იძლევა ზემოხსენებული შეხვედრის შემდეგ, საუდის არაბეთის საგარეო საქმეთა მინისტრის განცხადება, რომ რუსეთ-საუდის არაბეთის ურთიერთობის მიმართებაში ახალი შესაძლებლობები გაჩნდა, რაც აქამდე წარმოუდგენელი იყო.

ყოველივე ამის გაგრძელება იყო 2022 წლის ნოემბერში, ვენაში ოპეკის შეხვედრაზე საუდის არაბეთის მკვეთრი პოზიცია, რომ იგი აშშ-ის თხოვნის მიუხედავად ნავთობის მოპოვებას შეამცირებდა, რაც აშკარად რუსეთის წისქვილზე ასხამდა წყალს, მაგრამ აქვე ისიც უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ბოლო დროინდელი ტენდენციებით პატარა სახელმწიფოებმა აშკარად დაიწყეს მხოლოდ საკუთარი ეროვნული ინტერესების დაცვა და ნაკლებად ითვალისწინებენ დიდი აქტორების მოთხოვნებს. ამას ისიც უნდა დავუმატოთ, რომ 2022 წლის მაისში აშშ-ის პრეზიდენტ ბაიდენს საუდის არაბეთის ლიდერი მოჰამედ ბენ სალმანი საკმაოდ ცივად შეხვდა.

ახლო აღმოსავლეთში რუსეთის პოლიტიკის ძირითადი მამოძრავებელი ძალა გეოპოლიტიკურია. თუმცა არ უნდა დავივიწყოთ, რომ რუსეთის პოლიტიკის ვექტორების ასევე მნიშვნელოვანი განმსაზღვრელი ფაქტორია ქვეყანაში მიმდინარე პროცესები. რუსეთის ფედერაციაში შედის რამდენიმე დიდი მუსლიმური რესპუბლიკა, ჩეჩნეთი და დღესტანი ჩრდილოეთ კავკასიაში, ხოლო მდინარე ვოლგის აუზში თათრეთი. ქვეყნის საერთო მოსახლეობის 12 პროცენტი მუსლიმია. დამატებით, ცენტ-

რალური აზრისა და აზერბაიჯანის მუსლიმი მოსახლეობის რუსეთში ემიგრანტთა რაოდენობა მილიონამდე აღწევს, რომელთა დიდი ნაწილი რუსეთში არალეგალურად შედის. ახლო აღმოსავლეთიდან მიგრაციის ტალღის გამძლიერება კიდევ უფრო საფრთხის ქვეშ აყენებს მუსლიმი მოსახლეობის ჩრდილოეთით, რუსეთის ფედერაციასთან მიახლოებას. მიუხედავად ისლამური სახელმწიფოს „დაცემისა“ რუსეთში მაინც არის რადიკალური იდეოლოგიის გავრცელების საშიშროება. უნდა აღინიშნოს, რომ XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან რუსეთი ყოველთვის იდგა ტერორიზმის საფრთხის წინაშე.

სირიაში რუსეთის შესვლის გადაწყვეტილება ასევე განპირობებული იყო სამხედრო კუთხითაც. რუსეთის სამხედრო შესაძლებლობები პოსტსაბჭოთა ტრანსფორმაციისა და მოდერნიზაციის პროცესშია, სირიაში შესვლით რუსეთს საშუალება მიეცა, მართალია მცირე მასშტაბით, მაგრამ მაინც დაბრუნებულიყო ძირითად საერთაშორისო აქტორთა რიგებში. რუსეთის თავდაცვის სფეროში ახლო აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ აფრიკის ქვეყნებს მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ როგორც მომხმარებლებს. 2015 წელს რუსეთის შეიარაღების შემსყიდველთა რიგებში 36 პროცენტი სწორედ ახლო აღმოსავლეთისა და ჩრდილოეთ აფრიკის ქვეყნებს ეკავათ, რაც საკმაოდ მაღალი მაჩვენებელია თუ გავითვალისწინებთ, რომ აზიას 42 პროცენტი აქვს დაკავებული.

ათწლეულების განმავლობაში ალჟირი, ეგვიპტე, ირანი, ერაყი და სირია სწორედ რუსეთისაგან ყიდულობენ შეიარაღებას. შესაბამისად, რუსეთში შეიარაღების მწარმოებლები იმედოვნებენ, რომ სირიის ომში რუსული იარაღის მოქმედება, ისევე,

როგორც დამასკოში პუტინის მხრიდან მოკავშირის მხარდაჭერა, ხელს შეუწყობს რეგიონში რუსეთის შეიარაღების პრესტიჟის ამაღლებას და შესაბამისად გამოიწვევს ახალი კლიენტების ინტერესს, განსაკუთრებით კი სპარსეთის ყურის ქვეყნებში. ამ კუთხით რუსეთის მხრიდან ერთ-ერთი უახლესი წინ გადადგმული ნაბიჯია საუდის არაბეთისთვის მძლავრი S-400 საჰაერო თავდაცვის სისტემის მიყიდვა. აღნიშნული გარიგებით არა მხოლოდ რუსეთის ბიუჯეტი გაიზარდა, არამედ ამან ხელი შეუწყო რუსეთისა და საუდის არაბეთის ურთიერთობის დადებითად განვითარებას.

რუსეთის სამხედრო ინტერვენცია სირიაში ბოლო წლების განმავლობაში პუტინის მესამე სამხედრო თავდასხმას წარმოადგენდა: 2008 წელი – საქართველო, 2014 წელი – უკრაინა და 2015 წელი – სირია. სამივე ქვეყანას აერთიანებს ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი, მათ აქვთ წვდომა იმ საზღვაო აუზებზე, რაც აუცილებელია რუსეთის ეკონომიკური ზრდისთვის, რაც თავისთავად ხელს შეუწყობს რუსეთს, რომ დაიბრუნოს გლობალური მოთამაშის სტატუსი. გარდა ამისა, სირიის, ასევე საქართველოსა და უკრაინის კონტროლი მინიმუმამდე შეამცირებს გეოსტრატეგიულ მანძილს ახლო აღმოსავლეთსა და რუსეთს შორის, ასევე დასავლეთ ევროპასთან. საშუალებას მისცემს რუსეთს აკონტროლოს და საჭიროების შემთხვევაში ჩაერიოს იმ ნებისმიერ გლობალურ და რეგიონალურ პროცესში, რაც რუსეთის მხრიდან მისი პოლიტიკის საწინააღმდეგოდ იქნება აღქმული. მსგავსი გავლენის მოპოვება, რა თქმა უნდა აიძულებს აშშ-სა და სხვა გლობალურ მოთამაშეებს ცნონ რუსეთის მზარდი ზეგავლენა და როლი საერთაშორისო პოლიტიკაში.

რუსეთის უნარი, რომ ეფექტურად და სწრაფად იმოქმედოს რამდენიმე ფლანგზე ხაზს უსვამდა რუსეთის სამხედრო შესაძლებლობებს, ასევე ასახავდა კრემლის სურვილს განეხლებინა რუსეთის გლობალური როლი, რომელიც მას ცივი ომის დროს ჰქონდა, როდესაც საბჭოთა კავშირის ჯარები განლაგებული იყო კუბაში, ავღანეთში, ევგოპტესა და ბევრ სხვა ქვეყანაში, რათა დაეხალანსებინა აშშ-ის გავლენა.

რუსეთის ახლო აღმოსავლეთის პოლიტიკის გადახედვით მარტივია იმის დანახვა, რომ რუსეთი აქტიურად მოქმედებს რამდენიმე ფლანგზე. ეს არის სირიის კრიზისის მოგვარება, საუდის არაბეთთან საერთო ენის გამონახვა, ირანთან და თურქეთთან თანამშრომლობის გაგრძელება, თუ ისრაელის რთულ შიდა პოლიტიკასთან ლავირება. თუმცა, როდესაც ვსაუბრობთ რუსეთის ახლოაღმოსავლურ პოლიტიკაზე არ უნდა დავივიწყოთ ის გამოწვევები და პრობლემები, რასაც რუსეთი შეიძლება წააწყდეს რეგიონში თავისი საგარეო პოლიტიკის გატარებისას.

ერთ-ერთი ყველაზე დიდი პრობლემა, რაც კრემლის წინაშე დგას არის სირიაში არსებული პოსტკონფლიქტური სიტუაციის მართვა.

სირიის ისლამური სახელმწიფოსა და ერაყის წინააღმდეგ ბრძოლის მთავარი ეტაპი დასრულებულია. მიუხედავად იმისა, რომ შეიარაღებული ჯგუფის სრულად გაქრობა ჯერჯერობით საეჭვოა, მათ მიერ ტერიტორიების კონტროლი თითქმის მთლიანად გაქარწყლებულია მას შემდეგ, რაც სირიის ორი "დედაქალაქი" – მოსული და რაქა – გათავისუფლდა და ერაყისა და სირიის ტერიტორიების უმრავლესობა დაბრუნდა. სირიის დანარჩენ ტერიტორიას კი აშშ-ის მოკავშირე ქურთული სახალხო დამცველის რეჟიმი აკონტროლებს. რუსული ინტერვენციის წყალობით,

შეიარაღებული ოპოზიციის მნიშვნელოვანი ნაწილი ლიკვიდირებულია და შეიძლება ითქვას, რომ აქტიური საომარი მოქმედებების პერიოდი დასრულდა. ამ ეტაპზე სირიელი ხალხისთვის მშვიდობისა და სტაბილურობის საკითხები გაცილებით მნიშვნელოვანია, ვიდრე ძალაუფლების განაწილება და მომავალი პოლიტიკური წყობა.

ამჟამად სირია შესულია კონფლიქტის დეესკალაციის ფაზაში, სადაც რუსეთის როლი, როგორც წამყვანი აქტორის, კითხვის ნიშნის ქვეშ დგება. მალე სირიის რეჟიმი აღარ მოითხოვს სამხედრო მხარდაჭერას, არამედ ქვეყანას დასჭირდება სერიოზული ფინანსური მხარდაჭერა, რაც შეიძლება რუსეთმა ვერ უზრუნველყოს. დღევანდელი გადმოსახედიდან, ბაშარ ალ-ასადი რუსეთის მხარდაჭერისა და სამხედრო ინტერვენციის წყალობით შეიძლება მიჩნეული იყოს, როგორც „გამარჯვებული“, თუმცა, ეს სულაც არ არის იმის გარანტი, რომ რუსეთისათვის პოსტკონფლიქტურ სირიაში ყოფნა კომფორტული იქნება. ამ აზრს კიდევ უფრო ამყარებს უკრაინაში მიმდინარე ომი, რაც რუსეთისათვის უაღრესად დიდი და თავსატეხი პრობლემაა.

შეიარაღებული კონფლიქტის დროს რუსეთის მნიშვნელობა დამასკოსთვის განსაზღვრული იყო სამხედრო დახმარებითა და მისი ძალების განლაგებით, რამაც მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა რეჟიმის სამხედრო მიღწევებში, მაგრამ პოსტკონფლიქტური პერიოდის დაწყებით, სამხედრო ფაქტორების მნიშვნელობა სტაბილურად შემცირდება და წინ წამოსწევს თანამშრომლობის ფინანსურ და ეკონომიკურ ასპექტებს. როგორც რუსი ანალიტიკოსი ი. ხრისტენზენი, სირიაში რუსების მოქმედებებზე

ამბობს: „ნგრევა რუსებს კარგად გამოსდით, ვნახოთ როგორ გამოუვათ შენება.“

ამ ყველაფრის ფონზე, ირანმა გააკეთა განცხადება, რომ ის სირიას ფინანსურად ხელს შეუწყობდა. სატელეფონო საუბრისას ირანის პრეზიდენტმა ჰასან რუჰანმა ბაშარ ალ-ასადი დაარწმუნა, რომ მისი ქვეყანა მზად იყო აქტიური მონაწილეობა მიეღო სირიის ომის შემდგომ განვითარებაში. ირანის პრეზიდენტმა ასევე მოუწოდა ირანულ კერძო კომპანიებს ჩაერთონ სირიის რეკონსტრუქციის პროცესში. აღნიშნულის განხორციელების შემთხვევაში სირიაში საგრძნობლად გაიზრდება ირანის გავლენა, რაც პირდაპირ გამოიწვევს ქვეყანაში რუსეთის ძალაუფლების შემცირებას. აქვე უნდა აღინიშნოს ირანის პრეზიდენტის კიდევ ერთი განცხადება, სადაც აღნიშნავს, რომ სირიის მომავლის გადაწყვეტა არ შეიძლება მოხდეს ძალაუფლების ვაკუუმში. დამასკოს ხელისუფლება უნდა იყოს ძლიერი და თავად უნდა შეძლოს პოსტკონფლიქტური პროცესის გავლა. ეს განცხადება შესაძლოა გაკეთებული ყოფილიყო რუსეთის წინააღმდეგ, რათა ხაზი გასმოდეს იმას, რომ ქვეყნის ბედთან დაკავშირებით გადაწყვეტილებები არ უნდა მიიღონ გარე აქტორებმა სხვადასხვა შეხვედრის დროს, როგორცაა ქენევის პროცესი, რომელსაც ირანი მისი ინტერესების მოწინააღმდეგედ აღიქვამს.

რუსეთში არსებული ეკონომიკური და ფინანსური მდგომარეობით თუ ვიმსჯელებთ, ირანისგან განსხვავებით რუსეთს არ გააჩნია იმის შესაძლებლობა, რომ დიდი ინვესტიციები გააკეთოს სირიაში კონფლიქტის დასრულების შემდეგ. 2014 წელს რუსეთის წინააღმდეგ სანქციების გაცემამ და რუსეთის მხრიდან საპასუხოდ ვაჭრობაზე ბოიკოტის

გამოცხადებამ, ამასთან ერთად ნავთობის ფასების დრამატულმა შემცირებამ და რუბლის ძალის დაკარგვამ, რუსეთი ძლიერ ეკონომიკურ კრიზისში ჩააგდო.

ამ ყველაფრის გათვალისწინებით, სირიაში რუსეთის პოზიციები დამაჯერებლად არ გამოიყურება. რუსეთი აცნობიერებდა, რომ ირანთან და თურქეთთან ალიანსი მომავალში შეიძლება არც ისე სასარგებლო ყოფილიყო, მაგრამ უკრაინის ომმა ვითარება რადიკალურად შეცვალა. პოსტკონფლიქტური სირიის მიმდინარე პროცესებში დომინირებისათვის მოსკოვს ესაჭიროებოდა ახალი მოკავშირეების მოძიება, რომლებიც ძირს არ გამოუთხრიდნენ რუსეთის გეგმებს რეგიონთან მიმართებაში. შედეგად, რუსეთის მთავრობა აქტიურად ცდილობდა შეენარჩუნებინა კონტროლი მოლაპარაკებების პროცესებზე, რათა არ მომხდარიყო მისი, როგორც სირიის კრიზისის მთავარი მოდერატორის პოზიციის შესუსტება.

რუსეთის ძირითადი მიზანი იყო რეგიონულ და საერთაშორისო მოთამაშეებს ენახათ, რომ რუსეთი არის შეუცვლელი აქტორი სირიის კრიზისის მოგვარების პროცესში. სწორედ ამ მიზნით დაიგეგმა და გაიმართა 2018 წლის 29-30 იანვარს სირიელი ხალხისთვის კონგრესი სოჭში. კრემლის ვარაუდით, ეს კონგრესი უნდა ქცეულიყო ერთგვარ აქტივად მსოფლიო თანამეგობრობის თვალში, სირიის კონფლიქტის მოგვარების საქმეში რუსეთის, როგორც უპირობო მოთამაშის დამკვიდრებისათვის. თუმცა შედეგი არც ისე სახარბიელო გამოდგა რუსეთისათვის. ჯერ კიდევ კონგრესის დაწყებამდე შეიქმნა პრობლემა მონაწილეთა განსაზღვრისას. ბევრს მიიჩნდა, რომ რუსეთის ეს ნაბიჯი ქენევის სამშვიდობო პროცესის

დაკნინების მცდელობა იყო და მონაწილეთა დიდმა უმრავლესობამ თავიდანვე ნეგატიური დამოკიდებულება გამოხატა შეხვედრის მიმართ. კონგრესის თავდაპირველი მიზანი იყო მოსკოვის, ანკარისა და თეირანის მხრიდან გზავნილი ვაშინგტონის მიმართულებით, რომ ამერიკელებს არანაირი გავლენა არ აქვთ სირიაში მიმდინარე პროცესებზე, და რომ სირიის ისლამური სახელმწიფო რეგიონული აქტორების გავლენის ქვეშაა, მაგრამ ეს აღმოჩნდა ისევე განუხორციელებელი, როგორც თავად ამ კონგრესის შინაარსი.

რუსეთმა თავისი გავლენის განმტკიცება მანამდე არაერთხელ სცადა. 2017 წლის 20 ნოემბერს ბაშარ ალ-ასადის სოჭში გამართულ შეხვედრაზე გამოჩენა, 2011 წლის შემდეგ მისი ქვეყნიდან გამოსვლის მეორე შემთხვევა იყო. პირველად ის 2015 წელს ასევე რუსეთში იმყოფებოდა პუტინთან შეხვედრაზე. რუსეთისათვის სირიის პრეზიდენტი ერთგვარი აქტივია, რომელსაც რუსეთის ხელისუფლება ცდილობს დიპლომატიურ წარმატებად აქციოს. სირიის პრეზიდენტის ვიზიტის ძირითადი მიზანი დამსკოს საკითხთან მიმართებით რუსეთის მონოპოლიის განმტკიცება იყო. პუტინმა ნათლად დაანახა საერთაშორისო თანამეგობრობას, რომ მოსკოვს აქვს ქვეყნის გასაღები და მხოლოდ მას შეუძლია მოლაპარაკების მაგიდასთან მიიყვანოს სირიის ხელისუფლება.

შეხვედრის დასრულებისთანავე პუტინმა საუბრის არაბეთის, ეგვიპტის, ისრაელისა და ამერიკის შეერთებული შტატების ლიდერებს გააცნო შეხვედრის შედეგები. ორი დღის შემდეგ, ირანისა და თურქეთის პრეზიდენტებთან შეხვედრისას პუტინმა კიდევ ერთხელ სცადა თავისი წამყვანი პოზიციისა

და როლის განმტკიცება რუსეთ-ირან-თურქეთის სამკუთხედში.

სირიის მოლაპარაკებების პროცესში გადამწყვეტი როლის მიუხედავად, რუსეთის რესურსები და შესაძლებლობები აშკარად არ იყო საკმარისი იმისთვის, რომ კრემლს წამყვანი როლი შეენარჩუნებინა კონფლიქტის შემდგომ მიმდინარე პროცესების მართვაში. მოსკოვს სჭირდებოდა სირიაში კიდევ ერთი პარტნიორი, რომელსაც შეეძლებოდა პოსტ-კონფლიქტურ პერიოდში რეკონსტრუქციისთვის საჭირო რესურსების მოძიება და თანახმა იქნებოდა ქვეყანისათვის ფინანსური დახმარება რუსეთის გავლით გაეწია. უფრო დიდი პრობლემა იყო ის, რომ მოსკოვს არ გააჩნდა საკმარისი დრო ახალი პარტნიორების მოსაძებნად. ისლამურ სახელმწიფოზე გამარჯვების გამაყარება უფრო გააძლიერებდა ასადის რეჟიმს, რაც გაართულებდა სირიის პრეზიდენტზე რუსეთის გავლენის გაძლიერებას. რუსეთისათვის მთავარი საფრთხე ის იყო, რომ რაღაც მომენტში „შესაძლო იყო დამსკოს რუსულ ზეწოლაზე რეაგირება შეეწყვიტა“, რაც რუსეთის გეგმებს ახლო აღმოსავლეთის რეგიონთან მიმართებით საგრძნობლად შეაფერხებდა.

რუსეთის მიმდინარე მოქმედებები მიუღებელი თუ არა დამაფიქრებელი მაინც იყო თეირანისთვის. უცხო არ არის იმის მტკიცება, რომ სირიის კრიზისსა და შემდგომ პროცესებში, როგორც რუსეთსა და თურქეთს, ირანსაც თავისი ინტერესები აქვს. უპირველეს ყოვლისა, თეირანი თვლის, რომ რუსეთის სურვილი განიხილოს ჟენევის პროცესი, როგორც სირიაში მიმდინარე პროცესების მოგვარების პოლიტიკური სტრატეგია, არის დამსკოსთან მიმართებით თეირანის გრძელვადიანი ინტერესების გა-

მოწვევა. უფრო მეტიც, ირანის თვალსაზრისით, ჟენევის პროცესი, პირველ რიგში, სირიაში მიმდინარე პროცესებში ირანისა და მისი მოკავშირეების როლის შემცირების ერთ-ერთი საშუალებაა. ამრიგად, ჟენევის პროცესის ნებისმიერი მხარდაჭერა ირანის მხრიდან აღქმული იქნება, როგორც პირდაპირი დარტყმა თეირანის ინტერესებზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ სოჭში 2017 წელს გამართული ბოლო სამხრეთი საპრეზიდენტო სამიტის დროს, მხოლოდ პუტინმა ისაუბრა ჟენევის პროცესის აუცილებლობაზე, როდესაც ირანის პრეზიდენტმა ჰასან რუჰანმა ძირითადი აქცენტები იმაზე გააკეთა, რომ სირიის მომავალი სირიელი ხალხის ხელშია. ვფიქრობთ, რომ რუსეთის მხრიდან ჟენევის პროცესის მხარდაჭერა არ უნდა იქნას აღქმული, როგორც ირანთან მეტოქეობის მცდელობა, არამედ პუტინის მსგავსი ქმედება კიდევ ერთხელ უსვამს ხაზს იმას, რომ რუსეთი არის ერთადერთი მაკავშირებელი ძალა ორ განსხვავებულ კავშირს შორის – ჟენევის პროცესი და სოჭის კონგრესი, რომელიც აქტიურად არის ჩართული სირიის კონფლიქტის მოგვარებაში.

ირანის მეორე შემფოთება უკავშირდება რუსეთის მიერ სირიის კრიზისში ჩართულ ყველა მხარესთან მუშაობის პოლიტიკას. მაგალითად, ასადთან შეხვედრის შემდეგ პუტინმა აშშ-ის პრეზიდენტ დონალდ ტრამპთან, საუდის არაბეთის მეფე სალმანთან, ეგვიპტის პრეზიდენტ აბდელ ფატას ალ-სისისთან და ისრაელის პრემიერ-მინისტრ ბენიამინ ნეთანიახუსთან ცალ-ცალკე სატელეფონო საუბრები გამართა სოჭის სამიტის შედეგების შესახებ. ეჭვგარეშეა, რომ ამერიკის, საუდის არაბეთისა და ისრაელის სირიასთან დაკავშირებული გეგმები ეწინააღმდეგება ირანის

ძირითად ინტერესებს და, აქედან გამომდინარე, თეირანი საფუძვლიანად არის შემფოთებული რუსეთის მხრიდან ამ აქტორებთან ნებისმიერი სახის თანამშრომლობით. რუსეთის მრავალმხრივი დიპლომატია სირიის საკითხთან მიმართებით ირანისთვის დასაფიქრებელია, ვინაიდან ორივე ქვეყანას თავისი ინტერესი აქვს ქვეყანაში მიმდინარე პროცესებთან. გამორიცხული არ არის, რომ ამ ყველაფერმა რუსეთ-ირანის ურთიერთობაში ბზარები გააჩინოს.

ამას გარდა, რუსეთისთვის ახლო აღმოსავლური პოლიტიკის გატარებას ირანისა და საუდის არაბეთის დაპირისპირება უქმნის პრობლემას. იემენის კონფლიქტი, პირველ რიგში, ირანისთვის რეგიონში მთავარი კონკურენტის – საუდის არაბეთის დასუსტების ერთი-ერთი საუკეთესო გზაა. ირანი ამ კონფლიქტს იყენებს, რათა საუდის არაბეთი ჩართოს გრძელვადიან და საკმაოდ ძვირად ღირებულ ომში. იემენის კონფლიქტთან დაკავშირებით, რუსეთი ცდილობს თავი აარიდოს კონკრეტულ განცხადებებს და რომელიმე მხარისთვის მხარდაჭერის გამოცხადებას, ვინაიდან რუსეთი, რომელიც მრავალი წლის განმავლობაში ცდილობს საუდის არაბეთთან ურთიერთობების განმტკიცებასა და განვითარებას, ნაკლებადაა დაინტერესებული ახლო აღმოსავლეთში არსებული სტატუს-კვოს დარღვევით.

რუსეთი საუდის არაბეთთან მიმართებით, ირანისგან დამოუკიდებლად, ახორციელებს პრაგმატულ პოლიტიკას, თუმცა არსებობს ზღვარი, თუ რამდენად შეუძლია მოსკოვს საუდის არაბეთთან დაახლოება. ნებისმიერი ნაბიჯი, რომელიც შესაძლოა მიჩნეულ იქნეს თეირანში ეროვნული ინტერესების ღია უგულვებელყოფად ან რუსეთსა და საუდის არაბეთს შორის გრძელვადიანი დადებითი ურთი-

ერთობის გამყარებად, სერიოზულად გაართულებს რუსეთ-ირანის ურთიერთობას.

რუსეთ-ირანის ურთიერთობების გაუარესება საკმაოდ დააზარალებს რუსეთის ინტერესებს ახლო აღმოსავლეთის რეგიონში, სადაც ირანის გავლენა ძალზე დიდია, თუმცა ამჟამად ეს მოსალოდნელი არ არის უკრაინის ფაქტორის გამო. ირანთან დაპირისპირება ასევე გამოიწვევს ნავთობისა და გაზის სფეროში ერთობლივი პროექტების დაკარგვას, რაც კიდევ უფრო დაასუსტებს ისედაც მძიმე ეკონომიკურ სიტუაციას რუსეთში.

შესაბამისად, რუსეთი უნდა დაფიქრდეს ირანთან მიმართებით. თეირანთან დაპირისპირება საგრძნობლად გაართულებს რუსეთის მიერ ახლოაღმოსავლური პოლიტიკის გატარებას. რუსეთისთვის, განსაკუთრებით კი ეკონომიკური კუთხით, აუცილებელია საუდის არაბეთთან თანამშრომლობა, თუმცა პუტინი ყურადღებით უნდა იყოს, რომ საუდის არაბეთთან თანამშრომლობით ირანის განაწყნება არ გამოიწვიოს და პირიქით. იმ შემთხვევაში თუ რეგიონში ირანი ან საუდის არაბეთი პირდაპირ დაუპირისპირდა რუსეთს, მოსკოვს არ შესწევს იმის ძალა, რომ ღია კონფლიქტში ჩაერთოს რომელიმე ქვეყანასთან და თან გააგრძელოს ახლოაღმოსავლური ექსპანსია. ეს კიდევ უფრო რთული ჩანს დღეს, უკრაინაში ომის ფონზე, რომლის პროგნოზირებაც ყველაზე გამოცდილ საერთაშორისო პოლიტიკურ ექსპერტებსაც კი უჭირთ.

დასკვნა

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, რუსეთის ფედერაციის გეოპოლიტიკური ვექტორი აშშ-ს განიხილავს მთავარ მოწინააღმდეგედ საგარეო

პოლიტიკის საკვანძო ამოცანების მიღწევის გზაზე. თუმცა რუსი ექსპერტები მიიჩნევენ, რომ შესაძლებელია აშშ-თან თანამშრომლობა, რადგან კრემლისათვის, მსოფლიო და რეგიონალური სტაბილურობისა და უსაფრთხოების დამყარებისას, ასევე შეიარაღების კონტროლის სფეროში, თეთრი სახლი ყველაზე მისაღები გლობალური პარტნიორია. ეს პოზიცია მეორდება ყველა რუსულ საგარეო პოლიტიკურ კონცეფციაში. დამატებით რუსები ფიქრობდნენ, რომ აშშ-თან თანამშრომლობის დაწყებისას აქცენტი უნდა გაკეთებულიყო ეკონომიკური ურთიერთობების გაღრმავებაზე.

ახლო აღმოსავლეთის რეგიონთან მიმართებით გარე აქტორების ინტერესებით თუ ვიმსჯელებთ, ერთი შეხედვით ჩანს, რომ მათ ასპარეზი რუსეთს დაუთმეს და საშუალება მისცეს ყოველგვარი დაბრკოლების გარეშე გაატაროს რეგიონში თავისი ინტერესები. როდესაც საკითხი ეხება ახლო აღმოსავლეთს და რეგიონში რუსეთის გავლენის გაფართოებას, ბევრი თვლიდა, რომ აშშ იქნებოდა ერთ-ერთი მთავარი ძალა, რომელიც მნიშვნელოვნად შეზღუდავდა რუსეთის ექსპანსიას ახლო აღმოსავლეთში. თუმცა არსებული მდგომარეობა საპირისპიროს გვაჩვენებდა. აშშ ბოლო პერიოდში ძირითადად ფოკუსირებული იყო შიგა პოლიტიკასა და ჩრდილოეთ კორეასთან პაექრობაზე. თუ გავითვალისწინებთ რამდენად უარყოფით შედეგებს მოიტანდა რუსეთის გავლენის გაფართოება ახლო აღმოსავლეთში, არა მარტო აშშ-სათვის, არამედ მთლიანად საერთაშორისო საზოგადოებისთვის, სრულიად მიუღებელია გარე აქტორების არსებული დამოკიდებულება აღნიშნულ საკითხზე.

მისაღებია ეს თუ არა, რეალობა არის ის, რომ ამერიკის შეერთებული შტატების ძალაუფლება და გავლენა ახლო აღმოსავლეთში საკმაოდ შემცირდა. რასაც ხელი ასევე შეუწყო, ობამას ადმინისტრაციის დროინდელმა წარუმატებელმა და ჩავარდნილმა გადაწყვეტილებებმა, რამაც რეგიონში შექმნა ძალაუფლების ვაკუუმი. შედეგად ასპარეზზე გამოჩნდა

რუსეთი, რომელიც ყველაფერს აკეთებდა ამ ვაკუუმის შესავსებად. საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ რუსეთი ასე მასშტაბურად პირველად დაბრუნდა ახლო აღმოსავლეთში, განსაკუთრებით სპარსეთის ყურეში, რომელიც მეთოდურად ქმნიდა სისტემურ გეოპოლიტიკურ გამოწვევებს ამერიკის შეერთებული შტატებისა და სხვა აქტორების მიმართ.

ლიტერატურა

1. *The concept of the foreign policy of the Russian Federation, Approved by the President of the Russian Federation.* (2000).;
2. Konovalov, A.O. (2016). *Middle East in the system of foreign policy priorities of the Russian Federation: geopolitical concepts of the 21st century, prospects, reality.* (In Russian);
3. National Security Strategy Archive. (2015). *National Security Strategy.*;
4. Clover, C. (2012). *Clinton vows to thwart new Soviet Union.* The Financial Times:
<https://www.ft.com/content/a5b15b14-3fcf-11e2-9f71-00144feabdc0> ;
5. Foreign Economic Information Portal. (n.d). *Foreign trade of Russia with the USA.*;
6. Bipartisan Policy Center. (2012). *A Bull in Bear's Clothing: Russia, WTO and Jackson-Vanik.*
<https://bipartisanpolicy.org/download/?file=/wp-content/uploads/2019/03/Russia-Staff-Paper.pdf>;
7. Trenin, D. (2017). *Russia's Breakout into the Middle East.*
<https://worldview.stratfor.com/article/russias-breakout-middle-east>;
8. Trenin, D. (2016). *Russia in the Middle East: Moscow's Objectives, Priorities, and Policy Drivers.*
<http://carnegie.ru/2016/04/05/russia-in-middle-east-moscow-s-objectives-priorities-and-policy-drivers-pub-63244>;
9. Bradley, J. R. (2017). *How Putin came to rule the Middle East.*
<https://www.spectator.co.uk/2017/10/how-putin-came-to-rule-the-middle-east/>;
10. Reuters. (2017). *Putin declares "complete victory" on both banks of Euphrates in Syria.*
<https://www.reuters.com/article/us-mideast-crisis-syria-putin/putin-declares-complete-victory-on-both-banks-of-euphrates-in-syria-idUSKBN1E027H>;
11. Wintour, P. (2017). *Saudi king's visit to Russia heralds shift in global power structures.*
<https://www.theguardian.com/world/2017/oct/05/saudi-russia-visit-putin-oil-middle-east>;
12. Soldatkin, V., & Golubkova, K. (2017). *Russia, Saudi Arabia cement new friendship with king's visit.*
<https://www.reuters.com/article/us-russia-saudi-terror/russia-saudi-arabia-cement-new-friendship-with-kings-visit-idUSKBN1CA1QU>;

13. Trenin, D. (2016). *Russia in the Middle East: Moscow's Objectives, Priorities, and Policy Drivers*.
<http://carnegie.ru/2016/04/05/russia-in-middle-east-moscow-s-objectives-priorities-and-policy-drivers-pub-63244>;
14. Korzun, P. (2016). *Russia: Strengthening Foothold in Middle East and North Africa*.
<https://www.strategic-culture.org/news/2016/10/12/russia-strengthening-foothold-middle-east-north-africa.html>;
15. Barnard, A., & Saad, H. (2017). *Raqqa, ISIS 'Capital,' Is Captured, U.S.-Backed Forces Say*.
<https://www.nytimes.com/2017/10/17/world/middleeast/isis-syria-raqqa.html>;
16. Christensen, Yu. (2018). *Strategic defeat in Syria is already obvious, the only question is timing and price*.
<https://ehorussia.com/new/node/15740>;
17. Presstv. (2017). *Iran to continue support for Syria against terrorism, Rouhani tells Assad*.
<http://www.presstv.com/Detail/2017/11/25/543490/Iran-Syria-rouhani-assad>;
18. Reuters. (2017). *Russia, partners fix date for Syrian congress in Sochi*.
<https://uk.reuters.com/article/uk-mideast-crisis-syria-congress/russia-partners-fix-date-for-syrian-congress-in-sochi-idUKKBN1EG183>
19. Chalatashvili, L. (2018). *In Sochi, the conference dedicated to establishing peace in Syria ended unsuccessfully*. (In Georgian).
<https://www.kvirispalitra.ge/lado-chalathashvilis-blogi/40142-sotcshi-siriashi-mshvidobis-damyarebishvis-midzghvnili-konferencia-krakhith-dasrulda.html>;
20. Issaev, L. (2017). *Is Russia afraid of losing Syria?*
<http://www.aljazeera.com/indepth/opinion/russia-afraid-losing-syria-171129090329298.html>;
21. Azizi, H. (2017). *Russia's multilayered Syrian diplomacy worries Iran*.
<http://www.al-monitor.com/pulse/originals/2017/12/iran-russia-sochi-summit-mistrust-astana-geneva-syria.html#ixzz52LkZ49Ic> ;
22. Issaev, L., & Kozhanov, N. (2017). *The Russian-Saudi rapprochement and Iran*.
<http://www.aljazeera.com/indepth/opinion/2017/08/russian-saudi-rapprochement-iran-170817154056810.html>;
23. Byman, D. L. (2016). *Shifting U.S. interests in the Middle East*.
<https://www.brookings.edu/blog/markaz/2016/03/02/shifting-u-s-interests-in-the-middle-east/>;
24. Walt, S. M. (2016). *The United States Should Admit It No Longer Has a Middle East Policy*.
<http://foreignpolicy.com/2016/01/29/the-u-s-should-admit-it-has-no-middle-east-policy-obama-cold-war-israel-syria/> .

UDC 327

SCOPUS CODE 3320

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2023-2-93-107>

Relations Between the United States and Russia in the Middle Eastern Region

Tamila Kurashvili

Department of International Relations, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava Str.

E-mail: tamikurashvili@gmail.com

Reviewers:

B. Sherazadishvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU

E-mail: b.sherazadishvili@gtu.ge

Z. Kvetenadze, Associate Professor, Faculty of Law and International Relations, GTU

E-mail: Kvetenezurabi07@gtu.ge

Abstract. The main global geopolitical discourse of the 20th century was to divide the world into two parts, the spheres of influence of Soviet and West. The United States was the leader of the West, which was perceived by Russia as a major geopolitical opponent. The political leadership of Russia, at first with inertia, and then thoroughly continued this course of Soviet Union. The US authorities showed a relatively less reactionary policy on the Russian Federation than it did to the Soviet Union. However, the final cooperative agreement on the main geopolitical issues has not been reached between the two states.

The Persian Gulf and the Middle Eastern region in general have always been a wide area of interest to Russia. Such a persistent interest in the region is due to a very simple reason – the Middle East is the southern flank of Russia's borders. Consequently, Russia's foreign policy will always have a leading influence in the region. Consequently, the US – Russia interests also appear in this region.

One of the leading directions in Russia's geopolitics is the United States. Currently, there is a highly tense relationship between the US and Russia due to the Ukrainian war. Nevertheless, both large international actors are more or less aware of how much their relationship depends on the fate of humanity as a whole. Russia and the US were allies in World War II. This historical memory also exists between them, but ideological and civilizational differences have not allowed the parties to lay the groundwork for somewhat peaceful and fair world. Relationships between them are more rivalry than cooperation. At present, Russia has imposed heavy economic sanctions from the US and the West.

Keywords: discourse; geopolitical opponent; Middle East; Persian Gulf; strategic stability.

განხილვის თარიღი 09.03.2023

შემოსვლის თარიღი 15.03.2023

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023

ავტორთა საძიებელი

Author's index

აბულაძე ვ. 27	რაზმაძე-ბროკიშვილი თ. 35
აბშილავა ა. 47	ტალახაძე დ. 47
ბედინაშვილი ი. 85	ქართველიშვილი გ. 68
გუგულაშვილი გ. 55	ქუთათელაძე რ. 9
დავითაია მ. 68	ღურჯკაია ზ. 78
ისაკაძე თ. 55	ყურაშვილი თ. 93
კობიაშვილი ა. 9	ჩუბინაშვილი თ. 85
კოპალეიშვილი მ. 85	ჯიქია ნ. 47
ლაზარაშვილი ზ. 55	Esadze S. 63
ლეჟავა პ. 78	Gegeshidze N. 18
მარდაშოვა მ. 35	Kilasonia N. 18
მახვილაძე ნ. 85	Pavliashvili N. 63
მიქავა თ. 35	Tsintsadze M. 18
მოდებაძე ი. 27	

რეცენზენტთა საძიებელი

Reviewer's index

ახობაძე მ. 85	ფიცხელაური ა. 78
ბარათაშვილი ე. 9	ქურდაძე მ. 27
გასიტაშვილი ზ. 85	შერაზადიშვილი ბ. 93
გიგინეიშვილი ა. 47	ჩუბინიძე თ. 68
ენაგელი რ. 47	წიკლაური მ. 78
ზაუტაშვილი გ. 35	ხუნდაძე ნ. 35
კვეტენაძე ზ. 93	ჯაფარიძე ზ. 55
კიკნაძე მ. 9	Giorgadze T. 18
მუჯირი ვ. 68	Kakhiani L. 63
ნანობაშვილი ვ. 27	Kldiashvili R. 18
სულაძე ს. 55	Tabatadze D. 63

ავტორთა საყურადღებოდ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის ყოველკვარტალური რეგულირებადი მულტიმედია-პოლინური პერიოდული გამოცემა, რომელიც რეგისტრირებულია საერთაშორისო ელექტრონულ მონაცემთა ბაზაში _ Index Copernicus International.

- სტატია (მიიღება ქართულ და ინგლისურ ენებზე) ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.
- ავტორს შეუძლია საგამომცემლო სახლში პუბლიკაციისათვის მოგვარდოს ან ელექტრონული ფოსტით sagamomcemlosakhli@yahoo.com მისამართზე გამოგვიგზავნოს ერთი ან რამდენიმე სტატია, აგრეთვე თანდართული დოკუმენტაციის დასკანერებული ფაილები, მაგრამ კრებულის ერთ ნომერში გამოქვეყნდება მხოლოდ ორი ნამუშევარი.

ელ. ფოსტით სტატიის გამოგზავნის შემთხვევაში გთხოვთ გაითვალისწინოთ შემდეგი მოთხოვნები:

- *Subject* ველში (თემა) მიუთითეთ კრებულის დასახელება და ავტორის (ავტორების) გვარი.
- გამოიყენეთ ფაილის მიმაგრება (*Attach*).
- დიდი მოცულობის ფაილის შემთხვევაში გამოიყენეთ არქივატორი (*ZIP, RAR*).

• სტატია შედგენილი უნდა იყოს მართლმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით. ავტორი (ავტორები) და რეცენზენტები პასუხს აგებენ სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.

• ვინაიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების კრებული არის არაკომერციული გამოცემა, ჩვენი მეცნიერი თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის სტატიის გამოქვეყნება უფასოა.

• საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს # 200 დადგენილებით (22.01.2010წ.), ფიზიკურმა პირმა, რომელიც არ არის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელი, შრომების კრებულში სტატიის გამოქვეყნებისთვის წინასწარ უნდა შეიტანოს ან გადმორიცხოს საჭირო თანხა (1 გვერდი _ 10 ლარი) და სტატიის დოკუმენტაციას (ორი რეცენზია და ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს მიმართვა სტატიის სტუ-ის შრომების კრებულში გამოქვეყნების შესახებ) დაურთოს გადახდის ქვითარი. გრაფაში „გადახდის დანიშნულება“ უნდა ჩაიწეროს „სტატიის გამოქვეყნების ღირებულება“.

სტუ-ის საბანკო რეკვიზიტებია: სსიპ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; საიდენტიფიკაციო კოდი 211349192; მიმღების ბანკი: სახელმწიფო ხაზინა; მიმღების დასახელება: ხაზინის ერთიანი ანგარიში; ბანკის კოდი: TRESGE22; მიმღების ანგარიში: სახაზინო კოდი 708977259.

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ფურცელზე, არანაკლებ 5 გვერდისა (არეები _ 2 სმ, ინტერვალი _ 1,5).
- სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი _ ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;

- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ შრიფტი Sylfaen, ზომა 12;
- ინგლისური ტექსტებისთვის – შრიფტი Times New Roman, ზომა 12;

სტატიას უნდა ერთვოდეს შემდეგი ინფორმაცია:

- უაკ (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია) კოდი.
- ცნობები ავტორის (ავტორების) და რეცენზენტების შესახებ ქართულ და ინგლისურ ენებზე:
 - ყველა ავტორის სახელი და გვარი სრულად, E-mail-ი, სამეცნიერო წოდება და საკონტაქტო ტელეფონი;
 - დეპარტამენტის დასახელება. ორგანიზაციის სრული სახელწოდება – ყოველი ავტორის მუშაობის ადგილი, ქვეყანა, ქალაქი.
 - რეცენზენტთა გვარები და სახელები სრულად, ელექტრონული ფოსტის მისამართი, სამეცნიერო წოდება, დეპარტამენტის ან სამუშაო ადგილის დასახელება.

სტატია უნდა შეიცავდეს:

- ანოტაციას ქართულ და ინგლისურ ენებზე (100_150 სიტყვა). *უცხოელი მკითხველისათვის ანოტაცია არის სტატიის შინაარსისა და მასში გადმოცემული კვლევის შედეგების შესახებ ინფორმაციის ერთადერთი წყარო. სწორედ იგი განსაზღვრავს ინტერესს მეცნიერის ნაშრომის მიმართ და, მაშასადამე, სურვილს, დაიწყოს დისკუსია ავტორთან, გამოითხოვოს სტატიის სრული ტექსტი და ა.შ.*

ანოტაცია უნდა იყოს:

- ინფორმაციული (არ უნდა შეიცავდეს ზოგად სიტყვებსა და ფრაზებს);
- ტექსტი ინგლისურ ენაზე უნდა იყოს ორიგინალური;
- უნდა ასახავდეს სტატიის ძირითად შინაარსსა და კვლევის შედეგებს;
- სტრუქტურირებული (მიჰყვებოდეს სტატიაში შედეგების აღწერის ლოგიკას).

უნდა შეიცავდეს:

- სტატიის საგანს, თემას, მიზანს (რომლებსაც უთითებთ იმ შემთხვევაში, თუ ეს არ არის ცხადი სტატიის სათაურიდან);
- კვლევის ჩატარების მეთოდს ან მეთოდოლოგიას (სამუშაოს ჩატარების მეთოდის ან მეთოდოლოგიის აღწერა მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, თუ იგი გამოირჩევა სიახლით, საინტერესოა მოცემული ნაშრომის თვალსაზრისით);
- კვლევის შედეგებს;
- შედეგების გამოყენების არეალს;
- დასკვნას;

- საკვანძო სიტყვებს, დალაგებულს ანბანის მიხედვით (ქართულ და ინგლისურ ენებზე);
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილ შესავალს, ძირითად ნაწილს და დასკვნას;

- სურათების ან ფოტოების კომპიუტერულ ვარიანტს, შესრულებულს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით, გარჩევადობა _ არანაკლებ 150 dpi-სა.
- ლიტერატურა
 - საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალების მონაცემთა ბაზების რეკომენდაციით, გამოყენებული ლიტერატურის რაოდენობა სასურველია იყოს არანაკლებ ათისა.

წარმოდგენთ გამოსაქვეყნებელ სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის გაფორმების წესს:

ყველა ავტორის გვარი და ინიციალები მოცემული უნდა იყოს ლათინური ანბანის ასოებით, ე.ი. ტრანსლიტერაციით, სტატიის სახელწოდება _ თარგმნილი ინგლისურად, წყაროს (ჟურნალის, შრომების კრებულის, კონფერენციის მასალების) სახელწოდება _ ტრანსლიტერაციით; გამოსასვლელი მონაცემები _ ინგლისურ ენაზე (სტატიის ენა მიეთითება ფრჩხილებში).

ლიტერატურა (ნიმუში)

1. Ellison, S.L.R., Williams, A. (2018). *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements*. p. 159. (In Russian);
2. Alamo-Sanza, M., Nevares, I. (2018). Oak wine barrel as an active vessel: A critical review of past and current knowledge. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 58(16), pp. 2711-2726.;
3. Kvinikadze, L., Shakulashvili, N., Blay, C. (2005). Determination of resveratrol and some other polyphenols in wine by high performance liquid chromatography. *Georgian Engineering News*, 4, pp.210-213.
4. Annual Audit Reports of the State Electric System of Georgia. (2011-2020). Retrieved from: <http://www.gse.com.ge/new/?cat=7>

გთავაზობთ სტატიის წარმოდგენისთვის საჭირო დოკუმენტაციის ჩამონათვალს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის:

• ორი რეცენზია (იხ. ნიმუში)

http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx

• ფაკულტეტის საგამომცემლო საქმის დარგობრივი კომისიის ოქმის ამონაწერი

(იხ. ნიმუში) http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx

დოკუმენტები დამოწმებული უნდა იყოს ფაკულტეტის ბეჭდით.

ავტორს შეუძლია ნიმუშად გამოიყენოს კრებულის ერთ-ერთი ბოლო ნომერი.

აქტის ნიმუში

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის _____ ფაკულტეტის
სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის _____ დარგობრივი კომისიის

აქტი № _____

„_____”

სხდომას ესწრებოდნენ:

დარგობრივი კომისიის წევრები:

(მიუთითეთ კომისიის შემადგენლობა) _____

განსახილველი სტატიის ავტორი/ავტორები: (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი)

1. _____

2. _____

3. _____

რეცენზენტები: (მიუთითეთ სახელი და გვარი სრულად, სამუშაო ადგილი და სამეცნიერო წოდება, აკადემიური ხარისხი სრულად, ელ. ფოსტა, საკონტაქტო ტელეფონი)

1. _____

2. _____

დარგის მოწვეული სპეციალისტები:

1. ნაშრომის განხილვა

2. (მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიაში განსახილველად შემოვიდა ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიის მიერ გამოყოფილია რეცენზენტები:

1. _____

2. _____

2. ნაშრომის საჯარო განხილვა

1. მოსმინეს: ავტორის/ავტორების *(მიუთითეთ)* ინფორმაცია განსახილველად წარმოდგენილი სტატიის შესახებ. _____

ნაშრომის ანოტაცია

3. მოსმინეს: რეცენზენტის/რეცენზენტების *(მიუთითეთ)* არგუმენტირებული შეფასება სტატიის აქტუალურობის, სიახლის და გამოცემის მიზანშეწონილობის შესახებ. _____

4. მოსმინეს: ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის დასკვნა-რეკომენდაცია *(მიუთითეთ მომხსენებლის ვინაობა)* _____ სტატიის გამოცემის შესახებ.

აზრი გამოთქვას:

დაადგინეს:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფაკულტეტის

(მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივ კომისიაში განსახილველად შემოვიდა
ავტორის/ავტორების მიერ მომზადებული სამეცნიერო სტატია

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

რეკომენდაციას უწევს სტატიის გამოქვეყნებას სტუ-ის შრომათა კრებულში.

ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარე

კომისიის მდივანი

კომისიის წევრები:

ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარის
ხელმოწერის სინამდვილეს ვადასტურებ
ფაკულტეტის დეკანი (ხელმოწერა)

რეცენზიის ნიმუში

1. ნაშრომის დასახელება სრულად

2. ავტორის/ავტორების სამეცნიერო წოდება, სამუშაო ადგილი, საკონტაქტო ინფორმაცია, ელ. ფოსტა

3. ნაშრომში დასმული ამოცანის მოკლე მიმოხილვა

4. გამოსაქვეყნებლად მომზადებული ნაშრომის აქტუალურობა

5. ძირითადი ასპექტები, რომლებიც განხილულია ავტორის მიერ

6. რეკომენდაცია ნაშრომის გამოქვეყნებისათვის (იმ შემთხვევაში თუ სარეცენზიო ნაშრომი სამეცნიერო სტატიაა, აუცილებელია სამეცნიერო ჟურნალის დასახელების მითითება)

7. რეცენზენტის გვარი და სახელი სრულად, სამუშაო ადგილი, სამეცნიერო წოდება, საკონტაქტო ინფორმაცია, ელ. ფოსტა (სტატიის რეცენზირების შემთხვევაში რეცენზენტის მონაცემები გამოქვეყნებული იქნება სტატიასთან ერთად)

Guidelines for Authors

Collection of Academic Works of Georgian Technical University is a multidisciplinary quarterly refereed periodical included in Index Copernicus International.

- An article (accepted in Georgian or English) is published in the original language;
- Authors should submit original copies of one or more articles for publication to the publishing house or send scan versions to sagamomcemlosakhli@yahoo.com along with supporting documentation, but only two articles from the same author(s) will be published in one edition;

To submit scan versions via email please follow the instructions:

- *In the Subject line indicate the collection of works and the name(s) of author(s).*
- *Attach the file(s) properly;*
- *Use ZIP or RAR file compressors in case of large files to attach.*

- The article should be literal, well-structured and apply proper terminology to convey the author's constructive arguments relevant to the subject. The authors and reviewers are responsible for the content and quality of an article;
- The collection of works of GTU is a non-commercial publication and running the articles of our researchers and for PhD students is free of charge;
- According to the Resolution No.200 of GTU Academic Council (22.01.2010), authors who are not the employees at the University, should make the preliminary payment by cash or transfer to have their paper published (10 GEL per page). Copy of the payment receipt should be enclosed with the supporting documentation (two reviews and a reference by the organization's academic board on publishing the article in GTU collection of scientific papers). "Cost of article publication" shall appear as subject in the "purpose of payment" field.

GTU bank details: LEPL Georgian Technical University; organization's identification number 211349192; beneficiary bank: State Treasury; beneficiary: joint treasury account; bank code: TRESGE22; Account number: treasury code 708977259.

How to form an academic article:

- The text should be presented in print-out form (A4), no less than 5 pages (margins - 2 cm, line spacing - 1,5);
- Only MS Word versions of texts are accepted (doc or docx) presented electronically on any magnetic carrier;
- For Georgian texts: font - Sylfaen, font size - 12 pt;
- For English text: font - Sylfaen, font size - 12 pt.

The accompanying information to the article should include:

- Universal Decimal Classification (UDC)
- Information about the author(s) and reviewers in Georgian and English:
 - Full name, academic title, email and phone number of each author;
 - Department, full name of organization – place of employment of each author, area/town, country;
 - Full name, email, academic title, department or place of employment of each reviewer.

The article should include:

- An abstract in Georgian and English(100-150 words long). *For foreign readers an abstract is the only source of information about the content of an article and results of the research conveyed by it. An abstract therefore defines the reader's interest towards the article and possibility of further outreach to the author for the full text, etc.*

An abstract should be:

- *Informative (free of generalized terms and statements);*
- *Original (with quality translations in English with the proper application of terminology);*
- *Specific (conveying the core content of an article);*
- *Properly structured (consistent with the research results given in the article).*

An abstract should contain:

- *The subject, topic and objective of an article (indicated in case if these are not clear from the title);*
- *Method or methodology of research performed (expected to be described when and if this method or methodology are new and interesting with reference to the article);*
- *Research results;*
- *Area of application of research results;*
- *Conclusion.*

- Key words sorted by alphabet (Georgian and English);
- Sections should be outlined Introduction, Main Part and Conclusion;
- Digital version of drawings or images in any graphic format, resolution 150 dpi;
- Reference
 - By the recommendations of Databases of International Scientific Journals the number of references should be no less than ten.

How to form the reference section in the article:

Name and surname of each author should be given in Latin letter initials, title of the articles – translated in English, name of the source (journal, collection of works, conference materials) – with transliteration (original language of the article should be indicated in brackets).

References (sample)

1. Ellison, S.L.R., Williams, A. (2018). *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurements*. p. 159. (In Russian);
2. Alamo-Sanza, M., Nevares, I. (2018). Oak wine barrel as an active vessel: A critical review of past and current knowledge. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 58(16), pp. 2711-2726.;
3. Kvinikadze, L., Shakulashvili, N., Blay, C. (2005). Determination of resveratrol and some other polyphenols in wine by high performance liquid chromatography. *Georgian Engineering News*, 4, pp.210-213.
4. Annual Audit Reports of the State Electric System of Georgia. (2011-2020). Retrieved from: <http://www.gse.com.ge/new/?cat=7> (In Georgian).

Requirements for the submission of articles by the employees and for PhD students of Georgian Technical University:

- Two reviews (see the sample at)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- Minutes of the sectoral committee of the faculty publishing (see the sample at)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx
Documents should be verified with the faculty stamp.

Notice to Authors

Authors may consider one of the previous editions of GTU Collection of Academic Works as an example

რედაქტორები: მ. ბაზაძე, ა. ეგოროვი
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 29.03.2023. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.05.2023. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8.
პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 7.4.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent