ISSN 1512-0996

2025
3(537)

შრომები
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

WORKS
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
PUBLISHING HOUSE “TECHNICAL UNIVERSITY”
HTTP://PUBLISHHOUSE.GTU.GE/GE

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
Impact Factor: https://www.isindexing.com

INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

შრომები
WORKS

N3(537)

თბილისი – TBILISI
2025

დაარსებულია 1924 წელს.

პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

სამეცნიერო ჟურნალი „შრომები“ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის რეფერირებადი, რეცენზირებადი, მულტიდისციპლინური, ყოველკვარტალური სამეცნიერო ჟურნალია. მას მინიჭებული აქვს ISSN, DOI და ლიცენზირებულია Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) ლიცენზიით.

ჟურნალი რეგისტრირებულია შემდეგ საერთაშორისო და ადგილობრივ მონაცემთა ბაზებში: Copernicus, Google Scholar, Iverieli (საქართველოს პარლამენტის ეროვნული ბიბლიოთეკა), Eurasian Scientific Journal Index, International Scientific Indexing (ISI) — Impact Factor: 3.792 (2024).სტატიებისა და რეფერატების ნაწილი ასახულია ქართულ რეფერატულ ჟურნალში (ქრჟ) ქართულ და ინგლისურ ენებზე, აგროკულტურის საკითხები კი ექსპორტირდება UN FAO AGRIS მონაცემთა ბაზაში. ასევე რეგისტრირებულია ბაზაში „საქართველოს პუბლიკაციები“.

ყველა უფლება დაცულია. ამ კრებულში გამოქვეყნებული მასალების (ტექსტის, ფოტოს, ილუსტრაციის და სხვა) სრულად ან ნაწილობრივ გამოყენება ნებადართულია მხოლოდ გამომცემლის წინასწარი წერილობითი თანხმობით. საავტორო უფლებების დარღვევა ექვემდებარება საქართველოს კანონმდებლობით გათვალისწინებულ პასუხისმგებლობას.

ავტორი (ავტორები) პასუხისმგებელია სტატიის შინაარსზე და საავტორო უფლებებისა და სამეცნიერო ეთიკის საყოველთაოდ მიღებული სხვა ნორმების დაცვაზე. სტატიის ავტორის (ავტორების) პოზიცია შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახლის პოზიციას.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ მადლიერებით მიიღებს ყველა კონსტრუქციულ შენიშვნას, წინადადებას და გამოიყენებს საქმიანობის შემდგომი სრულყოფისათვის.

მოგვწერეთ:
sagamomcemlosakhli@yahoo.com
publishing@gtu.ge

მთავარი რედაქტორი
დ. გურგენიძე

მთავარი რედაქტორის მოადგილეები:
თ. ლომინაძე
თ. წერეთელი
კ. კოპალიანი
ლ. კლიმიაშვილი

სწავლული მდივანი
დ. გორგიძე

სარედაქციო კოლეგია:
ჰ. ალბრეხტი (გერმანია), ნ. ბაღათურია, პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი), გ. ბიბილეიშვილი, მ. ბურჯანაძე, ვ. ბურკოვი (რუსეთი), ივ. გიორგაძე, ზ. გვიშიანი, გ. გავარდაშვილი, ბ. გითოლენდია, ბ. გუსევი (რუსეთი), ლ. დზიენისი (პოლონეთი), ჰ. ზუნკელი (ავსტრია), გ. თავაძე, ლ. თარგამაძე, ლ. ივანოვი (რუსეთი), ი. კუტუბიძე, ა. კაბულოვი (უზბეკეთი), ზ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია, გ. კვესიტაძე, ე. კვესიტაძე, მ. კოსიორ -კაზბერუკი (პოლონეთი), გ. კობახიძე, მ. კუხალეიშვილი, თ. კუნჭულია, მ. ლომსაძე, ნ. მახვილაძე, ჰ. მამედოვი (აზერბაიჯანი), ვ. მატვეევი (რუსეთი), ს. მინასიანი (სომხეთი), ს. მიჰარა (იაპონია), გ. მეძმარიაშვილი, ა. ნონეშვილი, თ. ნატრიაშვილი, თ. ჟვანია, ბ. ჟუმაგულოვი (ყაზახეთი), მ. რაძმაძე, გ. სალუქვაძე, ი. სკოჩკო (პოლონეთი), ა. სიკორსკი (პოლონეთი), ალ. სიჭინავა, ა. სუზუკი (იაპონია), თ. სულაბერიძე, გ. ტყემალაძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), მ. ფიფია, კ. ფხაკაძე, ა. ფრანგიშვილი, ქ. ქუთათელაძე, გ. ყურაშვილი, ნ. ყავლაშვილი, ს. შმიდტი (გერმანია), ჰ. შტროერი (გერმანია), თ. ძაგანია, ზ. წამალაიძე,ნ. ხვედელიანი, ნ. ხოზრევანიძე, რ. ხუროძე,მ. ჯანიკაშვილი.

სამეცნიერო კონსულტანტები:
ა. აბრალავა, გ. აბრამიშვილი, ჯ. ბერიძე, ჯ.გაბელია, დ. გორგიძე, რ. გრიგოლია, შ. დეკანოსიძე, რ. დიაკონიძე, შ. დოღონაძე, ჯ. იოსებიძე, თ. კაიშაური, ტ. კვიციანი, ი. კვესელავა, ზ. კოვზირიძე, ნ. ლოლაძე, ნ. ლომინაძე, თ. მაგრაქველიძე, ი. მეგრელიშვილი, გ. მელაძე, ჰ. მელაძე, მ. მეძმარიაშვილი, ბ. მხეიძე, დ. ნატროშვილი, ა. სონღულაშვილი, ო. ფარესიშვილი, ლ. ყუფარაძე, ბ. შანშიაშვილი, ა. ჩიქოვანი, თ. ჩუბინიშვილი, ე. ცქიტიშვილი, კ. წერეთელი, შ. წეროძე, ნ. ჭითანავა, მ. ხოსიტაშვილი, თ. ჯაგოდნიშვილი.

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2025

ISSN 1512-0996

Verba volant,
scripta manent

Established in 1924
Publication Frequency – 4 issues per year

The Scientific Journal "Proceedings" is a peer-reviewed, refereed, multidisciplinary, quarterly scientific journal published by the Georgian Technical University. The journal is assigned an ISSN and DOI and is licensed under the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0).

The journal is indexed in both international and local databases, including: Copernicus Google Scholar Iverieli (The National Parliamentary Library of Georgia) Eurasian Scientific Journal Index International Scientific Indexing (ISI) — Impact Factor: 3.792 (2024)
Selected articles and abstracts are also featured in the Georgian Abstract Journal (GAJ) in both Georgian and English. Articles related to agricultural topics are exported to the UN FAO AGRIS database. The journal is also listed in the "Georgian Publications" database.
All rights reserved.

Any reproduction or use, in whole or in part, of the materials (text, photographs, illustrations, etc.) published in this collection is permitted only with prior written permission from the publisher. Violation of copyright is subject to liability as defined by the legislation of Georgia.

The author(s) bear full responsibility for the content of their articles and for compliance with universally accepted standards of copyright and scientific ethics. The views expressed in the articles do not necessarily reflect the position of the publishing house.

The publishing house „Technical University" welcomes constructive feedback and suggestions, which will be taken into account to improve future publications.
Contact us:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com
publishing@gtu.ge

EDITOR-IN-CHIEF
D. Gurgenidze

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF
T. Lominadze
T. Tsereteli
K. Kopaliani
L. Klimiashvili

SCIENTIFIC SECRETARY
D. Gorgidze

EDITORIAL BOARD
H. Albrecht (Germany), N. Bagaturia, P. Bielik (Slovakia), G. Bibilashvili, M. Burjanadze, V. Burkov (Russia), A. Frangishvili, G. Gavardashvili, Iv. Giorgadze, B. Gitolendia, Z. Gvishiani, B. Gusev (Russia), M. Janikashvili, A. Kabulov (Uzbekistan), Z. Kakulia, N. Khvedeliani, N. Khozhrevanidze, R. Khurodze, L. Ivanov (Russia), M. Kosior-Kazberuk (Poland), G. Kobakhidze, K. Kutateladze, I. Kutubidze, M. Kukhalashvili, T. Kunchuli, V. Kvaratskhelia, G. Kvesitadze, E. Kvesitadze, N. Makhviladze, H. Mamedov (Azerbaijan), V. Matveev (Russia), G. Medzmariashvili, S. Mihara (Japan), S. Minasyan (Armenia), A. Noneshvili, T. Natriahsvili, A. Pashayev (Azerbaijan), M. Phiphia, K. Phkhakadze, N. Qavlashvili, G. Qourashvili, M. Radzmadze, G. Salukvadze, I. Skochko (Poland), A. Sikorski (Poland), Al. Sichinava, S. Schmidt (Germany), A. Suzuki (Japan), T. Sulaberidze, G. Tavadze, L. Targamadze, G. Tkemaladze, Z. Tsamalaidze, T. Dzagania, F. Unger (Austria), B. Zhumagulov (Kazakhstan), T. Zhvania, H. Stroer (Germany), L. Dzienisi (Poland), H. Zunkel (Austria).

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

© Publishing House „Technical University", 2025

ISSN 1512-0996

Verba volant, scripta manent

INTERNATIONAL
Scientific Indexing

ISSN

doi

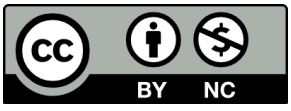
INDEX COPERNICUS
INTERNATIONAL

ESJI
Eurasian Ecientific Journal Index

ივერიელი

Google
Scholar

FAO
FIAT PANIS


BY NC

შინაარსი

აგრარული და ბიოლოგიური მეცნიერებები

ირინა კაპანაძე, თეიმურაზ ბუაჩიძე. კვების მრეწველობის ნარჩენებზე გაზრდილი მიკრომიცეტის ბიომასის ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისება 11

ხელოვნება და ჰუმანიტარული მეცნიერებები

მაია ძიძიგური, აკაკი სხვიტარიძე. ბაზილიკები T-სებრი ბურჯებით 18

ალექსანდრე ნაზღაიძე, ვაჟა სადრაძე. ენეოლითის ხანის საკულტო-რიტუალური საგნები 28

ბიზნესი, მენეჯმენტი და ბუღალტრული აღრიცხვა

ნანა ნიკოლეიშვილი. მეწარმეების სოციალური პასუხისმგებლობა საქართველოში 38

რამაზ ოთინაშვილი, მარიამ კუპრაშვილი. ბიზნესის უსაფრთხოება ქვეყნის ეროვნული უშიშროების სისტემაში 43

დავით ბიბიჩაძე, ელენე გაბაძე. საგადასახადო დავის რეფორმები ამერიკის შეერთებულ შტატებში. ახალი ეპოქა საგადასახადო სისტემაში 51

თათია ღურწკაია, კარლო ღურწკაია. GATT-ის როლი და მნიშვნელობა საერთაშორისო ვაჭრობაში 56

არჩილ სამადაშვილი, ნიკოლოზ სიმაევი. ბიზნესმოდელის შაბლონი 61

ლამარა ქოქიაური, ასმათ ფიფია, ნატო ბებიაშვილი. ინოვაციური საქმიანობის განვითარების თეორიული ასპექტები 73

ანზორ აბრალავა, გიორგი ტუღუში. „ნეირომარკეტინგის“ და ხელოვნური ინტელექტის სინთეზი უძრავ ქონების ბაზარზე 96

ნოდარ გრძელიშვილი, ლაურა კვარაცხელია. ტურიზმის დადებითი და უარყოფითი შედეგების შეფასების ასპექტები 103

ხათუნა ხარხელაური, ნინო ძნელაძე, საბა წიკლაური. სოციალური და მწვანე ბიზნესების გამოწვევები საქართველოში 114

ქიმია

თამარ წილოსანი, თამარ ცერცვაძე, თამაზ ბუჩუკური, ნატა კანთელაძე. ცანის არსენოპირიტული მადნის ჟანგვითი გამოტუტვის შედეგად მიღებული ტუტე ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის ელექტროკრისტალიზაცია და პროცესის მალიმიტირებელი პარამეტრების შემუშავება 123

კომპიუტერული მეცნიერება

ოლეგ ნამიჩეიშვილი, ჟუჟუნა გოგიაშვილი. საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასება მოდელირებით 134

მარიამ ცაცანაშვილი, ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი. ტექნოსოფია–ახალი ფილოსოფიური პარადიგმა ხელოვნური ინტელექტის ეპოქაში 148

ირინე უგრეხელიძე, თათია გორდულაძე, თამაზ ისაკაძე. VRV და SPLIT ტიპის კონდიცირების სისტემების გაანგარიშება New Desing Tool კომპიუტერული პროგრამის მეშვეობით 157

მეცნიერება გადაწყვეტილების მიღების შესახებ

ჯემალ გრიგალაშვილი. სერვოსისტემების ჰიბრიდული ლოგიკური კონტროლერი S7-1200 პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის ბაზაზე 169

ჯემალ გრიგალაშვილი. სერვომრავას სიჩქარის არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი Arduino Due-ს ბაზაზე 180

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და პლანეტოლოგია

გიორგი მაღალაშვილი. პლანეტარული დათბობის პრობლემა და მასთან დაკავშირებული კატაკლიზმების შესაძლო შერბილების რეკომენდაციების შემუშავება 190

ზურაბ ვარაზაშვილი, ზურაბ კაკულია, გიორგი გაფრინდაშვილი, დალი ჩუტკერაშვილი, გოგა ჩახაია, ირაკლი რამიშვილი, გიორგი ტლაშაძე. ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებლის გამოთვლა მდ. ჩოხელთხევის და მდ. ნაღვარევისხევის მაგალითზე 196

ლუდმილა ღლონტი, ზურაბ კაკულია, ავთანდილ სონღულაშვილი, ინგული ნანაძე, მანანა კოპაძე, ლაშა ხვიჩია. მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპიროს მინერალური წყლების მონიტორინგის ზოგიერთი შედეგი და მათი ანალიზი (შიდა ქართლის ფარგლებში) 206

მარინე მარდაშოვა, თამარ მიქავა. მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების ერთიანი სისტემის შესახებ 214

ეკონომიკა, ეკონომეტრიკა და ფინანსები

ნინო ბენდიანიშვილი. ხელოვნური ინტელექტის (AI)-ის ტექნოლოგიების შესაძლებლობები უმაღლეს განათლებაში და მისი გავლენა ეკონომიკის მდგრად განვითარებაზე 224

მარინა მეტრეველი. რეგიონის გარე ურთიერთობები და სატრანსპორტო კომპლექსის როლი მათი წარმატების უზრუნველყოფაში 231

ენერგია

გურამი მირინაშვილი. მდინარეების წყლის შემოდინების პროგნოზირება ხელოვნური ინტელექტის საშუალებით 244

გურამი მირინაშვილი, აკაკი ქარსელაძე, არჩილ კოხტაშვილი. ნამახვანი ჰესის გავლენა რიონის კასკადურ ჰესებზე 255

საინჟინრო საქმე

თამაზ ბაციკაძე, ნუგზარ მურღულია, ჯუმბერ ნიჟარაძე. სხვადასხვა განივკვეთის კოჭების გაანგარიშების საკითხები დრეკად-პლასტიკური რთული დეფორმაციების შემთხვევებში 260

ზურაბ მჭედლიშვილი, რამინ ზუკაკიშვილი, გიორგი გრატიაშვილი. მფრინავი არსებებისა და საფრენი აპარატების საფრენოსნო მახასიათებლების მსგავსების ანალიზი 270

ზურაბ მჭედლიშვილი, რამინ ზუკაკიშვილი, გიორგი გრატიაშვილი. მქნევარმფრენის (ორნიტოპტერის) თეორიისა და შექმნის საკითხისადმი 276

პეტრე ნადირაშვილი, ნუგზარ რურუა, ხვიჩა ირემაშვილი. საგზაო სამოსის დაპროექტების ოპტიმალური მეთოდების შერჩევა გამოყენებული საგზაო-სამშენებლო მასალების ხარისხის გათვალისწინებით 288
ამირან ლაზარაშვილი, გივი გოლეთიანი, ზურაბ ლაზარაშვილი, გივი გუგულაშვილი, თენგიზ რუხაძე. ახალი კონტეინერი ხილისა და კენკრის ცივად ტრანსპორტირებისათვის 295
ამირან ლაზარაშვილი, გივი გოლეთიანი, ზურაბ ლაზარაშვილი, გივი გუგულაშვილი. წაგრძელებული ფორმის მქონე ნედლეულის გასაყინავი მოწყობილობა 303
ნიკოლოზ შავერდაშვილი, ნანა რაზმაძე, ნინო რატიანი. შრომის უსაფრთხოების ახალი ეტაპი – ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაცია სამუშაო გარემოში 309

გარემოთმცოდნეობა

თამარ ქობლიანიძე. განათლება მთის მდგრადი განვითარებისათვის. საერთაშორისო კონტექსტი და საქართველოს გამოცდილება 317

მასალათმცოდნეობა

თამარ ესაძე, ხათუნა ლეჟავა. მხურვალმედეგი ბეტონები დაბალი და მაღალტემპერატული აგრეგატებისთვის 331
დავით წვერავა. მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტების მიღება ვაკუუმური ინფუზიის ტექნოლოგიით, მაღალენტროპიული ფხვნილებითა და ბოჭკოებით გაძლიერებული მატრიცით 336

მათემატიკა

ლევან ჯიქიძე, ვარდენ ცუცქირიძე, ლიანა ქვარცხავა. წრიული ფოროვანი დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილი გამტარი სითხის დინების სტაციონარული ამოცანა მაგნიტური ველის გათვალისწინებით 344

სოციალური მეცნიერებები

ვაჟა პაპასკირი. მჭევრმეტყველების ფენომენის გააზრებისთვის 352
ზვიად ტყაბლაძე. „დაიშის“ ფენომენი - შექმნის ისტორია 365
ნინო ქავთარაძე, ნოდარ მატარაძე. რესოციალიზაციის ცნებები და არსი სოციალურ და ფილოსოფიურ მეცნიერებებში 395
შორენა შელია. კადრების მართვის უმნიშვნელოვანესი ასპექტები საჯარო მმართველობის სისტემაში 401

ავტორთა საძიებელი 409
რეცენზენტთა საძიებელი 410
ავტორთა საყურადღებოდ 411

CONTENTS

Agricultural and Biological Sciences

Irina kapanadze, Teimuraz Buachidze. Some Physical and Chemical Properties of Micromycete Biomass Grown on Food Industry Waste 11

Arts and Humanities

Maia Dzidziguri, Akaki skhvitaridze. Basilicas with T-shaped Piers 18

Aleqsander Nazgaidze, Vaja Sadradze. Cultic and Ritual Artifacts of the Chalcolithic Period 28

Business, Management and Accounting

Nana Nikoleishvili. Entrepreneurial Factors and Their Importance for long-term Economic Growth 38

Ramaz Otinashvili, Mariam Kuprashvili. Business Security in the National Security System of the Country 43

David Bibichadze, Elene Gabadze. Tax Reforms In The United States: A New Era In The Taxation System 51

Tatia Gurtskaia, Karlo Gurtskaia. The Role and Importance of GATT in International Trade 56

Archil Samadashvili, **Nikoloz Simaevi.** Business Model Template 61

Lamara Qoqiauri, Asmat Pipia, Nato Bebiashvili. Theoretical Aspects of The Development of Innovative Activities 73

Anzor Abralava, **Giorgi Tugushi**. The Synthesis of Neuromarketing and Artificial Intelligence in the Real Estate Market 96

Nodar Grzelishvili, Laura Kvaratskhelia. Aspects of Assessing the Positive and Negative Impacts of Tourism 103

Khatuna Kharkhelauri, **Nino Dzneladze, Saba Tsiklauri**. Challenges of Social and Green Businesses in Georgia 114

Chemistry

Tamar Tsilosani, Tamar Cercvadze, Tamaz Buchukuri, Nato Kanteladze. Electrocrystallization of Elemental Arsenic From Alkaline Solution Obtained From Oxidative Leaching of Arsenopyrite Ore From Tsan and Development of Limited Process Parameters 123

Computer Science

Oleg Namicheishvili, Zhuzhuna Gogiasvhili. Public Policy Evaluation Through Modeling 134

Mariam Tsatsanashvili, Leonid-Luka Kazanjy. Technosophy - A New Philosophical Paradigm in the Age of Artificial Intelligence 148
Irine Ugrekhelidze, Tatia Gorduladze, Tamaz Isakadze. Calculation of VRV and SPLIT Type Air Conditioning Systems Through the New Desing Tool Computer Program 157

Decision Sciences

Jemal Grigalashvili. Hybrid logic Controller For Servo Systems Based on S7-1200 Programmable Logic Controllers 169
Jemal Grigalashvili. A Fuzzy logic Controller for Servo Motor Speed Based on Arduino Due 180

Earth and Planetary Sciences

George Magalashvili. The Problem of Planetary Warming and the Development of Recommendations for Possible Mitigation of Related Cataclysms 190
Zurab Varazashvili, Zurab Kakulia, Giorgi Gaprindashvili, Dali Chutkerashvili, Goga Chaxaia, Irakli Ramishvili, Giorgi Tlashadze. Calculation of the Relative Characteristics of Mudflows Using the Example of Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi Rivers 196
Ludmila Glonti, Zurab Kakulia, Avtandil Songhulashvili, Inguli Nanadze, Manana Kopadze, Lash Khvichia. Some Results of Mineral Waters Monitoring on the Right Bank of Mtkvari River and Their Analysis (Within Shida Kartli) 206
Marine Mardashova, Tamar Mikava. Evaluation System of Exploitable Underground Water Supplies 214

Economics,Econometrics and Finance

Nino Bendianishvili. The Potential of Artificial Intelligence (AI) Technologies in Higher Education and Its Impact on Sustainable Economic Development 224
Marina Metreveli. The External Relations of the Region and the Role of the Transport Complex in Ensuring their Success 231

Energy

Gurami Mirinashvili. Forecasting of River Inflow Using Artificial Intelligence 244
Gurami Mirinashvili, Akaki Karseladze, Archil Kokhtashvili. The effect of Namakhvani HPP on Rioni Cascade HPPs 255

Engineering

Tamaz Batsikadze, Nugzar Murghulia, Jumber Nizharadze. Issues of Calculating of Beams With Various Cross - Sections in the Case of Complex Elastic-Plastic Deformations 260
Zurab Mchedlishvili, **Ramin Zukakishvili, Giorgi Gratiashvili.** Analysis of the Similarities Between the Flight Characteristics of Flying Creatures and Aerial Vehicles 270

Zurab Mchedlishvili, Ramin Zukakishvili, Giorgi Gratiashvili. To the question of theories

and the creation of a mahalet (ornithopter) 276
Petre Nadirashvili, Nugzar Rurua, Khvicha Iremashvili. Selection of Optimal Road Pavement Design Methods Based on the Quality of Road Construction Materials 288
Amiran Lazarashvili, Givi Goletiani, Zurab Lazarashvili, Givi Gugulashvili, Tengiz Rukhadze. New Container for Refrigerated Transportation of Fruits and Berries 295
Amiran Lazarashvili, Givi Goletiani, Zurab Lazarashvili, Givi Gugulashvili, Tengiz Rukhadze. Device for Freezing Elongated Vegetable Raw Materials 303
Nikoloz Shaverdashvili, Nana Razmadze, Nino Ratiani. A New Stage of Occupational Safety: Integration of Artificial Intelligence in the Work Environment 309

Environmental Sciense

Tamar Koblianidze. Education For Sustainable Mountain Development - International Context and Georgian Experience 317

Materials Science

Tamar Esadze, Khatuna Lejava. Heat-resistant Concretes for Low and High-temperature Aggregates 331
Davit Tsverava. Production of Metal-Polymer Composites Using Vacuum Infusion Technology weith High-Entropy Powders and Fiber-Reinforced Matrix 336

Mathematics

Levan Jikidze, Varden Tsutskiridze, Liana Kvartskhava. Stationary Problem of the Flow of a Conductive Fluid Generated by the Rotation of a Circular Porous Disk Taking into Account the Magnetic Field 344

Social Sciences

Vazha Papaskiri. For The Understanding Of The Phenomenon Of Eloquence 352
Zviad Tkabladze. The "Daesh" Phenomenon - History Of The Creation 365
Nino Kavtaradze, Nodar Mataradze. Resocialization- Concepts and Essence in Social and Philosophical Sciences 395
Shorena Shelia. Principles of Personnal Management in the System of Public Administration 401

Author's Index 409
Reviewer's Index 410
Guidelines for Authors 417

UDC 633.2
SCOPUS CODE 1106
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-11-18

კვების მრეწველობის ნარჩენებზე გაზრდილი მიკრომიცეტის ბიომასის ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისება

ირინა კაპანაძე ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: Kapanadzeirina23@gmail.com

თეიმურაზ ბუაჩიძე ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: tbuachidze@yahoo.com

რეცენზენტები:

ნ. ქებაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: n.kebadze@gtu.ge

ლ. თოფურია, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: lelatopuria888@Gmail.com

ანოტაცია. ცელულოზაშემცველი ნარჩენების ქიმიური შედგენილობაში, კერძოდ ციტრუსის ფქვილის, ტომატის გამონაწურეხის, სიმინდის ფუჩეჩისა და ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენებში ძირითადი ქიმიური კომპონენტებია ცელულოზა, ჰემიცელულოზა და ლიგნინი.

ცელულოზების პროდუცენტად გამოყენებულია არაპათოგენური, მჟავაგამძლე და თერმოფილური მიკროსკოპული სოკოს მუტანტი Aspergillus terreus IK-40. დადგენილია სათესლე მასალის ასაკი (14 დღე-ღამე) და სუბსტრატის კონცენტრაცია საკვებ არეში (3-5 %). შესწავლილია ბიომასისა და ნედლი ცილის დაგროვების დინამიკა. ნედლი ცილის მაქსიმალური პროცენტული შემცველობა ბიომასაში მესამე დღეს აღმოჩნდა.

განხილულია მიღებული ბიომასის კულტივირების დინამიკა. დადგენილია, რომ ნედლი ცილის ყველაზე დიდი რაოდენობა ბიოკონვერსიის დროს გროვდება ყურძნის წვენის ნარჩენების შემთხვევაში. ნაჩვენებია, რომ მიღებული ბიომასის ცილა შეიცავს ყველა შეუცვლელ ამინომჟავას „ფაო-ს“ ნორმებში.

ჩატარდა ბიომასის მიკროტოქსიკოლოგიური ანალიზი. ჩვენი შტამი A.terreus IK-40 იძლევა არატოქ-

სიკურ ბიომასას ყურძნის წვენის ნარჩენებზე გაზრდისას. რაც შეეხება ნუკლეინის მჟავებს, მისი შემცველობა 2 %-ზე ნაკლებია.

საკვანძო სიტყვები: მიკრომიცეტი; ნარჩენები; ნედლი ცილა; ცელულოზა.

შესავალი

ორგანული ნარჩენების უტილიზაციის მეთოდი ბიოკონვერსიის ერთ-ერთი მეთოდია, რომელიც გამოყენების მხრივ ფრიად პერსპექტიულია მეცხოველეობაში, როგორც საკვები დანამატი. მეთოდი მდგომარეობს შემდეგში: ნარჩენებში არსებული მცენარეული წარმოშობის კომპონენტები, რომელთა შედგენილობაში შედის რთული პოლისაქარიდები, ცელულოზა, ჰემიცელულოზა და სხვა, იშლება მიკრომიცეტის სპეციფიკური ფერმენტებით და საბოლოოდ იძლევა ადვილად შესათვისებელ ცხოველთა და ფრინველთა საკვებ ცილას, რომელიც კვებითი ღირებულებით გაცილებით მეტია საფურაჟე მარცვლეულზე.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანია ცელულოზაშემცველი ნარჩენების ბიოკონვერსია ცილით მდიდარ ბიომასაში, მიკროსკოპული სოკოების (მიკრომიცეტები) მიერ. ამ მიზნის მისაღწევად დავსახეთ შემდეგი ამოცანები:

1. შეგვესწავლა ცელულოზაშემცველი ნარჩენები (ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენები, ტომატის გამონაწნეხი (გამონაწური), სიმინდის ფუჩეჩი, ციტრუსების ფქვილი);
2. პროდუცენტის (მიკრომიცეტის შტამი) შერჩევა, რომელსაც ექნება მაღალი ცელულოზური აქტიურობა და ბიოკონვერსიის ოპტიმალური პარამეტრები ცილით მდიდარი ბიომასის მიღების მიზნით;
3. მიღებული ბიომასის ბიოლოგიური ფასეულობის განსაზღვრა;
4. ნაჩვენებია ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენებზე თერმოფილური და მჟავაგამძლე მიკრომიცეტის მიერ ცილით მდიდარი ბიომასის მიღების ბიოკონვერსიის შესაძლებლობა.

კვლევის ობიექტი იყო გამშრალი და დაქუცმაცებული სიმინდის ფუჩეჩი, ციტრუსის ფქვილი, ტომატის გამონაწნეხი და ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენები. ნარჩენების დაქუცმაცების ხარისხი 400 მიკრონს შეადგენდა.

ცილით მდიდარი ბიომასის მისაღებად გამოვიყენეთ თერმოფილური, არატოქსიკური და არაპათოგენური მუტანტური შტამი A.terreus IK-40. ბიომასა მივიღეთ სოკოს სიღრმული კულტივირებით, საკვები არის შემდეგი პროცენტული შედგენილობით: $NaNO_3$ – 0,3; KH_2PO_4 – 0,2; $MgSO_4$ x 7 H_20 – 0,05, ცელულოზაშემცველი სუბსტრატი – 3–5. საკვები არის საწყისი pH 4,5. საკვები არის სტერილიზაცია ჩავატარეთ 1,2 ატმ წნევაზე 0,5 სთ განმავლობაში. კულტივირება მიმდინარეობდა თერმოსტატურ სანჯღრეველაში 200 ბრ/წთ სიჩქარით, 750 მლ მოცულობის კოლბებში, რომლებშიც ესხა 150 მლ საკვები არე თითოეულში, კულტივირების ტემპერატურა 45 ^0C ტოლი იყო.

ბიომასების ტოქსიკურობა შევამოწმეთ ბოცვერებზე კანის სინჯით, მონაცემების სტატიკური და-

მუშავება კი – როკიცკის მეთოდით (Рокитский 1973).

შევისწავლეთ ცელულოზაშემცველი ნარჩენების (ყურძნის ნარჩენი, ციტრუსის ფქვილი, ტომატის გამონაწურეხი, სიმინდის ფუჩეჩი) ქიმიური შედგენილობა. მიღებული შედეგები ასახულია 1-ელ ცხრილში (მონაცემები მოცემულია პროცენტებში).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ისეთი ძვირფასი ნივთიერება, როგორიცაა კაროტინი (პროვიტამინი A), ყველაზე მეტია ყურძნის ნარჩენში. გარდა ამისა, მასში ბევრია ნედლი ცილა და ნაკლებია ცელულოზა. ცელულოზის მაქსიმალური რაოდენობა შედის სიმინდის ფუჩეჩში, ხოლო მინიმალური – ყურძნის ნარჩენებში.

ცხრილი 1

ცელულოზაშემცველი ნარჩენების ქიმიური შედგენილობა

ნარჩენები	ცელულოზა	ნედლი ცილა	ჰემიცელულოზა	ლიგნინი	ცხიმი	კაროტინი	ზოლა	Ca	P
ყურძნის ნარჩენი	17, 4	11,5	8,3	9,2	4,2	45,8	4,4	0,8	0,3
ციტრუსის ფქვილი	19,2	7, 0	9,7	5,2	3,2	43,3	2,7	0,7	0,1
ტომატის გამონაწურეხი	22.5	4,9	1,8	13,7	9,1	7,2	5,2	0,8	0,4
სიმინდის ფუჩეჩი	29,2	3,6	10,2	16,4	1,9	6,3	1,3	0,9	0,2

მიუხედავად ამისა, ბიოკონვერსიის პროცესი სიმინდის ფუჩეჩში ყველაზე მცირეა. ამის მიზეზი შეიძლება იყოს კრისტალური უბნების დიდი რაოდენობა სიმინდის ფუჩეჩში და ამორფული უბნების ნაკლები რაოდენობა. ნარჩენებში ძირითადი კომპონენტებია ცელულოზა, ჰემიცელულოზა და ლიგნინი. შერჩეული შტამი A.terreus IK-40 ასინთეზებს ენდოგლუკანაზას, ბეტა-გლუკოზიდაზას და ქსილანაზას. ჩასათესი კულტურის ოპტიმალური ასაკი 7 დღეღამეა, ბიოკონვერსიის ხანგრძლივობა – 72 სთ.

მე-2 ცხრილში მოცემულია გამოყენებული სუბსტრატების ოპტიმალური პროცენტული შედგენილობა (3 - 5) და ნედლი ცილის პროცენტული შემცველობა მიღებულ ბიომასებში.

ცხრილი 2

ნედლი ცილის შემცველობა (%) ბიომასებში

ნარჩენები	სუბსტრატი	ნედლი ცილა
ყურძნის ნარჩენი	4	18,1
ციტრუსის ფქვილი	4	16,3
ტომატის გამონაწურეხი	5	17,2
სიმინდის ფუჩეჩი	3	8,6

ბიოკონვერსიის პროცესის დინამიკა – ბიოკონვერსიის დროს მხედველობაშია მისაღები არა მარტო ნედლი ცილის პროცენტული შედგენილობა მოცემულ სუბსტრატზე წარმოქმნილ ბიომასაში, არამედ თვით ბიომასის რაოდენობა, რადგან მისი მცირე რაოდენობა, მიუხედავად მასში ცილის მაღალი შემცველობისა, ეჭვქვეშ აყენებს ამ ნარჩენის გამოყე-

ნებას საკვები დანამატის მისაღებად სამრეწველო მასშტაბით. ამიტომ იქნა გამოკვლეული ბიომასის დაგროვება და მასში ცილის პროცენტული შედგენილობა ბიოკონვერსიის დროს 5 დღე-ღამის განმავლობაში.

მე-3 ცხრილში მოცემულია ბიომასის დაგროვების დინამიკა (გრამებში) ცელულოზაშემცველი სუბსტრატების ბიოკონვერსიის დროს 6 დღე-ღამის განმავლობაში (1 სვეტი) და მასში შემავალი ნედლი ცილა პროცენტებში (2 სვეტი).

ცხრილი 3

ბიომასის დაგროვების დინამიკა კულტივირების დროს

დრო	ციტრუსის ფქვილი		ტომატის გამონაწურები		სიმინდის ფუჩეჩი		ყურძნის ნარჩენი	
	1	2	1	2	1	2	1	2
0	4,5	7,1	5,9	3,8	3,0	4,6	5.7	4,3
1	5,2	11,8	6,6	8,5	3,2	5,3	6,8	8,7
2	5,8	14,5	8,3	15,2	3,5	7,8	8,4	15,8
3	6,5	16,3	8,7	17,8	3,7	8,6	9,2	18,1
4	6,1	15,4	7,8	16 3	3,5	8,4	7,9	16,6
5	5,1	13,1	6,4	13,4	3,3	7,8	6,5	13,5
6	4,2	10 2	6,0	12 5	2,9	6,7	6,3	12,8

მე-3 ცხრილში ბიოკონვერსიის შედეგად მიღებული მონაცემები აჩვენებს, რომ ბიომასაში ნედლი ცილის მაქსიმალური პროცენტული შემცველობა სხვადასხვაა დღე-ღამის მიხედვით. ყველაზე მეტია კულტივირების მე-3 დღეს. ეს არის კულტურის ზრდის ოპტიმალური დრო. ცხრილში მოყვანილი მონაცემები გადაანგარიშებულია 100 გ საწყის სუბსტრატზე.

კვლევის შედეგად ამინომჟავურმა შედგენილობამ ბიომასაში და ცხიმოვანი მჟავების შემცველობამ აჩვენა, რომ ბიომასაში არსებული ცილები შეიცავს ყველა შეუცვლელ ამინომჟავებს და შეცვლადი ამინომჟავების უმეტესობას. მე-4 ცხრილში მოცემულია მონაცემები, სადაც ჩანს, რომ ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენებზე გაზრდილი ბიომასა შეიცავს მაქსიმალურ ნედლ პროტეინს. ეს ბიომასა ყველაზე მეტად შეიცავს ასპარაგინსა და გლუტამინს, რომლებიც ადვილად შესათვისებელი აზოტის მარაგს ქმნის. ამასთანავე, ბიომასა შეიცავს ამინომჟავა პროლინის ყველაზე დიდ რაოდენობას, რაც სხვა ამინომჟავების სინთეზისათვის აუცილებელი აზოტის წყაროა.

ცხრილი 4

ბიომასების ამინომჟავური შედგენილობა

ამინომჟავები	ყურძნის ნარჩენი	ციტრუსის ფქვილი	ტომატის გამონაწურები	სიმინდის ფუჩეჩი	„ფაო“-ს ნორმა
ვალინი	4,3	4,7	4,7	4,4	4,2
ლეიცინი	4,6	5,2	5,3	5,1	4,8
იზოლეიცინი	4,5	4,3	4,5	4,3	4,2
ტრეონინი	2,9	2,5	2,8	2,7	2,8
მეთიონინი	2,8	2,3	2,4	2,3	2,2
ლიზინი	4,7	4,3	4,3	3,9	4,2
ფენილალანინი	3,2	3,2	2,9	2,7	2,8
ტრიფტოფანი	3,2	3,0	3,1	3,1	2,8
ცისტინი					2,0
ასპარაგინის მჟავა	3,7	2,8	2,8	1,3	
გლუტამინის მჟავა	5,5	5,2	4,2	2,8	
სერინი	2,2	2,4	1,7	0,7	
გლიცინი	3,5	3,6	1,8	1,8	
ალანინი	3,,8	4,2	2,6	1,5	
ჰისტიდინი	1,7	1,8	1,2	0,6	
არგინინი	2,2	2,3	1,1	0,8	
პროლინი	2,0	1,8	1,3	0,9	

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენებზე გაზრდილ მიკრომიცეტის ბიომასაში ყველაზე მეტია ლიზინი და მეთიონინი, რომლებიც ძალზე დეფიციტურია ცხოველთა და ფრინველთა ძირითად საკვებში.

მიკრობული წარმოშობის ბიომასების ბიოლოგიური ღირებულება მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია მასში შემავალი ცხიმოვანი მჟავების ხარისხსა და რაოდენობაზე. მე-5 ცხრილში მოცემულია ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა სხვადასხვა ბიომასაში.

ცხრილი 5

ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა სხვადასხვა ბიომასაში

ცხიმოვანი მჟავები	ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა (%) ლიპიდთა ჯამიდან			
	ყურძნის ნარჩენები	ციტრუსის ფქვილი	ტომატის გამონაწურები	სიმინდის ფუჩეჩი
უჯერი	76,2	72,2	74,3	63,3
ნაჯერი	32,8	31,3	23,7	31,7

როგორც მე-5 ცხრილიდან ჩანს, ცხიმების ყველაზე დიდი პროცენტული შემცველობა ბიომასაში აღნიშნულია ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენებზე ზრდისას.

ამრიგად, დავადგინეთ, რომ ლიგნოცელულოზის ნარჩენებზე გაზრდილი მიკრომიცეტის A.terreus IK-40 ბიომასა შეიცავს 14,4 % ნედლ ცილას, 2 % ლიპიდებს, 12 % ნახშირწყლებს, 2 %-ზე ნაკლებ ნუკლეინის კომპონენტებს.

დასკვნა

დადგენილია, რომ კვების მრეწველობის ნარჩენებში ძირითადი ქიმიური კომპონენტებია ცელულოზა, ჰემიცელულოზა და ლიგნინი. შერჩეულია არატოქსიკური, არაპათოგენური და თერმოფილური მიკრომიცეტი – Aspergillus terreus-IK-40 ცელულოზების პროდუცენტი, რომლის ზრდა მაქსიმალურია კულტივირების მესამე დღეს. დადგინდა სუბსტრატების (ნარჩენები) ოპტიმალური რაოდენობა, რომელიც საკვებ არეს 3 – 5 %-ის კონცენტრაციით ემატება; ბიომასების ამინომჟავური შედგენილობის შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ შეუცვლადი ამინომჟავებით ყველაზე მდიდარია ყურძნის წვენის წარმოების ნარჩენი.

ლიტერატურა

1. Buachidze, T., & Kapanadze, I. (2024). Obtaining mycoprotein-rich food supplements based on biotransformation of grape juice production waste. In *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "Environmental Protection and Sustainable Development"* (Section 4, Environmental Chemistry and Ecology). Georgian Technical University, Tbilisi.
2. Nikitina, Z. K., Gordonova, I. K., & Nasibov, E. M. (2020). Growth of micromycetes and bacteria on various cellulose substrates. *Issues of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*, (23), 28–33.
3. Vanete, T., & Luciana, P. (2000). Single cell protein and its importance in food security. *Journal of American Science*, 16(8), 35.
4. Zebu, W. (2005). *Production of single cell protein from base hydrolyzed date extract byproduct by the fungus Fusarium graminearum* (Master's thesis). Garyounis University, Benghazi. 19, pp.167-225.

UDC 633.2
SCOPUS CODE 1106
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-11-18

Some Physical and Chemical Properties of Micromycete Biomass Grown on Food Industry Waste

Irina kapanadze Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str.
E-mail: Kapanadzeirina23@gmail.com

Teimuraz Buachidze Department of chemical and biological technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str.
E-mail: tbuachidze@yahoo.com

Reviewers:

N. Kebadze, Associate Professor, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: n.kebadze@gtu.ge

L. Topuria, Professorr, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU
E-mail: lelatopuria888@Gmail.com

Abstract. The chemical composition of cellulose-containing wastes, namely citrus flour, tomato pomace, corn husks and grape juice production wastes, has been studied. It has been established that the main chemical components in the wastes are cellulose, hemicellulose and lignin.

As a cellulase producer, a non-pathogenic, acid-resistant and thermophilic mutant of the microscopic fungus Aspergillus terreus IK-40 was used. The age of the seed material (14 days) and the concentration of the substrate in the nutrient zone (3-5 %) were determined. The dynamics of biomass and crude protein accumulation were studied. It is established that the maximum percentage of crude protein in biomass is accounted for on the third day.

The dynamics of the cultivation of the obtained biomass was studied. It was found that the greatest amount of crude protein accumulates during bioconversion in the case of grape juice residues. It was shown that the obtained biomass protein contains all essential amino acids in accordance with the standards FAO.

Studied dynamics of cultivation of obtained biomass. It has been established that the largest amount of raw protein accumulates during bioconversion in the case of grape juice residues. It was shown that the resulting biomass protein contains all essential amino acids in accordance with FAO standards.

Mycotoxicological analysis of biomass. Our strain A. terreus IK-40 produces non-toxic biomass when grown on waste grape juice. As for nucleic acids, their content is less than 2 %

Keywords: Cellulose; Crude protein; Micromycete; Waste.

განხილვის თარიღი 10.02.2025
შემოსვლის თარიღი 12.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 72. 726
SCOPUS CODE 1201
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-18-27

Basilicas with T-shaped Piers

Maia Dzidziguri Department of Architecture Theory Fundamentals and Fine Arts, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: maia.dzidziguri@yahoo.com

Akaki skhvitaridze Department of Architecture Theory Fundamentals and Fine Arts, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: akaki.skhvitaridze@gmail.com

Reviewers:
T. Chigogidze, Professor, Faculty of Architecture, Urban planning and Design, GTU
E-mail: t.chigogidze@gtu.ge
K. Berekashvili, Associate Professor, Faculty of Architecture, Urban Planning and Design, GTU
E-mail: ketevanberekashvili@gmail.com

Abstract.

The significance of this study emerged during work on the dissertation topic "Basilicas with Cruciform Piers: Structure and Proportions." Typologically, the T-shaped pier in horizontal section is the closest to the cruciform pier. Insights gained from the proportional analysis of early Christian Georgian basilicas – specifically those of Dzveli Shuamta, Vazisubani, Gurjaani, and Khirsa - necessitated a reassessment of the chronology of these monuments. T-shaped piers are found in several Georgian and Armenian basilicas from the Late Antique and early medieval periods. Thus, in general, T-shaped piers are a distinctive feature of early Christian basilicas in Transcaucasia. This article examines the comparison between Georgian basilicas with cruciform and T-shaped piers, their chronology, and the relationship between Georgian and Armenian T-shaped-pier basilicas. **This research PHDF-23-051 has been supported by Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia (SRNSFG).**

Keywords: Basilica; Dating; Early Christian; Pastophorion; Proportion.

Introduction

While working on the dissertation topic “Basilicas with Cruciform Piers: Structure and Proportions,” the need arose to study the following issues: a) the chronology of Georgian basilicas with T-shaped piers; b) the relationship between Georgian basilicas with T-shaped and cruciform piers; c) the relationship between Georgian and Armenian basilicas with T-shaped piers.

The study focuses on the following basilicas with T-shaped piers in Kakheti: Khirsa, Vazisubani, Gurjaani’s Kvelatsminda, and Dzveli Shuamta. First, we present the results of their proportional analysis. Methodologically, this analysis is based on the ten principles proposed by M.A. Cohen, which affirm that the existence of

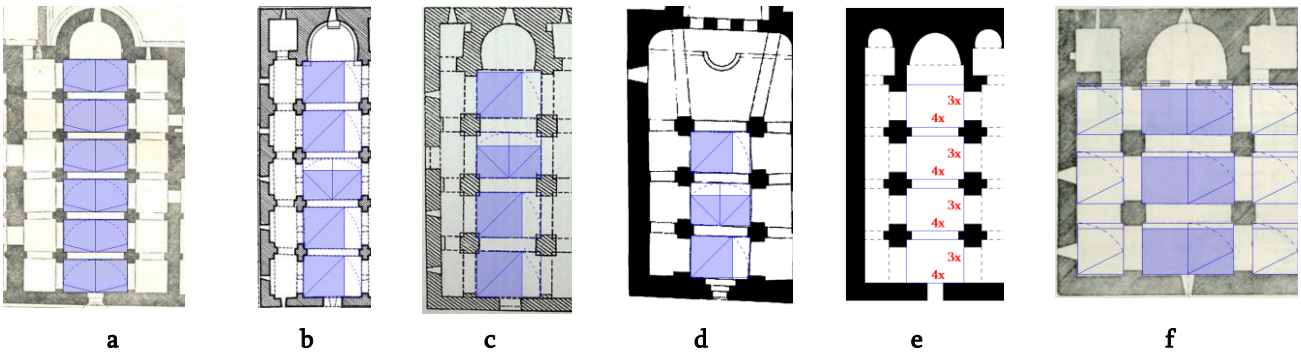
proportional systems in historical architecture is both a historical fact and a fundamental design method [1]. The second part of the study examines the chronology and planning characteristics of these basilicas.

Since the structures of these monuments have undergone deformations, the recorded measurements were determined by considering the smallest and largest dimensions and calculating their arithmetic mean. The obtained results were then compared with the most frequently confirmed data. All measurements are given in centimeters. For illustrations, the plans of the following authors were used: G. Chubinashvili Fig 1- a,b,f, Fig 2-a,b,c,d,e,f; Fig 3 -c, Fig5-c,d,e,f; R. mefisashvili Fig. 1-d.; V.Tsintsadze -Fig4-f; V. Gagnidze Fig 1-c; R.Gverdtsiteli Fig 3-d; P. Zakaraia Fig 4-a,b; N. Bakhtadze-Fig 4-e ; G. Kipiani -Fig4-a; T.Gabunia, G.Sosanidze -Fig.6-b.

During the research, the possible influence of Roman, Greek, or Persian measurement systems on the metrology of these monuments was considered. In all four basilicas, the transverse dimensions most closely correspond to units of the Roman measurement system [2], specifically the foot (29.6 cm) and the cubit (44.4 cm). For example, in the Vazisubani basilica: the width of the interior is 886-890 cm, the central nave - 440-447 cm, the side naves 132-134 cm, the piers 88-90 cm. These dimensions align with the Roman system as follows: 30 x 29.6 = 888 cm (30 feet, 20 cubits), 15 x 29.6 = 444 cm (15 feet, 10 cubits), 4.5 x 29.6 = 133.2 cm, 3 x 29.6 = 88.8 cm (3 feet, 2 cubits).

Main Part

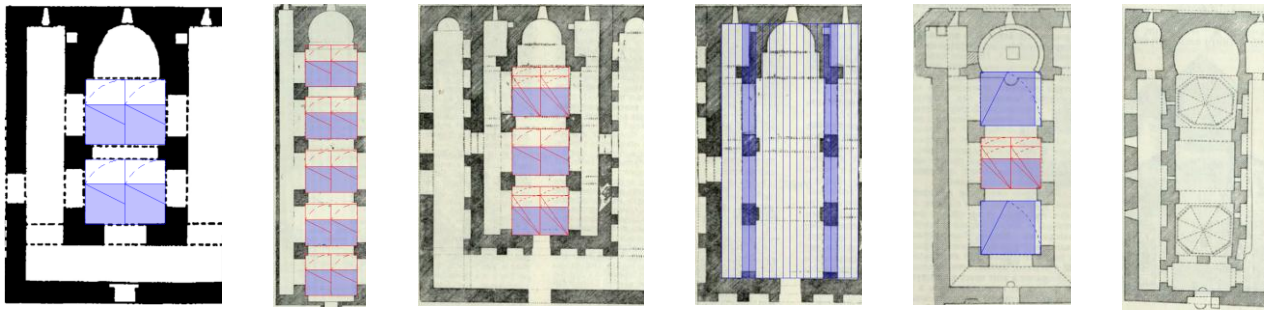
In **Dzveli Shuamta**, the ratio of the central nave width to the total internal width is **1:2.5**, while the ratio of the side naves to the total width is **1:5**. In Vazisubani, the central nave width to total internal width ratio is **1:2**. Additionally, in all four basilicas, the width of the piers is **one-tenth** of the internal width. However, dividing the external dimensions of the basilicas by the width of the piers does not yield whole numbers. These ratios clearly indicate that the dimensions were determined by dividing the internal width into equal parts. A similar proportional logic is evident in basilicas with cruciform piers. The ratio of pier width to total internal width is as follows: **Bolnisi - 1:18, Urbnisi - 1:18, Natkora - 1:10, Nunisi - 1:12, Nastakisi - 1:10, Zemo Alvani -1:12.** Thus, identical methods of proportioning the plan and dimensions are evident in basilicas with both T-shaped and cruciform piers. Another important similarity should be noted: in basilicas with cruciform piers, the proportions of the rectangles formed by the pilasters of the piers in the middle nave follow distinct geometric relationships: **Bolnisi Sioni** - a paired dynamic square (Fig.1-a.]; **Urbnisi Sioni, Natkora** and **Nunisi** - a paired √2 (which is the same as a √2 rectangle) (Fig.1 -b,c,d.); **Zemo Alvani** - a paired dynamic square (Fig.1-f.); **Nastakisi** - a paired 3:2 rectangle (which is same as 3:4 rectangle) (Fig.1-e.).



a b c d e f

Fig.1.

A similar peculiarity can be observed in T-shaped-pier basilicas. According to K. Afanasyev [3], the cells of the central nave in **Dzveli Shuamta,** as well as the temple's outer contour, follow the proportions of the paired golden section—1.618:2 ≈ 0.809 or 2:1.618 ≈ 1.236. The ratio of whole numbers 4:5 provides approximately the same values (4:5 = 0.8 or 5:4 = 1.25). Our research results align with Afanasyev's findings (Fig. 2-a). Beyond Shuamta, the paired golden section is also observed in other basilicas: In the **Khirsa** basilica, the ratio of the central nave cell is 530:430 = 1.235 (Fig. 2-b). In the **Vazisubani** basilica, the central cell follows the ratio 445:360 = 1.236 (Fig. 2-c). The length-to-width ratio of the pre-altar and extreme western cells of Vazisubani (445:385 ≈ 1.153) closely corresponds to the paired √3 proportion (2:√3 ≈ 1.154) (Fig. 2-c). This suggests that the peripheral cells are slightly wider than the middle cell, making them closer to a square.In **Gurjaani Kvelatsminda**, the middle cell of the middle nave follows the paired √3 proportion (Fig. 2-e), while the eastern and western cells are slightly wider, making them even closer to a square (Fig. 2-e). This feature is particularly noteworthy, as it suggests the presence of a logical and consistent proportional system in the architectural design of these two basilicas.



a b c d e f

Fig 2.

At the same time, the total internal width and the widths of the piers in the Vazisubani and Gurjaani Kvelatsminda basilicas are identical (888 cm and 88–90 cm, respectively). In both basilicas, the width of the piers is related to the total internal width in a 1:10 ratio. In Vazisubani, the placement of the piers aligns with a grid obtained by dividing the interior width into 20 equal parts (Fig. 2-d). However, in Gurjaani, accurately aligning the piers and naves within a similar proportional scheme requires an additional refinement of the total width, which appears illogical. These proportional and dimensional relationships suggest that the compositional logic of the Gurjaani basilica evolved directly from the Vazisubani basilica. While it is possible that an architect in a later period could have built a temple using the same concept and dimensions, additional architectural similarities between these basilicas support the argument that they belong to the same period.

G. Chubinashvili dates **Gurjaani's Kvelatsminda** to the 8th–9th centuries, although he highlights several details that have parallels with 6th-century monuments [4]. S. Kakabadze proposed a dating at the turn of the 5th–6th centuries [5], a view that D. Tumanishvili disagreed with [6]. However, G. Kipiani's analysis challenges Tumanishvili's arguments. Kipiani considers the upper limit of construction to be the second half of the 6th century [7]. The reasoning of Kakabadze and Kipiani appears well-founded. Indeed, based on numerous architectural features—such as horseshoe arches, dome placement, stonework, and overall plan—the temple closely parallels 6th-century monuments.

The basilica of **Vazisubani** (dated to the second half of the 6th century by Chubinashvili [5]) features three naves and a three-sided corridor, which, although structurally an extension, is contemporary with the main building (Fig. 2-c). A decorative arcade runs along the northern, western, and southern outer walls of the three-naved section. The eastern ends of the corridor terminate in apses, while the central sections of the northern and southern corridor walls are open with triple arches. Other three-naved basilicas with three-sided corridors and decorative arcades include Akhshani and Areshi.

Gurjaani's Kvelatsminda also features a three-sided corridor, which, like Vazisubani, is completed by apses in the east (Fig. 2-f). The southern wall of the corridor originally had an open arcade, similar to that of Vazisubani (Fig. 2-c), as well as other three-church basilicas dating from the 6th–7th centuries [5]. Additionally, at the level of the corridor, the outer walls of the nave are flanked by a decorative arcade, resembling the one in Vazisubani. The overall character of the corridors in both basilicas is also quite similar (Fig. 3-a: Vazisubani, Fig. 3-b: Gurjaani). The only significant distinction between the three-sided corridor of the Gurjaani basilica is its placement on the second floor, likely an adaptation to the steep terrain. The construction period of three-naved basilicas with additional galleries or rooms on the north-south axis and three-sided corridors generally falls within the 5th–6th centuries, which also aligns with the broader construction period of elongated three-naved basilicas along the east-west axis [8]. After the 7th century, basilicas became less common and were typically built with only one or two pairs of piers. Gurjaani's Kvelatsminda is a three-aisled basilica, divided into three naves by three pairs of piers, with the westernmost piers shaped like the Γ (Cyrillic "G"). This shape is a structural adaptation due to the second-floor three-sided corridor above the side naves, which influences the first level of the basilica. Without this upper corridor, the basilica would have been divided into three naves by just two pairs of piers, making it structurally similar to Vazisubani.

a b c d

Fig. 3.

A distinctive feature of **Gurjaani's Kvelatsminda** is its northern pastophorion, which slightly projects beyond the overall width of the church, creating a somewhat awkward protrusion on the northern façade (Fig. 3-c). A similar architectural feature can be observed in Anchiskhati Basilica in Tbilisi, dating to the

early 6th century (Fig. 3-d). Thus, in terms of functional spaces and spatial organization, the Gurjaani basilica shares significant parallels with 6th century basilicas. Based on multiple supporting arguments, it can be attributed to the 6th century. It is also possible that its design represents a direct development of the Vazisubani basilica. Another significant feature is the identical "isodomic" masonry found in both the Gurjaani and Vazisubani basilicas. Comparable masonry techniques appear only in 5th–6th century structures such as Cheremi and Ujarma. Additionally, both basilicas share a distinctive decorative motif of paired arches on their facades, further reinforcing their architectural and chronological connection.

It is important to examine the rooms located to the north and south of the sanctuary, known as **pastophorions**, and their chronology in Georgian basilicas. Pastophorions are present in almost all early Christian three-aisled basilicas of Kakheti, varying in their degree of isolation or openness. In Kartli, most basilicas include pastophorions, except for **Bolnisi Sioni, Svetitskhoveli, and Tsilkani**. Additionally, columned basilicas such as **Akaurta Sioni** and **Ivris Sioni** do not feature them. In Western Georgia, pastophorions are generally absent in basilicas, with the sole exception of **Nokalakevi II** [14].

Among Georgia's early Christian churches, several can be dated with relative certainty based on historical sources, modern archaeological methods, and epigraphic data: **Samtavro** (Fig. 4-a.) – **Second quarter of the 4th century** [9]; **Dolochopi I** (Fig. 4-b.) – **Second quarter of the 4th century** [10]; **Chabukauri** (Fig. 4-c.) – **Second half of the 4th century** [10]; **Bolnisi Sioni** (Fig. 4-d.) – **Early 5th century** [11]; **Dolochopi Basilica** (Fig. 4-e.) – **Early 5th century** [10]; **Svetitskhoveli** (Fig. 4-f.) – **Third quarter of the 5th century** [12]; **Anchiskhati** (Fig. 3-d.) – **Early 6th century** [13]. According to these data, the earliest basilica in Kartli—Samtavro—includes pastophorions. However, from the early 5th century until the end of the century, pastophorions are absent and only reappear at the beginning of the 6th century.

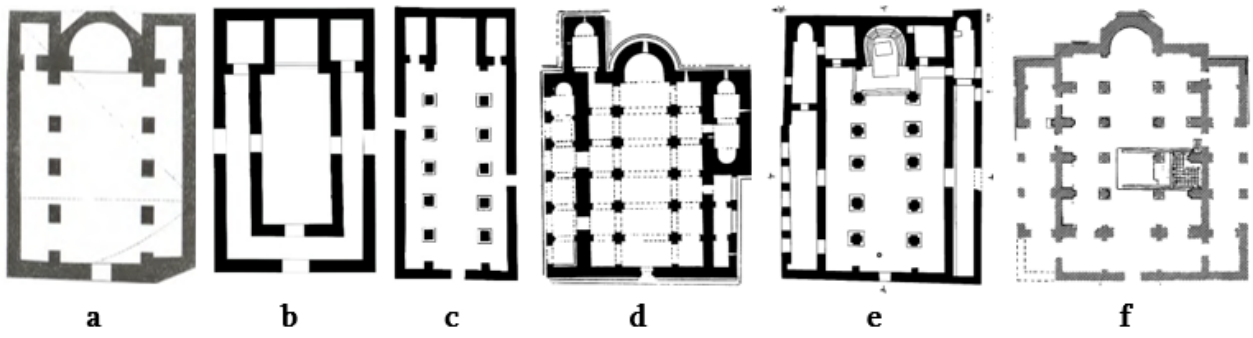


Fig 4.

In all early three-nave basilicas of Kakheti, the altar is inscribed within a rectangle, causing the apse walls to form "gaps" with the longitudinal walls. However, among these, the most pronounced open character can be observed in the following basilicas: Khirsa (Fig. 6-a.), Telavi's Ghvtaeba (Fig. 5-c.), Katsareti (Khashmi) (Fig. 5-d.), Kondoli (Fig. 5-e.), Kurdgelauri (Fig. 5-f.), Natkora (Fig. 1-c.). In contrast, the pastophorions in Areshi, Vazisubani, Kumi, and Gurjaani appear more structured. In Areshi, Vazisubani, and Kumi, this is due to lightening the apse walls, while in Gurjaani, it results from partially extending the northern wall (Fig. 3-c.). Additionally, while the pastophorions of the Dolochopi basilica appear isolated, the northern pastophorion is

connected to the side space, which is part of the northern gallery (Fig. 4-e.). This suggests that rather than serving as an isolated chamber, it likely functioned as a connector between spaces.

In the context of pastophorions, the second basilica of **Nokalakevi** (Fig. 5-b.), dating to the late 5th–early 6th century, is particularly noteworthy [14]. As previously mentioned, this basilica represents the only known example of pastophorions in Western Georgia, which indicates the difference in liturgical practice at this location in Western Georgia. Moreover, it suggests a similarity to the liturgical practices of Eastern Georgia, where pastophorions were more common. The first basilica of Nokalakevi (second half of the 5th century) features a protruding apse. Despite this, the walls extending from the apse at the ends of the side naves create deliberate gaps with the longitudinal walls (Fig. 5-a.). This suggests that these gaps were intentional architectural elements, rather than structural inconsistencies.This suggests that Before the need for isolated pastophorions emerged, liturgical practice may have required a degree of visual separation within the sacred space, implying a passive function for these areas. However, by the early 6th century, a shift occurred, leading to the need for fully enclosed pastophorions. Since this transition likely reflects broader liturgical developments in Eastern Georgia, it is reasonable to hypothesize that the construction date of Kakheti's basilicas featuring similar "gaps" (including Khirsa) can be placed in the second half of the 5th century.

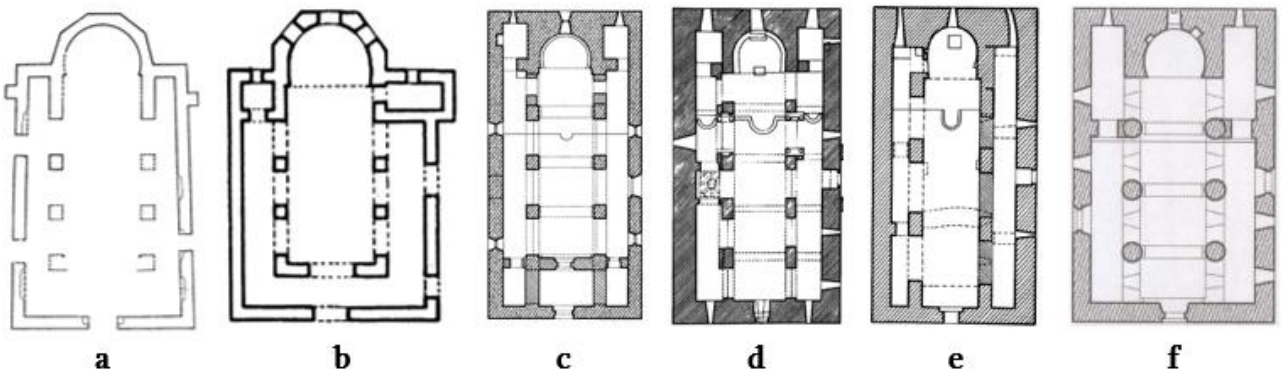


Fig. 5

Our reasoning remains theoretical, but if it is correct, we can outline the following historical development: After the Christianization of Georgia (circa 326 AD), the liturgical practice that spread in Kartli and Kakheti necessitated the inclusion of pastophorions in basilicas. However, by the 5th century, their practical necessity may have diminished, although they still retained a passive function. This shift is reflected in Kakheti's basilicas, where the "gaps" between the altar and longitudinal walls may have served a similar role. In Kartli's basilicas, the easternmost cells of the side naves, visually framed by cross-shaped piers and pilasters protruding from the longitudinal walls, might have fulfilled an analogous function. This can be observed in Bolnisi Sioni and Svetitskhoveli, both of which feature cruciform piers.

In addition to the pastophorions, the number of pier pairs in the above-mentioned basilicas with fixed dates is as follows: Samtavro – 3 pairs, Chabukauri – 5 pairs, Bolnisi Sioni – 5 pairs, Dolochopi – 5 pairs, Svetitskhoveli – 4 pairs, Anchiskhati – 3 pairs. This pattern suggests a gradual increase in the number of pier pairs towards the end of the 4th century, followed by a gradual decrease after the second half of the 5th century.

We have determined the second half of the 5th century as the likely construction period for the basilicas with "gaps" in Kakheti. The number of pier

pairs in these basilicas also aligns with this timeframe: Telavi Ghvtaeba – 4 pairs (Fig.5-c.), Katsareti Sameba – 4 pairs (Fig.5-d.), Khirsa – 4 pairs (Fig.6-a.), Kondoli – 3 pairs (Fig.5-e.), Kurdgelauri – 3 pairs (Fig.5-f.). Among these, the eastern pair of piers in Kondoli is positioned very close to the apse, suggesting an attempt to merge with the altar space. A similar approach is observed in the Dolochopi basilica, where the eastern piers are drawn closer to the altar (Fig.4-d.). This pattern is also evident in the Samtavisi basilica [15], where three pier pairs are present, but the easternmost pair is distinctly shifted towards the apse (Fig.6-b.). A comparable trend can be observed when comparing the Rkoni and Vere basilicas from the 7th century [16]: In the Rkoni Basilica (early 7th century), there are 2 pier pairs forming 3 equal arches (Fig.6-c.). In the Vere Basilica (7th century), the easternmost piers are significantly shifted towards the altar (Fig.6-d.).

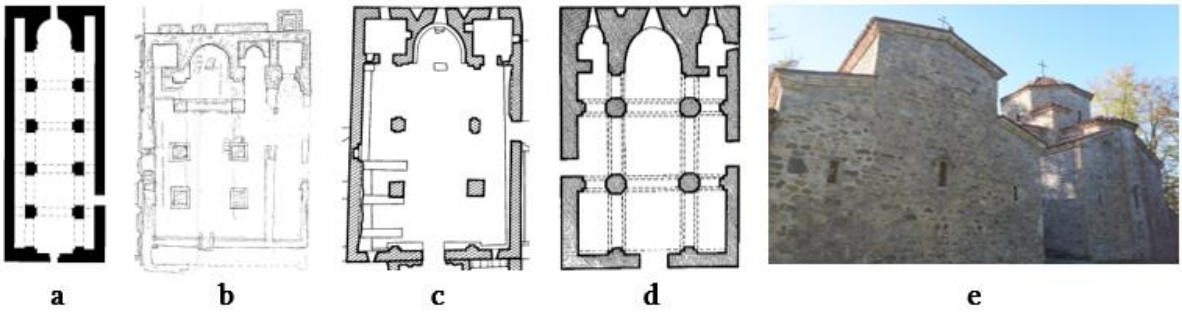


Fig. 6

Of course, the number of pier pairs alone cannot be used as an absolute criterion for dating basilicas - a four-pier basilica is not necessarily older than a three-pier one. Exceptions must also be considered, such as columned basilicas (Akaurta, Ivris Sioni) and rock-cut basilicas (Uplistsikhe). However, the general trend of a gradual reduction in the number of pier pairs from the 5th century until the early 7th century is clear. After the 7th century, basilicas with more than two pier pairs are virtually nonexistent, with only a few exceptions from the 10th-12th centuries (Otkhta, Parkhali, Zeda Tmogvi). In most cases, basilicas built after the 7th century contain only one pair of piers. Since the Anchiskhati Basilica (early 6th century) already features a developed three-pier plan, it is reasonable to assume that the reduction in the number of piers began in the last quarter of the 5th century. Furthermore, observations from Samtavisi Basilica suggest that by the second quarter of the 6th century, a two-pier composition had become the dominant architectural scheme.

In Khirsa, the limited functionality of the "gaps" (due to their narrowness) is particularly evident, and the basilica contains four pairs of piers. This suggests a construction date in the second half of the 5th century. The Vazisubani and Gurjaani Kvelatsminda basilicas, featuring fully developed pastophorions and a two-pier composition, are best dated between the second quarter and the end of the 6th century. Regarding Dzveli Shuamta, while it could exceptionally be assigned to the second half of the 5th century, its two-pier composition, particularly the Γ-shaped western pair, suggests a transition toward a single-pier composition. This indicates a later date, likely the end of the 6th century or the turn of the 6th-7th centuries. Supporting this later dating, the stone masonry, cornices, and window decorations in Dzveli Shuamta closely resemble those found in the tetraconch churches of the same ensemble, which are firmly dated to the first half of the 7th century (Fig. 6-e). Thus, Khirsa appears to be

the earliest Georgian basilica featuring T-shaped piers, marking an important architectural transition.

As discussed in the proportional research section, the internal width and its division method were likely the primary considerations in the design of basilicas. According to Chubinashvili's existing plan, the pier widths in Telavi Ghvtaeba and Katsareti (Khashmi) follow a proportional relationship with the entire internal width of 1:10—a pattern observed in all four basilicas with T-shaped piers. The interior width of Katsareti is approximately 10 meters, and the ratio of the side naves to the central nave is 1:2. The piers in Katsareti do not have pilasters on either side; instead, they are elongated rectangles. Similarly, the interior width of Khirsa is also around 10 meters, but the ratio of the side naves to the central nave is 1:3.7. This suggests that in Khirsa, rather than narrowing the side naves, the elongated rectangular piers were shifted north and south, adhering to the established 10-meter (approx. 23 cubits or 34 feet) internal width standard. This expansion of the central nave was a direct consequence of that shift. To enhance structural stability, pilasters emerged on the piers facing the central nave. However, in the side naves, pilasters were unnecessary—both structurally and visually—since these spaces essentially functioned as narrow corridors leading to the sanctuary's "gaps."

The early Christian T-shaped-pierred basilicas of Armenia, as identified in the available to us literature [17, 18], include **Kasagh, Ashtarak, Eghvard**, and **Agtsk**. Upon examining their plans, a distinctive feature becomes immediately apparent: In all four cases, pilasters protrude from the longitudinal walls of the basilicas. These pilasters sometimes align with the rhythm of the piers and sometimes do not. In Kasagh and Agtsk, the pilasters are connected to the piers by arches. In the Ashtarak (Tsiranavor) basilica, the vaults are now demolished, but it's evident that The piers were connected to the longitudinal walls by arches and These arches rested on brackets slightly protruding from the walls. Despite this, the longitudinal walls still featured pilasters. By contrast, in Georgian basilicas, pilasters corresponding to piers are absent in all Kakhetian examples, including those with T-shaped piers. In fact, pilasters are generally found only in cruciform-pierred basilicas, such as: Bolnisi Sioni, Svetitskhoveli, Nunisi, Uplistsikhe, Vashlobi, Urbnisi. Other early Christian cruciform-pierred basilicas do not exhibit pilasters protruding from the walls.

Conclusion

A similar logic in planning and the placement of pilasters can be observed in both Georgian cross-pierred and T-shaped-pierred basilicas. Based on the architectural evolution and structural changes, the chronology of T-shaped-pierred basilicas in Kakheti can be established in the following sequence: Khirsa – Vazisubani - Gurjaani's Kvelatsminda - Dzveli Shuamta.

The formation of the T-shaped pier in Khirsa appears to have been influenced by changes in the function of pastophorions, which were, in turn, driven by shifts in liturgical practices. At the time of its construction, pier structures with pilasters were already present in Kakheti, as seen in the cross-pierred basilica of Dolochopi. In side naves, which functioned primarily as corridors leading to the "gaps", structural reinforcement or visual division was no longer necessary. However, in Vazisubani and Gurjaani, although the pastophorions became more spacious and isolated, the side naves still retained their function as passageways. Notably, in Gurjaani's Kvelatsminda, despite the introduction of a three sided corridor on the second level, there are no additional supportive arches, indicating that the piers continued to retain their T-shaped horizontal section.

The emergence of T-shaped piers in Armenian basilicas seems unrelated to the visual separation of side naves, even in cases where they were relatively narrow. Thus, the use of the T-shaped pier in Georgian and Armenian basilicas appears to have stemmed from fundamentally different reasons and approaches.

References

1. Cohen, M. A. (2018). *Proportional systems in the history of architecture: A critical reconsideration*. Leiden University Press.
2. Britannica. (n.d.). *Measurement system*. Encyclopedia Britannica. https://www.britannica.com/science/measurement-system#ref796586
3. Afanasev, K. (1977). *Dzveli Shuamta*. In *IV International Symposium Dedicated to Georgian Art*. Tbilisi: Metsniereba.
4. Chubinashvili, G. (1959). *Architecture of Kakheti*. Tbilisi.
5. Kakabadze, S. (1980). *K izucheniju gruzinskoj kultovoj arhitektury IV–VI vv.* Tbilisi.
6. Tumanishvili, D. (1981). K voprosu o nachal'nom periode gruzinskoj srednevekovoj arhitektury. *Matsne*, (3), 168–174.
7. Kipiani, G. (2000). *Kolkhetisa da Iberiis ts'armartuli t'adzrebi da kartuli krist'ianuli khurotmodzghvrebis ts'armoshobis sak'itkhebi*. Tbilisi.
8. Jabua, N. (2009). *Samnaviani bazilik'is arkit'ekt'uruli t'ip'i Sakartveloshi*. Tbilisi.
9. Kipiani, G. (2009). Mepe Mirianis bazilik'a. *Byzantinology in Georgia*, *2*, 733–789.
10. Bakhtadze, N., & Mgaloblishvili, V. (2020). *The early Christian churches of the ancient city of Nekresi*. Tbilisi.
11. Kipiani, G. (2022). *Bolnisis Sioni (t'adzris adreuli samsheneblo penebi da misi udzvelesi ts'arts'erebi)*. Tbilisi.
12. Tsintsadze, V. (1989). Nekotorye osobennosti bazilik rannekhristianskoj Gruzii i arkhitektura baziliki V veka Sveti-Choveli v Mcheta. *Ars Georgica*, *10-A*.
13. Gverdtsiteli, R. (2017). *Works I*. Tbilisi.
14. Zakaraia, P. (1991). *Tsikhegoji-Arkeop'olisi-Nokalakevi khurotmodzghvreba*. Tbilisi: Metsniereba.
15. Samtavisis k'omp'leksuri eksp'editsiis 2009 ts'lis sametsniero angarishi. (2009). Tbilisi.
16. Chubinashvili, G. (1936). *Kartuli khelovnebis ist'oria*, *Tomi I*. Tbilisi.
17. Donabédian, P., & Vardanyan, S. (2014). *Fouilles et investigations à Ereruyk: Rapport de la campagne de 2014*.
18. Mnatsakanian, S. (1989). *Krestovo-kupol'nye kompozicii Armenii i Vizantii V–VII vv.* Yerevan.

UDC 72. 726
SCOPUS CODE 1201
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-18-27

ბაზილიკები T-სებრი ბურჯებით

მაია ძიძიგური არქიტექტურის საფუძვლების, თეორიისა და სახვითი ხელოვნების აკადემიური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: maia.dzidziguri@yahoo.com

აკაკი სხვიტარიძე არქიტექტურის საფუძვლების, თეორიისა და სახვითი ხელოვნების აკადემიური დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: akaki.skhvitaridze@gmail.com

რეცენზენტები:

თ. ჩიგოგიძე, სტუ-ის არქიტექტურის, ურბანისტიკისა და დიზაინის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.chigogidze@gtu.ge

ქ. ბერეკაშვილი, სტუ-ის არქიტექტურის, ურბანისტიკისა და დიზაინის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: ketevanberekashvili@gmail.com

ანოტაცია. საკითხის შესწავლის აქტუალობა წარმოიშვა სადისერტაციო თემაზე „ჯვრულბურჯიანი ბაზილიკები, სტრუქტურა და პროპორციები“ მუშაობისას (სხვა ბაზილიკებთან შედარებითი ანალიზის საჭიროებისას). ტიპოლოგიურად ჯვრულ ბურჯთან ყველაზე ახლოსაა T-სებრი ბურჯი. ძველი შუამთის, ვაზისუბნის, გურჯაანისა და ხირსას ბაზილიკების პროპორციული ანალიზის შედეგად გაჩენილმა მოსაზრებებმა წარმოშვა ამ ძეგლების ქრონოლოგიის საკითხებში გარკვევის საჭიროება. T-სებრი ბურჯი გვხვდება გვიანანტიკური/ადრე შუა საუკუნეების პერიოდის არაერთ ქართულ და სომხურ ბაზილიკაში. ამდენად, T-სებრი ბურჯები, ზოგადად, ამიერკავკასიის ადრექრისტიანული ბაზილიკებისთვის დამახასიათებელი თავისებურებაა. განხილულია ქართული ჯვრული და T-სებრი ბურჯიანი ბაზილიკების ურთიერთმიმართების, ქართული T-სებრი ბურჯიანი ბაზილიკების ქრონოლოგიისა და ქართული და სომხური T-სებრი ბურჯიანი ბაზილიკების ურთიერთმიმართების საკითხები. **კვლევა PHDF-23-051 ჩატარდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით.**

საკვანძო სიტყვები: ადრექრისტიანული; ბაზილიკა; დათარიღება; პასტოფორიუმი; პროპორცია.

The date of review 21.02.2025
The date of submission 24.02.2025
Signed for publishing 25.09.2025

UDC 903.23:2-58
SCOPUS CODE 1204
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-28-37

ენეოლითის ხანის საკულტო-რიტუალური საგნები

ალექსანდრე ნაზღაიძე არქეოლოგიისა და საქართველოს ისტორიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: aleqsandrenazghaidze@gmail.com

ვაჟა სადრაძე არქეოლოგიისა და საქართველოს ისტორიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: vazhasadradze@gmail.com

რეცენზენტები:

მ. ძნელაძე, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: dzneladzemerabi@gmail.com

ნ. ჯავახიშვილი, ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ჰუმანიტარულ მეცნიერებათა ფაკულტეტის, საქართველოს ისტორიის სასწავლო-სამეცნიერო ინსტიტუტის პროფესორი, ლატვიის მეცნიერებათა აკადემიის უცხოელი წევრი
E-mail: nikolai.javakhishvili@tsu.ge

ანოტაცია. საქართველოს ტერიტორიაზე აღმოჩენილი ენეოლითის ხანის საკულტო-რიტუალური საგნები სანდო მტკიცებულებაა იმდროინდელი რწმენა-წარმოდგენების და კულტმსახურების შესწავლის საქმეში. თიხის ანთროპომორფული და ზოომორფული ფიგურები – თიხის კვერები, კვირისტავები, თიხის, ქვის, ლითონის ავგაროზები სიმბოლური გამოსახულებებია, რომლებიც დაკავშირებულია ნაყოფიერების, ბუნების და ციური ძალების თაყვანისცემასთან. ამ საგნების უმეტესობა რიტუალური დანიშნულებისაა. მათი დახმარებით ვეცნობით ენეოლითის ხანის ადამიანის სულიერ სამყაროს.

არქეოლოგიური მასალის მიხედვით, ენეოლითის ხანის ადამიანი ნაყოფიერების ღვთაებებს, ბუნების ძალებს და წინაპართა სულებს სცემდა თაყვანს.

არქეოლოგიურად დასტურდება ნაყოფიერების მდედრობითი ღვთაების სიმბოლოები: თიხით ნაძერწი ქალის ფიგურები, რომელთა უმეტესობა კერიის ნაცარში ან კერიასთან ახლოს იყო აღმოჩენილი. ასევე არქეოლოგიურად დასტურდება ნაყოფიერების მამრობითი ღვთაების სიმბოლოები: მამაკაცის ითიფალური გამოსახულება თიხის ჭურჭელზე, ქვის და თიხის ფალოსები, ხარის რქების ფორმის საკურთხეველი, თიხით ნაძერწი ხარის ქანდა-

კება. გვიანი ენეოლითის არქეოლოგიურ მასალებში ცხვრის ქანდაკებებიც გვხვდება, რომელიც ღვთისშვილ კვირიას სიმბოლოდ არის მიჩნეული.

ადგილობრივი სარწმუნოების უმაღლეს ღვთაებათა ტრიადა უკვე გამოკვეთილია საქართველოს გვიანი ენეოლითის ხანის რწმენა-წარმოდგენებში.

არქეოლოგიურად დასტურდება ენეოლითის ხანის ნაყოფიერების ღვთაებათა ასტრალირი წარმოდგენები მზის, მთვარის და ხუთი ვარსკვლავის სიმბოლური გამოსახულებების სახით. ქვის სფერო იმირის გორიდან, თიხის კვირისტავები სხივური ორნამენტით სამელე კლდის მღვიმიდან და ბერიკლდეების ნამოსახლარიდან (როგორც მზის სიმბოლი), სპილენძის ნახევარრკალი ხრამის დიდი გორის ნამოსახლარიდან (როგორც მთვარის სიმბოლო), სამარხის ჭურჭელზე გამოსახული ხუთი კოპი არუხლო I-ის სამაროვანიდან (როგორც ხუთი ცდომილის სიმბოლო).

ენეოლითის ხანის ადამიანს სწამდა ბუნების ძალების და აღიარებდა ბუნებაში კეთილი და ავი სულების არსებობას. კენჭები არუხლოს გორიდან, რომლებზეც გამოსახულია „მომღიმარი“ და „საზარელი“ სახეები, არქეოლოგიურად ადასტურებს ამ რწმენას. თავის დროზე ეს სახეები წითელი ჟანგმიწით ყოფილა შეღებილი, რაც მათ საკულტო დანიშნულებაზე მეტყველებს.

ავგაროზები ავი სულებისგან თავდაცვის საშუალებად იყო მიჩნეული. ქვისა და ძვლის ავგაროზები, აგრეთვე მღვიმის დათვის გახვრეტილი კბილი აღმოჩენილია თეთრი მღვიმის სამლოცველო დარბაზში, გახვრეტილი ეშვი აღმოჩენილია წოფის ნამოსახლარში.

წინაპართა სულებისადმი თაყვანისცემას არქეოლოგიურად ადასტურებს ნაცარში ნაპოვნი თიხის წრიული და ოვალური ფორმის კვერები თეთრი მღვიმიდან და არუხლოს გორიდან, რომლებსაც სწირავდნენ წინაპართა სულებს, მათგან კეთილგანწყობის და მფარველობის მოსაპოვებლად.

საკვანძო სიტყვები: ავგაროზი; ენეოლითის ხანა; ნაყოფიერების ღვთაება; საკულტო საგნები; სამლოცველო; სამლოცველო; ქანდაკება.

შესავალი

საკულტო-რიტუალური საგნები, არქეოლოგიური მასალა მნიშვნელოვანი მტკიცებულებაა ენეოლითის ხანის საზოგადოების რელიგიური შეხედულებების არსებობისა და მისი თავისებურების შესახებ. ამ საგნების საშუალებით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ იმდროინდელი ადამიანის რწმენა-წარმოდგენების და კულტმსახურების შესახებ. სამხრეთ კავკასიაში მცხოვრები ბინადარი მიწათმოქმედი, მესაქონლე ტომები, როგორც ჩანს, ეთაყვანებოდნენ მოსავლის და ნაყოფიერების ღვთაებებს, ფუძის და ადგილის მფარველ კეთილ სულებს, ბუნების ძალებს, პატივს სცემდნენ წინაპართა სულებს და თავს იცავდნენ ავი სულებისგან. საკულტო ადგილებში, ნამოსახლარებში, განძებსა და სამარხებში აღმოჩენილი საკულტო დანიშნულების საგნების საშუალებით ვერკვევით იმ პერიოდის საზოგადოების სულიერ სამყაროში, კულტმსახურების დროს შესრულებული რიტუალების არსსა და სიმბოლიკაში.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენთვის საინტერესო არქეოლოგიური მასალა, საკულტო-რიტუალური საგნები მრავალგვარია: ღვთაებათა ქანდაკებანი ან რელიეფური გამოსახულებანი, კულტმსახურებაში გამოსაყენებელი და შესაწირი ნივთები, ავგაროზები და საკულტო შინაარსის სამკაულები. ასეთი არტეფაქტები მრავლად გვხვდება საკულტო ძეგლებზე, ნამოსახლარებზე, სამარხებსა და განძებში. ქვემოთ წარმოვადგენთ არქეოლოგიურ მასალას.

ანთროპომორფული ფიგურები ხრამის დიდი გორიდან (ქვემო ქართლი, მარნეულის მუნიციპალიტეტი, ს. ყაჩაღანის მახლობლად, მდ. ხრამის მარჯვენა ნაპირი). გორანამოსახლარზე აღმოჩენილია 30-მდე მცირე ზომის (5-6 სმ) თიხის ფიგურა, აქედან ნახევარზე მეტი (17 ფიგურა) ერთ შენობაში იპოვეს. შესაძლებელია, რომ ეს იყო საკულტო დანიშნულების შენობა, ხოლო თიხის ანთროპომორფული ფიგურები მლოცველთა შესაწირავები ნაყოფიერების ღვთაების, დიდი დედის მიმართ. ნამოსახლარის N 1 ნაგებობის კერიაში აღმოჩნდა ღვთაების მცირე ზომის ფიგურა, შიშველი, მჯდომარე, მიდგმული ფეხებით, გამოკვეთილი მკერდით და თეძოებით. ფიგურა თავმოტეხილია, მკლავები არ ჰქონდა (ასეთი გამოიძერწა თავიდანვე). ასეთი ქანდაკებები თავსდებოდა კერიის ნაცარში, როგორც ჩანს, ოჯახის გამრავლების და კეთილდღეობის მიზნით. ნამოსახლარზე აღმოჩენილი ყველა ფიგურა დამტვრეულია. მოხერხდა ერთი ფიგურის აწყობა ნატეხებისგან, რომელიც ასე გამოიყურება: მცირე ზომის (5,6 სმ), მჯდომარე, მიდგმული ფეხებით, გამოკვეთილი მკერდით და თეძოებით, მკლავების გარეშე, თავი კონუსური ფორმის (გ. ჯავახიშვილი, 1984). ამ ნამოსახლარზე ნაპოვნი თიხის ფიგურების თავები ერთმანეთს ჰგავს. სახეები წინაა წამოწეული, პირი და თვალები გამოსახულია ღრმულების სახით. წაწვეტებული თავები, თეთრი ანგობით შეღებილი. ემჩნევა მორკალული წარბები. ხრამის დიდ გორაზე ნაპოვნია მრავალი თიხის ქალის ფიგურა, რომლებიც სავარაუდოდ „დიდ დედას“, ბუნების სიცოცხლის გამჩენს განასახიერებს. (ო. ლორთქიფანიძე, 2022). კერიებსა და კერიების მახლობლად აღმოჩენილი ანთროპომორფული ფიგურები საოჯახო კულტმსახურების და ნაყოფიერების მდედრობითი ბუნების ღვთაების თაყვანისცემას ადასტურებს.

ქანდაკება შულავერის გორიდან (ქვემო ქართლი, მარნეულის მუნიციპალიტეტი, სოფ. იმირი, მდ. ხრამის მარჯვენა ნაპირი). გვიანი ენეოლითის ხანის შულავერის ნამოსახლარზე აღმოჩნდა გამომწვარი თიხის მცირე ზომის ქალის ქანდაკება. შულავერის ნამოსახლარის ქალის ქანდაკება განსხვავდება დღემდე აღმოჩენილი ქალის ყველა ქანდაკებისგან. იგი მაღალია და ტანწვრილი, განიერი თეძოები. სხეულზე ნაჭდევით გამოსახული აქვს თავთავისებრი ორნამენტი. გიორგი ჯავახიშვილის ვარაუდით, შულავერის ქალის ქანდაკებას მუცელზე ნაყოფიერების ხე აქვს გამოსახული (გ. ჯავახიშვილი, 1984). დასაშვებად მიგვაჩნია, რომ შესაძლოა ეს არის ადგილის დედის გამოსახულება (ეთნოგრაფიული მასალის მიხედვით ადგილის დედა ახალგაზრდა, ლამაზი, მორთული, „წვრილ-მაღალი“ ქალია). საქართველოს უძველეს ბინადარ მოსახლეობაში ადგილის დედის კულტის არსებობა, ენეოლითის და უფრო ადრეულ ხანაშიც, სავსებით შესაძლებელია.

არუხლოს გორის კენჭები ადამიანის სახეებით (ქვემო ქართლი, სოფ. არახლო, მდ. ხრამის და მდ. მაშავერას შესართავი). არუხლოს გორის ნამოსახლარში აღმოჩნდა მცირე ზომის (6,2 და 6,7 სმ) კენჭები, რომლებზეც გამოსახული იყო ადამიანის სახეები. სახეები გამოყვანილი იყო ამოკაწვრის მეთოდით. ნაკაწრებში ეტყობოდა წითელი ოქრა, რაც კენჭების საკრალურ მნიშვნელობას ადასტურებდა. ერთი სახე არის მკაცრი გამომეტყველების, ხოლო მეორე თითქოს იღიმება. აღმომჩენმა ტ. ჩუბინიშვილმა ერთს პირობითად „საზარელი“, მეორეს კი „კეთილი“ უწოდა (გ. ჯავახიშვილი, 1984). შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ამ სახეების გამომეტყველება შეესაბამება იმდროინდელ რწმენას კეთილი და ავი სულების შესახებ. „კეთილ სულს“ შუბლზემოთ წრიულად ღარი აქვს შემოვლებული, სავარაუდოდ იგი გულსაკიდად გამოიყენებოდა და დამცავი ფუნქცია ჰქონდა.

ჭურჭელი არუხლო I-ის სამაროვნიდან (ქვემო ქართლი, ბოლნისის მუნიციპალიტეტი, სოფ. არუხლო, მდ. მაშავერას და მდ. ხრამის შესართავთან). ნამოსახლარის მახლობლად, მისგან სამხრეთ-აღმოსავლეთით, თანადროულ სამაროვანზე, ერთ-ერთ სამარხში აღმოჩნდა რიტუალური ჭურჭელი. ის არის საშუალო ზომის, წითლად შეღებილი ქილა, რომელსაც ყელზე, ოთხივე მხარეს ვერტიკალურ მწკრივებად გამოსახული აქვს დაბერწილი ხუთ-ხუთი კოპი (დ. გოგელია, ლ. ჭელიძე, 1992). ამ შემთხვევაში კოპები შეიძლება ვარსკვლავებს გამოსახავს. ენეოლითის ხანაში უკვე ამჩნევდნენ უძრავ ცაზე განსხვავებული ტრაექტორიით მოძრავ ხუთ ვარსკვლავს (ასეთი ვარაუდი უკვე გამოთქმულია გვარჯილას მღვიმის, პალეოლითური ხანის „მეთაურის კვერთხის“ შემკულობის მიხედვით). მოძრავი ხუთი ვარსკვლავი (ხუთი ცთომილი, სინამდვილეში მზის სისტემის ხუთი პლანეტა), დღესაც მოჩანს და მათი დანახვა შეუიარაღებელი თვალით დღესაც შეიძლება.

დამრგვალებული ქვა იმირის გორის სამლოცველოდან (ქვემო ქართლი, მარნეულის მუნიციპალიტეტი, სოფ. იმირი, შულავერის ღელის მარცხენა ნაპირი). ნეოლითური ხანის იმირის გორის სამლოცველოში (N 9-10 გაერთიანებული ნაგებობა) კერიის მახლობლად აღმოჩნდა რიტუალური ორმო. ორმოში იდო საგანგებოდ დამრგვალებული, სფერული ფორმის რიყის ქვა (დ. გოგელია, ლ. ჭელიძე, 1992). საფიქრებელია, რომ ორმოში შენახული სფერული ქვა, ნაყოფიერების ქალღვთაების სიმბოლოს მზეს განასახიერებდა. საკულტო დანიშნულების სფერული (თეთრი) ქვა ბოლო დრომდე შემორჩენილი იყო სვანეთში, უშგულის თემში, რომელსაც ხატობის დროს დიდი პატივით გამოაბრძანებდნენ ხოლმე. კულტის მსახური ხალსუანი ქვას რომელ მხარესაც მიმართავდა, მლოცველები მის მიმართ თაყვანისცემას გამოხატავდნენ.

თიხის კვირისტავები სამელე კლდის მღვიმიდან (ზემო იმერეთი, ჭიათურის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ზოდის მახლობლად, მდ. ჯრუჭულას მარჯვენა ნაპირი). კარსტული წარმოშობის მღვიმეში (სიგრძე-30 მ, სიგანე-25 მ, სიმაღლე-11 მ) მდინარე ჯრუჭულადან 70 მეტრის სიმაღლეზე გაითხარა სამი კულტურული ფენა. თიხის კვირისტავები სამივე ფენაში აღმოჩნდა. ისინი განსაკუთრებით მრავლად იყო წარმოდგენილი ზედა ფენაში (ენეოლითის ხანა). სავარაუდოდ, კვირისტავები სიცოცხლისა და ნაყოფიერების ღვთაებისადმი შეწირული ნივთებია, რომლის ციური სიმბოლო მზე იყო. ზოგ კვირისტავზე წერტილოვანი ხაზებით გამოყვანილია ბორჯღალის გა-

მოსახულება, რაც კვირისტავების მზესა და დიდ დედასთან კავშირს უფრო ამყარებს. ძეგლი თარიღდება ძვ. წ. IV ათასწლეულის I ნახევრით (ი. კიკვიძე, 1976; გ. ფხაკაძე, 1992). მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ კვირისტავებზე გამოსახული ყველა ბორჯღალი წაღმა ბრუნს გამოხატავს. იკვეთება პარალელი არქეოლოგიურ და ეთნოგრაფიულ მასალას შორის.

საკულტო საგნები თეთრი მღვიმიდან (იმერეთი, წყალტუბოს მუნიციპალიტეტი, სოფ. ხომულის მახლობლად, ლექვთაძეების ბორცვი). თეთრ მღვიმეს სამი დარბაზი აქვს. შუა დარბაზი მიჩნეულია საკულტო დანიშნულების დარბაზად. აქ აღმოჩნდა თიხის ქანდაკებები, ზოომორფული და ანთროპომორფული (19 ცალი). მნიშვნელოვანია, რომ მათ შორის ცხვრის ფიგურები სჭარბობს. აღმოჩნდა ხარისა და დათვის ფიგურებიც, თიხით ნაძერწი ხარის რქა და ხარის თავი, აგრეთვე კონუსური და ბიკონუსური ფორმის კვირისტავი (დაახ. 70 ცალი). ზოგ კვირისტავს ჰქონდა ნაკაწრი და წერტილოვანი ორნამენტი. გამოთქმულია აზრი, რომ ბიკონუსური ფორმის კვირისტავები შესაძლოა რიტუალური დანიშნულების საგნები ყოფილიყო. აღმოჩნდა თიხით ნაძერწი, მცირე ზომის მრგვალი და ოვალური სარიტუალო კვერები (დიამეტრი-3-5 სმ, სისქე-1-1,5 სმ). ზოგ მათგანს ეტყობა ნამჯის ანაბეჭდები, ნაძერწია კარგად განლექილი თიხისგან. შესაძლოა თიხის კვერები დაკავშირებულია მიცვალებულის კულტთან. ამ კვერებით წინაპართა სულებს პატივს მიაგებდნენ და მათგან კეთილგანწყობის მიღებას ცდილობდნენ (კ. კალანდაძე, 1994). თეთრ მღვიმეში აღმოჩენილია მზის, ხარის და ცხვრის სიმბოლოები ანუ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ სახეზეა დიდი დედის, დიდი მორიგის და ღვთისშვილ კვირიას კულტები ან მათი თაყვანისცემის ადრეული ფორმა, ასევე სავარაუდოა წინაპართა სულების კულტის არსებობა ენეოლითის ხანის გვიან საფეხურზე.

თეთრ მღვიმეში აღმოჩნდა რიყის ქვის, არგილიტისა და ქვიშაქვის მოგრძო, ოვალური, ორმხრივ გახვრეტილი, გულსაკიდი ქვები, აგრეთვე მღვიმის დათვის გახვრეტილი კბილი, რომელსაც დაცვის ფუნქცია უნდა ჰქონოდა (კ. კალანდაძე, 1994). კეთილი და ავი სულების არსებობის რწმენა, ჯერ კიდევ პალეოლითის ხანაში ჩასახული, არქეოლოგიურად დასტურდება ნეოლითის, ენეოლითისა და შემდგომ ხანეშიც. ეთნოგრაფიული მონაცემებით იგივე რწმენა დღემდე არსებობს.

თეთრი მღვიმის სარიტუალო დარბაზში ხარის რქისა და ხარის თავის მახლობლად აღმოჩნდა ქვის და თიხის ფალოსები. როგორც ჩანს, თეთრი მღვიმის ადამიანი, დიდ დედასთან ერთად თაყვანს სცემდა ნაყოფიერების მამრობით ღვთაებას და მის სიმბოლოებს - ხარს და ფალოსს. გვიანი ენეოლითის ხანაში უკვე იწყება მამრობითი ღვთაების კულტის გაძლიერება. ფალოსის კულტი საქართველოს სხვა ადგილებშიც დასტურდება: ახალქალაქში, მულახში, დიდგორში, კავთისხევში, დედოფლისწყაროში და სხვა.

ბერიკლდეების ნამოსახლარის საკულტო საგნები (შიდა ქართლი, ქარელის მუნიციპალიტეტი, მდ. ფრონეს და მტკვრის შესართავი). ენეოლითის ხანის ნივთები აღმოჩნდა ბერიკლდეების ნამოსახლარის ქვედა ფენაში: თიხის კვირისტავი, ზედაპირზე რადიალურად დაჭდეული სხივებით; დისკოები, გამომწვარი თიხის ჭურჭლის ნატეხებისგან დამზადებული და საკულტო სადგარების ნამტვრევები.

(თ. კიღურაძე, 2011). საფიქრებელია, რომ სხივებიანი კვირისტავი და თიხის დისკოები მზის, ხოლო საკულტო სადგარები მთვარის კულტის არსებობაზე მიგვანიშნებს. შიდა ქართლის ენეოლითის ხანის ნამოსახლარებზე მზისა და მთვარის სიმბოლიკა არქეოლოგიურად დასტურდება.

რქებით შემკული საკურთხეველი ზემო ავჭალიდან (შიდა ქართლი, მცხეთის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ზემო ავჭალა, მტკვრის მარცხენა ნაპირი). ავჭალის ჰესის მშენებლობისას, 10 მეტრის სიღრმეში შემთხვევით იპოვეს ხარის რქების ფორმის თიხის საკურთხეველი. საკურთხეველი სავარაუდოდ თარიღდება ენეოლითის ხანით (ა. კალანდაძე, 1980). საფიქრებელია, რომ ამ ადგილზე ნაყოფიერების მამრობითი ღვთაების თაყვანისცემის საკულტო რიტუალი სრულდებოდა.

ცხოველის თიხის ქანდაკება ძუძუანას მღვიმიდან (ზემო იმერეთი, ჭიათურის მუნიციპალიტეტი, სოფ. მღვიმევის მახლობლად). ძუძუანას კარსტულ მღვიმეში აღმოჩნდა მრავალფენიანი ნამოსახლარი. გამოვლენილია: კერამიკა, კერიები და თიხით ნაძერწი ცხოველის ფიგურა (კ. კალანდაძე, 1994). ცხოველის ჯიში გაურკვეველია. ეს ქანდაკება შესაძლოა ტოტემური ცხოველის თაყვანისცემის საგანი ყოფილიყო. ძუძუანას ნამოსახლარი თარიღდება ენეოლით-ადრებრინჯაოს ხანით.

ითიფალური გამოსახულება არუხლოს გორიდან (ქვემო ქართლი, ბოლნისის მუნიციპალიტეტი, სოფ. არუხლო, მდ. ხრამის და მდ. მაშავერას შესართავი). არუხლოს გორაზე აღმოჩენილია კერამიკაზე გამოსახული დაბალი ბარელიეფი, ხელებაპყრობილი ადამიანი ითიფალური გამოსახულებით (გ. ჯავახიშვილი, 1984). მსგავსი ანთროპომორფული გამოსახულება აღმოჩნდა ნამოსახლარის მახლობლად გამოვლენილ ნახევრად მიწურებში, კერამიკის ნამტვრევზე (დ. გოგელია, ლ. ჭელიძე, 1992). სავარაუდოდ, ჭურჭლის ნატეხებზე ადამიანები გამოსახულნი არიან ლოცვის დროს. გვიანი ენეოლითის ხანაში ჩნდება სათემო სალოცავები, შესაბამისად სათემო კულტმსახურება. უნდა ვიფიქროთ, რომ სათემო სამლოცველოებში კულტმსახურებას მამაკაცები ასრულებდნენ, განსხვავებით საოჯახო კულტმსახურებისგან, სადაც წამყვანი როლი დიასახლისს ეკუთვნოდა.

ბარელიეფი იმირის გორიდან (ქვემო ქართლი, მარნეულის მუნიციპალიტეტი, სოფ. იმირი, შულავერის ღელის მარცხენა ნაპირი). იმირის გორაზე აღმოჩენილია თიხის ჭურჭელზე დაძერწილი ადამიანის სტილიზებული, ხელებაპყრობილი გამოსახულება. ფიგურა წელს ქვემოთ არ ჩანს, ჭურჭლის ფრაგმენტი მოტეხილია (გ. ჯავახიშვილი, 1984). არუხლოს გორის ბარელიეფის მსგავსად, შესაძლოა აქაც მლოცველი მამაკაცი იყოს გამოსახული. როგორც ჩანს, ენეოლითის ხანის ადამიანი ლოცვის დროს ხელებს მაღლა აღაპყრობდა. იმ დროს უკვე ნაყოფიერების ღვთაებანი ზეცაში ანუ ზესკნელში იყვნენ წარმოდგენილი და არა ტყეში, კლდეში, მიწაში ან წყალში.

მთვარის სიმბოლო ხრამის დიდი გორიდან (ქვემო ქართლი, მარნეულის მუნიციპალიტეტი, სოფ. ყაჩაღანის მახლობლად, მდ. ხრამის მარჯვენა სანაპირო). ნამოსახლარის ქვედა ფენაში აღმოჩნდა სპილენძის ნახევარრკალი წაწვეტებული ბოლოებით (დ. გოგელია, ლ. ჭელიძე, 1992.). საფიქრებელია, რომ ეს არის ახალი მთვარის სიმბოლო. არტეფაქტი მთვარის თაყვანისცემაზე მიგვანიშნებს. ამავე ნამოსახლარზე აღმოჩნდა კერამიკული მასალა, რომელზეც

გამოსახულია ნალისებრი ორნამენტი. სავარაუდოდ ესეც მთვარის სიმბოლოა. ენეოლითის ხანის გვიანდელ ეტაპზე საქართველოს ტერიტორიაზე განსახლებულ ტომებში ისახება ნაყოფიერების მამრობითი ღვთაების კულტი, ხოლო მთვარე მისი ციური სიმბოლო იყო.

საკულტო ნივთები წოფის ნამოსახლარიდან (ქვემო ქართლი, მარნეულის მუნიციპალიტეტი, სოფ. წოფი). ნამოსახლარში აღმოჩნდა გაურკვეველი მტაცებელი ცხოველის ეშვი, მსხვილ მხარეს გახვრეტილი. სავარაუდოდ ეს საგანი გამოიყენებოდა გულსაკიდად (ლ. ნებიერიძე, 2010). ავგაროზს დამცავი ფუნქცია ჰქონდა. ენეოლითის ხანაში და უფრო ადრეც ადამიანს სწამდა, რომ გულზე დაკიდებული განსაკუთრებული საგანი – გახვრეტილი ქვა, ძვალი, ლითონის ნივთი ან ეშვი, რომელზეც გარკვეული რიტუალი შესრულდა, მაგიურ ძალას ფლობდა და ავი სულებისგან დაიცავდა.

აქვე აღმოჩნდა თიხით ნაძერწი, მცირე ზომის ხარის ფიგურა, ზომა 4,1X2,5 სმ, რომელიც ერთ-ერთი უძველესია დღემდე აღმოჩენილ ხარის ქანდაკებათა შორის (ლ. ნებიერიძე, 2010). ნამოსახლარის ტერიტორიაზე არ აღმოჩნდა ნაგებობათა ნაშთები, გამოვლინდა სამეურნეო და შესაძლოა სარიტუალო ორმოები (დ. გოგელია, ლ. ჭელიძე, 1992). ხარის ფიგურები ნაპოვნია წინა აზიის უძველეს კულტურებში. სამხრეთ კავკასიაში და საქართველოს ტერიტორიაზე ხარის კულტი დასტურდება უკვე ენეოლითის ხანაში. ნაყოფიერების მამრობითი ღვთაების სიმბოლოები იყო ცაში – მთვარე და დედამიწაზე – ხარი. წოფის ნამოსახლარი თარიღდება ძვ. წ. IV ათასწლეულის I ნახევრით და გვიანი ენეოლითის ძეგლად არის მიჩნეული.

დასკვნა

წარმოდგენილი არქეოლოგიური მასალის მიხედვით, საქართველოს ტერიტორიაზე ენეოლითის ხანის ბინადარი მიწათმოქმედი და მესაქონლე საზოგადოება თაყვანს სცემდა ნაყოფიერების ღვთაებას, რომელიც თავდაპირველად მდედრობითი ბუნების ღვთაებად წარმოედგინათ, შემდეგ ისახება ნაყოფიერების მამრობითი ღვთაების კულტი და ბოლოს, ნეოლითი ხანის გვიან საფეხურზე ჩნდება ღვთისშვილ კვირიას კულტი. ენეოლითის ხანის დასასრულს უკვე არსებობდა უმაღლეს ღვთაებათა სამეული.

არქეოლოგიურად დასტურდება ნაყოფიერების მდედრობითი ღვთაების სიმბოლოები: თიხით ნაძერწი ქალის ფიგურები ხრამის დიდი გორის და შულავერის გორანამოსახლარებიდან, წრიული გამოსახულებები კერამიკაზე და სხივური ორნამენტით დამშვენებული კვირისტავები.

ასევე, არქეოლოგიურად დასტურდება ნაყოფიერების მამრობითი ღვთაების სიმბოლოები: მამაკაცის ითიფალური გამოსახულება თიხის ჭურჭლის ნატეხზე არუხლოს გორანამოსახლარიდან, ქვის და თიხის ფალოსები თეთრი მღვიმიდან, ხარის რქების ფორმის საკურთხეველი ზემო ავჭალიდან, ხარის ქანდაკება წოფის ნამოსახლარიდან. საინტერესოა, რომ ნაყოფიერების ღვთისშვილის სიმბოლური გამოსახულება ცხვრის ქანდაკება უკვე გვხვდება გვიანი ენეოლითის ხანის თეთრი მღვიმის სამლოცველო დარბაზში. ამით დასრულდა ადგილობრივ ღვთაებათა პანთეონში უმაღლესი ტრიადის შექმნა.

არქეოლოგიურად დასტურდება ენეოლითის ხანის ნაყოფიერების ღვთაებათა ასტრალური სიმბოლიკა: სფერული ფორმის ქვა იმირის გორის სამ-

ლოცველოდან, როგორც ნაყოფიერების ქალღვთაების ციური სიმბოლოს, მზის გამოსახულება. ასევე მზის, მზექალის სიმბოლოებად არის მიჩნეული კვირისტავები სამელე კლდის მღვიმიდან და ბერიკლდეების ნამოსახლარიდან. კვირისტავებზე გამოსახული სხივური ორნამენტი, უმეტეს შემთხვევაში, წაღმა ბრუნს გვიჩვენებს.

ნაყოფიერების მამრობითი ღვთაების ასტრალურ სიმბოლოს, მთვარეს უნდა განასახიერებდეს ბოლოებწაწვეტებული სპილენძის ნახევარრკალი, აღმოჩენილი ხრამის დიდი გორის ნამოსახლარზე და ნალის ფორმის ორნამენტი იმავე ნამოსახლარის თიხის ჭურჭელზე.

ნაყოფიერების ღვთისშვილების ასტრალურ სიმბოლოებს – ვარსკვლავებს უნდა განასახიერებდეს არუხლო I-ის სამაროვანზე აღმოჩენილ ჭურჭლის ყელზე ოთხ მხარეს გამოსახული ხუთ-ხუთი კოპი.

ენეოლითის ხანის ადამიანს სწამდა სულების არსებობა. ბუნების კეთილი და ავი სულების არსებობის არქეოლოგიურ დადასტურებად მიიჩნევა კენჭები არუხლოს გორიდან, რომლებზეც გამოსახულია „მომღიმარი“ და „საზარელი“ სახეები. თავის დროზე ეს სახეები წითელი ჟანგმიწით ყოფილა შეღებილი, რაც მათ საკულტო დანიშნულებას ადასტურებს. ენეოლითის ხანის ადამიანი ავი სულებისგან თავს იცავდა ავგაროზების საშუალებით – ქვის და ძვლის ავგაროზები და მღვიმის დათვის გახვრეტილი კბილი თეთრი მღვიმიდან, გახვრეტილი ეშვი წოფის ნამოსახლარიდან და სხვა.

წინაპართა სულების თაყვანისცემას გვიდასტურებს ნაცარში ნაპოვნი თიხის წრიული და ოვალური ფორმის მცირე ზომის კვერები თეთრი მღვიმიდან და არუხლოს გორიდან.

ლიტერატურა

1. Gogelia, D., Chelidze, L, (1992). *Eneolithic*, *Archaeology of Georgia*, Vol. II. (In Georgian);
2. Kalandadze, A. (1980). *Archaeological Monuments of Mtskheta (From Prehistoric Times to the Mid-First Millennium BC)*, Mtskheta, Vol. IV. (In Georgian);
3. Kalandadze, K. (1994). *White Cave*. (In Georgian);
4. Kikvidze, I. (1976). *Agriculture and Agricultural Cults in Ancient Georgia*. (In Georgian);
5. Kighuradze, T. (2011). *Neolithic and Eneolithic Cultures of Eastern Georgia*. (In Georgian);
6. Lortkipanidze, O. (2022). *At the Origins of Ancient Georgian Civilization*. (In Georgian);
7. Nebieridze, L. (2010). *The Eneolithic Culture of Tsopi*. (In Georgian);
8. Pkhakadze, G. (1992). *Eneolithic and Early Bronze Age in Western Georgia*, *Archaeology of Georgia*, Vol. II. (In Georgian);
9. Javakhishvili, G. (1984). *Anthropomorphic Plastic Art in Prehistoric Georgia*. (In Georgian).

UDC 903.23:2-58
SCOPUS CODE 1204
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-28-37

Cultic and Ritual Artifacts of The Chalcolithic Period

Aleqsander Nazgaidze Department of Archaeology and History of Georgia, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: aleqsandrenazghaidze@gmail.com

Vaja Sadradze Department of Archaeology and History of Georgia, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: vazhasadradze@gmail.com

Reviewers:

M. Dzneladze, Professor, Faculty of Engineering Economics, Media Technology and Social Sciences, GTU
E-mail: dzneladzemerabi@gmail.com

N. Javakhishvili, professor, Faculty of Humanities, Educational and Scientific Institute of History of Georgia, Foreign Member of the Latvian Academy of Science, TSU
E-mail nikolai.javakhishvili@tsu.ge

Abstract. Archaeological artifacts from the Chalcolithic period discovered within the territory of Georgia provide compelling evidence for examining the belief systems and ritual practices of prehistoric communities. Anthropomorphic clay figurines, stone and clay tokens, spindle whorls, amulets, and various symbolic motifs are linked to the worship of fertility, natural elements, and celestial powers. These items, primarily ritual in function, offer significant insight into the spiritual worldview of Chalcolithic populations.

Evidence indicates that individuals of this period venerated fertility deities, natural forces, and the spirits of their ancestors. Female fertility is symbolized by clay figurines, most commonly found in hearth ashes or in close proximity to hearths. Male fertility deities are represented through ithyphallic depictions on pottery fragments, stone and clay phalluses, altars shaped like bull horns, and bull figurines sculpted from clay. Sheep figurines, frequently encountered in Late Chalcolithic contexts, are interpreted as symbols of the supreme fertility deity or divine offspring.

The concept of a divine triad is evident in Late Chalcolithic Georgian belief systems, reflecting a structured pantheon. Astral representations of fertility deities are also archaeologically attested, taking the form of sun, moon, and star symbols. Notable examples include a stone sphere from Imiri Gora; radiating clay spindle whorls from the Samele Cliff Cave and the Berikldeebi settlement; a copper crescent from the Khrami Didi Gora site; and a motif of five knobs on a burial vessel from the Arukhlo I necropolis.

The Chalcolithic worldview encompassed belief in both benevolent and malevolent natural spirits. This is evidenced by pebbles from Arukhlo Gora engraved with smiling and menacing faces, originally painted with red ochre, indicating their cultic use. Amulets served as protective charms against harmful spirits. Such items, crafted from stone and bone—including perforated bear teeth—were discovered in the White Cave prayer hall and at the Tsopi settlement.

Veneration of ancestral spirits is supported archaeologically by circular and oval-shaped clay tokens found in ashes at the White Cave and Arukhlo Gora. These items were likely ritual offerings intended to secure the favor of ancestral spirits.

Keywords: Amulets; Chalcolithic period; Cultic artifacts; Fertility deities; Sanctuary; Sculptures; Settlement.

განხილვის თარიღი 08.05.2025
შემოსვლის თარიღი 22.05.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 33
SCOPUS CODE 1401
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-38-42

მეწარმეების სოციალური პასუხისმგებლობა საქართველოში

ნანა ნიკოლეიშვილი
საინჟინრო ეკონომიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: nikoleishvili.nana22@gtu.ge

რეცენზენტები:
ა. სიჭინავა, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის ხელმძღვანელი, პროფესორი
E-mail: asichinava@gtu.ge
ა. აბრალავა, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: a.abralava@gtu.ge

ანოტაცია. ჯერ კიდევ 1992 წლიდან აქტუალური ხდება მეწარმეების სოციალური პასუხისმგებლობა. დღეს უფრო მეტად გაიზარდა საზოგადოების მხრიდან კომპანიების მიმართ მოთხოვნა, გაითვალისწინონ პასუხისმგებლობა სამეწარმეო საქმიანობაში. ერთობლივი ძალებით შესაძლებელი ხდება გრძელვადიანი მდგრადი განვითარების მიღწევა. მსოფლიოში უამრავი ცნობილი და წარმატებული კომპანიაა, რომელიც ამ პროცესებში აქტიურადაა ჩართული.

კვლევის ობიექტია მეწარმეობის სოციალური პასუხისმგებლობა, როგორც ეკონომიკური განვითარების სისტემური ელემენტი, კვლევის საგანი – სამეწარმეო სოციალური პასუხისმგებლობის გავლენა ეკონომიკური ზრდის გრძელვადიან დინამიკაზე.

კვლევის მიზანია საქართველოში არსებულ სამეწარმეო საქმიანობაში სოციალური პასუხისმგებლობის გამოწვევებისა და არსებული პრობლემების წარმოჩენა. როგორ ესმით საქართველოში სოციალური პასუხისმგებლობის არსი, რა პრობლემებს ხედავენ მეწარმეები ამ კუთხით, აქვთ თუ არა მოტივაცია ქართველ მეწარმეებს ჩაერთონ სოციალურ პროექტებში და თუ აქვთ რა სახის. კვლევის მეთოდად შეირჩა სამაგიდო კვლევა, რაც გულისხმობს უკვე არსებული მონაცემების შეჯამებასა და გაანალიზებას.

კვლევის შედეგების გამოყენების არეალი მოიცავს საქართველოში არსებულ საწარმოებს, რომლებიც აქტიურადაა ჩართული ეკონომიკურ საქმიანობაში, ასევე სამთავრობო ორგანოებს, საგანმანათლებლო დაწესებულებებსა თუ კვლევით ცენტრებს.

საკვანძო სიტყვები: მდგრადი განვითარება; მეწარმეების სოციალური პასუხისმგებლობა; მეწარმეობა.

შესავალი

საქართველოში მეწარმეების სოციალური პასუხისმგებლობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს როგორც ეკონომიკური, ისე სოციალური განვითარების თვალსაზრისით. დროთა განმავლობაში, საქართველოში არსებული კომპანიები ისწრაფვიან სოციალური პასუხისმგებლობის პროგრამების შესრულებას. თითოეული ეს ფაქტორი ზრდის საზოგადოების კეთილდღეობას. არსებობს მოსაზრება, რომლის მიხედვითაც სოციალური პასუხისმგებლობის თემატიკა კიდევ უფრო აქტუალური და პოპულარული იქნება. ზოგადი გამოცდილებით, კომპანიები, რომლებიც აქტიურადაა ჩართული ამ საქმიანობაში, უფრო წარმატებულია, ვიდრე სხვები. მოცემულ აქტივობებში ერთიანდება ეკონომიკურ გარემოსდაცვით და სოციალურ პრობლემებზე თავისი წილი პასუხისმგებლობის აღება და მოგვარება. ბაზარზე მომხმარებლის ქცევა მუდმივად იცვლება, ეს სწორედ პასუხია ამ ცვლილებებზე. საკმაოდ აქტუალურია მარკეტინგის თვალსაზრისით ამ კუთხით ხაზგასმა, რადგან ეს საზოგადოების თვალში კიდევ უფრო მეტად დასაფასებელია, რადგან პროდუქცია თუ მომსახურება დამატებით სოციალურ ღირებულებას იძენს.

ბიზნესის სოციალურ პასუხისმგებლობაში ჩართულია სამი მხარე: სახელმწიფო, ბიზნესი და საზოგადოება. მნიშვნელოვანია მედიასაშუალებების როლი ამ კუთხით, რადგან საზოგადოებამდე ინფორმაციული ნაკადები სწორედ მედიის საშუალებით ვრცელდება. აღსანიშნავია, რომ ევროპის ქვეყნებში ბევრად მაღალია სოციალური პასუხისმგებლობა, ვიდრე აშშ-ში. განსაკუთრებით კარგი მაჩვენებელია სკანდინავიის ქვეყნებში, სადაც სოციალურ პასუხისმგებლობასთან ერთად ცხოვრებისა და კეთილდღეობის დონით მოწინავე ადგილზეა (O'Sullivan, 2007).

საქართველოში ამ თემის გარშემო დაახლოებით 10 წლის წინ დაიწყეს მსჯელობა. 2005 წელს პირველად შეხვდა ერთმანეთს ბიზნესსექტორი და არასამთავრობო ორგანიზაციები, რომლებმაც განიხილეს არსებული პრობლემები და მისი გადაჭრის გზების ძიება დაიწყეს. ამავე წელს მიიღეს მემორანდუმი სოციალურ სფეროში ურთიერთთანამშრომლობის გარშემო. შემდეგი ნაბიჯი იყო 2007 წელს შექმნილი გაეროს პროგრამა „გლობალური შეთანხმება“. საქართველოს 40-მდე კომპანია გაწევრიანდა ამ გაერთიანებაში. კონკრეტული გაერთიანების მთავარი მიზანია მოცემული თემის უფრო მეტად აქტუალურობის ზრდა და სოციალური ანგარიშების შექმნისა და გამოყენების პრაქტიკის არსებობა. საქართველოში არსებობს მსგავსი კატეგორიის ანგარიშები, რომლებიც ეკუთვნის შემდეგ კომპანიებს: „ბრიტიშ პეტროლეუმ ჯორჯია“, „ბანკი რესპუბლიკა“ და „ვისოლი“. ამ საქმიანობის სწორად წარმართვა არ არის მარტივი. სოციალური საქმიანობა არ უნდა იყოს გაუგებარი და ქაოსური ნაბიჯების ერთობლიობა. რაც უფრო მეტადაა კომპანიის საქმიანობა გამჭვირვალე, მით უფრო მიმზიდველია ის საზოგადოებაში, ინვესტორებისთვის და ეს ზრდის მის აქციებსაც საფონდო ბირჟაზე. საქართველოს მაგალითი რომ განვიხილოთ, ერთჯერადი საქველმოქმედო ხასიათი უფრო აქვს ხოლმე, ვიდრე მუდმივი პროექტების. ეს განპირობებულია იქიდანაც, რომ ძი-

რითადად მაინც საკუთარი სახსრებით ახორციელებს მას და ასევე მწირია გამოცდილებაც ამ კუთხით (Markets, 2023). არსებობს სოციალური პროგრამები, არასამთავრობო ორგანიზაციების მიერ დაფინანსებული, რომლებიც გრანტებს აცხადებს. კონკურსში გამარჯვებული, მონაწილეთა შორის საუკეთესო იღებს ფინანსურ სარგებელს. აღსანიშნავია ისიც, რომ საქართველოში არასამთავრობო ორგანიზაციების მიმართ სანდოობა დაბალია. მათ ურთიერთთანამშრომლობას სჭირდება დრო, რათა ორივე მხრიდან გაიზარდოს სანდოობის გრძნობა და ასევე ურთიერთსაჭიროების გააზრება.

ძირითადი ნაწილი

მსგავსი ნაბიჯები არა მხოლოდ ბენეფიციარისთვისაა სასარგებლო, არამედ თავად კომპანიისთვისაც, რადგან იზრდება მისი პოპულარობა საზოგადოებაში. ცნობადობის ზრდა ზრდის შემოსავალსაც. კომპანიის ბენეფიციარები არიან მარტოხელა დედები, მრავალშვილიანი ოჯახები, ასაკოვანი ადამიანები და სხვა საჭიროების მქონე პირები. აქვე აღსანიშნავია, რომ ისეთი მოწყვლადი ჯგუფების დახმარება, როგორებიც არიან ნარკომანები, პატიმრები, ეთნიკური უმცირესობის წევრები, ნაკლებად პოპულარულია.

ნაკლებად ხშირია პატიმრების, ნარკომანების ან ეთნიკური უმცირესობების წევრების დახმარება. პირველადი ელემენტებია:

1) ეკონომიკური განვითარება – სამუშაო ადგილების შექმნა და ადგილობრივი ეკონომიკური ზრდა არის ის, რაც მეწარმეებმა უნდა გააკეთონ;

2) გარემოს დაცვა – მდგრადი განვითარება და გარემოსდაცვითი სტანდარტები ყველა კომპანიის სამუშაო გეგმაში უნდა იყოს გათვალისწინებული;

3) სოციალური ინვესტიციები – ადგილობრივი ინიციატივების დაფინანსება, როგორიცაა ჯანდაცვა, განათლება და კულტურული მხარდაჭერა, ძალიან მნიშვნელოვანია მეწარმეებისთვის;

4) სამართლიანი ვაჭრობა – ბიზნესმა უნდა დაარწმუნოს, რომ მათი ოპერაციები სამართლიანია და ყველა ადამიანის უფლება დაცულია;

5) კომუნიკაცია და ანგარიშვალდებულება – სამეწარმეო საქმიანობაში გამჭვირვალობა აუცილებელია საზოგადოებაში სანდოობის დასამყარებლად (4. "The Role of Corporate Social Responsibility in Socially Responsible Investment Decisions", 2022).

ამჟამად საქართველოში არსებობენ ჯგუფები და ადამიანები, რომლებიც ორიენტირებულია სოციალურ მეწარმეებზე. მათ შორისაა „საქართველოს სოციალური ინოვაციების ცენტრი“, რომელიც ხელს უწყობს სოციალური მეწარმეობის ზრდას და მასთან დაკავშირებული ინიციატივების განხორციელებას. გარდა ამისა, არსებობს ელექტრონული პლატფორმა, რომელიც აკავშირებს და აერთიანებს ინვესტორებსა და მეწარმეებს. ორივე მხარე სარგებლობს ამ ურთიერთობით. სოციალური მეწარმეების ცოდნისა და უნარების განვითარებას ხელს უწყობს „სოციალური მეწარმეობის განვითარების ცენტრი“. სოციალური მეწარმეობის განვითარების ცენტრის (CSRDG) უპირველესი მიზანია ხელი შეუწყოს სოციალური სერვისების ზრდას, რეგიონულ განვითარებას, დასაქმებასა და ბაზარზე ნაკლებად კონკურენტუნარიანთა განვითარებას, სოციალური ინოვაციების განვითარებას და კულტურული ღირს-

შესანიშნაობების და მემკვიდრეობის შენარჩუნებას. სოციალური მეწარმეების დახმარებით ცენტრი მასპინძლობს გამოფენას. თბილისში აქტივობა ყველაზე მაღალია, ამიტომ მნიშვნელოვანია რეგიონების ამ კუთხით ჩართვა.

დასკვნა

მოცემული საკითხი უმნიშვნელოვანესი და პრიორიტეტულია. საქართველოში არსებობს საწარმოები, რომლებიც ამ კუთხით მუშაობს და ცდილობს დასახული მიზნების მიღწევას, მაგრამ ჯერ კიდევ ძალიან ბევრია სამუშაო მოცემული თვალსაზრისით. სანდოობა, რომელიც არ არსებობს, არასამთავრობო ორგანიზაციების მიმართ პრობლემებს ქმნის. სოციალური მეწარმეები უამრავი პრობლემის წინაზე დგანან, მათ შორისაა: ფინანსური რესურსების ნაკლებობა, შრომითი ძალის მოძიების პრობლემა, ბაზარზე წვდომის სირთულე, სოციალური და კულტურული სტიგმები, კონკურენცია, საზოგადოების ცნობიერება და ინფორმირებულობა.

ლიტერატურა

1. Chandler, D., & Werther, W. B. Jr. (2006). *Corporate social responsibility: A strategic approach*. SAGE Publications.
2. Savitz, A. W. (2006). *The triple bottom line: How today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success – and how you can too*. Jossey-Bass.
3. O'Sullivan, P. (2007). Creating a sustainable organization: The role of corporate social responsibility. In *Corporate social responsibility* . Routledge.
4. Nunnenkamp, P. (2022). *The role of corporate social responsibility in socially responsible investment decisions*.
5. Tahir, I. (2023). *Impact of corporate social responsibility on customer loyalty: A study in emerging markets*.

UDC 33
SCOPUS CODE 1401
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-38-42

Entrepreneurial Factors and Their Importance for long-term Economic Growth

Nana Nikoleishvili Department of Engineering Economics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: nikoleishvili.nana22@gtu.ge

Reviewers:

A. Sitchinava, professor, Faculty of Engineering Economics, Media Technologies and Social Sciences, GTU
E-mail: asichinava@gtu.ge

A. Abralava, Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: a.abralava@gtu.ge

Abstract. Even since 1992, the social responsibility of entrepreneurs has become relevant, and today the desire of the society towards companies to take it into account in their entrepreneurial activities is growing even more. With joint efforts, it will be possible to achieve long-term sustainable development. Today, there are many famous and successful companies in the world that are actively involved in these processes. In Georgia, the social responsibility of entrepreneurs plays an important role, both from the point of view of economic and social development. Over time, companies in Georgia strive to implement social responsibility programs. Each of these factors increases the welfare of society. There is an opinion according to which the topic of social responsibility will be even more relevant and popular. In general experience, companies that actively engage in this activity are more successful than others. These activities include: taking responsibility and solving one's share of economic, environmental and social problems.

The object of research is the social responsibility of entrepreneurship as a systemic element of economic development. The subject of research is the impact of entrepreneurial social responsibility on the long-term dynamics of economic growth.

The purpose of the research is to present the challenges and existing problems of social responsibility in entrepreneurial activities in Georgia. How do they understand the essence of social responsibility in Georgia, what problems do entrepreneurs see in this regard, do Georgian entrepreneurs have the motivation to engage in social projects, and if so, what kind. Desk research was chosen as the research method, which involves summarizing and analyzing already existing data.

The area of application of research results includes enterprises in Georgia that are actively involved in economic activities, as well as government bodies, educational institutions or research centers.

Keywords: Entrepreneurship; Social responsibility of ntrepreneurs; Sustainable development.

განხილვის თარიღი 14.03.2025
შემოსვლის თარიღი 17.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 330.1; 339.15
SCOPUS CODE 1401
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-43-50

ბიზნესის უსაფრთხოება ქვეყნის ეროვნული უშიშროების სისტემაში

რამაზ ოთინაშვილი ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: r.otinashvili@gtu.ge

მარიამ კუპრაშვილი ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: mariam_kuprashvili@yahoo.com

რეცენზენტები:

ა. სიჭინავა, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალური მეცნიერებების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: asichinava@gtu.ge

ლ. გრიგალაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: l.grigalashvili@gtu.ge

ანოტაცია. სტატია ეხება ეროვნული უშიშროების უზრუნველყოფის ერთიან სისტემაში ბიზნესის უსაფრთხოების დაცვის პრობლემების ანალიზს. იგი მოიაზრება, როგორც ერთგვარად გამოცალკევებული და ამ ერთიანი სისტემის უმნიშვნელოვანესი ხელშემწყობი ელემენტი და თანამედროვე ეპოქის განვითარების პროცესის მნიშვნელოვანი ფაქტორი, მიზეზი და მამოძრავებელი ძალა. მზარდი გლობალიზაციის პროცესმა ბიზნესის უსაფრთხოებისათვის ახალი რისკები გააჩინა. მიმდინარე პროცესები მოწმობს, რომ აუცილებელია ყურადღება გამახვილდეს ტრანსფორმირებად მსოფლიოში წარმოქმნილ გარემოებებთან დაკავშირებულ ბიზნესის უსაფრთხოების გამოწვევებსა და მუქარებზე. შედეგად გაანალიზებულია გარემოს პირდაპირი და ირიბი ზემოქმედების ფაქტორები, ასევე პოლიტიკური რისკები, რომლებსაც შეუძლიათ არსებითი ზეგავლენა მოახდენონ ბიზნესის მდგრად განვითარებაზე. ჩატარებული კვლევა იძლევა საშუალებას ახლებურად იქნეს დანახული ბიზნესის უსაფრთხოების ადგილი ეროვნული უშიშროების სისტემაში. აღნიშნული თემის საკვლევად ცალკე გამოცალკევება ესადაგება ბიზნესის ადმინისტრირებასა (კოდი: 041) და ეკონომიკურ მეცნიერებაში (კოდი: 0311) არსებული მდგომარეობის საჭიროებებს. აქედან გა-

მომდინარე, შეტანილი იქნება კონკრეტული წვლილი შესაძლებელი ტენდენციების სტრატეგიული შეფასებების კვლევა-ძიებაში.

საკვანძო სიტყვები: ბიზნესი; ბიზნესის უსაფრთხოება; ეკონომიკური გამოწვევები; ეროვნული უშიშროება; უსაფრთხოების ტექნოლოგიები.

შესავალი

ქვეყნის პერსპექტივას განაპირობებს ბიზნესი, მისი მდგრადობის შემთხვევაში ხალხი ბედნიერი და თავისუფალია, პირიქით – ღარიბი და სხვას დაქვემდებარებული. ბიზნესი განუწყვეტლივ იცვლება, გარდაიქმნება და ვითარდება. წარმატების მისაღწევად მნიშვნელოვანია მისი სწორი მართვა. თანამედროვე პირობებში მყარდება მენეჯმენტის ახალი ხანა, რომლის უმთავრესი მომენტია სიახლეებზე უსწრაფესი რეაგირება. ბიზნესის წარმატებულ ფუნქციონირებაზე დამოკიდებულია სახელმწიფოს მდგრადობა. გლობალურმა პროცესებმა შეცვალა ჩვენი ქვეყნის წინაშე წამოჭრილი გამოწვევები. აუცილებელია ეროვნული უშიშროების უზრუნველყოფის ხარისხი შეესაბამებოდეს მიმდინარე გამოწვევებს.

საბაზრო ეკონომიკის მკაცრი ხასიათიდან გამომდინარე, უსაფრთხოების დაცვა აუცილებელია ყოველგვარი ბიზნესისთვის თანაბრად შინაარსის, მასშტაბისა და საკუთრების ფორმისა. განსხვავება ისაა, თუ რა მეთოდები და ტექნოლოგია არის ამისათვის საჭირო [6].

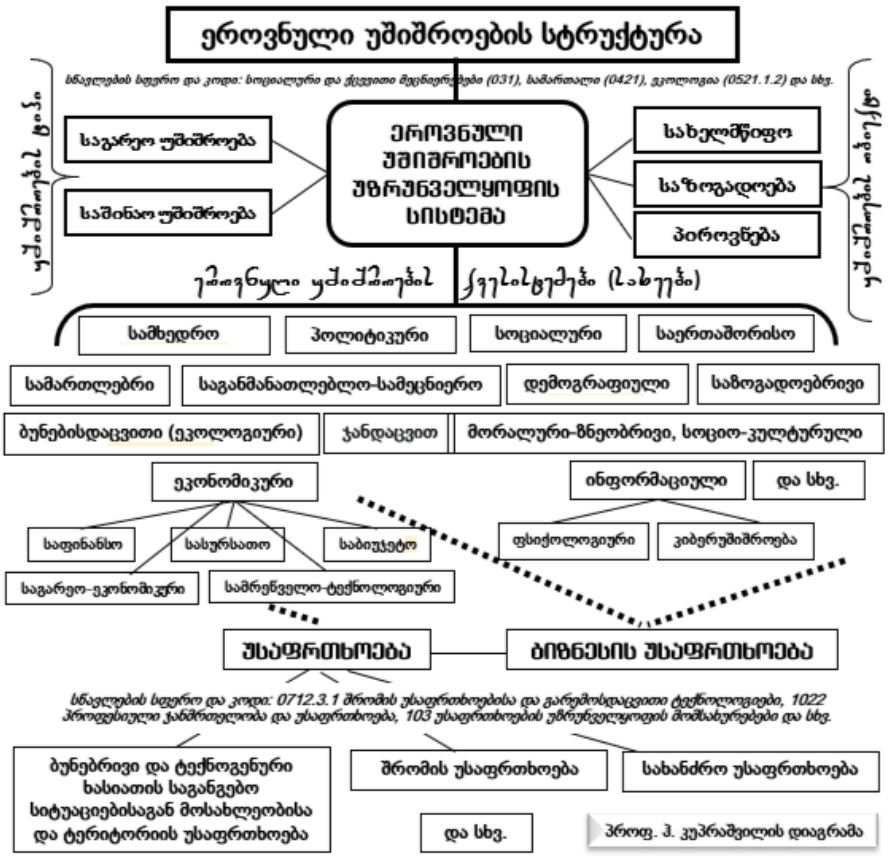
ძირითადი ნაწილი

ბიზნესის უსაფრთხოება ქვეყნის ეროვნული უშიშროების უზრუნველყოფის პროცესში ერთერთი ცენტრალური ასპექტია. ქვეყანას უნდა ჰქონდეს ბიზნესის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სტრატეგია, რომელშიც განსაზღვრული იქნება საშიშროების ხასიათი, ბიზნესის მდგომარეობის კრიტერიუმები და პარამეტრები, ბიზნესის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად მიმართული გაწერილი პოლიტიკის მექანიზმები, ღონისძიებები და ა.შ. ბიზნესის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, პირველ რიგში, კომპლექსურად მოსაზრებული ბიზნესპროცესია, რომელშიც გათვალისწინებული უნდა იყოს ყველა გამოწვევა და მზად იყოს დანაკარგებისა და ყველა დარღვევისადმი წინააღმდეგობის გაწევის უნარით. იგი სამუშაოს ასრულებს განსაზღვრულ პირობებში, რომლებიც მთლიანობაში ქმნიან სამუშაო გარემოს. მდგრადი გარემოპირობების შექმნა შეიძლება მხოლოდ სისტემურ რეჟიმში სახელისუფლებო ინსტიტუტების მოწესრიგებული საქმიანობით.

მოქმედ ბიზნესში კონკურენციის გამოწვევებს ბევრი ვერ უძლებს და ტოვებს ბაზარს. ბიზნესის წარმოება რთული და მგრძნობიარე პროცესია. მას ესაჭიროება სახელმწიფოს მხრიდან გარკვეული მხარდაჭერა უსაფრთხო საქმიანობისთვის შესაბამისი პირობების შექმნის თვალსაზრისით [7].

დიდი მნიშვნელობა აქვს, ეროვნული უშიშროების უზრუნველყოფასთან ერთად, ქვეყანაში როგორ არის გადაწყვეტილი ბიზნესის უსაფრთხოების დაცვის პრობლემა. ეროვნული უშიშროების კონცეფციაში ჩაწერილია, რომ „საქართველოს ეკონომი-

კური პოლიტიკა უზრუნველყოფს ბიზნესის საქმიანობაში ხელისუფლების ჩაურევლობას, ეკონომიკური თავისუფლებისა და მისი საკუთრების დაცვას, საგადასახადო სისტემის გაუმჯობესებას და კონსერვატიული სახაზინო პოლიტიკის გატარებას“ [8].



აქ ვერ იქნება გამოყენებული სიტყვა „უშიშროება“, რომელიც იხმარება იმ შემთხვევაში, თუ საფრთხის თავიდან აცილება მოითხოვს სოციალურ-პოლიტიკური შინაარსის წინმსწრებ მმართველობითი ღონისძიებების შემუშავებასა და განხორციელებას (პოლიტიკის დასახვა, სტრატეგია, დაგეგმვა, კონცეფცია და სხვ.) ანუ დაკავშირებულია სოციალურ-პოლიტიკურ მმართველობით საქმიანობასთან.[1] ამიტომაა რომ სწორედ წარმოშობის წყაროდან და საქმიანობის შინაარსიდან გამომდინარე იხმარება, მაგალითად, ტერმინები: ეროვნული უშიშროება; ეროვნული უშიშროების საბჭო; სახელმწიფო უშიშროება [3]; ეკონომიკური უშიშროება (მაგრამ ეკონომიკური უშიშროებაში შინაარსობრივად სხვადასხვაა: სასურსათო უშიშროება და სასურსათო უსაფრთხოება); ენერგეტიკული უშიშროება (აქ იგულის-

[1] ტერმინი „ეროვნული უშიშროება“ პირველად 1904 წელს გამოიყენა ამერიკის შეერთებული შტატების პრეზიდენტმა თეოდორ რუზველტმა წერილში ამერიკის შეერთებული შტატების კონგრესისადმი. ამ მიმართვაში იგი პანამის არხის ზონისადმი პრეტენზიას აშშ-ის „ეროვნული უშიშროების“ ინტერესით ასაბუთებდა.

ხმება დარგის განვითარების მართვა, პოლიტიკის შემუშავება... მაგრამ სხვა არის ელექტროტექნიკური უსაფრთხოება, ანუ დენის დარტყმა ფიზიკურად რომ აირიდო) და სხვ.

ბიზნესის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა უდავოა, რომ არის ქვეყნის განვითარების, მისი წარმატების მიღწევის გარანტია, ქვეყნის დამოუკიდებლობის, საზოგადოების სტაბილური განვითარებისა და სიცოცხლისუნარიანობის პირობა. ბიზნესის უსაფრთხოების უზრუნველყოფას მეცნიერება მოიაზრებს უმნიშვნელოვანესი ეროვნული პრიორიტეტების ნუსხაში [2].

ბიზნესის უსაფრთხოება არის ნებისმიერი სახის ბიზნესსაქმიანობის შემადგენელი ნაწილი, რომელიც გულისხმობს პერსონალის, ფინანსური და მატერიალური რესურსების, ასევე ინფორმაციული მასივების დაცვის უზრუნველყოფას სხვადასხვა სახის საფრთხისაგან, ეს არის პირობებისა და ფაქტორების, სტაბილურობისა და მდგრადობის ერთობლიობა, მუდმივად განახლებისა და თვითსრულყოფის უნარი. სამართლებრივი, ეკონომიკური და საწრმოო ურთიერთობანი, ინტელექტუალური, მატერიალური და ინფორმაციული რესურსები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბიზნესის სტაბილურ ფუნქციონირებას, შესაბამისად, მაქსიმალური მოგების მიღებას და კოლექტივის სოციალური ინტერესების რეალიზაცია წარმოადგენს უსაფრთხოების დაცვის ძირითად ორიენტირს.

მნიშვნელოვანია, ხაზი გაესვას იმ გარემოებასაც, რომ ბიზნესის უსაფრთხოებასთან განსაკუთრებულად არის მჭიდრო კავშირში ეკონომიკური უშიშროების სისტემა და მასში შემავალი ქვესისტემები (კომპონენტები): სამრეწველო-ტექნოლოგიური უშიშროება, საფინანსო უშიშროება, საბიუჯეტო უშიშროება, საგარეო-ეკონომიკური უშიშროება და სხვ. მაგალითად, ფინანსური სექტორის უარყოფითი ტენდენციები პირდაპირ აისახება ბიზნესზე (და პირიქით) და გამოიხატება საბრუნავი კაპიტალის დეფიციტით, გადაუხდელობაში, საჭირო პირობებით სესხის მიღების შეუძლებლობაში და ა.შ. იგივე შეიძლება ითქვას ეკონომიკური უშიშროების სხვა კომპონენტზეც.

საბაზრო ეკონომიკას ახასიათებს წინააღმდეგობრიობა, გამკლავება უწევს კონკურენციასთან და მრავალ გამოწვევასთან. ბიზნესის უსაფრთხო წარმოებისათვის აუცილებელია მდგრადი იყოს შემდეგი ფაქტორები:

პოლიტიკური: – ქვეყანაში, ასევე რეგიონში არსებული პოლიტიკური გარემო. მთავრობის პოლიტიკით განსაზღვრული საბაზრო-ეკონომიკური რეფორმების კურსი: კომპანიის მიერ წარმოებული ბიზნესის ხელშეწყობა, საკუთრებითი პოლიტიკის დემოკრატიზაცია, ხელისუფლებაში კორუფციისა და ქვეყანაში კრიმინალის წინააღმდეგ ბრძოლა;

ეკონომიკური: – მდგრად განვითარებას განსაზღვრავს ქვეყანაში არსებული სოციალურ-ეკონომიკური გარემო. რადგან იგი განაპირობებს კომერციული საქმიანობის მართვის წესებსა და პირობებს. მათ შორისაა კონკურენციის ხარისხი და მონოპოლიების არსებობა, აგრეთვე ქვეყნის ეროვნული ვალუტის კურსის სტაბილურობა. რამდენია კრედიტზე პროცენტი, ინფლაცია, სატრანსპორტო ნაკადებისა და ენერგომდგენელების ტარიფები და სხვა;

სამართლებრივი: – ბიზნესის საქმიანობა ხორციელდება განსაზღვრულ სამართლებრივ ჩარჩოებში. შესაბამისად, მნიშვნელოვანია ქვეყანაში არსებული საგადასახადო და სამეწარმეო კოდექსი, მოქმედი შეღავათები და ფინანსური დახმარებები. ბიზნესის მხარდასაჭერად გატარებული კონკრეტული ღონისძიებები, კერძო საკუთრების დაცვის იურიდიული ასპექტები და სხვა;

თავისდაკვალად ბიზნესკომპანია ყოველთვის უნდა მოქმედებდეს სამართლებრივად გამართული ბიზნესის, მარკეტინგის, ასევე სარეკლამო პოლიტიკის შესაბამისად და ატარებდეს ყველა საჭირო ზომას ბიზნესის უსაფრთხოებისა და ხარისხის უზრუნველსაყოფად. გამორიცხული უნდა იყოს მომხმარებლისთვის პოტენციურად მავნე ან დამაზიანებელი პროდუქციის წარმოება, გავრცელება, გაყიდვა [6].

გარკვეულწილად, ბიზნესის უსაფრთხოება ნიშნავს ეროვნული ეკონომიკის უნარს, უზრუნველყოს სახელმწიფოს სამხედრო-პოლიტიკური და სოციალურ-ეკონომიკური სტაბილურობა, ასევე, ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების მდგრადობა როგორც შიგა, ისე საგარეო საფრთხეების პირობებში [1].

ბიზნესის უსაფრთხოებას ხელს უწყობს სამი ელემენტი:

1. იყოს დამოუკიდებელი გადაწყვეტილებების მიღებისა და შესრულებისას, რაც ქმნის წარმატების პირობებს ქვეყნის სასიცოცხლო ინტერესების განხორციელებისათვის;

2. ბიზნესის სტაბილურობა;

3. თვითგანვითარებისა და პროგრესის უნარი.

სტრუქტურული თვალსაზრისით, ბიზნესის უსაფრთხოება არის იმ პირობებისა და ფაქტორების ერთობლიობა, რომლებიც განაპირობებენ ბიზნესის დამოუკიდებლობას, სტაბილურობასა და მუდმივი განახლების უნარს. ერთი სიტყვით, ესაა საშინაო და საგარეო პირობების ერთობლიობა, რაც ხელს უწყობს ეროვნული ბიზნესის ეფექტურ და დინამიკურ ზრდას, მის უნარს, დააკმაყოფილოს სახელმწიფოს, საზოგადოების, ინდივიდის მოთხოვნილებები, უზრუნველყოს კონკურენტუნარიანობა საერთაშორისო ბაზარზე, გარანტირებული დაცვა მრავალი სახის მუქარისა და დანაკარგისაგან.

თანამედროვე პირობებში დიდ ყურადღებას მოითხოვს მრავალ სფეროში პოლიტიკური და ეკონომიკური უშიშროების მაჩვენებლები, მათ შორის: ბიზნესის ნორმალურ და ექსტრემალურ პირობებში ფუნქციონირების უნარი, ფინანსური სისტემის მდგრადობა, მოსახლეობის ცხოვრების დონე, საგარეო ვაჭრობის სტრუქტურა და ა.შ.

ეკონომიკური წინსვლისთვის გადამწყვეტია მცირე ბიზნესის განვითარება ქვეყანაში, რადგან იგი მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს ეკონომიკური ზრდის ტემპებს, მთლიანი შიგა პროდუქტის (მშპ) სტრუქტურას, ქვეყნის მოსახლეობის შემოსავლებს და სხვ. გრძლევადიანი და სტაბილური ეკონომიკური წინსვლა უნდა იყოს სახელმწიფოს მთავარი ინტერესი, წარმოებული სოციალური და ეკონომიკური პოლიტიკის გადამწყვეტი მიმართულება. ეკონომიკური წინსვლის პირობა კი არის ბიზნესის უსაფრთხო განვითარება [6].

ბიზნესის უსაფრთხოებამ, როგორც საქართველოს ეროვნული უშიშროების უმნიშვნელოვანესმა ელემენტმა, ძირითადმა მატერიალურმა ბაზამ, უნდა უზრუნველყოს ქვეყნის დამოუკიდებლობა, დაადგინოს ბიზნესის განვითარების პოლიტიკის გან-

ხორციელების, პროგრესული, მდგრადი სოციალური და ეკონომიკური ფორმირების შესაძლებლობები გეოპოლიტიკური რისკების პირობებში. დღეს, ერთიან მსოფლიო ეკონომიკურ სივრცეში ინტეგრაციისას, ბიზნესის უსაფრთხოების საკითხს უმნიშვნელოვანესი როლი აკისრია საქართველოს პოლიტიკაში.

ქვეყნის უშიშროების გარკვეული პრობლემების განხილვისას ბიზნესის განვითარების ასპექტების გვერდის ავლა შეუძლებელია [4]. საქართველომ უნდა მიაღწიოს ეროვნული ბიზნესის იმ მდგომარეობას, რომელსაც შეუძლია უზრუნველყოს ქვეყნის ეტაპობრივი განვითარება, მისი სოციალური, ფინანსური და პოლიტიკური სტაბილურობა, თავდაცვისუნარიანობა უარყოფითი გარე და შიგა ფაქტორების გავლენის ვითარებაში, ეფექტური მართვა-გამგეობა, ეკონომიკური ინტერესების განმტკიცება შიგა და მსოფლიო დონეზე.

ბიზნესის უსაფრთხოების სრულყოფაზე ყურადღების განსაკუთრებული გამახვილება იმისთვის არის საჭირო, რომ ქვეყნის ეროვნული უშიშროების უზრუნველყოფა ნამდვილად გახდეს პიროვნების, საზოგადოებისა და სახელმწიფოს უკრიზისო და სტაბილური განვითარების პირობების შექმნის პროცესი, რომელიც შესაბამისობაში მოვა პიროვნების უფლებებისა და თავისუფლებების, ქვეყნის სუვერენიტეტის განვითარებისა და განმტკიცების მიზნებსა და ამოცანებთან, რაც გააუვნებელყოფს და თავიდან აირიდებს საფრთხეებს, რომლებმაც შეიძლება ნეგატიური, მადესტაბილიზებელი ზემოქმედება მოახდინონ ხალხისა და ქვეყნის განვითარებაზე, რომელიც აღმოფხვრის საზოგადოების, ცალკეული სოციალური ჯგუფებისა და ინდივიდის ინტერესებს შორის წინააღმდეგობებს და ა.შ.

უნდა შემუშავდეს ღონისძიებათა სრულყოფილი სისტემა, რათა შეიქმნას ეკონომიკური, გეოპოლიტიკური, სამართლებრივი და სხვა პირობების ერთობლიობა, რომელიც ორიენტირებული იქნება ბიზნესის სფეროში ეროვნული ინტერესების დაცვაზე, ზეგავლენას მოახდენს და აქტიურად შეეწინააღმდეგება გარე და შიგა საფრთხეებს; დაიცავს ქვეყნის სასიცოცხლო ინტერესებს მის სარესურსო პოტენციალთან მიმართებით; გააძლიერებს როგორც შინაგან იმუნიტეტს, ისე გარე დაცულობას მადესტაბილიზებელი ზემოქმედებისაგან; შეძლებს სახელმწიფოს კონკურენტუნარიანობას მსოფლიო ბაზრებზე და მიაღწევს ფინანსური მდგომარეობის სტაბილურობას; უზრუნველყოფს ნამდვილად ღირსეული ცხოვრების პირობებსა და პიროვნების მდგრად განვითარებას.

დასკვნა

ბიზნესის უსაფრთხოება ორგანულად არის ჩართული ეროვნული უშიშროების სისტემის ისეთ ჩამონათვალში, როგორებიცაა: სახელმწიფოს საიმედო თავდაცვისუნარიანობის განმტკიცება, სოციალური მშვიდობის შენარჩუნება საზოგადოებაში, ეკოლოგიური საფრთხეებისაგან დაცვა. ამ შემთხვევაში ყველაფერი ურთიერთკავშირშია, ერთი მიმართულება ავსებს მეორეს, მაგალითად, ვერ იქნება უზრუნველყოფილი ქვეყანაში სამხედრო უშიშროება სუსტი, არაეფექტიანი, განუვითარებელი ბიზნესის პირობებში ისევე, როგორც ვერ იქნება ვერც სამხედრო უშიშროების უზრუნველყოფა, ვერც ეფექტიანი ეკონომიკა სო-

ციალური კონფლიქტებით გაჯერებულ საზოგადოებაში. ამ ურთიერთკავშირში გასათვალისწინებელია, რომ მასში მნიშვნელოვანი როლი ბიზნესის უსაფრთხოებას ენიჭება. ერთი სიტყვით, ეროვნული უშიშროების ყველა ქვესისტემის გამართული უზრუნველყოფა გარკვეულწილად დამოკიდებულია ბიზნესის განვითარებასა და მისი უსაფრთხოების ხარისხზე.

ბიზნესის უსაფრთხოების დაცვის უზრუნველყოფა ეროვნული უშიშროების უზრუნველყოფის ერთიან სისტემაში (სახელმწიფო უშიშროება, ეკონომიკური უშიშროება, საინფორმაციო უშიშროება, სამხედრო უშიშროება, ეკოლოგიური უშიშროება, ენერგეტიკული უშიშროება, სამართლებრივი უშიშროება და ა.შ.) მოიაზრება, როგორც ერთგვარად გამოცალკევებული და ამ ერთიანი სისტემის უმნიშვნელოვანესი ხელშემწყობი ელემენტი, თანამედროვე ეპოქის განვითარების პროცესის მნიშვნელოვანი ფაქტორი, მიზეზი და მამოძრავებელი ძალა.

ბიზნესის უსაფრთხოება არის საქართველოს ეროვნული უშიშროების ერთ-ერთი საყრდენი ელემენტი და ასრულებს მნიშვნელოვან როლს, რადგან ეროვნული უშიშროება ვერ იქნება უზრუნველყოფილი ბიზნესის მხარდაჭერის გარეშე. ამიტომაა აუცილებელი ბიზნესისა და სახელისუფლებო ინსტიტუტების ურთიერთობაში ისეთი მდგომარეობის მიღწევა, რომელიც უზრუნველყოფს საქართველოს ეროვნული ინტერესების უპირობო გარანტირებულ დაცვას.

ლიტერატურა

1. Daniels von, L. (2024). *Economy and national security: US foreign economic policy under Trump and Biden*. SWP Research Paper 2024/RP 11, 28.06.2024, 40 pages. https://doi.org/10.18449/2024RP11
2. Business Council of Canada. (2023). *Economic security is national security: The case for an integrated Canadian strategy*. https://thebusinesscouncil.ca/report/economic-security-is-national-security/
3. Chikobava, A. (Ed.), Abashidze, I., Metreveli, R., Dzidziguri, S., & Chabashvili, M. (Eds.). (1986). *Explanatory dictionary of the Georgian language* (in one volume). Georgian Academy of Sciences, Institute of Linguistics. Tbilisi: Georgian Soviet Encyclopedia. (In Georgian)
4. Mitha, F. (2021). *Why small businesses are essential to U.S. national security*. U.S. Department of Defense. https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/2906490/why-small-businesses-are-essential-to-us-national-security/
5. Otinashvili, R. (2021). *Security in company management*. *Works of GTU*, (2)520, 67–75. https://www.shromebi.gtu.ge (In Georgian)
6. Otinashvili, R. (2025). *Business security* (Learning book). Tbilisi: Technical University Publishing House. https://drive.google.com/file/d/1bZ7qL1ThL5FWho-pco4N5UK1pin0ANQv/view (In Georgian)
7. Otinashvili, R., & Vanishvili, M. (2020). *Competitive strategy in business* (pp. 127–134). Cognum Publishing House. https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/11/THE-WORLD-OF-SCIENCE-AND-INNOVATION-11-13.11.2020.pdf
8. Parliament of Georgia. (2011). *National security concept of Georgia* (Resolution No. 5589-rs, 23.12.2011). https://www.matsne.gov.ge/ka/document/view/1555410?publication=0 (In Georgian)

UDC 330.1; 339.15
SCOPUS CODE 1401
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-43-50

Business Security in the National Security System of the Country

Ramaz Otinashvili Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: r.otinashvili@gtu.ge

Mariam Kuprashvili Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: mariam_kuprashvili@yahoo.com

Reviewers:

A. Sichinava, Professor, Faculty of Engineering Economics, Media Technologies and Social Sciences, GTU
E-mail: asichinava@gtu.ge

L. Grigalashvili, Professor, Faculty of Business Technologies, Acting Head of the Department of Business Administration, GTU
E-mail: l.grigalashvili@gtu.ge

Abstract. The issue concerns the description of the problems of business security protection in the unified system of ensuring national security. It is considered as a separate and most important supporting element of this unified system, an important factor, cause and driving force of the development process of the modern era. It is also worth considering the fact that the process of increasing globalization has created new risks for business security. Current processes indicate that it is important to find out new challenges, analyse the dangers, risks and threats to business security associated with new circumstances arising in a transforming world. The article analyzes the factors of indirect and indirect environmental impact, as well as political risks, which can significantly affect the safe development of business. The presented research allows us to see the place of business security in the national security system in a new way. The separate allocation of this problem for research is in line with the situation in economic sciences. A specific contribution will be made to define the strategic assessments of all the possible trends in the field.

Keywords: Business security; Business; Economic challenges; National security; Security technologies.

განხილვის თარიღი 25.03.2025
შემოსვლის თარიღი 04.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 336.2.094(73)
SCOPUS CODE 1401
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-51-55

საგადასახადო დავის რეფორმები ამერიკის შეერთებულ შტატებში ახალი ეპოქა საგადასახადო სისტემაში

დავით ბიბიჩაძე ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: d.bibichadze@auditex.ge

ელენე გაბაძე ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: elenegabadze2@gmail.com

რეცენზენტები:

ბ. გოდერძიშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge

ე. მალანია, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: e.malania@gtu.ge

ანოტაცია. ამერიკის შეერთებული შტატების საგადასახადო სისტემაში მნიშვნელოვანი რეფორმები მიმდინარეობს, რომლებიც მიზნად ისახავს ეფექტიანობის ზრდას, გადასახადის გადამხდელის უფლებების დაცვასა და სამართლიანობის უზრუნველყოფას. განხილულია ამერიკაში არსებული საგადასახადო დავების ძირითადი მიმართულებები, ისეთი საკითხები, როგორიცაა საგადასახადო სირთულეები, დავების განხილვის დაგვიანება, ასევე სისტემის ხელმისაწვდომობისა და სამართლიანობის უზრუნველყოფის აუცილებლობა. ყურადღება გამახვილებულია ციფრულ ინსტრუმენტებზე, ალტერნატიული დავის გადაწყვეტის მეთოდებზე (ADR), გადასახადის გადამხდელის უფლებების დაცვის გაძლიერებასა და დამოუკიდებელი აპელაციის ოფისების შექმნაზე. მოცემულია რეფორმების შედეგად დამდგარი გამოწვევები, კრიტიკა და მათი გავლენა გადასახადის გადამხდელზე, ასევე სახელმწიფო ეფექტიანობაზე.

საკვანძო სიტყვები: ალტერნატიული დავების გადაწყვეტა (ADR); აშშ-ის საგადასახადო კოდექსი; გადასახადის გადამხდელის უფლებები (TBOR); დავის გადაწყვეტის პროცესი; საგადასახადო დავების აპელაცია; საგადასახადო დავის რეფორმები; საგადასახადო სისტემის ეფექტიანობა; შემოსავლების სამსახური (IRS).

შესავალი

ამერიკის საგადასახადო დავების სისტემას დიდი ხნის განმავლობაში სირთულეები ჰქონდა, ამიტომ გადასახადის გადამხდელები ხშირად აწყდებოდნენ გარკვეულ პრობლემებს, როგორიცაა შეფერხებები, გაურკვევლობები პროცესის მიმართ, რაც უკმაყოფილებასა და დავების გადაჭრის გაჭიანურებას იწვევდა შემოსავლების სამსახურთან. კანონების ცვლილება და მათი გამკაცრება ზრდიდა დავების სიხშირეს, რის გამოც საჭირო გახდა რეფორმის ჩამოყალიბება. ასეთი განვითარების ფონზე აშშ-ის მთავრობამ რამდენიმე რეფორმა წამოიწყო, რომელიც მიზნად ისახავს პროცესის გამარტივებას, გადასახადის გადამხდელის უფლებების დაცვის ზრდას და სისტემის ეფექტიანობის გაუმჯობესებას. ასეთი ცვლილებების გატარება შეფასდა, როგორც საგადასახადო დავების გადაწყვეტის ახალი ეპოქა, რომელიც ორიენტირებულია სამართლიანობაზე, ხელმისაწვდომობასა და ეფექტიანობაზე.

ძირითადი ნაწილი

საგადასახადო დავების რეფორმების საჭიროების განხილვა. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ამერიკაში საგადასახადო დავების რეფორმის აუცილებლობა უკავშირდება საგადასახადო კოდექსის სირთულეს. ხშირი ცვლილებები, ახალი რეგულაციები და რთული წესები პრობლემებს იწვევს, რაც აისახება საგადასახადო დავების სიმრავლეზე. ასეთ სირთულეებს გადამხდელები ხშირად ვერ უმკლავდებიან, რაც სისტემის გადატვირთვას იწვევს და პრობლემებს ქმნის. მეორე მნიშვნელოვანი პრობლემა არის დავების დაგვიანება. შემოსავლების სამსახური ხშირად ვერ ახერხებს დავების დროულად განხილვას, რაც შემდგომში შეფერხებებისა და უკმაყოფილების მიზეზი ხდება. გადასახადის გადამხდელის უფლებები განსაკუთებით მნიშვნელოვანია დავების პროცესში. მათი დიდი ნაწილი ფიქრობს, რომ სისტემა მათ წინააღმდეგაა და შემოსავლების სამსახური ფლობს უპირატესობას მათ წინაშე. სწორედ ასეთმა შეხედულებამ განაპირობა რეფორმა, რომელიც უზრუნველყოფს გადასახადის გადამხდელის უფლებების დაცვასა და მათ თანასწორობას. ცვლილების ძირითადი ათვლის წერტილია ის, რომ ყველა გადამხდელს ჰქონდეს თანაბარი და სამართლიანი მიდგომა და მხარდაჭერა, მიუხედავად მათი ფინანსური მდგომარეობისა.

მთავარი რეფორმები საგადასახადო დავის გადაწყვეტაში. შემოსავლების სამსახურმა რამდენიმე რეფორმა გაატარა, რომლებიც ხელს უწყობს დავების პროცესის გამარტივებასა და ეფექტიანობის ზრდას. ცვლილების სახით მოხდა ციფრული ინსტრუმენტების დანერგვა, როგორიცაა დავების წარდგენისთვის ონლაინპორტალები. ასეთი სისტემა პროცესს უფრო სწრაფსა და გამჭვირვალეს ხდის. ასევე შემუშავდა პროცედურების გამარტივების გზები, რომელიც განვითარების საფეხურზეა. როგორც დაკვირვებამ აჩვენა, საგადასახადო დავების ალტერნატიული გადაწყვეტის მეთოდებში იგულისხმება მედიაცია და არბიტრაჟი, რომელიც მეტად ეფექტური და ნაკლებად კონფლიქტურია, ვიდრე ტრადიციული სასამართლო პროცესი. ამაზე დაყრდნობით შემუშავდა ცვლილება. ასეთი მეთოდების გამოყენება საგადასახადო დავებში ხელს უწყობს უფრო სწრაფი და ხელსაყრელი გადაწყვეტის მიღწევას. ერთ-ერთი

მნიშვნელოვანი ნაწილი რეფორმებში საგადასახადო გადამხდელის უფლების დაცვაა (TBOR). TBOR ცვლილებები განსაზღვრავს გადამხდელის ინფორმაციისადმი ხელმისაწვდომობას, ხარისხიან მომსახურებას და IRS-ის გადაწყვეტილების გასაჩივრებას.

რეფორმების გამოწვევები და კრიტიკა. მიუხედავად რეფორმების დადებითი მიზნებისა და მათი წარმატებით განხორციელების პოტენციალისა, პროცესში სირთულეებმა იჩინა თავი. ერთ-ერთი მთავარი დაბრკოლებაა შემოსავლების სამსახურის შეზღუდული რესურსები. საგადასახადო კანონმდებლობის სირთულე და მასშტაბი, რომელიც ხელს უშლის რეფორმების სწრაფ და ეფექტიან განხორციელებას, მათ შორის ციფრული პლატფორმების და ახალი სისტემების დანერგვას, მნიშვნელოვან გამოწვევებს ქმნის. ამ ცვლილებების ფარგლებში შემოსავლების სამსახურს უწევს როგორც არსებული საგადასახადო კანონების სრულყოფილი შესრულება, ისე ახალი რეფორმების ზედამხედველობა, რაც მნიშვნელოვან ძალისხმევას და რესურსს მოითხოვს, რომელიც არ აქვთ.

გარდა ამისა, ციფრული სისტემების დანერგვა, მიუხედავად იმისა, რომ მოდერნიზაციას უწყობს ხელს, რთული პროცესია. გადასახადის გადამხდელს, განსაკუთრებით მას, ვისაც არ აქვს დიდი გამოცდილება, ტექნოლოგიების სფეროში შეიძლება გაუჭირდეს თანამედროვეობასთან ფეხის აწყობა და პრობლემები შეექმნას ახალი სისტემის გამოყენებაში. ამ ყველაფერმა კი შეიძლება გამოიწვიოს დაბრკოლებები სისტემაში წვდომისა და დავების გადაწყვეტის მიმართულებებით.

მოუხედავად იმისა, რომ ციფრული პლატფორმები და ონლაინპორტალები შექმნილია საგადასახადო დავების უფრო ხელმისაწვდომობისა და სწრაფად გადაწყვეტისათვის, ეს სისტემები მოითხოვს, რომ ყველა მოქალაქესა და ბიზნესს შეეძლოს მათი ადვილად გამოყენება. ამიტომ, ეს პროცესი საჭიროებს მეტი სწავლებისა და მხარდაჭერის დანერგვას, რათა სისტემამ უფრო ეფექტიანად იმუშაოს.

კრიტიკა ზოგიერთ რეფორმაზე. მოუხედავად იმისა, რომ ალტერნატიული დავის გადაწყვეტის მეთოდები, როგორიცაა მედიაცია და არბიტრაჟი, ფართოდ არის აღიარებული და მნიშვნელოვანი უპირატესობა აქვს. ზოგიერთი კრიტიკოსი თვლის, რომ ეს მეთოდები ყოველთვის არ უზრუნველყოფს სამართლიან გადაწყვეტას, განსაკუთრებით ისეთ შემთხვევებში, როდესაც გადასახადის გადამხდელს საკმარისი კვალიფიკაცია არ გააჩნია საკითხის მიმართ. ალტერნატიული დავის გადაწყვეტა უფრო მოქნილი და ნაკლებად კონფლიქტური მიდგომაა ტრადიციული სასამართლო პროცესისგან განსხვავებით, თუმცა მოითხოვს გარკვეული დონის ცოდნასა და მოლაპარაკების უნარს, რასაც ყველა მოქალაქე არ ფლობს.

ამას გარდა, ზოგიერთი საგადასახადო ექსპერტი თვლის, რომ ეს რეფორმები ორიენტირებულია საქმის გამარტივებასა და პროცესის ხარისხზე. იმ პროცესების გამარტივების მცდელობები, როგორიცაა საქმის ბლოკირების შემცირება, შეიძლება გამოიწვიოს აჩქარებული და დაუფიქრებელი გადაწყვეტილებები. კრიტიკოსები ასევე აღნიშნავენ, რომ ეს რეფორმები შესაძლოა მხოლოდ დროებით შედეგებს იძლეოდეს, რადგან ისინი არ მოქმედებს საგადასახადო სისტემის ფუნდამენტურ პრობლემებზე, როგორიცაა საგადასახადო კანონმდებლობის სირთულეები და მისი არასათანადო გამოყენება იურისდიქციაში.

კრიტიკოსებისგან განსვავებით, მთავრობის თვალსაზრისით, ბოლო წლებში საგადასახადო დავის რეფორმებმა მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა შემოსავლების სამსახურის ეფექტიანობის ზრდასა და გადატვირთულობის შემცირებაში. ამ რეფორმების წინ შემოსავლების სამსახური დიდი მოცულობის საქმეებით იყო გადატვირთული, რაც შეფერხებებს იწვევდა როგორც გადასახადის გადამხდელებისთვის, ისე მთელ სისტემაში. ამიტომ, ციფრული ინსტრუმენტების და ავტომატიზებული სისტემების დანერგვით შესაძლებელია პროცესების გამარტივება, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს საქმეების განხილვის დროებს.

დასკვნა

საგადასახადო დავების რეფორმები ამერიკაში მნიშვნელოვანი და აუცილებელი გარდამტეხი გზებია. რეფორმებმა მკაფიოდ აჩვენა, რომ ისინი მიმართულია უფრო ეფექტური, გამჭვირვალე და სამართლიანი სისტემის შექმნისკენ. ამ ცვლილებამდე გადასახადის გადამხდელები ხშირად ხვდებოდნენ ხანგრძლივ შეფერხებებს, არათანაბარ გადაწყვეტილებებსა და გაურკვევლობას, რაც ქმნიდა უსამართლობისა და უკმაყოფილების შეგრძნებას. პროცესის გამარტივება, ციფრული ინსტრუმენტების გაუმჯობესება და გადამხდელის უფლებების გაძლიერება შედარებით ხელმისაწვდომ და თანასწორობით განწყობილ მიდგომას ქმნის, რაც ხელს უწყობს სისტემაში ნდობის აღდგენას.

მიუხედავად იმისა, რომ ამ რეფორმების სრულად განხორციელებისთვის კვლავ არსებობს გამოწვევები, შეგვიძლია ცვლილებების გავლენა დადებითად შევაფასოთ. გადასახადის გადამხდელი და ასევე ბიზნესი მნიშვნელოვან სარგებელს მიიღებს ამ რეფორმებისგან. ახლა უფრო მარტივად მიიღებს დავის გადაწყვეტის მექანიზმებზე წვდომას, მეტი შესაძლებლობა ექნება უფლების დაცვისთვის და პროცესიც ნაკლებად კონფლიქტური, უფრო თანამშრომლობითი იქნება.

მთავრობის თვალსაზრისით, ამ რეფორმამ არა მხოლოდ შეამცირა დავების განხილვის დრო, არამედ გააუმჯობესა საგადასახადო სისტემის საერთო ეფექტურობა. ციფრული ტექნოლოგიების დახმარებით შემოსავლების სამსახური უფრო სწრაფად და ეფექტიანად ახერხებს დავების განხილვას. ეს ყველაფერი კი ზრდის რეაგირების სისწრაფეს და ამცირებს ხარჯებს.

სამომავლოდ, საგადასახადო სისტემის განვითარება დამოკიდებული იქნება გამჭვირვალობის, ეფექტიანობისა და სამართლებრივი საკითხების უწყვეტ განვითარებაზე. მიუხედავად იმისა, რომ პირველი რეფორმა წარმატებით განხორციელდა, საჭირო იქნება მუდმივი ძალისხმევა ახალ გამოწვევებთან შესაჭიდებლად. ეს ყველაფერი მოითხოვს მთავრობისა და საგადასახადო ორგანოების მუდმივ მხარდაჭერას, რათა სისტემა იყოს ადაპტირებული ეკონომიკისა და საგადასახადო კანონმდებლობის ცვლილების პროპორციულად. ამ პრინციპებზე ფოკუსირებით საგადასახადო დავების გადაწყვეტა შეიძლება გაგრძელდეს, როგორც უფრო სამართლიანი, ეფექტიანი და საიმედო მექანიზმი, რომელიც უკეთ მოემსახურება საგადასახადო სისტემას, მთავრობის ინტერესებს და ხელს შეუწყობს ჯანსაღ ეკონომიკასა და საზოგადოების ნდობის გაძლიერებას საგადასახადო სისტემაში.

ლიტერატურა

1. Internal Revenue Service. (2024). *IRS overview of taxpayer rights*. https://www.irs.gov
2. Internal Revenue Service. (2024). *IRS digital tools and process improvements to resolve tax disputes*. https://www.irs.gov/newsroom
3. National Taxpayer Advocate. (2023). *Annual report to Congress: Taxpayer issues and recommendations*. https://www.taxpayeradvocate.irs.gov
4. Tax Foundation. (2022). *A guide to tax disputes and dispute resolution in the United States*. [Missing URL]
5. U.S. Department of the Treasury. (2023). *Taxpayer bill of rights: Ensuring fairness for all taxpayers*. https://www.treasury.gov

UDC 336.2.094(73)
SCOPUS CODE 1401
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-51-55

Tax Reforms In the United States: A New Era In the Taxation System

David Bibichadze Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: d.bibichadze@auditex.ge

Elene Gabadze Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: elenegabadze2@gmail.com

Reviewers:

B. Goderdzishvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge
E. Malania, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: e.malania@gtu.ge

Abstract. The United States is undergoing substantial reforms in its tax system aimed at enhancing efficiency, safeguarding taxpayer rights, and ensuring fairness. This article reviews the key areas of tax dispute resolution in the U.S., focusing on issues such as the complexity of tax regulations, delays in dispute resolution, and the critical need to improve accessibility and fairness within the system. Special attention is given to the role of digital tools, the implementation of alternative dispute resolution (ADR) methods, the strengthening of taxpayer protections, and the establishment of independent appeals offices. The article also analyzes the challenges and criticisms associated with these reforms, as well as their impact on taxpayers and the overall effectiveness of tax administration.

Keywords: Alternative Dispute Resolution (ADR); dispute appeals; Internal Revenue Service (IRS); Tax dispute reforms; Tax system efficiency; Tax dispute resolution process; Taxpayer Bill of Rights (TBOR); taxpayer rights; U.S. Tax Code.

განხილვის თარიღი 14.04.2025
შემოსვლის თარიღი 15.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 339.5(100):341.63
SCOPUS CODE 1403
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-56-60

GATT-ის როლი და მნიშვნელობა საერთაშორისო ვაჭრობაში

თათია ღურწკაია ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: t.gurtskaia@gtu.ge

კარლო ღურწკაია ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: k.gurtskaia@gmail.com

რეცენზენტები:

ლ. ბახტაძე, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ეკონომიკისა და ბიზნესის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: lela.bakhtadze@tsu.ge

ა. კურატაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: anzorkuratashvili@yahoo.com

ანოტაცია. GATT-ის როლი და მნიშვნელობა საერთაშორისო ვაჭრობაში განსაკუთრებულ მიდგომას მოითხოვს. პირველ და მეორე მსოფლიო ომებს შორის არსებული მსოფლიო ეკონომიკური კრიზისი გარკვეულწილად განპირობებული იყო მრავალ ქვეყანაში ამკრძალავი ტარიფების და კვოტების შემოღებით, ასევე პროტექციონისტული ღონისძიებების გატარებით, რაც საქონლის იმპორტის წინააღმდეგ იყო მიმართული.

იმისათვის, რომ მსგავს სატარიფო ომებს არ ჰქონოდა ადგილი, მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ, 1947 წ. ყველაზე გავლენიანი სავაჭრო სახელმწიფოების წარმომადგენლები ჰავანაში(კუბის დედაქალაქში) შეიკრიბნენ **საერთაშორისო სავაჭრო ორგანიზაციის დასაფუძნებლად (International Trade Organization)**. სამწუხაროდ, ამ ორგანიზაციამ ვერ დაიწყო პრაქტიკული საქმიანობა, მის უფლებამოსილებასთან დაკავშირებული წინააღმდეგობების გამო. შესაბამისად, **ITO**-ს მისია დაეკისრა **გენერალურ შეთანხმებას ტარიფებსა და ვაჭრობაზე (GATT)**.

GATT-ის არსებობის განმავლობაში მოლაპარაკებათა რვა რაუნდი გაიმართა. შედეგად განვითარებული ქვეყნების მიერ დაწესებული ტარიფები საშუალოდ შემცირდა 40%-ით 1948 წლიდან, დაახლოებით 3%-მდე 2003 წ.

ტარიფების შემცირებასთან ერთად ქვეყნებმა გააცნობიერეს, რომ არანაკლებ სერიოზულ დაბრკოლებად იქცა არასატარიფო შეზღუდვები საერთაშორისო ვაჭრობის გზაზე. ამიტომ, ურუგვაის რაუნდის ფარგლებში დიდი ყურადღება დაეთმო არასატარიფო შეზღუდვების შემცირებას. ამასთან, ურუგვაის რაუნდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიღწევა გახდა გადაწყვეტილება **„მსოფლიო სავაჭრო ორგანიზაციის“** შექმნის შესახებ.

საკვანძო სიტყვები: GATT; კვოტები; მოლაპარაკებათა რაუნდები; საერთაშორისო ვაჭრობა; ტარიფები.

შესავალი

პირველ და მეორე მსოფლიო ომებს შორის არსებული მსოფლიო ეკონომიკური კრიზისი გარკვეულწილად განპირობებული იყო მრავალ ქვეყანაში ამკრძალავი ტარიფების და კვოტების შემოღებით, ასევე პროტექციონისტული ღონისძიებების გატარებით, რაც საქონლის იმპორტის წინააღმდეგ იყო მიმართული. ამ ვითარებაში საერთაშორისო კომპანიებს სულ უფრო უჭირდა საერთაშორისო ვაჭრობაში ჩართვა და ინვესტიციების განხორციელება. 1930 წ. აშშ-ის მთავრობამ გადაწყვიტა მრეწველობის სამამულო დარგების დაცვა უცხოური კონკურენციისგან და საბაჟო ტარიფები გაზარდა საშუალოდ 53%-მდე. ამასთან, როდესაც აშშ-ის სავაჭრო პარტნიორებმა იგივე ზომები გაატარეს, ვერც ერთმა ქვეყანამ ვერ მიიღო მოსალოდნელი კონკურენტული უპირატესობა.

ძირითადი ნაწილი

იმისათვის, რომ მსგავს სატარიფო ომებს არ ჰქონოდა ადგილი, მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ, 1947 წ. ყველაზე გავლენიანი სავაჭრო სახელმწიფოების წარმომადგენლები ჰავანაში(კუბის დედაქალაქში) შეიკრიბნენ **საერთაშორისო სავაჭრო ორგანიზაციის დასაფუძნებლად (International Trade Organization)**. საერთაშორისო სავაჭრო ორგანიზაციის მისია საერთაშორისო ვაჭრობის მხარდაჭერაში მდგომარეობდა. სამწუხაროდ, ამ ორგანიზაციამ ვერ დაიწყო პრაქტიკული საქმიანობა მის უფლებამოსილებასთან დაკავშირებული წინააღმდეგობების გამო. შესაბამისად ITO-ს მისია დაეკისრა **გენერალურ შეთანხმებას ტარიფებსა და ვაჭრობაზე (GATT-ს)**. 1947-1994 წწ. GATT-ის ხელმომწერმა ქვეყნებმა აქტიური ქმედებები განახორციელა ბარიერების ლიკვიდაციისთვის საერთაშორისო ვაჭრობის გზაზე.

GATT-ის მიზანი საერთაშორისო ვაჭრობისთვის ეფექტიანი გარემოს შექმნა იყო, რაც დაეფუძნებოდა თავისუფალი ვაჭრობისა და კონკურენტული ბრძოლის პრინციპებს, შესაბამისად სარგებელს მოუტანდა ეფექტიან მწარმოებლებს. ამ მიზნის მისაღწევად GATT-ის ფარგლებში გაიმართა მრავალმხრივი სავაჭრო მოლაპარაკების რვა რაუნდი ტარიფების, კვოტების და სხვა არასატარიფო ბარიერების შემცირებაზე. რადგან მაღალი ტარიფები თავიდანვე სერიოზული ბარიერს წარმოადგენდა საერთაშორისო ვაჭრობის გზაზე, GATT-ის ხელმომწერი სახელმწიფოების ყურადღება მიმართული იყო სატარიფო პროტექციონიზმის შემცირებისკენ. GATT-ის თითოეულ წევრ-სახელმწიფოს ორგანიზაციაში ერთი ხმა ჰქონდა. გადაწყვეტილებები მიიღებოდა ხმათა

უმრავლესობით, გარდა გამონაკლისისა, როდესაც საჭირო იყო გარკვეული ვალდებულებიდან გადახრის სანქცირება. ასეთ შემთხვევებში საჭირო იყო ხმათა 2/3-ის მხარდაჭერა. სავაჭრო დავების გადასაჭრელად შეიქმნა სპეციალური კომისიები. GATT-ის არსებობის პერიოდში განვითარებული ქვეყნების მიერ დაწესებული ტარიფები საშუალოდ შემცირდა 40%-დან 1948 წ. დაახლოებით 3%-მდე 2003 წ.

GATT-ის ფარგლებში განხორციელებული მოლაპარაკებათა რაუნდები

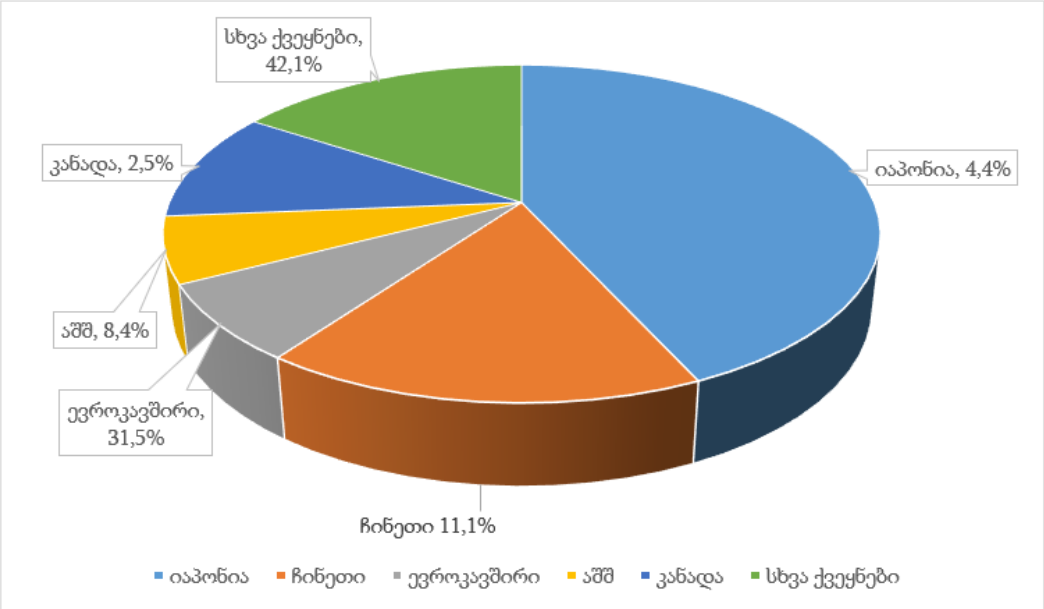
რაუნდი	თარიღი	მონაწილეთა რაოდენობა	ტარიფების შემცირების საშუალო მაჩვენებელი
ჟენევა	1947	23	35
ანესი	1949	13	-
თორკი	1950-1951	38	25
ჟენევა	1956	26	-
დილონი	1960-1962	45	-
კენედი	1964-1967	62	35
ტოკიო	1973-1979	99	33
ურუგვაი	1986-1994	117	36

მსოფლიო ბაზარზე კონკურენტულ ბრძოლაში ხელშეწყობის მიზნით GATT-ის წევრები ცდილობდნენ საერთაშორისო კომპანიებისთვის უზრუნველეყოთ არადისკრიმინაციული პირობები საერთაშორისო ვაჭრობაში, რაც შესაძლებელი გახდა **უპირატესი ხელშეწყობის პრინციპის** გამოყენებით. აღნიშნული პრინციპი გულისხმობს, რომ ნებისმიერი ერთი ქვეყნისთვის შეთავაზებული საბაჟო შეღავათი ვრცელდება სხვა ქვეყნებზეც. მაგალითად, თუ აშშ შეამცირებდა ტარიფს ბრიტანულ სატვირთო ავტომანქანებზე 15%-ით, იმავე მოცულობით უნდა შეემცირებინა იმპორტზე ტარიფები ამავე კლასის ავტომანქანებზე GATT-ის სხვა წევრებისთვის.

GATT-ს საფუძვლად ედო თავისუფალი ვაჭრობის ხელშეწყობის პრინციპი. მიუხედავად ამისა, ამ პრინციპის მომხრეები აცნობიერებდნენ, რომ შიგა პოლიტიკური ზეწოლის შედეგად სახელმწიფოები იძულებული გახდებოდა გადაეხვია თავისუფალი ვაჭრობის პოლიტიკისგან. ამასთან, GATT-ის წესებში იყო გარკვეული „ხვრელები“, რაც ქვეყნებს დისკრიმინაციული კვოტების და სხვა არასატარიფო შეზღუდვების დაწესების საშუალებას აძლევდა, GATT-ის შეთანხმებით გათვალისწინებული მოთხოვნების ფორმალური დარღვევის გარეშე. მაგალითად, კვოტები არაქისზე, შაქარსა და სხვა სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაზე, რაც აშშ-მა 1995 წ. შემოიღო GATT-ის წესებიდან გამონაკლისის სახით, მოქმედებდა ათეულობით წლებში. გამონაკლისი დასაშვები იყო ეროვნული უსაფრთხოების დაცვის აუცილებლობიდან გამომდინარე ან საგადასახდელო ბალანსის პრობლემების მოსაგვარებლად. გარდა ამისა, GATT-ის ფარგლებში სახელმწიფოებს უფლება ჰქონდა გარკვეულ გარემოებებში მრეწველობის სამამულო დარგები დაეცვა „ძლიერი“ კონკურენციისგან.

დასკვნა

GATT-ის ფარგლებში მოლაპარაკებათა მერვე რაუნდში იმპორტზე ტარიფები შემცირდა 4,3-დან 3%-მდე. ტარიფების შემცირებასთან ერთად ქვეყნებმა გააცნობიერა, რომ არანაკლებ სერიოზულ დაბრკოლებად იქცა არასატარიფო შეზღუდვები საერთაშორისო ვაჭრობის გზაზე. ამიტომ, ურუგვაის რაუნდის ფარგლებში დიდი ყურადღება დაეთმო არასატარიფო შეზღუდვების შემცირებას. ამასთან, ურუგვაის რაუნდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიღწევა გახდა გადაწყვეტილება **„მსოფლიო სავაჭრო ორგანიზაციის“** შექმნაზე.



მეორე მსოფლიო ომის შემდეგ მსოფლიო ვაჭრობა მკვეთრად გაიზარდა. საქონლით საერთაშორისო ვაჭრობის მთლიანმა მოცულობამ 2012 წ. შეადგინა $18,4 ტრლნ. ანუ 2012 წლის მსოფლიო მშპ-ს დაახლოებით 26%. მომსახურებით ვაჭრობა იმავე წელს იყო $4,4 ტრლნ. ევროკავშირზე, აშშ-ზე, კანადასა და იაპონიაზე მსოფლიო სასაქონლო ექსპორტის 46,8%, ჩინეთზე – 11%, სხვა ქვეყნებზე 42,1% მოდიოდა.

ლიტერატურა

1. Griffin, R. W., & Pustay, M. W. (2022). *International business: A managerial perspective* (8th ed.). Pearson.
2. Cameron, R., & Neal, L. (2022). *A concise economic history of the world* (5th ed.). Tbilisi. *(In Georgian)*
3. Krugman, P. R., & Obstfeld, M. (n.d.). *International economics: Theory and policy* (9th ed.).
4. Griffin, R. W., & Pustay, M. W. (2022). *International business: A managerial perspective* (8th ed.). *(Duplicate of source #1)*
5. United Nations. (n.d.). *Legal resources*. https://legal.un.org

UDC 339.5(100):341.63
SCOPUS CODE 1403
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-56-60

The Role and Importance of GATT in International Trade

Tatia Gurtskaia Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: t.gurtskaia@gtu.ge

Karlo Gurtskaia Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: k.gurtskaia@gmail.com

Reviewers:
L. Bakhtadze, Associate Professor Faculty of Economics and business, TSU
E-mail: lela.bakhtadze@tsu.ge
A. Kuratashvili, Associate professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: anzorkuratashvili@yahoo.com

Abstract. The global economic crisis between the First and Second World Wars was to some extent caused by the introduction of prohibitive tariffs and quotas in many countries, as well as protectionist measures aimed at combating the import of goods.

To avoid such tariff wars, after the Second World War, in 1947. Representatives of the most influential countries in trade gathered in Havana (the capital of Cuba) to establish the International Trade Organization. Unfortunately, this organization was unable to start its practical activities due to objections to its authority. Accordingly, the it mission was assigned to the General Agreement on Tariffs and Trade (GATT-s).

During the existence of the GATT, eight rounds of negotiations have been held. As a result, tariffs imposed by developed countries decreased from an average of 40% in 1948 to about 3% in 2003. With the reduction of tariffs, countries realized that non-tariff restrictions on international trade had become no less serious obstacles. That is why much attention was paid to reducing non-tariff restrictions in the framework of the Uruguay Round. However, one of the important achievements of the Uruguay Round was the decision to establish the World Trade Organization

Keywords: GATT; international trade; negotiation rounds; quotas; tariffs.

განხილვის თარიღი 17.02.2025
შემოსვლის თარიღი 18.02.25.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 658.012.2
SCOPUS CODE 1405
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-61-72

ბიზნესმოდელის შაბლონი

არჩილ სამადაშვილი საწარმოო ინოვაციებისა და ოპერაციათა მენეჯმენტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: a.samadashvili@gtu.ge

ნიკოლოზ სიმაევი შპს „ჯი-ეს-სი“, საქართველო, 0186, თბილისი, მინდელის 5
E-mail: nika.simaevi@gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. ბებიაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: n_bebiashvili@gtu.ge

გ. ნაჭყეპია, სტუ-ის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: nachkepia@yahoo.com

ანოტაცია. ბიზნესმოდელის შაბლონის შედგენის საკითხები ახალ ბიზნესწამოწყებას ან არსებულის რეორგანიზების სამეწარმეო ჩანაფიქრს კომპონენტთა სტანდარტიზებული ჯგუფების შინაარსისა და მათი ურთიერთმიმართების მეშვეობით წარმოგვიდგენს. შემოთავაზებულია Dragon 1 პროგრამული პაკეტით სარგებლობა ასეთი მოდელის სიმულაციური კვლევისთვის და მისი შედეგების გამოსაყენებლად ბიზნესის ორგანიზაციული ტრანსფორმაციის პროექტებში. ხაზგასმულია მოდელის შედგენამდე შესაბამისი სტრატეგიული კონცეპტის წინასწარი არჩევის აუცილებლობა, რაც მე-4 ინდუსტრიული რევოლუციის სამრეწველო შეთავაზებების გათვალისწინებით და მცირე მაღალტექნოლოგიური ბიზნესის განვითარების ხელშეწყობის მიზნით უნდა ხდებოდეს.

საკვანძო სიტყვები: ბიზნესმოდელი; ინოვაციური ტრანსფორმაცია; ტექნოლოგიური ინფრასტრუქტურა; ციფრული ტრანსფორმაცია.

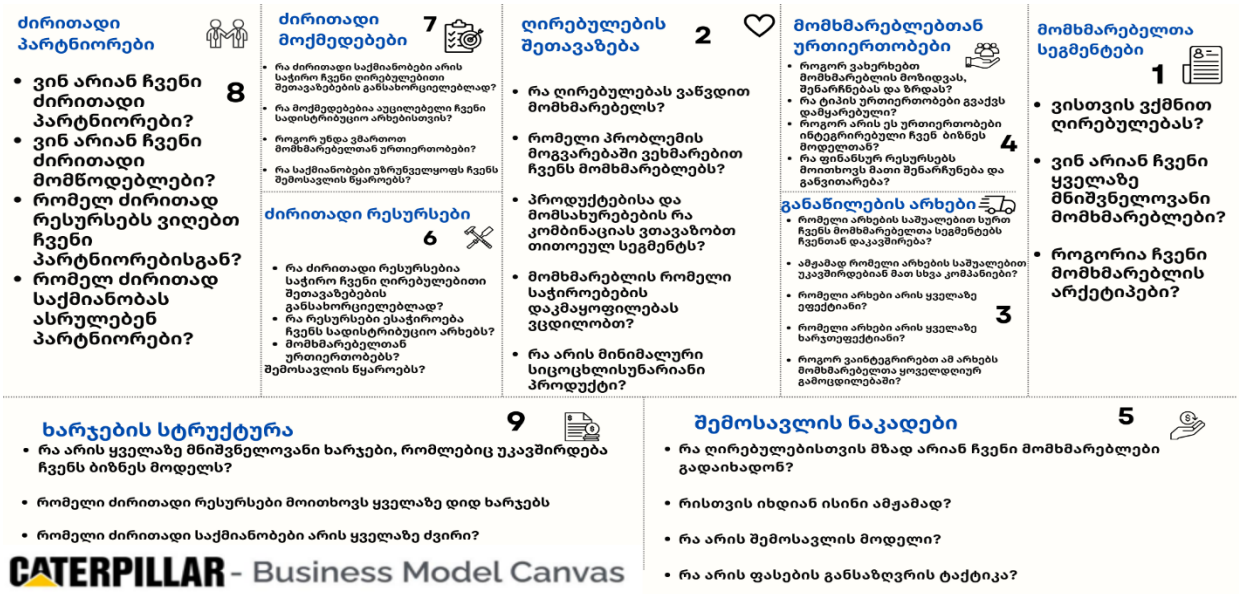
შესავალი

კონიუქტურის, ტექნოლოგიათა და მომხმარებელთა პრეფერენციების სწრაფი და ხშირი ცვლილება გლობალურ ბაზრებზე თანამედროვე ბიზნესს გამუდმებით სთავაზობს ახალ-ახალ შესაძლებლობებს და მის წინაშე ახალ გამოწვევებს აყენებს. მეწარმეებს და მათ პოტენციურ ინვესტორებსაც ესაჭიროებათ

ანალიტიკური ინსტრუმენტი, რათა სწრაფად და მარტივად შეაფასონ ამ შესაძლებლობებსა და გამოწვევებზე შესაძლო რეაგირების ალტერნატივათა პოტენციალი. სწორედ ასეთად აღიქვა სამეწარმეო სამყარომ შვეიცარიელი ბიზნესმენისა და თეორეტიკოს ა. ოსტერვალდერის (A. Osterwalder) მიერ შემოთავაზებული *ბიზნესმოდელის შაბლონი* (Business Model Canvas, BMC) [1].

ძირითადი ნაწილი

ვიზუალურად BMC შაბლონს ხშირად 1-ელ სურზე ნაჩვენები გრაფიკული გამოსახულების სახით წარმოადგენენ, რომლის თითოეული უჯრედი ბიზნესმოდელის ერთ-ერთ კომპოზიციურ კომპონენტს აღწერს. მათი შინაარსის ფორმირებას ბიზნესმოდელის შემქმნელი შესაბამის კითხვებზე (სურ. 1) პასუხის გაცემით ახდენს, კომპონენტების ნუმერაციის ზრდადი მიმდევრობის დაცვით: იწყებს "მომხმარებელთა სეგმენტების" (1) განსაზღვრით, აგრძელებს "ღირებულების შეთავაზებით" (2) და ა.შ. დასაწყისში, მოდელის ბაზური ვარიანტის შედგენისას, ამ მიმდევრობის დაცვა აუცილებელია, ვინაიდან თითოეული კომპონენტის შინაარსი გავლენას ახდენს მომდევნოზე. ეს კი ბიზნესმოდელის ინიციატორებს ეხმარება უკეთ წარმოიდგინონ და შეაფასონ საკუთარი სამეწარმეო წამოწყების პოტენციალი. თუმცა ბიზნესმოდელის მომდევნო განვითარებას შეიძლება ახალ-ახალი იდეების გაჩენა მოჰყვეს, მის კომპონენტებს შორის სხვა ურთიერთმიმართებებით და ამ მიმდევრობის დაცვა უკვე აღარ ხდება საჭირო. მოკლედ დავახასიათოთ ბიზნესმოდელის შაბლონის ამ კომპონენტებიდან თითოეული:



სურ.1

1. მომხმარებელთა სეგმენტები (Customer Segments, CS). ადამიანთა ან ორგანიზაციათა სამიზნე ჯგუფები, რომლებსაც საერთო სამომხმარებლო პრობლემა ან მოთხოვნილება აქვთ და რომლებიც მის გადაჭრას ერთსა და იმავე ან მსგავსი პროდუქტის/სერვისის (ანუ ღირებულების) შეძენით გეგმავენ. ბიზნესმოდელის ინიციატორი კომპანიის ძირითადი მიზანი სწორედ ამ ღირებულების შექმნა და მომხმარებელთა შერჩეული სეგმენტისთვის მიწოდება ხდება, რაც მომდევნო კომპონენტის შინაარსში აისახება.

2. ღირებულების შეთავაზება (Value Proposition, VP). **ეს** პროდუქტის/სერვისის ის კონკრეტული ნაირსახეობაა, რომლის შეძენა **CS** მიზნობრივი სეგმენტის წარმომადგენლებს საუკეთესოდ დაუკმაყოფილებს სამომხმარებლო მოთხოვნილებებს. ეფექტურ VP-ს გამოარჩევს თვისებათა მნიშვნელოვანი კომბინაცია: შემძენს საგრძნობი უპირატესობის შეგრძნებას უჩენს სხვა მომხმარებლებთან შედარებით, მკაფიოდ ასხვავებს ანალოგიური შეთავაზებისგან, იდეალურ შემთხვევაში კი იყოს უნიკალური, თავადვე მოახდინოს საკუთარი უპირატესობის დემონსტრირება. მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ამ კომპონენტის ფორმირებისას მოდელის შემქმნელის ყურადღების ცენტრში მომხმარებელთა წინაშე არსებული გამოწვევებია და არა მათი გადაჭრის კონკრეტული გზები.

3. განაწილების არხები (Channels of Distribution, CD). **ეს კომპონენტი აღწერს ყველა იმ საშუალებასა და შესაძლებლობას, რომელთა გამოყენებითაც ბიზნესმოდელის ინიციატორი კომპანია შედის ინფორმაციულ და ფიზიკურ კონტაქტში საკუთარ მომხმარებლებთან. ესენია: არსებული საკომუნიკაციო გზები და მათი განვითარების პერსპექტივები, პროდუქტის/სერვისის შეძენა-მიწოდების არხები, მათი შედარებითი ეფექტურობა და ა.შ.**

4. მომხმარებლებთან ურთიერთობა (Customer Relationships, CR). ეს კომპონენტი ორიენტირებულია კომპანიისადმი კლიენტების ლოიალურობის მოპოვებასა და შენარჩუნებაზე. შესაბამისი მოქმედებების მაგალითებია მყიდველების პირადი მხარდაჭერა, შესყიდვების ავტომატიზებული მომსახურება, პროდუქტის მომხმარებელზე პერსონალურად მორგება, გაყიდვის შემდგომი მომსახურების გათვალისწინება და ა.შ.

5. შემოსავლის ნაკადები (Revenue Streams, RS). **ეს კომპონენტი** აღწერს კომპანიის მიერ მისაღები ფულადი სახსრების სავარაუდო რაოდენობებს და მიუთითებს სათანადო წყაროებს, რომელთა შორისაა პროდუქტის გაყიდვა, მომსახურების გაწევისთვის მიღებული საზღაური, საკუთარი აქციების ვაჭრობით მიღებული თანხა, გამოუყენებელი აქტივების გაქირავების ქირა, ლიცენზიების შეძენის გადახდები, საშუამავლოები და ა.შ.

6. ძირითადი რესურსები (Key Resources, KS). **ეს კომპონენტი აერთიანებს ყველაფერ იმას, ადამიანების ჩათვლით, რაც აუცილებელია კომპანიის ნორმალური ოპერირებისთვის.** მთავარი კითხვები, რომლებსაც ბიზნესმოდელის ამ კომპონენტის შედგენისას პასუხობენ, ასეთია: *რა ძირითადი რესურსებია საჭირო, რათა კომპანიამ შეძლოს მომხმარებლისთვის სასურველი ღირებულის შექმნა და შეთავაზება? რა აქტივები და ურთიერთობები შეუწყობს ხელს არსებული მომხმარებლების შენარჩუნებასა და ახლების მოზიდვას?*

7. *ძირითადი ქმედებები (Key Activities, KA).* **ეს კომპონენტი მოიცავს ბიზნესის შედეგის შემქმნელ**

ისეთ აქტივობებსა და პროცესებს, როგორიცაა საწარმოო ოპერაციები და სამუშაო ნაკადები, ანალიტიკური გადაწყვეტილებების მიღება, ვაჭრობა, მომსახურება და ა.შ. ამ კომპონენტის შინაარსმა უნდა აღწეროს თუ რა და როგორ უნდა კეთდებოდეს, რათა კომპანიის სამომხმარებლო შეთავაზებამ საკმარისი მიმზიდველობა შეიძინოს? რამდენად საჭიროა მისი საქმიანობის დივერსიფიცირება? რა სიხშირით უნდა ხდებოდეს კომპანიის მოქმედების განმსაზღვრელი მიმართულებების გადახედვა?

8. ძირითადი პარტნიორები (Key Partners, KP). ამ კომპონენტში აღიწერებიან მასალების, მაკომპლექტებლების და საბოლოო პროდუქტის სხვა კომპონენტების მომწოდებლები, საერთო ბიზნესპროცესებში მონაწილე გარე კომპანიები, პარტნიორულ ურთიერთობებთან დაკავშირებული რისკები, ოპერაციული საქმიანობის ის ნაწილი, რომელიც აუტსორსინგით გადაეცემა სხვებს შესასრულებლად, ის სტეიკჰოლდერები, რომელთა სიცოცხლისუნარიანობაზეა დამოკიდებული კომპანიის ბიზნესის სტაბილურობა.

9. ხარჯების სტრუქტურა (Cost Structure, CS). ბიზნესმოდელის ეს კომპონენტი იმ დანახარჯებს აერთიანებს, რომელთა გაწევა თან ახლავს ღირებულების შექმნას კომპანიის მიერ, კლიენტებისთვის მის მიწოდებას და გაყიდვის შემდგომ მომსახურებას. ამ კომპონენტის ანალიზის საფუძველზე აფასებენ ფიქსირებული და მიმდინარე (ცვლადი) ხარჯების მოცულობას, წარმოების მასშტაბებისგან ეკონომიის მიღების შესაძლებლობას, საქმიანობის დივერსიფიკაციასთან დაკავშირებულ დამატებით გასავლებს და ა.შ.

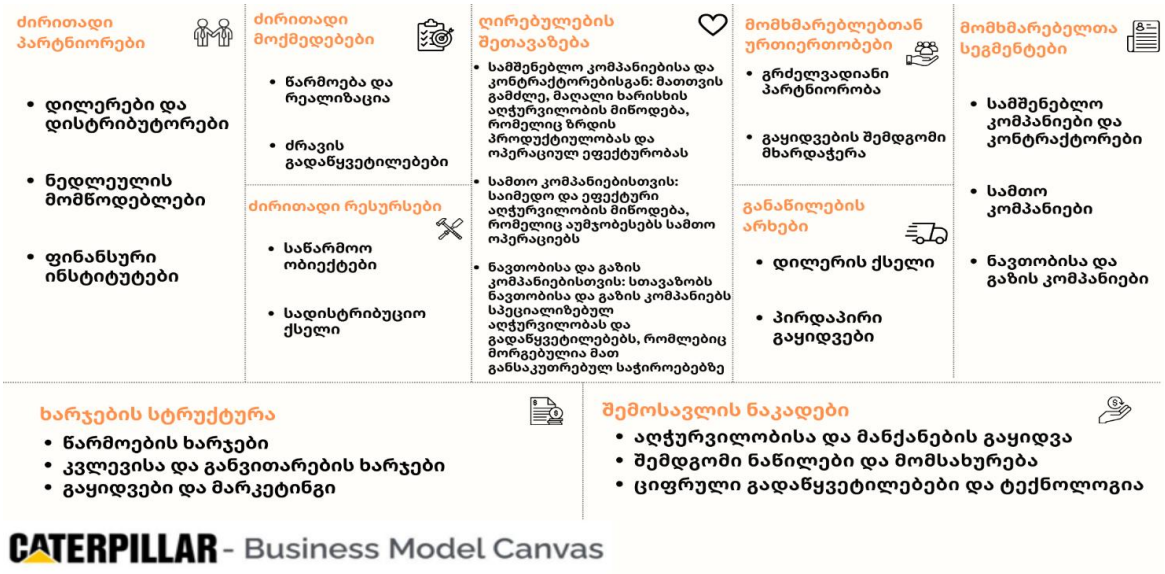
კონკრეტული ბიზნესისთვის, შაბლონის შედგენის დაწყებამდე, სასარგებლოა წინასწარი მოსაზრების საფუძველზე, ე.წ. *სტრატეგიული კონცეპტის*[1] *შერჩევა, რომელმაც მის ინიციატორებს უნდა უკარნახოს თუ რა მიმართულებით ეძებონ ბიზნესის ეფექტურობის გზები. კონცეპტის მიხედვით* ბიზნესმოდელებს ოთხ ძირითად ჯგუფად აკლასიფიცირებენ [2]:

1. *პროდუქტზე ორიენტირებულების, რომლებიც მთავარ ამოცანად საკუთარი შეთავაზებების მომხმარებელთა მოლოდინებისთვის მაქსიმალურ მორგებას მიიჩნევენ;*
2. *კლიენტზე ორიენტირებულების, რომლებიც კლიენტებთან* სათანადო ურთიერთობების დამყარებას განმსაზღვრელ სტრატეგიულ დავალებად განიხილავენ;
3. *ინოვაციებზე ორიენტირებულების, რომლებიც საკუთარ მთავარ* მიზნად ბაზრის ლიდერობის მიღწევასა და შენარჩუნებას მიიჩნევენ, ახალი პროდუქტების/მომსახურების და პროცესების კონკურენტებზე ადრე შექმნისა და ბაზარზე გატანის მეშვეობით;
4. *ინფრასტრუქტურაზე ორიენტირებულების, რომელთა ბიზნესი* მიმართულია პლატფორმის - სხვა მეწარმეებისთვის საერთო სამოქმედო ასპარეზის შექმნაზე, რათა მათ შორის განმეორებადი მასშტაბური კომერციული ურთიერთობები გაიშალოს.

[1]კონცეპტი: ცნება, რომელიც გამოიყენება მოვლენების, ობიექტების და სიტუაციების კლასიფიკაციისთვის, არსებით ნიშანთა ერთობლიობის შესაბამისად.

ბიზნესმოდელის ფორმირება შერჩეულ კონცეპტთან შესაბამისობაში, ზემოაღწერილი კომპონენტების შინაარსის სათანადო შერჩევით და მათ შორის კავშირებში გარკვეული პრიორიტეტულობის დაცვის მეშვეობით ხორციელდება. დასაშვებია ბიზნესმოდელის ორიენტირება ერთდროულად ორ ან მეტ კონცეპტზე, თუმცა ეს არ არის სასურველი: თითოეულს წარმატებულობის განმსაზღვრელი საკუთარი ფაქტორები გამოარჩევს, რომელთა ერთი ორგანიზაციის წიაღში ერთდროულმა ამოქმედებამ შეიძლება ბიზნესის შედეგიანობაზე ნეგატიური გავლენის მქონე შიგა კონფლიქტები აღძრას.

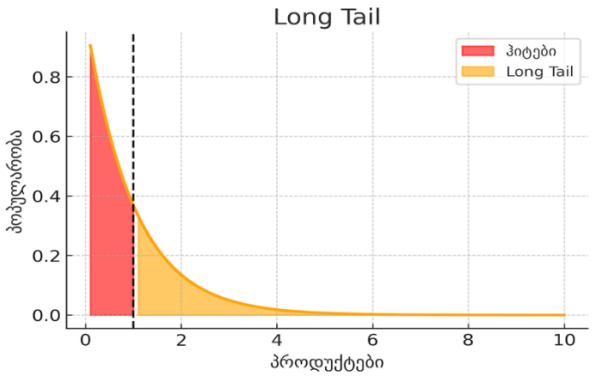
პროდუქტზე ორიენტირებულების კონცეპტით მოსარგებლე კომპანიების მთავარი ამოცანაა პროდუქტების და მომსახურების მორგება საკუთარ მომხმარებელთა განსხვავებულ გემოვნებასა და პრეფერენციებზე. ამ კონცეპტის შესაბამისი ბიზნესმოდელების რაოდენობა და მრავალფეროვნება ყველაზე დიდია, რაც იმ შესაძლებლობების სიმრავლით აიხსნება, რომელსაც უქმნის მეწარმეებს მასზე დაყრდნობა. ამერიკული კომპანია Caterpillar[2] ერთ-ერთია, ვისი ბიზნესმოდელიც ამ კონცეპტის გამზიარებელია (სურ. 2). ჩანს, რომ ძირითადი მიზანი, რომლის მიღწევაზეც მიმართულია მისი კომპონენტები, ხარისხიანი პროდუქტიული სიახლეების შეთავაზებაა მომხმარებელთა დივერსიფიცირებული სპექტრისთვის სამშენებლო, სამთო-მომპოვებელი, ენერგეტიკული, სატრანსპორტო და ზოგადსამრეწველო ინდუსტრიებში.



სურ. 2

[2] Caterpillar Inc. არის ამერიკული კომპანია, რომელიც აწარმოებს სამშენებლო, სამთო და სხვა საინჟინრო ტექნიკას. იგი Fortune 500-ის სიაში 73-ე ადგილზეა, ხოლო გლობალურ Fortune 500-ის რეიტინგში 265-ე ადგილზე.

კლიენტზე ორიენტირებული კონცეპტის მიმდევარი ბიზნესების მთავარი ამოცანა საკუთარ მომხმარებელთა ბაზის მაქსიმალური გაფართოებაა ერთი, ამასთან საკმარისად უნივერსალური სამეწარმეო იდეის გამოყენების საფუძველზე. ასეთის მაგალითია ე.წ. *"გრძელი კუდის" (Long-Tail) კონცეპცია,* რომელიც გულისხმობს გაყიდვების ე.წ. „ჰიტთან" – ძირითად პროდუქტთან ერთად მისგან უმნიშვნელოდ განსხვავებული „მონათესავე" ნაწარმის მცირე პარტიების შეთავაზებასაც, სპეციფიკური მოთხოვნილებების მქონე მომხმარებლებისთვის (სურ. 3).

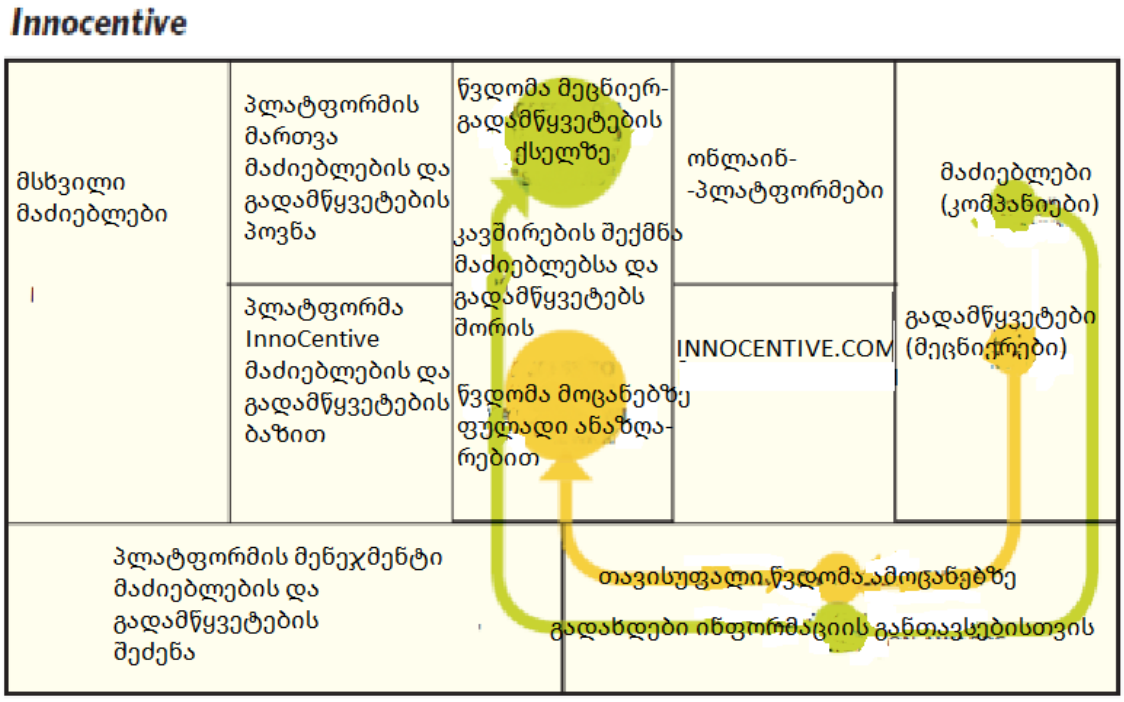


სურ. 3

ამ კონცეპტით მოსარგებლე კომპანიას უნდა შეეძლოს, პოპულარული ნაწარმის მასშტაბურ გამოშვებასთან ერთად, იგივე სამომხმარებლო ნიშის შედარებით იშვიათად მოთხოვნადი პროდუქტების ფართო ჩამონათვალის წარმოებაც. იმისთვის, რომ მას არ სჭირდებოდეს მნიშვნელოვანი ხარჯების გაწევა, პროდუქციის ფართო ასორტიმენტის მარაგების შენახვაზე, კომპანია უნდა ფლობდეს წარმოების ერთი ნაწარმიდან მეორეზე სწრაფი გადაყვანის ოპერაციულ უნარს. ამიტომ, ამ კონცეპტის გამოყენება მე-4 ინდუსტრიული რევოლუციის მსვლელობაში განსაკუთრებით მიმზიდველი გახადა ისეთი თანამედროვე ტექნოლოგიებით აღჭურვილი „ჭკვიანი" საწარმოების გამოჩენამ, როგორიცაა 3D ბეჭდვა, ლაზერული ჭრა, კომპიუტერული კონტროლით ფრეზირება (Computer Numerical Control, CNC), წარმოება „ციფრული ტყუპების" გამოყენებით და ა.შ. შესაბამისად აღჭურვილ მცირე სამრეწველო კომპანიებს დღეს შეუძლია ნაკეთობების რაოდენობრივად უმნიშვნელო პარტიებით ან სულაც ერთეულებით გამოშვება პროდუქციის თვითღირებულების ეკონომიკურად მისაღებ დონეზე შენარჩუნებით.

ინოვაციებზე ორიენტირებული კონცეპტის მიმდევარი კომპანიების ყურადღება პირველ რიგში რადიკალურად განსხვავებული ახალი პროდუქტებისა და პროცესების განვითარებისკენ არის მიმართული, რომელთა საფუძველი როგორც საკუთარი, ისე სხვების ორიგინალური იდეების გამოყენება ხდება. ამ ჯგუფს ვენჩურულ ბიზნესებსაც მიაკუთვნებენ, რომლებიც მხოლოდ ინტელექტუალური საკუთრების ან აქტივების შექმნითაა დასაქმებული, რომელთაც ბაზარზე მასშტაბური რეალიზებისთვის უკვე გარე პარტნიორებს გადასცემენ. *სათანადო მაგალითად შეიძლება კომპანია InnoCentive*[3] *დავასახელოთ, რომელიც რთული კვლევითი, თუ საწარმოო ამოცანების გადაჭრით დაინტერესებულ ორგანიზაციებს იმ მეცნიერებთან და ინჟინრებთან აკავშირებს მთელ მსოფლიოში, რომელთათვისაც, ფინანსური ან სხვა სახის მიმზიდველობის გამო, (პრესტიჟი, პატენტმფლობელობა და ა.შ.) საინტერესოა შესაბამისი პრობლემის გადაწყვეტა (იხ.* სურ. *4).*

[3] **InnoCentive** არის ღია ინოვაციისა და კრაუდსორსინგის კომპანია, რომელიც საშუალებას აძლევს ორგანიზაციებს წარმოადგინონ მათი გადაუჭრელი პრობლემები და დაუკმაყოფილებელი საჭიროებები.



სურ. 4

ინფრასტრუქტურაზე ორიენტირებულების კონ-ცეპტით მოსარგებლეთა მაგალითია ე.წ. მრავალ-მხრივი პლატფორმების (multi-sided platforms) ბიზ-ნესმოდელები, რომლებიც ერთმანეთის პოვნის და დაკავშირების შესაძლებლობას უქმნის მომხმარე-ბელთა და მიმწოდებელთა ჯგუფებს. მათ შორის საქ-მიანი ურთიერთობების ჩამოყალიბებისა და განვი-თარების შესაძლებლობაა სწორედ ის ღირებულება, რომელსაც ქმნის და სთავაზობს თავის კლიენტებს პლატფორმა. ბუნებრივია, რომ მისი *მიმზიდველობა მოსარგებლეთა* რაოდენობის ზრდასთან ერთად *მატულობს, რაშიც ე.წ.* ქსელური ეფექტი *ვლინდება.*

მაგალითისთვის შეიძლება დასახელდეს კომპა-ნია Groupon[4], რომელიც მოქმედებს რა როგორც ჯგუ-ფური ფასდაკლებების ინტერნეტით მაფორმირე-ბელი პლატფორმა, მომხმარებლებს უშუალოდ მიმ-წოდებლებისგან იაფად შეძენის შესაძლებლობას უქმნის (იხ. სურ. 5).

[4] Groupon, Inc. არის გლობალური ელექტრონული კომერციის ამერიკული პლატფორმა, რომელიც მომხმარებლებს ადგილობრივ მოვაჭრეებთან აკავშირებს და სთავაზობს მათ აქტივობის, მოგზაურობის, საქონლისა და მომსა-ხურების ფასდაკლებით შეძენას.

სურ. 5

2008 წელს დაარსებულმა ამ კომპანიამ მრავალ ქვეყანაში მოიპოვა პოპულარობა, მყიდველებისთვის მნიშვნელოვანი (70%-მდე) ფასდაკლების კუპონების და ვაუჩერების შეთავაზებით. ხაზგასასმელია, რომ მსხვილ კომერციულ ორგანიზაციებთან ერთად, მისი კლიენტები ის მცირე მოვაჭრეებიც ხდებიან, რომლებიც სხვანაირად მხოლოდ ლოკალურ ბაზრებზე შეძლებდნენ მოქმედებას. Groupon-ის კომერციული სისტემით სარგებლობა მათ მნიშვნელოვან სარგებელს აძლევთ მომხმარებელთა ბაზის საგრძნობი გაფართოებით, ინტერნეტით მოსარგებლეთა ხარჯზე.

საკუთარ ვებსაიტზე Groupon ყოველდღიურად წარმოადგენს თავისი კლიენტ-კომპანიების სავაჭრო წინადადებებს, სპეციალური ფასის შეთავაზებით მომხმარებელთათვის [4]. პოტენციური მყიდველები აქვე აფიქსირებენ გამოცხადებულ ფასად შეძენის სურვილს და თუ მათი საერთო რაოდენობა გარკვეულ მინიმუმს გადააჭარბებს, თითოეული ამ საფასურად მიიღებს ყიდვის უფლების დამადასტურებელ ვაუჩერს. ამ წესით ვაჭრობა მიმზიდველია გამყიდველებისთვისაც, ვინაიდან ამცირებს მათ კომერციულ რისკებს, რაშიც ისინი გაყიდვებიდან მიღებული შემოსავლის გარკვეულ ნაწილს Groupon-საც უთმობენ.

კომპანიის საიტი შესამჩნევ ქსელურ ეფექტს ქმნის: მისი განცხადებები პოტენციურ მყიდველთა სულ უფრო მზარდ რაოდენობას იზიდავს, რაც, თავის მხრივ, მეტ და მეტ კომერციულ კომპანიებს უბიძგებს განათავსონ Groupon-ის საიტზე საკუთარი წინადადებები. კომპანია აცხადებს, რომ იგი მსოფლიოს 35-ზე მეტ ქვეყანაში ემსახურება ბაზარს, 70 მილიონზე მეტი მომხმარებლით.

შაბლონის შედგენას კონკრეტული ბიზნესისთვის უნდა მოჰყვეს მისი კვლევა, ორგანიზაციული სტრუქტურისა და მაჩვენებლების მნიშვნელობების ოპტიმიზაციის მიზნით. ბიზნესსისტემების სირთულე პრაქტიკულად სრულად გამორიცხავს ამ ამოცანისთვის სანდო ანალიტიკური ამონახსნების მოძიების შესაძლებლობას. გაცილებით უფრო მოსახერხებელია მოდელის შესწავლა სიმულაციური კვლევის მეშვეობით.

შესაბამისი პროცესი იტერაციული ხასიათისაა, მის ყოველი ციკლის დასაწყისში მოდელის შესასვლელს მონაცემთა ერთ გარკვეულ კომბინაციას აწვდიან. გამოსავალზე მიღებულ შედეგებს სისტემის ეფექტურობის კრიტერიუმებთან ადარებენ, რის საფუძველზეც გამოაქვთ დასკვნები, თუ რა გავლენას მოახდენს მოდელის ეფექტურობაზე მონაცემთა ეს კომბინაცია.

სპეციალური პროგრამული პაკეტების არსებობა საგრძნობლად ამარტივებს ბიზნესსისტემის შესწავლას კომპიუტერული ექსპერიმენტების ჩატარებით მის მათემატიკურ მოდელზე. ამ თვალსაზრისით ჩვენი ყურადღება მიიპყრო საწარმოს ტრანსფორმაციის Dragon 1 ტექნოლოგიამ, რომლის მეშვეობით ორგანიზაციის მუშაობის გაუმჯობესების მსურველებს შეუძლიათ იმ ვიზუალური პროდუქტების შექმნა, რომლებიც საჭიროა ბიზნესპროცესების და ინფორმაციული სისტემების შესაბამისობაში მოსაყვანად შერჩეულ სტრატეგიულ მიზნებთან [5].

Dragon 1-ს შემქმნელები მარკ პააუვი (Mark Paauwe) და ტალითა ვიჯნანდსი (Talitha Wijnands) ახასიათებენ მას, როგორც: "...ღია მეთოდს, ჩარჩოს და მოდელირების ენას, საწარმოთა არქიტექტურის ვიზუალიზაციისა და პროექტების პორტფოლიოს სამართავად". Dragon1 შესაძლებლობას იძლევა გრაფიკული ფიგურების/ნიშნების, წესების, როლების და შეზღუდვების სათანადო ნაკრებების გამოყენებით შეიქმნას ე.წ. მეტამოდელები – გამოსაკვლევი სამეწარმეო სისტემის მოდელები, შედგენილი ზედმეტი დეტალირების გარეშე. ორგანიზაციული ცვლილებების პროექტებში მათი გამოყენებით აღიწერება და ანალიზდება ბიზნესის როგორც არსებული, ისე სამომავლო მდგომარეობა, რომელშიც წამოწყებული ტრანსფორმაციის შედეგად აღმოჩნდება [6].

ცალკე აღნიშვნას იმსახურებს ის ფაქტი, რომ Dragon 1 მის მომხმარებლებს მიეწოდება სქემით "პროგრამული უზრუნველყოფა როგორც სერვისი" (Software as a Service, SaaS). SaaS ღრუბლოვანი გამოთვლებით მომსახურების მოდელია, რომლის პროგრამულ აპლიკაციებზე წვდომა კლიენტებს ინტერნეტით გამოწერის საფუძველზე ეძლევა. SaaS მოდელში პროგრამული უზრუნველყოფის ჰოსტინგი და შენახვა ხდება მისი პროვაიდერის მიერ ღრუბელში, რაც გამორიცხავს მომხმარებლებთან პროგრამული უზრუნველყოფის ადგილობრივად ინსტალაციის, მართვის ან ფლობის აუცილებლობას.

SaaS-ის მრავალმომხმარებლიანი აპლიკაციებით სარგებლობის საფასურს მისი კლიენტები მხოლოდ ფაქტობრივად მოხმარებულისთვის იხდიან. ინფორმაციულ ტექნოლოგიებზე ხარჯებს (IT ხარჯებს) მათ ისიც უმცირებს, რომ SaaS პროვაიდერები თავად ზრუნავენ პროგრამების ავტომატურ განახლებასა და ტექნიკური სისტემების მოვლაზე. ამიტომ, „პროგრამული უზრუნველყოფა, როგორც სერვისი" განსაკუთრებით მიმზიდველი მცირე კომპანიებისთვის ხდება, რომელთათვისაც IT ტექნოლოგიებით სარგებლობა სხვაგვარად მიუწვდომელი დარჩებოდა, მათი შეძენის სიძვირის გამო.

Dragon1-ს ალგორითმების საფუძველშია საწარმოს ღია არქიტექტურის (Enterprise Open Architecture, EOA) იდეოლოგია – ურთიერთავსებადი კონცეპტუალური პრინციპების ერთობლიობა, რომელიც ორგანიზაციას, საწარმოო სისტემას ან სტრუქტურას მოიცავს მთლიანობაში. მისი მეშვეობით განვითარებული წარმოდგენები საწარმოს მიმდინარე („როგორიც-არის“, AS-IS) და მომავალ („როგორიც-იქნება“, TO-BE) მდგომარეობებზე, ბიზნესის შექმნის ან მისი სახეცვლილების ინიციატორთა სტრატეგიულ ხედვებს ასახავს მმართველობასთან, მიზნებთან, პროცესებთან, საწარმოო ტექნოლოგიებთან, მონაცემებისა და პროგრამულ აპლიკაციებთან მიმართებაში. სამეწარმეო ორგანიზაციები შესაბამის ინფორმაციას ცვლილებების განსახორციელებელი პროექტების ვიზუალიზებისა და ინფორმაციით გაჯერებისთვის იყენებს.

სურ. 6

სტრატეგია, როგორც ბიზნესის მფლობელების, მათი კლიენტების და სხვა დაინტერესებული მხარეების ურთიერთშეთანხმებული მიზნების, ამოცანების, პრიორიტეტებისა და მოთხოვნების კრებული იდეალური საწყისი მონაცემია ორგანიზაციული ცვლილებების ინიციირებისთვის (სურ. 6). ა. ოსტერვალდერის ზემოაღწერილი მეთოდიკის და Dragon 1-ს საშუალებების გამოყენებით, მის საფუძველზე დგება ბიზნესმოდელის შაბლონის ორი გეგმარი: „როგორიც-არის“ და „როგორიც-იქნება“. მათი შესაძლებლობების განხილვის და სათანადო ანალიზის შედეგად იღებენ გადაწყვეტილებებს, რომლებიც გზამკვლევებად გამოიყენება სათანადო პროექტების და პროგრამების შედგენისა და რეალიზების მონიტორინგისთვის.

დასკვნა

ახალი ბიზნესის წამოწყების ან არსებულის რეორგანიზების სამეწარმეო პოტენციალის შეფასების მოხერხებული გრაფიკულ-ანალიტიკური ინსტრუმენტია *ბიზნესმოდელის შაბლონი*. მისი გამოყენებით ადვილად ხდება სამეწარმეო ჩანაფიქრის წარმოდგენა მოდელის კომპონენტთა სტანდარტიზებული ჯგუფების მეშვეობით და ოპტიმუმის ძიება მათი ურთიერთმიმართების და სტრუქტურულ ალტენატივათა კვლევის პროცესში.

ბიზნესმოდელის ოპტიმიზაცია მარტივდება, თუკი შაბლონი წინასწარ შერჩეული *სტრატეგიული კონცეპტის* ხედვებთან შესაბამისობაში შეიქმნება. ამ თვალსაზრისით, განსაკუთრებით მიმზიდ-

ველად მე-4 ინდუსტრიული რევოლუციის ტექნოლოგიური შესაძლებლობების გამოყენებასთან დაკავშირებული ორი მათგანი გვეჩვენება: *მრავალმხრივი პლატფორმების და „ჭკვიანი“ საწარმოების. მათი ჯეროვანი გამოყენება ქართული მცირე სავაჭრო და სამრეწველო ბიზნესის მოდელებში გზას გაუხსნის შესაბამისი კომპანიების* მონაწილეობას *გლობალურად* განაწილებულ ეკონომიკურ პროცესებში.

ე.წ. *ღია საწარმოს არქიტექტურის* ხედვების გამოყენების საფუძველზე მოქმედი პროგრამული პაკეტი Dragon 1 ბიზნესმოდელის შაბლონის შედგენისა და კვლევის ეფექტური საშუალებაა. მისი გამოყენებით შესაძლებელია სისტემის მოდელირება და კვლევა სამეწარმეო ჩანაფიქრის რეალიზების ყველა განმსაზღვრელ ეტაპზე. აღსანიშნავია, რომ Dragon 1 აბონენტებს SaaS სქემით მიეწოდება, რაც ხელმისაწვდომს ხდის მისი პლატფორმით სარგებლობას ქართველი მცირე მეწარმეებისთვისაც.

ლიტერატურა

1. Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2010). *Business model generation*. John Wiley & Sons, Inc.
2. De Reuver, M., Bouwman, H., & Haaker, T. (2013). Creating a business model roadmap: A practical approach to moving from an existing to a desired business model. *International Journal of Innovation Management, 17*(1). https://doi.org/10.1142/S1363919613400069
3. Alexa, L., Avasilcai, S., & Bujor, A. (2017). An open innovation marketplace: The case of InnoCentive. *Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, 26*(3), 14–20.
4. Groupon's business model: Unveiling their profitable path. (n.d.). *Digital Enterprise*. Retrieved April 15, 2025, from https://digitalenterprise.org/models/groupon/
5. Nurlaela, S., & Suranto. (2021). Teaching entrepreneurship based on a business model canvas as a way to create competitive advantage. *Academy of Strategic Management Journal, 20*(1), 1–8.
6. Paauwe, M. (2014). *Dragon1 fundamentals: Study guide*. The Dragon1 Software Company.

UDC 658.012.2
SCOPUS CODE 1405
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-61-72

Business Model Template

Archil Samadashvili Department of Industrial Innovations and Operations Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: a.samadashvili@gtu.ge

Nikoloz Simaevi LLC "GSC", Georgia, 0186, Tbilisi, Mindeli St. 5
E-mail: nika.simaevi@gmail.com

Reviewers:
N. Bebiashvili, Associate Professor, Faculty of Energy, GTU
E-mail: n_bebiashvili@gtu.ge
G. Nachkepia, Associate Professor, Faculty of Energy, GTU
E-mail: nachkepia@yahoo.com

Abstract. The article addresses the formulation of a business model template that captures the entrepreneurial concept of a new venture or the reorganization of an existing business through standardized component groups and their interrelationships. It proposes the use of the software package Dragon 1 for simulating such models and applying the results to organizational transformation projects. The importance of selecting an appropriate strategic concept prior to model development is emphasized, taking into account the industrial offerings of the Fourth Industrial Revolution and aiming to support the growth of small high-tech enterprises.

Keywords: Business Model; Digital Transformation; Innovation Transformation; Technological Infrastructure.

განხილვის თარიღი 14.05.2025
შემოსვლის თარიღი 16.05.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 001.895
SCOPUS CODE 1405
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-73-95

ინოვაციური საქმიანობის განვითარების თეორიული ასპექტები

ლამარა ქოქიაური ეკონომიკური კვლევების ეროვნული ინსტიტუტი, საქართველო, 6000, ბათუმი, ანაგის 15
E-mail: lqoqiauri@yahoo.com

ასმათ ფიფია ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: a.pipia@gtu.ge

ნატო ბებიაშვილი საწარმოო ინოვაციებისა და ოპერაციათა მენეჯმენტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: n_bebiashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:
ა. აბრალავა, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: a.abralava@gtu.ge
რ. ქუთათელაძე, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

ანოტაცია. ქვეყნის თანამედროვე ინოვაციური პოლიტიკის, ინოვაციური საქმიანობის განხორციელებისათვის მთავარი მიზანია ეკონომიკური, სამართლებრივი, ფინანსური, სოციალური, თეორიული და პრაქტიკული ბაზის შექმნა. ეს ამოცანა ძალიან მნიშვნელოვანია ჩვენი ქვეყნისათვის, სადაც ეკონომიკის ინოვაციურ განვითარებაზე გადასვლამ მიზეზ-შედეგობრივი ხასიათი მიიღო: ინოვაციური საქმიანობის აქტივიზაცია გარდაუვალია ეკონომიკის ეფექტიანი განვითარებისთვის და თვით ეკონომიკური პოლიტიკა და სტრატეგიის სწორად წარმართვა განსაზღვრავს ინოვაციურ საქმიანობას.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ: ინოვაციური პროცესის და მთლიანად ინოვაციური საქმიანობის განვითარების თეორიული ასპექტების წინა პლანზე წამოწევა:

- დასაბუთებულია ინოვაციური საქმიანობა, როგორც სიახლეების შექმნისა და სამეურნეო სისტემაში მისი გავრცელების მიმართულებით, განსაკუთრებული სახის თეორიული და პრაქტიკული სამუშაოების ერთობლიობა;

- მოცემულია ინოვაციური საქმიანობის განსაზღვრული ბიზნესპროცესების თავისებურებები. კერძოდ: გაანალიზებულია ინოვაციური პროცესის ხანგრძლივობა, მისი განუსაზღვრელობისა და რისკის მაღალი ხარისხი, სტრუქტურული ცვლილებების ინიცირების შესაძლებლობა და უნარი, ინოვაციური საქმიანობის კაცტევადობა (მაღალი ინტელექტუალური გაჯერებულობა, ინოვაციური მიზანდასახულობის ხასიათი);
- მიმოხილულია ინოვაციური ძირითადი პირობები მაკროეკონომიკურ და მიკროეკონომიკურ დონეებზე;
- განსაკუთრებული ყურადღება აქვს დათმობილი გრძელვადიან პერიოდში წარმოების მდგრადი განვითარებისთვის ინოვაციური საქმიანობის უდიდეს როლს, მეწარმეობის ინოვაციურ ხასიათს, ინოვაციური საქმიანობის მასშტაბებს ინოვაციების დანერგვასა და ეფექტიან გამოყენებაში;
- გვერდი ვერ ავუარეთ ახალ ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკის ჩამოყალიბებას, ე.წ. ტობინის კეფიციენტის სწორად გააზრებას - დამოკიდებულებას კომპანიის საბაზრო ფასსა და მისი რეალური აქტივების ღირებულებას შორის. კერძოდ, „უჩინარ“ აქტივებს, ინტელექტუალური კაპიტალის ორგანიზაციულ შესაძლებლობებს;
- ნაშრომში ასევე წარმოდგენილია ინოვაციური საქმიანობის მრავალასპექტიანი სოციალური ბუნების შესახებ იოზეფ შუმპეტერის შეხედულებები, მისი „შემოქმედებითი ნგრევის კონცეფცია“. ამ უკანასკნელს იგი განიხილავს როგორც ეკონომიკური მუტაციის პროცესს, ძველი სტრუქტურის დამანგრეველს და ახლის შემქმნელს, როგორც სოციალურ-ეკონომიკური სისტემის მდგომარეობის დინამიკის ძირითად ამძრავ ძალას.

პრაქტიკულ სიცოცხლისუნარიანობაში მიმდინარე ტრანსფორმაციული პროცესები აყალიბებს ახალ ეკონომიკას, ანუ „ინოვაციების ეკონომიკას“, რომელიც ტრადიციული ეკონომიკისგან განსხვავდება ეფექტიანობის კრიტერიუმებით. ახალი ანუ ინოვაციური ეკონომიკის კრიტერიუმები ორიენტირებულია არა ეკონომიკურ ზრდაზე, არამედ ინოვაციური განვითარების სოციალური ეფექტების გაზომვაზე. მათგან მნიშვნელოვანია ცხოვრების ხარისხი მისი გამოვლინების ყველა ასპექტში.

საკვანძო სიტყვები: ინოვაციური საქმიანობის ცნება; ინოვაციური აქტივობა; ინოვაციური ინკუბატორი; ტექნოპარკი; ინოვაცია; ინოვაციური პოლიტიკა; ინოვაციური ინფრასტრუქტურა.

შესავალი

ოცდამეერთე საუკუნეში ინოვაციები, ინოვაციური მენეჯმენტი მსოფლიოს განვითარებული ქვეყნების ეკონომიკური პოლიტიკის შემდგომი საქმიანობის იმპერატივი გახდა. ეკონომიკური ზრდის ახალი მოდელის ჩამოყალიბებაში განმსაზღვრელი ფაქტორია მეცნიერული ცოდნის და ცოდნის კომერციალიზაციის, ადამიანური კაპიტალის, ახალი ტექნოლოგიების, პროდუქტებისა და მომსახურების

განვითარება. ინოვაციური ტექნოლოგიები არის „ცოდნის ეკონომიკის“ აგების ერთ-ერთი მთავარი ბაზისი, რომელიც ემყარება თანამედროვე მაღალ ტექნოლოგიებს, სამეცნიერო-სამრეწველო პოტენციალს და ინტელექტუალურ საკუთრებას. ასე რომ, ინოვაციები ხდება თანამედროვე ეკონომიკის მთავარი მამოძრავებელი ძალა და ორგანიზაციის (ბიზნეს-ერთეულის, სამეურნეო სუბიექტის) კონკურენტუნარიანობის საფუძველი.

ამდენად, განვითარების ინოვაციურ გზაზე გადასვლა ობიექტური აუცილებლობაა თანამედროვე ეკონომიკურ პირობებში მოქმედი ფუნქციონირებადი ბევრი საწარმოსთვის, როცა წინა პლანზე იწევს სამეწარმეო აქტივობის გაზრდის, მიმზიდველი ინოვაციური და საინვესტიციო გარემოს გაუმჯობესების, ახალი სამუშაო ადგილების შექმნისა და სხვა პრობლემები. მიუხედავად იმისა, რომ ქვეყანაში არის ინოვაციური პოტენციალი, შექმნილია ინოვაციური ინფრასტრუქტურა, ქვეყნის საწარმოებს (განსაკუთრებით მცირე საწარმოებს, ტექნოპარკებს, სხვადასხვა სახის ტექნოლოგიების ტრანსფერის ცენტრებს და ვენჩურულ ფირმებს) განვითარების სერიოზული შედეგებისთვის არ მიუღწევიათ, თუმცა შეინიშნება არაერთი პოზიტიური ძვრა. მაგ., საქართველოში დღეისათვის არსებობს ინოვაციური პოტენციალის გარკვეული დონე, რომელიც მოიცავს დიდ სამეცნიერო და ინტელექტუალურ სიმდიდრეებს, მაღალი მიღწევების მქონე უმაღლეს სასწავლებლებს, ხდება ინტელექტუალური საკუთრების უფლებების დაცვა, გამოირჩევა ახალი ინოვაციური კომპანიების შექმნის სიმარტივით და ა.შ.

ქვეყნის თანამედროვე სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ძირითადი ამოცანაა მისი ინოვაციურ ტრაექტორიაზე გასვლა, პოსტინდუსტრიული ინფორმაციული ეპოქისათვის დამახასიათებელი ეკონომიკური ზრდის პრინციპულად ახალი ფაქტორების მაქსიმალურად გამოყენება. ეს ამოცანა ძალზე მნიშვნელოვანია თანამედროვე საქართველოსათვის, სადაც ეკონომიკის განვითარების ინოვაციურ გზაზე გადასვლის აუცილებლობა მოითხოვს ინოვაციური საქმიანობის მძლავრ აქტივაციას, პირველ რიგში, სამეურნეო სუბიექტების, საწარმოს დონეზე შესაბამისი სამეცნიერო-ტექნიკური დამუშავებების, საინვესტიციო და სხვა პირობებს. ეს ეროვნული მეურნეობის რეორგანიზაციის შესაძლებლობას იძლევა. მეცნიერებატევადი წარმოების საფუძველზე, შესაძლებელი ხდება საქართველოს დიდი და ტრადიციულად მზარდი ჩამორჩენის დაძლევა (მეურნეობრიობის სხვადასხვა სფეროში მსოფლიოს მაღალგანვითარებულ ქვეყნებთან შედარებით).

თანამედროვე პირობებში ჩვენი ქვეყანა საკმაო დონის სამეცნიერო-ტექნიკურ პოტენციალს ფლობს, თუმცა ეკონომიკური კრიზისის გამო გარდამავალი პერიოდის პირობებში ქვეყანა მნიშვნელოვნად ჩამორჩა. ხელახლა გააზრებას საჭიროებს, როგორც წარმოების ინოვაციური განვითარების დასახასიათებლად საჭირო ტერმინები და კატეგორიები, ისე წარმოების ინოვაციური განვითარების ეფექტიანობის ანალიზის მეთოდოლოგია.

ამასთანავე, მეურნეობრიობის ეფექტიანობაზე ზემოქმედების ეკონომიკურ მეთოდებზე გადასვლა განაპირობებს წარმოების მართვის ახალი მექანიზმების ფორმირების აუცილებლობას. ინოვაციური განვითარების შესახებ შემდგომ კვლევებს მოითხოვს ასევე ინოვაციების და ინტელექტუალური კაპიტალის შეფასების პრობლემები, მათი ზემოქმე-

დება წარმოების საბოლოო სოციალურ-ეკონომიკურ შედეგებზე, რომლებიც სამეცნიერო-ტექნოლოგიური პროგრესის დაჩქარებისა და ქვეყნის ეკონომიკის საბაზრო ორიენტაციის გაძლიერების შედეგად ახლის შექმნისა და არსებული სამრეწველო და სასოფლო საწარმოების ტექნიკური გადაიარაღების რესურსული უზრუნველყოფის დომინირებადი წყარო უნდა გახდეს.

სამამულო და უცხოურ ლიტერატურაში მოიპოვება სიახლეთა (ინოვაციების) არსის, მათი დანერგვის ეფექტიანობის შეფასებისა და ანალიზის მეთოდების, წარმოებაზე მათი გავლენის, ასევე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის მართვის სრულყოფის ღონისძიებების სფეროში კვლევების შედეგების ფართო წრე. ესაა პირველ რიგში ლ. ჩიქავას, რ. ქუთათელაძის, ლ. ქოქიაურის, ბ.გეჩბაიას, ვ. მოსიაშვილის, პ. დრუკერის, ნ. კონდრატიევის, მ.პორტერის, ფ.იანსენის, ა.ბოვინის, ა.ანჩიშკინის, ბ.გალკინი, ვ.პოლტეროვოჩის, ი. შუმპეტერის და სხვათა ნაშრომები. ისინი ეძღვნება ინოვაციების საანალიზო პრობლემების კვლევას ცენტრალიზებულად მართული გეგმიანი ეკონომიკის და შემდგომ საბაზრო ეკონომიკის პირობებში.

ამასთანავე, თეორიულ ასპექტში და პრაქტიკულად სრულყოფილად არ არის გამოკვლეული ინოვაციური პროცესის, ინოვაციური საქმიანობის, ინოვაციური ეფექტიანობის შეფასების მეთოდები საბაზრო ურთიერთობების პროცესში. ამიტომ თანამედროვე პირობებში აქტუალურია სახელმწიფო რეგულირების ანალიზის მსოფლიო და სამამულო გამოცდილების საფუძველზე სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის დანახარჯებისა და შედეგების შედარების მეთოდური საფუძვლების , აგრეთვე საბაზრო ურთიერთობების პერიოდის ფორმირებისა და ჩამოყალიბების ადეკვატური ინოვაციური საქმიანობის მართვის ეფექტიანობისა და ჩამოყალიბების ანალიზის მეთოდური დებულებების შემუშავება.

წინამდებარე ნაშრომის თეორიული და მეთოდოლოგიური საფუძველია მეცნიერული შემეცნების პრინციპები, დებულებები და არსი, ლოგიკური, ეკონომიკური, სტატისტიკური და სისტემური ანალიზის მეთოდების ჩათვლით, ასევე სამამულო და უცხოელი სპეციალისტების ნაშრომები ინოვაციების ეფექტიანობის, ინოვაციური საქმიანობის მენეჯმენტისა და მართვის სფეროში.

ძირითადი ნაწილი

ინოვაციური საქმიანობა გაცილებით ფართო ცნებაა, ვიდრე ინოვაციური პროცესი, იგი მოიცავს თვით ინოვაციურ პროცესს და ორგანიზაციული, საწარმოო და კომერციული ღონისძიებების სისტემას, რომელიც მიმართულია პროდუქტის, ტექნოლოგიური პროცესის შექმნასა ან სრულყოფაზე, მოგების მიღებაზე. ზუსტად ორგანიზებული ინოვაციური საქმიანობის მეშვეობით ხორციელდება საზოგადოების ტექნოლოგიური განვითარების დაჩქარება, სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის მთელი მიღწევების უსწრაფესი დანერგვა.

სახელმწიფო ინოვაციური პოლიტიკის მთავარი მიზანია ეკონომიკური, სამართლებრივი, ფინანსური და ორგანიზაციული პირობების შექმნა წარმატებული ინოვაციური საქმიანობის განხორციელებისთვის.

ინოვაციური საქმიანობის ძირითადი სახეები და ტერმინები

თანამედროვე ინოვაციური საქმიანობა და მისი სახეები შემდეგი ძირითადი მიმართულებებით განიხილება:

– „იუნესკოს“ რეკომენდაციის თანახმად, ინოვაციური საქმიანობა განიხილება, როგორც სამეცნიერო-ტექნიკური საქმიანობა, რომელიც მოიცავს მის სამ სახეს:

• სამეცნიერო კვლევები და დამუშავებები (სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოები);

• სამეცნიერო-ტექნოლოგიური განათლება და კადრების მომზადება;

• ნოვაციების შემუშავება და მატერიალიზაცია;

• სამეცნიერო-ტექნიკური მომსახურება;

ინოვაციური საქმიანობა არის სიახლეების დამუშავება და საქმიანობა სიახლეთა ძიების მატერიალიზაციის თვალსაზრისით. **სამეცნიერო-ტექნიკური საქმიანობა** ხასიათდება შესრულებული სამეცნიერო კვლევების მასშტაბებით (სიდიდით), რომლებიც შეიძლება განხორციელდეს სამეცნიერო პრობლემის, სამეცნიერო თემების მეცნიერული მიმართულებით.

სამეცნიერო მიმართულება შედარებით მსხვილი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოა, რომელსაც დამოუკიდებელი ხასიათი აქვს და მიმართულია მეცნიერებისა და ტექნიკის მოცემული დარგის ამოცანების გადაწყვეტაზე. ამა თუ იმ მეცნიერული მიმართულების გადაჭრა შესაძლებელია არაერთი სამეცნიერო ორგანიზაციის ერთობლივი ძალისხმევით. **სამეცნიერო პრობლემა** სამეცნიერო მიმართულების ნაწილი, მისი გადაჭრის ერთ-ერთი შესაძლო გზაა. სამეცნიერო პრობლემის შესრულება შეიძლება განხორციელდეს მიზნობრივი სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრამის სახით, რომელიც წარმოადგენს რესურსებითა და შემსრულებლებით ერთმანეთთან დაკავშირებული სამუშაოების კომპლექსს. როგორც წესი, სამუშაოების ამგვარ კოორდინაციას ახორციელებენ მეთაური სამეცნიერო ორგანიზაციები.

სამეცნიერო თემა პრობლემის ნაწილია, რომლის გადაწყვეტა, ჩვეულებრივ, ერთი სამეცნიერო ორგანიზაციის მიერ ხორციელდება. იგი თემატური გეგმის ძირითადი ერთეულია სამუშაოების დაფინანსების, დაგეგმვისა და აღრიცხვის დროს. სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების თემის მიზანია კონკრეტულად დასმული ამოცანის ეფექტიანი გადაწყვეტა. მაგალითად, ხელსაწყოს, ხერხის შემუშავება, საპატენტო კვლევების ჩატარება, ეკონომიკური სამუშაოების ჩატარება და ა.შ. სირთულის მიხედვით თემა შეიძლება დაიყოს ეტაპებად და ქვეეტაპებად.

ინოვაციური საქმიანობის შესწავლა მოითხოვს ამ სფეროს ძირითადი ტერმინების – ობიექტების, სუბიექტებისა და ინოვატორის – ჩამოყალიბებას.

- **ინოვაციური საქმიანობის ობიექტი** არის მოცემული ქვეყნის ტერიტორიაზე მდებარე საწარმოსათვის ტექნიკისა და ტექნოლოგიის შემუშავება, მათი საკუთრების ფორმების მიუხედავად.
- **ინოვაციური საქმიანობის სუბიექტებად** გამოდიან იურიდიული და ფიზიკური პირები, უცხოური საწარმოები და მოქალაქეები, ასევე, მოქალაქეობის არმქონე პირები.
- **ინოვატორი** არის ინოვაციის აღმოჩენა, ტექნიკური გადაწყვეტა, სასარგებლო მოდელი, სოციალურ-ეკონომიკური დამუშავება, ნოუ-ჰაუ

და სხვა სიახლეების შემქმნელი. ინოვაციური საქმიანობა, ჩვეულებრივ, სამეცნიერო დაწესებულებებში ხორციელდება. შეიძლება ამ დატვირთვით გამოყენებული იყოს ტერმინი სამეცნიერო ორგანიზაცია. თუმცა, ჩვენი მოსაზრებით, ორგანიზაციის მრავალგვარი მნიშვნელობის გამო უმჯობესია ტერმინის, სინონიმის „დაწესებულების“ გამოყენება.

ინოვაციური საქმიანობის ყველა სახე (სამეცნიერო-ტექნიკური საქმიანობა) წარმოადგენს ინოვაციურ სფეროს ანუ ინოვაციური პროდუქციის (საქონლისა და მომსახურების) მწარმოებლებისა და მომხმარებლების საქმიანობის სფეროს, ინოვაციის გავრცელების ჩათვლით.

ინოვაციური საქმიანობის ცნება.

ინოვაციური პროცესი ემყარება კაცობრიობის (საზოგადოების) ინოვაციურ საქმიანობას, რომელიც წარმოადგენს სიახლეების შექმნისა და სამეურნეო სისტემაში მისი გავრცელების მიმართულებით გაწეული განსაკუთრებული სახის სამუშაოების ერთობლიობას. ამასთანავე, სიახლეების გავრცელების მიმართულებით გაწეული საქმიანობა ინოვაციურ პროცესში არანაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე მისი შექმნა. ინოვაციურს მიეკუთვნება ინოვაციური პროცესის ფარგლებში განხორციელებული საქმიანობა, კერძოდ: გასაღების ბაზრების მარკეტინგული კვლევა, ახალი მომხმარებლების მოძიება, შესაძლო კონკურენტული გარემოსა და კონკურენტული ფირმების საქონლის სამომხმარებლო თვისებების ინფორმაციული უზრუნველყოფა; ნოვატორული იდეებისა და გადაწყვეტილებების ძიება, ასევე, ინოვაციური პროექტების დანერგვაში პარტნიორებისა და დაფინანსების წყაროების მოძიება. [8]

სუბიექტის ინოვაციური საქმიანობა ახასიათებს მის ინოვაციურ აქტივობას, რომელიც გულისხმობს რეალიზებული სიახლეების ინტენსივობას. ინოვაციური აქტივობის ხარისხი განისაზღვრება საზოგადოებრივი მოთხოვნილებების განვითარებით და დივერსიფიკაციით, ეკონომიკის დარგობრივი სტრუქტურით, ინოვაციური საქმიანობისათვის ადეკვატური საწარმოო, სამეცნიერო, ინფორმაციული და სხვა სახის ინფრასტრუქტურის არსებობით, სამუშაო ძალის ხარისხითა და მოტივაციით და სხვა მსგავსი ფაქტორებით.

ინოვაციური პროცესის მიმდინარეობა მნიშვნელოვანწილად განპირობებულია ინოვაციური ინფრასტრუქტურის განვითარების დონით. ინოვაციური ინფრასტრუქტურის ცნება მოიაზრებს საქმიანობის სახეობათა სპეციფიკურ კომპლექსს ინოვაციური პროცესის მომსახურე პოტენციალთან ერთად [8].

ეს საქმიანობა დაკავშირებულია, პირველ რიგში, სამეცნიერო-ტექნიკური პროდუქციის ბაზრის მომსახურებასთან. ეს უკანასკნელი გარდაიქმნება რა საქონლად, საჭიროებს ორგანიზაციების სპეციალური ქსელის შექმნას, რომელიც განახორციელებს აკადემიური, უმაღლესი სასწავლებლებისა და გამოყენებითი ხასიათის მეცნიერების სფეროში შექმნილის დამუშავებების და სიახლეების კომერციალიზაციას. გარდა ამისა, ინოვაციური პროცესის სხვადასხვა სტადიის მიჯნაზე ხშირად საჭირო ხდება საკონსულტაციო, საინფორმაციო-საშუამავლო, ორგანიზაციული, საექსპერტო, საინჟინრო, მმართველო-

ბით-საკოორდინაციო, აუდიტორული და საპატენტო მომსახურება.

ინოვაციური აქტივობა განპირობებულია სოციალურ-ეკონომიკური სისტემის ინოვაციური, ე.ი. სიახლეთა სწრაფად და ეფექტიანად ათვისების უნარით. ინოვაციური ამთვისებლობა (ინოვაციურობა) დამოკიდებულია სხვადასხვა ეკონომიკურ, ორგანიზაციულ, ფსიქოლოგიურ, სოციალურ და ტექნიკურ ფაქტორზე.

ინოვაციური საქმიანობა წარმოუდგენელია კარგად შემუშავებული ინოვაციური ინფრასტრუქტურის გარეშე. ინოვაციურ ინფრასტრუქტურაში შედის ორგანიზაციები, ფირმები, გაერთიანებები, რომლებიც მოიცავენ ინოვაციური საქმიანობის განხორციელების მთელ ციკლს – დაწყებული ახალი სამეცნიერო-ტექნიკური იდეის და დამუშავებების გენერირებიდან და დამთავრებული მეცნიერებატევადი პროდუქტის გამოშვებითა და რეალიზაციით. ინოვაციური ინფრასტრუქტურა – ერთიმეორესთან დაკავშირებული და ურთიერთშემავსებელი ორგანიზაციების ანდა მათი ქვედანაყოფების ერთიანობაა, რომლებიც ახორციელებენ და ხელს უწყობენ ინოვაციურ საქმიანობას. ასეთ ორგანიზაციებს მიეკუთვნება:

ინოვაციური ინკუბატორი – რთული, მრავალპროფილიანი კომპლექსი; განთავსებულია ცალკე შენობაში და ახორციელებს ინოვაციური და საინფორმაციო მომსახურების ფართო სპექტრს. ინკუბატორი მომსახურებას უწევს გარეშე ფირმებს 2–5 წლის განმავლობაში, რომლის შემდეგაც ეს ფირმები ტოვებენ ინკუბატორს და იწყებენ დამოუკიდებელ საქმიანობას. ინკუბატორი ასრულებს შემდეგ ფუნქციებს: ინოვაციური პროექტების ექსპერტიზა, რომელიც მოიცავს სამეცნიერო-ტექნიკური (განისაზღვრება მოცემული პროექტის სიახლე და უტყუარობა), ეკოლოგიური და კომერციული ექსპერტიზის სახეებს; ინვესტორების მოძიება და მათთვის აუცილებელი გარანტიების მიცემა; საცდელი წარმოებისთვის შენობისა და მოწყობილობების შეღავათიანი პირობებით უზრუნველყოფა; სამართლებრივი, სარეკლამო, საინფორმაციო, საკონსულტაციო და სხვა მომსახურების აღმოჩენა. ინკუბატორი, როგორც კომერციული ორგანიზაცია, თავის საქმიანობას უზრუნველყოფს თვითგამოსყიდვის პრინციპის საფუძველზე, ინოვაციური ფირმების მიერ მომავალში მისაღებ მოგებაში მონაწილეობის პირობით. ინოვაციური ინკუბატორები მომავალი ტექნოლოგიური პარკებისა და ტექნოპოლისების საფუძველსა და ბირთვს წარმოადგენს.

ტექნოლოგიური პარკი – სამეცნიერო-საწარმოო ტერიტორიული კომპლექსი. მის შემადგენლობაში შედის არაერთი ცენტრი: საკვლევი, საინოვაციო, მარკეტინგული, სწავლებისა და საინფორმაციო ტექნოლოგიების. ტექნოპარკის ფუნქციონირება ემყარება სამეცნიერო-ტექნიკური საქმიანობის კომერციალიზაციას და ხელს უწყობს მატერიალური წარმოების სფეროში ინოვაციების დანერგვას [8].

ინოვაციურ საქმიანობაში ინტეგრაციული ტენდენციის ყველაზე მაღალი საფეხურია ტექნოპოლისი. იგი წარმოადგენს ცალკეული ქალაქის ბაზაზე შექმნილ ერთიან სამეცნიერო საწარმოო სტრუქტურას, რომლის ეკონომიკაში წამყვან როლს ასრულებენ ტექნოპარკები და ინკუბატორები. კონგლომერატი სამი აქვს, რომელიც ასეულობით სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებას, სამრეწველო ფირმას, დამნერგავ, ვენჩურულ და სხვა ორგანიზაციას მო-

იცავს. ტექნოპოლისის ცენტრი, მისი ძირითადი რგოლი, ჩვეულებრივ, არის მსხვილი უნივერსიტეტი – ფუნდამენტური მეცნიერების გენერატორი და მატარებელი.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს ქვეყანაშიც დაიწყო ინოვაციური სტრუქტურების ახალი სახეების ჩამოყალიბება. მაგალითად, წამყვანი უნივერსიტეტის ბაზაზე იქმნება და წარმატებით ფუნქციონირებს ტექნოპარკები. მაგალითისათვის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინოვაციური საქმიანობა ხორციელდება სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების დამტკიცებული პრიორიტეტული მიმართულებებისა და უმაღლეს სასწავლებელში მეცნიერების განვითარების კონცეფციის შესაბამისად.

სამეცნიერო კვლევები ორიენტირებულია სახალხო მეურნეობის, ეკონომიკური, სოციალური სფეროების და სახელმწიფო მშენებლობის პრობლემების გადაჭრაზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ინოვაციური საქმიანობა საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ხორციელდება შემდეგი პრინციპების მიხედვით: [8]

- სამეცნიერო და სასწავლო პროცესის ერთიანობა;
- რესურსების კონცენტრაცია კვლევების პრიორიტეტულ მიმართულებებზე და სამეცნიერო-ტექნიკური საქმიანობის შედეგების კომერციალიზაცია;
- ძლიერი სამეცნიერო კოლექტივების მხარდაჭერა, რომელიც განაპირობებს და უზრუნველყოფს განათლებისა და სამეცნიერო კვლევების საიმედო დონეს;
- სამეცნიერო კვლევების ორგანიზაციის კოორდინაციისა და დაგეგმვის სისტემის შემდგომი სრულყოფა.

ტექნოპარკის პირველი თავისებურებაა ის, რომ ინოვაციური საქმიანობის შედეგად მიღებული თეორიულ-მეთოდოლოგიური ცოდნა გამოიყენება პრაქტიკაში. ტექნოპარკის მეორე მნიშვნელოვანი თავისებურებაა მოგების მიღება, რაც შემდგომში წარიმართება სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის განვითარებაზე, განათლებაზე და ა.შ.

ინოვაციური საქმიანობის ფუნდამენტი, როგორც ადრე იყო აღნიშნული, არის სტადია „მეცნიერება“. აღნიშნული სფეროს წარმატებები ბოლო პერიოდში სულ უფრო მეტადაა დამოკიდებული ინოვაციურ მეწარმეობაზე.

ინოვაციური მეწარმეობა შედარებით ახალი ტერმინია – სამეცნიერო დამუშავებების სფეროში საქმიანობის სპეციფიკური სახეობა. მისი საშუალებით ხორციელდება სიახლეების შექმნა და გავრცელება ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში მოგების მიღების მიზნით. ინოვაციური მეწარმეობა ვითარდება ორი, პრინციპულად განსხვავებული ორგანიზაციული ფორმით: ინდივიდუალური მეწარმეობის ფორმითა და დამოუკიდებელი საწარმოს შექმნისა და ფუნქციონირების საფუძველზე.

ეკონომიკურად განვითარებულ ქვეყნებში ეროვნული ინოვაციური სისტემის ერთ-ერთი ელემენტია მცირე და საშუალო მეწარმეობა. მცირე მეწარმეობის სუბიექტები, ქვეყნის კანონმდებლობის შესაბამისად, არის იურიდიული პირები და მეწარმეები, რომლებიც თავიანთ სამეურნეო საქმიანობას ახორციელებენ იურიდიული პირის ჩამოყალიბების გარეშე, მუშაკ-

თა საშუალო სიობრივი რიცხვის მიხედვით: მრეწველობაში და ტრანსპორტზე – 60 კაცამდე; სოფლის მეურნეობასა და სამეცნიერო-ტექნიკურ სფეროში – 60 კაცამდე; მშენებლობაში – 50 კაცამდე, საწარმოო სფეროს სხვა დარგებში – 30 კაცამდე, არასაწარმოო სფეროს სხვა დარგებში – 25 კაცამდე.

ინოვაციური საქმიანობის თავისებურებანი

ნებისმიერი სამეურნეო სუბიექტის ინოვაციური საქმიანობა წარმოადგენს არაერთ განსაზღვრულ ბიზნესპროცესს, რომლებიც ხასიათდება შემდეგი ძირითადი თავისებურებებით:

1. **ინოვაციური პროცესის ხანგრძლივობა.** ინოვაცია ხანგრძლივია სხვა ბიზნესპროცესებთან შედარებით, ისეთებისა, როგორებიცაა რეალური ინვესტირება, წარმოება, რეალიზაცია და ა.შ. ობიექტურად სიახლეები, რომლის სასიცოცხლო ციკლი[1] აერთიანებს ყველა დანარჩენი ბიზნესპროცესის სასიცოცხლო ციკლებს და ავსებს ამ პროცესს თავისი საკუთარი ინოვაციური ეტაპით, ყოველთვის რჩება მაღალხარჯიანი დროითი პროცესის თვალსაზრისით (ყოველთვის ხანგრძლივ პერიოდს მოითხოვს). არსებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ინოვაციური დამუშავებების გამოსყიდვის ვადები რადიკალურობის საკმაოდ მაღალი ხარისხის გათვალისწინებით შეადგენს არანაკლებ ერთ ან ორ ბიზნესციკლს (ოთხიდან ექვს წლამდე პერიოდს).

2. **ინოვაციური პროცესის განუსაზღვრელობისა და რისკის მაღალი ხარისხი.** ინოვაცია სხვა ბიზნესპროცესებისგან ასევე განსხვავდება განუსაზღვრელობის მაღალი დონით, მაღალი რისკებით, შედეგების წინასწარ განსაზღვრის დაბალი შესაძლებლობით და შედეგად, პრობლემური და ალბათური ხასიათის უკუგებით.

3. **სტრუქტურული ცვლილებების ინიცირების შესაძლებლობა (უნარი).** წარმატებული ინოვაცია არსებით გავლენას ახდენს საწარმოს მდგომარეობაზე, მის ორგანიზაციასა და იერარქიაზე, დარგების სტრუქტურასა და დარგობრივ ბაზარზე, მთლიანად ეკონომიკაზე. ამასთანავე, ცვლილებები მით უფრო განუსაზღვრელი და, შესაბამისად, ნაკლებად პროგნოზირებადია, რაც უფრო რადიკალურია თვით ინოვაცია.

ასე რომ, რაც უფრო მძლავრ სტრატეგიულ რესურსს ფლობს ინოვაცია, მით უფრო ძნელია მისი შედეგების გათვალისწინება საწარმოს სტრატეგიულ მართვაში. მაგალითად, რადიკალური სასაქონლო ინოვაცია, რომელიც ახალ პროდუქტს წარმატების შემთხვევაში აყალიბებს, ქმნის ახალ მოთხოვნას, რომელიც ჩანაცვლების ეფექტის მეშვეობით ცვლის დარგის ლოგიკასა და სტრუქტურას, მოქმედებაში მოჰყავს ცვლილებების დეტერმინირებული და არაფორმალიზებული (არაწრფივი) მექანიზმები, რომლებიც კიდევ უფრო აძლიერებენ სტრუქტურულ ძვრებს.

[1] ინოვაციური პროდუქტის სასიცოცხლო ციკლის ცნება მოიაზრებს მისი არსებობის ხანგრძლივობას იდეის დასაბუთების მომენტიდან და მოცემული პროდუქტის წარმოების აუცილებლობიდან, სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ჩატარებიდან, მისი ბოლო ეგზემპლარის ექსპლუატაციიდან მოხსნამდე მორალური ანდა ფიზიკური ცვეთის გამო, ან პროდუქტის უტილიზაციის სამუშაოების დასრულებამდე.

4. **ინოვაციური საქმიანობის „კაცტევადობა“.** (მაღალი ინტელექტუალური გაჯერება, გაჯერებულობა) ინოვაციური საქმიანობის მეოთხე თავისებურება ისაა, რომ ძირითადი და გადამწყვეტი ინოვაციური რესურსი არის ადამიანური კაპიტალი, ახალი იდეების გენერირებისა და განხორციელების შემოქმედებითი უნარი. ეს თვისება შეიძლება განისაზღვროს როგორც ინოვაციური საქმიანობის „კაცტევადობა“, ეკონომიკური საქმიანობის სხვა სახეებისაგან განსხვავებით, ინოვაციური აქტივობა გამოირჩევა დამოუკიდებლობის მაქსიმალური ხარისხით. იგი თავისი თვისებებით ახლოსაა მხატვრულ შემოქმედებასთან. ცნობისმოყვარეობის ინსტინქტი ნოვატორების საქმიანობას ანიჭებს შინაგან მედეგობასა და მიზანსწრაფულობას. ნებისმიერი მეცნიერი მუშაკის წინაშე ეკონომიკურ გადარჩენაზე წინ დგას საკუთარი მეცნიერული ზრდის მიზანი, საკუთარი კვლევებისა და სამეცნიერო-ტექნიკური შედეგების დონის ამაღლება. ამასთან ერთად, მაღალი შინაგანი მოტივაცია და შედეგზე პასუხისმგებლობა მკვლევრებს ტრადიციული მენეჯმენტის ზემოქმედებისადმი სუსტად ათვისებისუნარიანებად აქცევს. პ. დრუკერი თვლის, რომ ფირმის ინოვაციურ საქმიანობაში მაღალინტელექტუალური გაჯერებისა და შუალედური შედეგების ბუნდოვანი, არაცხადი და არააშკარა ხასიათის გამო გარე კონტროლი ამ სფეროში არაეფექტურია და პრობლემის გადაჭრის საშუალებაა თვითკონტროლი. კონტროლის ძირითადი ფუნქციების გადაცემა მკაცრი მექანიკური მენეჯმენტისათვის განაპირობებს იმას, რომ ინოვაციურ ბიზნესში ეს მექანიზმი მიუღებელი და გამოუსადეგარია. მაგრამ მკვლევართა უმეტესობა ამ საკითხს უფრო ფართოდ განიხილავს. აქ საუბარია მოქნილი თვითორგანიზების აუცილებლობაზე, ინოვაციურ პროცესში როლების მობილურობაზე.

5. **ინოვაციური მიზანდასახულობის ხასიათი.** ინოვაციური პროცესის კიდევ ერთი თავისებურებაა ის, რომ მისთვის მიუღებელია მკაცრი მიზანდასახულობა, თავდაპირველად დასახული მიზნების მიუღწევლობა ბიზნესის ყველა დანარჩენი სფეროსაგან განსხვავებით, ყოველთვის არ ნიშნავს ინოვაციური პროექტის ჩავარდნას, ხოლო მათი მიღწევა (კერძოდ კი, ახალი პროდუქტის შემუშავება) ჯერ კიდევ არ არის ინოვაციის კომერციული წარმატების ტოლფასი.

6. **არაფორმალიზებული მექანიზმები ინოვაციურ პროცესში.** ინოვაცია აწყდება არა მარტო ბაზრის განუსაზღვრელობას, არამედ, ცვლის რა ბაზრის სტრუქტურას, თვითონ ახდენს ცვლილებების ინიცირებას – ეფექტები, რომლებიც სუსტად ან საერთოდ არ ექვემდებარება ფორმალიზაციას, ანუ აქვს მნიშვნელოვანწილად განუსაზღვრელი ხასიათი. ამ სირთულის გამო ცუდად ფორმალიზებულ და მრავალფაქტორულ ეფექტებს არაწრფივი მექანიზმები ეწოდება.

ინოვაციები შინაგანი თვისებებით განსხვავდება სხვა ბიზნესპროცესებისაგან. აღვნიშნავთ, რომ ყველა ამ თვისებას ახასიათებს ერთი მნიშვნელოვანი საერთო ნიშანი – ინოვაციის შინაგანი წინააღმდეგობრიობა (პარადოქსულობა); არსად ეკონომიკაში შესაძლებლობა ისეთი ძალით არ ავლენს თავს, როგორც ინოვაციურ პროცესში.

ზემოთ აღნიშნულ და განხილულ წინააღმდეგობებს ემატება ფ. იანსენის მიერ გადმოცემული პარადოქსების დამატებითი სია:

– ინოვაცია – შემოქმედებითი ნგრევა (რღვევა, დაშლა);

– წარმატებულ ინოვაციას მოეთხოვება როგორც ქაოსი, ისე, კონტროლი;

– ინოვაციების მართვა მიმართულია განუსაზღვრელობის შემცირებაზე და იმავე დროს, ამ განუსაზღვრელობის გამოყენებაზე;

– ინოვაცია ფოკუსირდება ბარიერების (ან ვიწრო ადგილების აღმოფხვრაზე, მაგრამ თავის მხრივ, ქმნის ახალ ბარიერებსა და ვიწრო ადგილებს, თანაც არა მარტო მოსალოდნელს, არამედ არაწინასწარმეტყველურს (არამედ ისეთს, რომელიც არ ექვემდებარება წინასწარ განჭვრეტას);

– ინოვაციები შეიძლება განხილული იქნეს, როგორც შემთხვევა და როგორც პროცესი [4].

არ გადავაჭარბებთ თუ ვიტყვით, რომ ინოვაციური პროცესის ამ თვისებების უმეტესობის საფუძველია მისი ფუნდამენტური თვისება – ინოვაცია, როგორც ბიზნესპროცესი, როგორც ასეთი, ცდილობს რა, იყოს მაქსიმალურად ურისკო ეფექტიანობის მქონე, თავისი არსით მაინც არის შემოქმედებითი ხასიათის მაღალრისკიანი პროცესი.

ინოვაციური პროცესის ზემოთ აღნიშნული თვისებებიდან რომელიმეს გამორიცხვა იწვევს ინოვაციის, როგორც მოვლენის, ლიკვიდირებას. ეს თვისებები მას გამოარჩევს როგორც წმინდა ბიზნესისგან, ისე „წმინდა“ ინტელექტუალური შემოქმედებითი პროცესისაგან.

ინოვაციური საქმიანობის განხორციელების საერთო პირობები

ინოვაციური საქმიანობის საერთო პირობები განისაზღვრება გარე და შიგა ზემოქმედების კომპლექსების საფუძველზე. ინოვაციური საქმიანობის ძირითადი პირობები მაკროეკონომიკურ (ინსტიტუციურ) და მიკროეკონომიკურ (გამოყენებული ინოვაციური პროექტის რეალიზაციის დონეზე) დონეებზე მოტანილია 1-ელ სურ-ზე და 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

ინოვაციური საქმიანობის ეფექტიანობის ძირითადი კრიტერიუმები მიკროდონეზე

კრიტერიუმის ჯგუფი	კრიტერიუმების ჩამონათვალი
კორპორატიული (დაკავშირებული კორპორაციის მიზნებთან, სტრატეგიებთან, პოლიტიკასთან და ფასეულობებთან)	პროექტის თანხვედრა კომპანიის მიმდინარე სტრატეგიასთან და მის გრძელვადიან გეგმებთან. ფირმის სტრატეგიაში ცვლილებების დასაშვებობა პროექტის პოტენციალის გათვალისწინებით. პროექტის შესაბამისობა კომპანიის შესახებ არსებულ წარმოდგენებთან. პროექტის შესაბამისობა კორპორაციის რისკისადმი დამოკიდებულებასთან. პროექტის შესაბამისობა კორპორაციის სიახლეებისადმი დამოკიდებულებასთან. პროექტის დროითი ასპექტის შესაბამისობა კორპორაციის მოთხოვნებთან.
საბაზრო	პროექტის შესაბამისობა ზუსტად განსაზღვრულ ბაზრის მოთხოვნებთან. კორპორაციის კონტროლს დაქვემდებარებული ბაზრის წილი. პროდუქტის სასიცოცხლო ციკლი საქონლის სახით. კომერციული წარმატების ალბათობა. გაყიდვების სავარაუდო მოცულობა. საბაზრო გეგმის დროითი ასპექტი. ზემოქმედება არსებულ პროდუქტებზე. ფასწარმოქმნა და პროდუქტის მიღება მომხმარებლის მიერ. პოზიცია კონკურენციაში. პროდუქტის შესაბამისობა განაწილების არსებულ არხებთან. სასტარტო ხარჯების შეფასება.

გაგრძელება

სამეცნიერო - ტექნიკური	პროექტის შესაბამისობა სამეცნიერო-კვლევით და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოებთან. სტრატეგიაში ცვლილებების დასაშვებობა. სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოები პროექტის პოტენციალის გათვალისწინებით. პროექტის ტექნიკური წარმატების ალბათობა. პროექტის დამუშავების ღირებულება და დრო. პროექტის საპატენტო სისუფთავე. პროექტის შესრულებისთვის საჭირო სამეცნიერო-ტექნიკური რესურსების არსებობა. მომავალი სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების შესრულების შესაძლებლობა მოცემული პროექტისა და ახალი ტექნოლოგიების ბაზაზე. ზემოქმედება სხვა პროექტებზე.
ფინანსური	სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების ღირებულება. დაბანდებები წარმოებაში. დაბანდებები მარკეტინგში. ფინანსების არსებობა დროის საჭირო მომენტებში. გავლენა სხვა პროექტებზე, რომლებიც ფინანსურ სახსრებს მოითხოვენ. უზარალობის წერტილის მიღწევის დრო და ხარჯების მაქსიმალურად უარყოფითი მნიშვნელობა. მოგების პოტენციური წლიური სიდიდე. მოგების მოსალოდნელი ნორმა. პროექტის შესაბამისობა კომპანიის მიერ მიღებული ინვესტიციების ეფექტიანობის კრიტერიუმებთან.
საწარმოო	ახალი ტექნოლოგიური პროცესები. საჭირო რაოდენობისა და კვალიფიკაციის საწარმოო პერსონალი. პროექტის შესაბამისობა არსებულ საწარმოო სიმძლავრეებთან. მასალების ფასი და არსებობა. საწარმოო ხარჯები. მოთხოვნა დამატებით სიმძლავრეებზე.

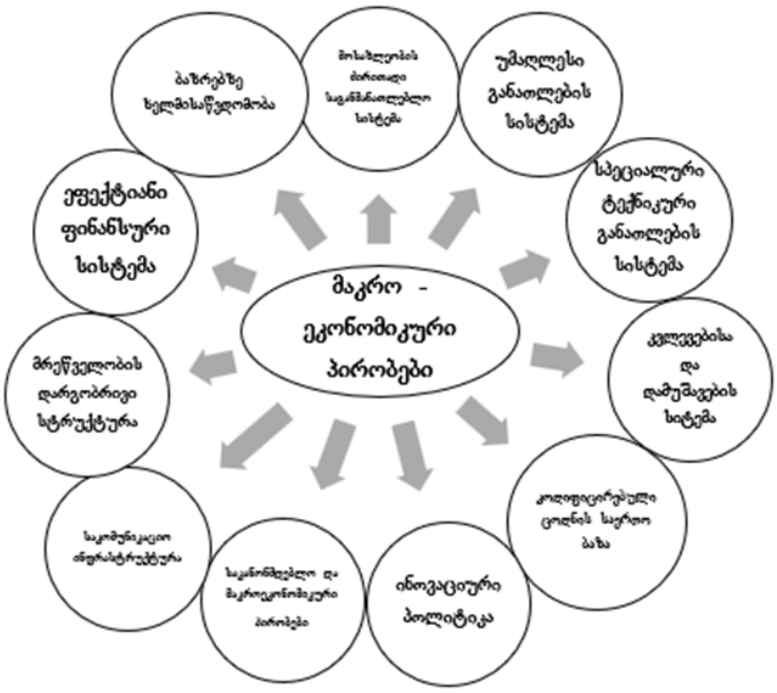
ცხადია, ინოვაციურ საქმიანობაზე გავლენას ახდენს მეზოეკონომიკური (დარგობრივი და რეგიონული) პირობები; კერძოდ, დარგის ტექნოლოგიურობის დონე, რომელიც ხასიათდება დამუშავებების შინაარსით, ტექნოლოგიური ცვლილებების სიჩქარით, ურთიერთკავშირების სტრუქტურით, ცოდნაზე ხელმისაწვდომობის ხასიათით, ორგანიზაციული სტრუქტურებითა და ინსტიტუციური ფაქტორებით;

- კონკრეტულ ბაზარზე მომსახურების სფეროს განვითარებულობა;
- მცირე და საშუალო საწარმოებში ინოვაციების განხორციელების საბაზრო პირობების არსებობა;
- რეგიონული ინოვაციური სისტემის დონე;
- გლობალიზაციის გავლენის ხარისხი.
- მსოფლიო პრაქტიკაში დღეს არსებული მდიდარი გამოცდილების შესაბამისად ეკონომიკის ინოვაციური გზით განვითარებისთვის, პირველ რიგში, საჭიროა ისეთი ეკონომიკური და სამართლებრივი გარემოს შექმნა, რომელშიც აქტიურად განვითარდება ინოვაციური პროცესები ანუ საჭიროა ინოვაციური ინფრასტრუქტურის განვითარება.

ინოვაციურ ინფრასტრუქტურაში შედიან ორგანიზაციები, ფირმები, გაერთიანებები, რომლებიც მოიცავენ ინოვაციური საქმიანობის მთელ ციკლს. ასეთ ინოვაციური ინფრასტრუქტურის ელემენტებს

შეადგენენ ინოვაციური ცენტრები, ინკუბატორები, ტექნოპარკები, ტექნოპოლისები, კონსალტინგური, სასწავლო ფირმები და სხვა.

ინოვაციური საქმიანობის შემადგენელი ნაწილია სიახლეების, ახალი პროდუქტის მარკეტინგი. მარკეტინგი არის საქმიანობა ბაზრის შესწავლის, წარმოებისა და გასაღების მართვისა და რეგულირების მიმართულებით ბაზრის კონიუნქტურის შესახებ ინფორმაციის საფუძველზე. მარკეტინგი წარმოდგება ინგლისური სიტყვისაგან market, ნიშნავს ბაზარს. ინოვაციური მარკეტინგი, ანუ ახალი პროდუქტის მარკეტინგი ინოვაციური საქმიანობის ნაირსახეობაა [10].



სურ.1. ინოვაციური საქმიანობის ძირითადი პირობები მაკროეკონომიკურ დონეზე

ინოვაციური საქმიანობა და მისი როლი სამეურნეო პრაქტიკაში

როგორც მსოფლიო გამოცდილება გვიჩვენებს, წარმოების მდგრადი განვითარება გრძელვადიან პერიოდში დამოკიდებულია არა იმდენად რესურსულ უზრუნველყოფაზე, რამდენადაც მეწარმეობის ინოვაციურ ხასიათზე, ინოვაციური საქმიანობის მასშტაბებზე, რომელიც დაკავშირებულია სიახლეთა შემუშავებასთან, დანერგვასა და გამოყენებასთან. ინოვაციური საქმიანობა არის სამეცნიერო კვლევებისა და დამუშავებების შედეგების ან სხვა სამეცნიერო-ტექნიკური მიღწევების გარდაქმნა, ასახვა ახალ ანდა სრულყოფილ ტექნოლოგიურ პროცესში, რომელიც პრაქტიკულ საქმიანობაში გამოიყენება. შესაბამისად, ინოვაციური საქმიანობა თავის თავში აერთიანებს წარმოებასაც, გაცვლასაც, მოხმარებასაც, მოიცავს რა ამ პროცესში ეკონომიკის არაერთ სფეროს, მეცნიერებას, ტექნიკას, მართვას. ი. შუმპეტერი ინოვაციურ საქმიანობას განსაზღვრავდა როგორც „პოტენციური სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის გარ-

დაქმნას რეალურად, რაც აისახება ახალ პროდუქტებსა თუ ტექნოლოგიებში“. ინოვაციური საქმიანობის ძირითადი მიზანია სამეურნეო სუბიექტის სამეცნიერო ტექნოლოგიური პოტენციალის შექმნა, დაგროვება და განვითარება, რომელიც უზრუნველყოფს მის კონკურენტუნარიანობას, ეკონომიკურ უსაფრთხოებასა და განვითარებას [9].

მ. პორტერი გამოყოფს ქვეყნის კონკურენტული განვითარების ოთხ წყაროს: წარმოების ფაქტორების საფუძველზე (რესურსები), ინვესტიციების საფუძველზე, ისტორიული განვითარების პროცესში დაგროვილი სიმდიდრის საფუძველზე და ინოვაციური საქმიანობის საფუძველზე. ეკონომიკის კონკურენტუნარიანობა და ეფექტიანობა განისაზღვრება განვითარების წყაროების სტრუქტურით [7].

პრიორიტეტი უნდა მიენიჭოს განვითარებას აქტიური ინოვაციური საქმიანობის საფუძველზე სახალხო მეურნეობის საბაზისო მეცნიერებატევადი დარგების სფეროში. ამ შემთხვევაში წარმოების ფაქტორები და ინოვაციები არის ინოვაციური მიზნების მიღწევის საშუალება. მაღალგანვითარებული ეკონომიკის მქონე ქვეყნები, რომლებიც ინოვაციებს აქცევენ განვითარების პრიორიტეტულ წყაროდ, მოწინავე პოზიციებს იკავებენ მსოფლიოში ეკონომიკის განვითარების ყველა მაჩვენებლის მიხედვით. ინოვაციურად აქტიური საწარმოების ხვედრითი წილი განვითარებულ ქვეყნებში საწარმოთა მთელი რიცხოვნობის 80%-ს აღწევს. რუსეთში ეს მაჩვენებელი 5-6%-ია.

XX საუკუნის 90-იანი წლების მიჯნაზე ჩამოყალიბდა ე.წ. ახალი ეკონომიკა, ანუ „ცოდნაზე დაფუძნებული ეკონომიკა“. მისი განმასხვავებელი ნიშნებია არამატერიალური სფეროს დაჩქარებული განვითარება. ცოდნის წარმოება, გავრცელება და გამოყენება ახალი ეკონომიკის საფუძველს წარმოადგენს, ხოლო მისი ინფრასტრუქტურა არის მსოფლიო საინფორმაციო ქსელი. XX საუკუნის 80-იანი წლების დასაწყისში დოუ-ჯონსის ინდექსი (საქმიანი აქტივობის ერთ-ერთი მაჩვენებელი) აღნიშნავს კომპანიის საბაზრო ღირებულების მზარდ დაშორებას კომპანიის რეალური აქტივების (შენობები, ნაგებობები, მოწყობილობა, მარაგები) ღირებულებისგან. ამახვილებენ რა ყურადღებას აღნიშნულზე, ეკონომისტებმა შემოიტანეს ტობინის კოეფიციენტი – დამოკიდებულება კომპანიის საბაზრო ფასსა და მისი რეალური აქტივების ღირებულებას შორის. ამ ორ მაჩვენებელს შორის გარღვევას უწოდებენ უჩინარ აქტივებს, ინტელექტუალურ კაპიტალს, ორგანიზაციულ შესაძლებლობებს. ეს ცნება მოიაზრებს (შეფარულია) დაბანდებებს სამეცნიერო-კვლევით და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოებში, სავაჭრო მარკა, ინტელექტუალური საკუთრება, პერსონალის კვალიფიკაცია, ფირმის შიგა კულტურა და ა.შ. – ცოდნის სხვადასხვა ფორმა. ახალი ეკონომიკის ლიდერების კონკურენტული უპირატესობა მდგომარეობს როგორც ფირმის გარეთ, ისე, ფირმაში არსებული ცოდნის გონივრულად გამოყენებაში. ასე რომ, ყურადღების ცენტრში ექცევა ინოვაციები, რომლებიც ფასდება არა ტექნოლოგიური სრულყოფილების პოზიციებიდან, არამედ საქმიანი სტრატეგიის თვალსაზრისით. ახალი ეკონომიკის სიბრძნე არა ერთი ადგილის ტკეპნა და მოწინააღმდეგეებთან ურთიერთობის გარკვევა, არამედ იმ მარშრუტების ძებნაა, რომელთა მიხედვით ღირს „რბოლა“ [3].

საფონდო ბაზრის მიერ ინტელექტუალური აქტივების მაღალი შეფასება ნიშნავს ცოდნის მაღალ საბაზრო აღიარებას ინოვაციური ციკლის ადრეულ სტადიაზეც კი, კერძოდ, ინოვაციური კონცეფციის ჩამოყალიბების სტადიაზე, ანუ ინოვაციის ახალი პროდუქციის ანდა მომსახურების სახის მიღებამდე.

საკვანძო ელემენტები ახალ ეკონომიკაში არის მეწარმეობა, ტექნოლოგიები და ფინანსური რესურსები.

მცირე მეწარმეობის დინამიკურობა დამახასიათებელი ნიშანი გახდა ყველა განვითარებული ქვეყნისთვის. ეს შესაძლებელი გახდა სახელმწიფოს მასტიმულირებელი ზემოქმედების, გადახდისუნარიანი მოთხოვნის ზრდის, წვრილსერიული და ინდივიდუალური წარმოების ეფექტიანობის ამაღლების, უმაღლესი განათლების განვითარების, საზოგადოებრივი კლიმატის შეცვლის, საქმიანი ინიციატივის წახალისების მეშვეობით.

გარდა ამისა, XX–XXI სს-ის მიჯნაზე ახალი ცოდნა ინტენსიურად გროვდებოდა. მკვლევართა აზრით, მსოფლიო მეცნიერული ცოდნის 90% შექმნილია XX ს-ის 70-იანი წლების შემდეგ, ამ ცოდნის და მათზე დაფუძნებული ტექნოლოგიების დიფუზიათა სისწრაფე გასული 100 წლის განმავლობაში 10-ჯერ და მეტად გაიზარდა.

ვენჩურული დაფინანსების მექანიზმის შემუშავებამ და გავრცელებამ შესაძლებელი გახადა ინოვაციების კომერციალიზაციის ფინანსური შეზღუდვების მოხსნა და ამ სფეროში ჩადებული სახსრების ეფექტიანობის გაზრდა.

მ. პორტერისა და გ. ბონდის კვლევები ადასტურებს, რომ კერძო კომპანიების მიერ სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების დაფინანსების 10%-ით გადიდება განაპირობებს ეროვნული ინოვაციური შესაძლებლობების 15%-იან ზრდას [6].

ინოვაციური საქმიანობა დიდ გავლენას ახდენს ქვეყნისა და მისი ცალკეული სამეურნეო სუბიექტების ეკონომიკურ განვითარებაზე (ცხრილი 2).

სამეურნეო განვითარება ქვეყანაში დღეისათვის განვითარებული ქვეყნების პირობებისგან მკვეთრად განსხვავდება. მაღალი ტექნოლოგიების ბაზარზე განვითარებული ქვეყნების წილი შეადგენს: აშშ-ის – 39%; იაპონიის – 30%. გერმანიის – 16%. ინტელექტუალური პროდუქციის გარეშე, რაც ინოვაციური საქმიანობის შედეგით მიიღება, პრაქტიკულად შეუძლებელია სიახლის მაღალი ხარისხის მქონე, კონკურენტუნარიანი, მეცნიერებატევადი პროდუქციის შექმნა. სწორედ ინოვაციური სამრეწველო ზრდის სტრატეგიული ხაზი ხდება ეროვნული კონკურენტუნარიანობის საფუძველი [6].

საქართველოში მეცნიერულ-ტექნიკური პოლიტიკის შესაბამისად, XXI ს-ის 15-იანი წლების პერიოდში და შემდგომ პერსპექტივაში მხარდაჭერილ იქნა მეწარმეობის მიზნობრივი პროგრამა ინოვაციებისა და მაღალი ტექნოლოგიების სფეროში. შედეგად, სახელმწიფო და რეგიონული პოლიტიკა მეცნიერების, ტექნოლოგიების, ინოვაციების დამუშავებისა და დანერგვის სფეროში ინოვაციური საქმიანობის სტიმულირების მიზნებს ისახავს.

ჩვენი მოსაზრებით, მეწარმეობის მხარდაჭერისა და განვითარების მიზნობრივი პროგრამის რეალიზაცია ინოვაციებისა და მაღალი ტექნოლოგიების სფეროში. ორიენტირებული უნდა იყოს შემდეგი პრიორიტეტების უზრუნველყოფაზე:

– მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხის ამაღლება;

ცხრილი 2.

ინოვაციური საქმიანობის მნიშვნელობა ეროვნული ეკონომიკისა და საწარმოს ეკონომიკის დონეზე

ეროვნული ეკონომიკა	საწარმო (ორგანიზაცია)
იცვლება ეკონომიკის სტრუქტურა	ხელს უწყობს შეცვლილ პირობებთან ადაპტირებას.
უმჯობესდება მაკროეკონომიკური მაჩვენებლები	ხელს უწყობს პროდუქციის ხარისხის ამაღლებასა და მომხმარებელთა მოთხოვნის უფრო სრულად დაკმაყოფილებას.
იქმნება ახალი ტიპის საწარმოები	არის კონკურენტულ ბრძოლაში გადარჩენისა და განვითარების პირობა.
ხდება ურთიერთკავშირის განმტკიცება ეკონომიკის სტრუქტურულ ელემენტებს შორის	ხელს უწყობს წარმოების მაღალი ეფექტიანობის შენარჩუნებას.
ვითარდება კულტურა, მაღლდება მოსახლეობის განათლების დონე	აუმჯობესებს ფინანსურ შედეგებს.
მაღლდება მოსახლეობის ცხოვრების დონე, იზრდება ცხოვრების ხარისხი	აუმჯობესებს საწარმოს იმიჯს, ამაღლებს მის კონკურენტულ სტატუსს.
ხდება საერთაშორისო თანამშრომლობის აქტივიზაცია. იზრდება ქვეყნის საერთაშორისო ავტორიტეტი	განამტკიცებს პარტნიორულ ურთიერთკავშირებს.
იზრდება ეკონომიკის კონკურენტუნარიანობა	სრულყოფილი ხდება ორგანიზაციული სტრუქტურა. მაღლდება პერსონალის კვალიფიკაცია. იზრდება შრომის მწარმოებლურობა.

– ინოვაციური პროდუქციის წარმოების განვითარება და ეკონომიკური ზრდის ამაღლება;

– ფუნდამენტური და გამოყენებითი ხასიათის მეცნიერების, განათლების, კულტურის განვითარება, ქვეყნის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ხელშეწყობა.

– ინოვაციურ სფეროში მეწარმეობის ხელშეწყობითა და განვითარების მიზნობრივი პროგრამების შესრულებისთვის საჭიროა შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

– ინოვაციურ საწარმოებზე საწარმოო მოთხოვნილების ამაღლება, მეწარმეობის ფუნდამენტური მეცნიერების, მნიშვნელოვანი გამოყენებითი ხასიათის კვლევებისა და დამუშავებების წინმსწრები განვითარების უზრუნველყოფა;

– საწარმოს სამეცნიერო, სამეცნიერო-ტექნიკური და ინოვაციური საქმიანობის ნორმატიულ-სამართლებრივი ბაზის სრულყოფა;

– საწარმოს სამეცნიერო-ტექნიკური დამუშავებების ადაპტაცია წარმოებასთან საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, სახელმწიფო და კერძო კაპიტალის ურთიერთზემოქმედების უზრუნველყოფა მეცნიე-

რების, ტექნიკისა და ტექნოლოგიების განვითარების მიზნით ინოვაციურ საწარმოებში;

– სახელმწიფო რეგულირებისა და საბაზრო მექანიზმების რაციონალური შეთანწყობა, საწარმოს სამეცნიერო, სამეცნიერო-ტექნიკური და ინოვაციური საქმიანობის პირდაპირი და ირიბი ღონისძიებების შემუშავება მეცნიერების, ტექნიკისა და ტექნოლოგიების განვითარების პრიორიტეტული მიმართულებების რეალიზაციისას;

– საწარმოს სამეცნიერო და საინჟინრო კადრების მომზადების სისტემის სრულყოფა ინოვაციური საქმიანობის სფეროში;

– მეცნიერული კვლევებისა და ექსპერიმენტული დამუშავებების მხარდაჭერა მეცნიერების, ტექნიკისა და ტექნოლოგიების პრიორიტეტულ მიმართულებებში მომუშავე ინოვაციური საწარმოებისთვის ამ სფეროს მსოფლიო და სახელმწიფო ტენდენციების გათვალისწინებით;

– ინოვაციური საწარმოს სამეცნიერო-კვლევითი სექტორის განმტკიცება; ინოვაციური საწარმოს სამეცნიერო და სამეცნიერო-ტექნიკური მიღწევების დაჩქარებული რეალიზაცია, რაც ხელს შეუწყობს ტექნოლოგიური და ეკოლოგიური კატასტროფების თავიდან აცილებას და მათგან მიღებული ზარალის შემცირებას;

– ტერორიზმთან ბრძოლის ტექნიკური საშუალებების, ფორმებისა და მეთოდების სრულყოფა;

– ინოვაციებში ინვესტირების რისკების მინიმიზაციის კომპლექსური სისტემის შექმნა.

ეს პროგრამები უნდა შედგებოდეს შემდეგი ტიპური განყოფილებებისგან:

1. სამეწარმეო საქმიანობის ინოვაციური განვითარება ფუნდამენტური და გამოყენებითი ხასიათის კვლევებისა და დამუშავებების ჩათვლით;

2. სახელმწიფო რეგულირების სრულყოფა ინოვაციური მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების განვითარების დარგში;

3. ინოვაციური სისტემის ჩამოყალიბება (ქალაქის, რეგიონის, მხარის და ა.შ. მიხედვით);

4. საწარმოს ინოვაციური საქმიანობის სამეცნიერო და სამეცნიერო-ტექნიკური შედეგების გამოყენების ეფექტიანობის ამაღლება წარმოებაში;

5. მეცნიერების, წარმოებისა და განათების ბიზნესში ინტეგრაციის სრულყოფა;

6. საწარმოს საერთაშორისო და რეგიონთაშორისი სამეცნიერო-ტექნიკური და ინოვაციური თანამშრომლობის განვითარება.

ინოვაციური საქმიანობის სოციალური ბუნება

ინოვაციურ საქმიანობას მრავალასპექტიანი სოციალური ბუნება აქვს. ავსტრიელმა ეკონომისტმა იოზეფ შუმპეტერმა პირველმა გაიაზრა ის, რომ მე–ურნეობრიობის პრობლემა არ შეიძლება გადაიჭრას მხოლოდ ეკონომიკური არგუმენტების საფუძველზე. „მაქსიმალური მოგების“ კრიტერიუმის უუნარობა, რომელიც გამოიყენება ეფექტიანობის შესაფასებლად, არის ის სიტუაცია, როცა ერთი და იმავე ეკონომიკური ეფექტიანობის პირობებში კეთილდღეობის დონეები განსხვავებულია [2].

ამ წინააღმდეგობის მიზეზს შუმპეტერი ხედავდა იმაში, რომ კერძო პირების მოგება, არის წმინდა ზარალი ყველასთვის, მისი მიმღებების გარდა. აქედან გამომდინარე, წარმოიშობა ეკონომიკური ეფექტიანობის ეთიკური დასაბუთების პრობლემა.

ი. შუმპეტერი შეეცადა შეემუშავებინა ეფექტიანობის შეფასების ახალი მიდგომა. მან ტრადიციული

სტატიკური ხერხის ნაცვლად შემოგვთავაზა მისი შეფასება „მხოლოდ საერთო პროცესის ფონზე“ წარსულისა და მომავლის გათვალისწინებით.

მისი „შემოქმედებითი ნგრევის კონცეფცია“ წარმოდგენილია როგორც ეკონომიკური მუტაციის პროცესი, რომელიც უწყვეტ რეჟიმში ანგრევს ეკონომიკურ სტრუქტურას შიგნით, ანგრევს ძველ სტრუქტურას და ქმნის ახალს. მოცემული პროცესი განიხილება როგორც სოციალურ-ეკონომიკური სისტემის მდგომარეობის დინამიკის ძირითადი ამძრავი ძალა. სიახლეების ზემოქმედება არსებულ დარგობრივ სტრუქტურაზე გრძელვადიან პერიოდში ეწინააღმდეგება წარმოების შეზღუდვის სტრატეგიას, ინარჩუნებს რა გაბატონებულ პოზიციას და მოგების მაქსიმიზაციას. ასეთი სახის შემზღუდავი სტრატეგია ახალ მნიშვნელობას იძენს შემოქმედებითი ნგრევის პროცესში. ახალ სიკეთეს შეუძლია გაანადგუროს ადრე არსებული დარგობრივი სტრუქტურა და დააკმაყოფილოს არსებული მოთხოვნა უფრო დაბალ ფასად სასარგებლო ეფექტის ერთეულზე, როგორც უნდა შეიცვალოს ფასები არსებულ სიკეთეზე [2].

შემოქმედებითი ნგრევის კონცეფციის რეალიზაციისთვის შუმპეტერმა შეიმუშავა დინამიკური ეფექტიანობის მოდელი, რომელშიც ეფექტიანობის კრიტერიუმად შემოთავაზებულია დროის ერთეულში მოხმარებული სიკეთის ოდენობა. განსაზღვრულ გრძელვადიან ასპექტში ეს მოდელი სრულყოფილების დონის მიხედვით აღემატება ადრე შემოთავაზებულ სტატიკურ ეკონომიკურ მოდელებს. მაგრამ მან მაინც ვერ შეძლო დაეძლია ყველა ნაკლოვანება, რაც ამ მოდელებს ახასიათებდა. ეს მოდელი არ ითვალისწინებდა განუსაზღვრელობის ფაქტორების გავლენას და სამეურნეო საქმიანობის ეთიკურობას. მოდელის საშუალებით ვერ მოხერხდა ახსნა, – ბიზნესმენისთვის საზოგადოებრივი მიზნები რა შემთხვევაშია უფრო მნიშვნელოვანი პირად მიზნებზე.

საინტერესოა სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის სოციალური შედეგების მკვლევრის, აკადემიკოს ა.ი. ანჩიშკინის (1933–1987) იდეა სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესზე, როგორც სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების ტიპზე. მან გამოავლინა ურთიერთკავშირი მეცნიერებას, ტექნიკას, ეკონომიკასა და საზოგადოებას შორის, პირველმა ჩაატარა ისტორიული ტენდენციების, ასევე მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების კანონზომიერებათა კომპლექსური კვლევა, უფრო ფართო სოციალურ-ეკონომიკური პროცესების კონტექსტში. მისი აზრით, ურთიერთკავშირი ეკონომიკურ და სოციალურ პროცესებს შორის შემდეგში მდგომარეობს: ადამიანი, რაც უფრო სრულად ითვალისწინებს და იყენებს, შეგნებულად ან სტიქიურად, ბუნებისა და საზოგადოების განვითარების კანონებს, მით უფრო სრულად შეუძლია მიაღწიოს თავის მიზნებს და დააკმაყოფილოს თავისი მოთხოვნები. ეს ურთიერთკავშირი წარმოშობს სოციალურ-ეკონომიკურ წინააღმდეგობას მზარდ მოთხოვნილებებსა და მათი დაკმაყოფილების რესურსულ შესაძლებლობებს შორის, რომელთა გადაჭრა შეიძლება თვით შრომის პროცესის სრულყოფის შედეგად, ანუ ინოვაციური საქმიანობით. ეყრდნობოდა რა შრომის ორმაგ მიზანშეწონილობას, ა. ანჩიშკინმა დაასაბუთა, რომ „შრომითი საქმიანობის სრულყოფა არის როგორც ადამიანის ბიოლოგიური შეგუების, ისე, საერთო ეკოლოგიური წონასწო-

რობის დარღვევის ერთადერთი ალტერნატივა“. ამასთანავე, აფრთხილებდა საზოგადოებას, რომ „ერთიც და მეორეც ადამიანისთვის ნიშნავს შეუქცევად გენეტიკურ ძვრებს და წარმომავლობითი თვისებების დაკარგვას“. დასაბუთდა ინოვაციური საქმიანობის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი როლი სოციალურ განვითარებაში: შრომითი გამოცდილება და ცოდნა არა მარტო მატერიალიზდება წარმოების საშუალებებში და შრომის პროდუქტებში, არამედ შეიძლება დაგროვდეს და შეინახოს კიდეც. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ გადაეცემა თაობიდან თაობას და ხალხიდან ხალხს, აყალიბებს დროით კავშირს და ხალხებს შორის კავშირს [1].

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის სოციალური ეფექტიანობის წინაპირობად ა. ანჩიშკინი განიხილავდა სოციალური შეზღუდვების შემოღებას. აქ ის მოიაზრებდა წარმოებისა და ტექნიკისადმი ზღვრულ მოთხოვნას ადამიანის მხრიდან, მისი შრომისა და ცხოვრების პირობებს, ეს უკანასკნელი წარმოდგენილი იყო მომიჯნავე რომელიმე ნეგატიური მოვლენის დასაშვებ და მიუღებელ დონეთა შორის. ამ შეზღუდვების როლს იგი ხედავდა არა მარტო სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის სოციალურ ორიენტაციაში, არამედ მეწარმეთა და საზოგადოების ნაწილის მიერ გაღებულ „მსხვერპლში“ მათი პოტენციური ეფექტის ნაწილის სახით არასასურველი მოვლენების დაუშვებლობის მიზნით. ასეთი „მსხვერპლის“ არსი ისაა, რომ თუკი სოციალური შეზღუდვები არ იქნებოდა გათვალისწინებული, სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესიდან მიღებული ეფექტი გაცილებით მეტი იქნებოდა. ა. ანჩიშკინმა დაასაბუთა, რომ ეფექტიანობის დანაკარგები ეკვივალენტური უნდა იყოს, დაშვებული სოციალური შეზღუდვების უქონლობის შემთხვევაში, სამეცნიერო-ტექნოლოგიური, პროგრესის აღმოფხვრის ან შემცირების შედეგების კომპენსაციის სიდიდისა [1].

მაგალითად, დანახარჯები ახალი სამუშაო ადგილების შესაქმნელად უნდა შეუდარდეს დანახარჯებს უმუშევრობის დროს შემწეობის გაწევაზე; დანახარჯები ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგიების გამოყენებაზე – დანახარჯებს დაბინძურებული გარემოს გაწმენდაზე; დანაკარგები, რომლებიც მიიღება ჩრდილოვანი ეკონომიკის აკრძალვიდან – დანახარჯებს, რაც გაიღება სოციალური ანომალიების აღმოსაფხვრელად; შესაბამისად, ურთიერთკავშირი ინოვაციური საქმიანობის ეკონომიკურ და სოციალურ ეფექტიანობას შორის ისეთია, რომ მეცნიერებისა და ტექნიკის უკონტროლო განვითარების შედეგად მიღებული ზარალი შეიძლება წინასწარ იქნას თავიდან აცილებული სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პოტენციალური ეფექტის დანაკარგის ხარჯზე.

შესაბამისად, ინოვაციური საქმიანობის ეფექტიანობის დასაბუთება გულისხმობს ეკონომიკური სარგებლის შეფასებას ინოვაციების სელექციის ფუნქციის მქონე სოციალური შეზღუდვების გათვალისწინებით.

თანამედროვე პირობებში ი. შუმპეტერისა და ა. ანჩიშკინის იდეებმა ისევ შეიძინეს აქტუალობა. გააქტიურდა მეცნიერული კვლევები ეკონომიკური და სოციალური მაჩვენებლების ურთიერთკავშირის მიხედვით მეურნეობრიობის ყველა დონის მართვის სისტემებში [10].

ასეთი კვლევის შედეგები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია თანამედროვე ინოვაციური მენეჯმენტის განვითარებისთვის. როგორც ცნობილია, XX ს. მეო-

რე ნახევრიდან მსოფლიო ეკონომიკა გადავიდა განვითარების ინოვაციურ გზაზე. ადგილი აქვს მეექვსე ტექნოლოგიურ წყობას, რომელშიც პრიორიტეტები სამეცნიერო-ტექნიკურ პოლიტიკაში ეძლევა ინფორმაციული მომსახურების, მედიცინის, ეკოლოგიის, ფიზიოლოგიის, ბიოლოგიის, გენური ინჟინერიის პრიორიტეტებს. ჯანმრთელობის დაცვისა და სოციალური განვითარების სფეროებში ბევრი ქვეყანა გადავიდა ერთიანი საინფორმაციო სივრცის შექმნის პროგრამების განხორციელებაზე.

დასკვნა

თანამედროვე ინოვაციური პროცესების ძირითადი თვისებებია მათი დიფუზიური გავრცელება და ტექნოლოგიური კომპლემენტარულობა. დიფუზიური პროცესების არსი ინოვაციურ გარემოში გულისხმობს ახალი მიმართულებების განვითარებას, რომლებიც ახდენენ ეკონომიკის დარგობრივი სტრუქტურის ცვლილების გამომწვევ სხვადასხვა ტექნოლოგიური ჯაჭვის მოდიფიცირებას. ტექნოლოგიური კომპლემენტარულობის თვისებებს ფართო მოხმარების ტექნოლოგიებისთვის აქვთ გამოყენების განსხვავებული ვარიანტები, გამოყენებადები არიან ეკონომიკის მრავალ სექტორში და უნარი აქვთ შეერწყან სხვა ტექნოლოგიებს, რომლებიც არსებითად ამაღლებენ მათ ეფექტიანობას. ეს თვისება რეალიზდება მეწარმეთა ძალისხმევის გაძლიერებით, რომლებიც აყალიბებენ ინოვაციური ეკონომიკის ძირითად დარგებს. მცირე და საშუალო ინოვაციური ბიზნესი მეტ-ნაკლებად განვითარებულ ქვეყნებში უზრუნველყოფს მსხვილი ტექნოლოგიური სიახლეების დაახლოებით ნახევარს. ჩვენს ქვეყნებში აღნიშნული მაჩვენებელი 15 პროცენტსაც ვერ აღწევს [5].

ბუნებრივად განსხვავებული სოციალური ეფექტების გამოყოფა მოითხოვს ადამიანის საქმიანობის შედეგების დიფერენციალურ შეფასებას. ამისათვის ისინი განიხილება სამი კომპონენტის ჭრილში: რეგლამენტირებული, შემოქმედებითი და რეალური შრომა. სულიერი შრომის შედეგები ახასიათებს შრომის პროდუქტის სარგებლობასა და ზიანის ურთიერთდამოკიდებულებას. ეს შესაძლებელს ხდის გამოიყოს ეფექტიანობის ზრდის სოციალურ-ეკონომიკური ფაქტორების სამი ჯგუფი: ორგანიზებულობა (სამუშაო დროის გამოყენება), შემოქმედებითი პოტენციალი და მუშაკთა ზნეობა (მორალი). ამ ფაქტორების გავლენის კვლევა შეიძლება კომპლექსური, მათემატიკური და სინერგეტიკული მიდგომებით, რომლებიც ვერ თავსდებიან ტრადიციული ეკონომიკის მეთოდოლოგიური საფუძვლების ჩარჩოებში, მაგრამ წარმატებით შეიძლება მათი გამოყენება ინოვაციების ეკონომიკაში. საბოლოო ჯამში ინოვაციები ხომ შემოქმედებისა და ზნეობის პროდუქტებია. ამ ურთიერთკავშირზე აღმოცენდება ინოვაციური საქმიანობის საწყისი ელემენტები.

ამჟამად ცხადზე ცხადია, რომ მეცნიერება ფილოსოფიის, კულტურის, მორალის, სამართლის, რელიგიის გარეშე კაცობრიობას დაღუპვის ჩიხში მოაქცევდა. მან აღმოაჩინა ატომური ენერგია და ადამიანები დააყენა ჩერნობილის ტოტალური და გლობალური რეალობის პირისპირ. მან აღმოაჩინა პლასტმასა – დაავადების გამომწვევი მასალები. მათგან უკან დაიხიეს როგორც აშკარა კანცეროგენებისგან. მან კაცობრიობას დაანახა კოსმოსი, – აღმოჩნდა, რომ ეს იყო ერთ-ერთი პოლიგონი გამალებული შეიარაღებისთვის სსრკ-სა და აშშ-ს შორის... მეცნიერება

დაეხმარა კაცობრიობას გადასულიყო ცხოვრების ქალაქურ წესზე და გაწირა იგი ქალაქის „შავ ხვრელში“ ჩასაკარგად. ახლა იგი იმუქრება აღმოჩენით – კომპიუტერისა და ინტერნეტის ახალი თაობით, რომელიც ამ პროცესის ჰუმანიზაციის გარეშე – დაღუპავს კაცობრიობას უახლოეს ათწლეულებში [5].

ასე რომ, ინოვაციურ საქმიანობას აქვს მრავალასპექტიანი სოციალური ბუნება სხვადასხვა თვალსაზრისით: 1) ინოვაციების წყარო, რომელიც არის შემოქმედებისა და ზნეობის პროდუქტი; 2) მისი შედეგები, რომელთაც უნარი შესწევთ ჩამოაყალიბონ მსოფლიო ეკონომიკის სოციალურად ორიენტირებული დარგობრივი სტრუქტურა; 3) ინოვაციური საქმიანობის მართვა, რომლის ორგანიზებისთვის ვითარდება ახალი მეცნიერული მიმართულება სოციალური დომინანტის ეკონომიკურ ურთიერთობათა პრინციპულად ახალ ტიპს – ინოვაციების ეკონომიკას; 4) ინოვაციური საქმიანობის ეფექტიანობის შეფასება, რომელიც მოითხოვს პრიორიტეტის გადატანას ეკონომიკურ ზრდაზე ორიენტირებული ეფექტიანობის ტრადიციული კრიტერიუმებიდან, ინოვაციური განვითარების სოციალური ეფექტების გაზომვაზე; 5) შრომის შედეგების შეფასება, რომელიც გულისხმობს მისი რეგლამენტირებული, შემოქმედებითი და სულიერი მდგენელების გამოყოფას.

ლიტერატურა

1. Anchishkin, A. (1989). *Science, technics, economics*. Moscow: Ekonomika. *(in Russian)*
2. Bovin, A. (2006). *Management of innovations inside of organization: Study guide*. Moscow: Omega A. *(in Russian)*
3. Dinkina, L., & Ivanova, N. (2001). *Innovative economy*. Moscow: Nauka. *(in Russian)*
4. Iansen, F. (2002). *The epoch of innovation* (p. 180). Moscow: INFRA. *(in Russian)*
5. Polterovitch, V., & Chereshnev, V. (2009). Legislative support of scientific activity. *Innovations*, (6), 5–9. *(in Russian)*
6. Porter, M., & Bond, G. (2000). Innovative capacity and prosperity: The next competitiveness challenge. In *The Global Competitiveness Report*. New York: Oxford University Press.
7. Porter, M., & Stern, S. (1999). *The new challenge to America's prosperity: Findings from the innovation index*. Washington, DC.
8. Qoqiauri, L. (2023). *Innovative management: Manual*. Tbilisi: National Innovative Research Institute, Publishing House “Kalmosani”.
9. Schumpeter, J. (2004). *History of economic analysis*. St. Petersburg: Economic School. *(in Russian)*
10. Abralava, A., Guajaia, L., & Kutateladze, R. (2009). *Innovative management*. Tbilisi: Georgian Technical University. *(in Georgian)*

UDC 001.895
SCOPUS CODE 1405
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-73-95

Theoretical Aspects of The Development of Innovative Activities

Lamara Qoqiauri National institute of economic research, Georgia, 6000, Batumi, 15, M. Anagi str.
E-mail: lqoqiauri@yahoo.com

Asmat Pipia Department of business administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: a.pipia@gtu.ge

Nato Bebiashvili Department of Industrial Innovation and Operations Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: n_bebiashvili@gtu.ge

Reviewers:

A. Abralava, Professor, Faculty of Business Technology, GTU
E-mail: a.abralava@gtu.ge
R. Kutateladze, Professor,Faculty of Business Technology, GTU
E-mail: r.kutateladze@gtu.ge

Abstract. The main goal for implementing modern innovative politics and innovative business is to create economic, legitimate, financial, social, theoretical and practical basis. This task is very important for our country where transition to innovative development of economics got cause and effect character: innovative business activization is unavoidable for effective development of economics and economic politics itself and correct management of strategy defines innovative business.

In our work we aimed: to highlight innovative process and theoretical aspects of innovative business development.

- Innovative business is confirmed to be the combination of creating novelties and a special kind of theoretical and practical work of its spread in economic system;
- Peculiarities of defined business processes of innovative business are presented, namely: the duration of innovative process, indefiniteness of innovative process and high level of risk, a possibility and skill of initiation of its structural changes and the size of innovative business (high intellectual capability, the feature of innovative determination);
- The main innovative conditions on macro and microeconomic levels are discussed;
- Special attention is paid to a major role of innovative business for stable development of production in a long-term period, innovative character of entrepreneurship, scales of innovative business in inculcation of innovations and its effective usage;

- We could not ignore the formation of economics based on new knowledge, correctly analyzing the so-called Tobin coefficient -attitude between the market price of a company and the cost of its real actives, namely "invisible" actives, organizational possibilities of intellectual capital;
- In the work it is also presented Joseph Schumpeter's opinions about multi-aspectual nature of innovative business, his "conception of creative breakdown". He discusses the latter one as the process of economic mutation, a destroyer of an old structure and creator of new, as the main power of dynamics of social-economic system.

In practical viability current transformational processes create new economics, or "innovation economics", which is different from traditional economics by criteria of effectiveness. New or innovative economics criteria are not oriented on economic growth but on measurement of social effects of innovative development. The quality of living is important in all aspects of its appearance.

Keywords: Essence of Innovative Business; Innovation; Innovative Activity; Innovative Incubator; Innovative Infrastructure; Innovative Politics; Technopark.

განხილვის თარიღი 25.03.2025
შემოსვლის თარიღი 16.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 658.8: 159.9: 332.72
SCOPUS CODE 1406
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-96-102

„ნეირომარკეტინგის“ და ხელოვნური ინტელექტის სინთეზი უძრავ ქონების ბაზარზე

ანზორ აბრალავა ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: a.abralava@gtu.ge

გიორგი ტუღუში ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: Giorgi_tugushi@yahoo.com

რეცენზენტები:

ლ. კოჭლამაზაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: l.kochlamazashvili@gtu.ge

ბ. გოდერძიშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge

ანოტაცია. ნეირომარკეტინგის ცნება 2000-იან წლებში გაჩნდა, თუმცა სამშენებლო/დეველოპერული მიმართულებით მასზე აქტიური მუშაობა 2010 წელს დაიწყო [1]. აღსანიშნავია, რომ მალევე კომპანიებმა ნეირომარკეტინგის სხვადასხვა მიმართულება დანერგეს, როგორც მარკეტინგის, ისე სხვა განყოფილებების მეშვეობით. შედეგად ცნება ნეირომარკეტინგი გასცდა მხოლოდ მარკეტინგის მიმართულებას და უკვე აქტიურად გამოიყენება გაყიდვებში, ადამიანური რესურსების მართვაში და ა.შ

რაც შეეხება ხელოვნურ ინტელექტს, უძრავი ქონების მიმართულებით იგი ჩნდება 2010 წლიდან, ხოლო მისი ჩართულობა პიკს აღწევს 2020 წელს.

წინამდებარე სტატიის მიზანია, იპოვოს, შეისწავლოს და გააანალიზოს ნეირომარკეტინგის ის მნიშვნელოვანი პრობლემები, რომლებიც გვხვდება სამშენებლო/დეველოპერულ კომპანიებში ონლაინ-მარკეტინგის მიმართულებით.

სტატიაში, ერთ-ერთი მთავარი განსახილველი თემაა ნეირომარკეტინგისა და ხელოვნური ინტელექტის ურთიერთკავშირი უძრავი ქონების ბაზარზე, სადაც მოვიყვანთ თვალსაჩინო მაგალითებს, როგორი დიდი პროგრესი და წარმატება შეუძლია მოიტანოს სწორად დაგეგმილ ინტერნეტრეკლამას, სწორად აგებული კონტენტით და ნეირომარკეტინგის ხელსაწყოების საშუალებით.

ჩვენი აზრით, მთავარი და მნიშვნელოვანია, რომ სამშენებლო/დეველოპერული კომპანიების მარკეტინგის განყოფილებაში დასაქმებულებმა, სწორად გააანალიზონ არსებული რეალობა და ფეხი აუწყონ თანამედროვე მიდგომებს, გამოიყენონ ნეირომარკეტინგული ხელსაწყოები, რომლებიც მათ დაეხმარება მომხმარებლის ხედვის უკეთ გაგებაში და საშუალებას მისცემს უფრო მჭიდრო კავშირი იქონიონ მათთან.

საკვანძო სიტყვები: ბიზნესი; ინტერნეტრეკლამა; ნეირომარკეტინგი; უძრავი ქონება; ხელოვნური ინტელექტი.

შესავალი

ტრადიციული მარკეტინგი უძრავი ქონების სფეროში 100 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში ლიდერის როლს ასრულებდა. 1990–2000 წლების შემდგომ უძრავი ქონების ბაზარზე ტრადიციული და ციფრული მარკეტინგის გადაკვეთის წერტილები გაჩნდა და მათი მნიშვნელობა განსაკუთრებით გაიზარდა.

მიუხედავად იმისა, რომ ნეირომარკეტინგის სათავე ტრადიციული მარკეტინგიდან მომდინარეობს, ყოველწლიურად იმატებს მისი მნიშვნელობა ინტერნეტ მარკეტინგის მიმართულებით, სადაც ვიზუალური და ემოციური ელემენტები ხშირად გადამწყვეტ როლს ასრულებს.

ბოლო წლების პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ნეირომარკეტინგისა და ხელოვნური ინტელექტის სინთეზი კომპანიას ეხმარება არა მხოლოდ ბრენდის ღირებულების ზრდაში, არამედ გაყიდვების სტიმულირებაშიც.

სწორედ ამიტომ, არაერთი კვლევა ჩატარდა, რომელმაც გვაჩვენა, რომ ნეირომარკეტინგული მიდგომები 30%-ით ზრდის ჩართულობას ციფრულ სარეკლამო კომპანიებში [2].

ცალკე აღნიშვნის ღირსია ის ფაქტი, რომ ბოლო წლებში ნეირომარკეტინგით დაინტერესება მკვეთრად გაიზარდა, რამაც არაერთი ახალი და საინტერესო ინოვაციური პროდუქტის შექმნას დაუდო სათავე.

2022 წელს, მაღალრეიტინგულ ჟურნალებში 144 სტატია არის გამოქვეყნებული ნეირომარკეტინგის შესახებ [3].

ნეირომარკეტინგის გამოყენება უძრავი ქონების ბაზარზე საუკუნის დასაწყისში იღებს სათავეს. თავდაპირველად ის გვხვდება ფასის აღქმის ანალიზსა და რეკლამის ეფექტურობის შეფასებისას. წლებთან ერთად იზრდება ის ინსტრუმენტები, რომლებსაც ეს მიმდინარეობა გვთავაზობს. ნეირომარკეტინგი ბრენდინგის სფეროშიც აქტიურად ინერგება, მათ შორის ისეთ მიმართულებებში, როგორიცაა ფერთა ფსიქოლოგია.

2010 წლის შემდეგ შემოდის თვალის მოძრაობის ტექნოლოგიის (Eye Tracking) გამოყენება, რომელიც გვეხმარება დავინახოთ და ვისწავლოთ, თუ როგორ უნდა განხორციელდეს ეფექტური რეკლამა ბანერებზე, ვებსაიტებსა თუ სხვადასხვა სარეკლამო საშუალებაზე.

საქართველოს რეალობაში, სამწუხაროდ, ეს მიმართულება საკმაოდ სუსტად არის განვითარებული და იშვიათად ხდება გადაწყვეტილების მიღება

მეცნიერულად დადასტურებული ალგორითმებისა და რეკომენდაციების საფუძველზე.

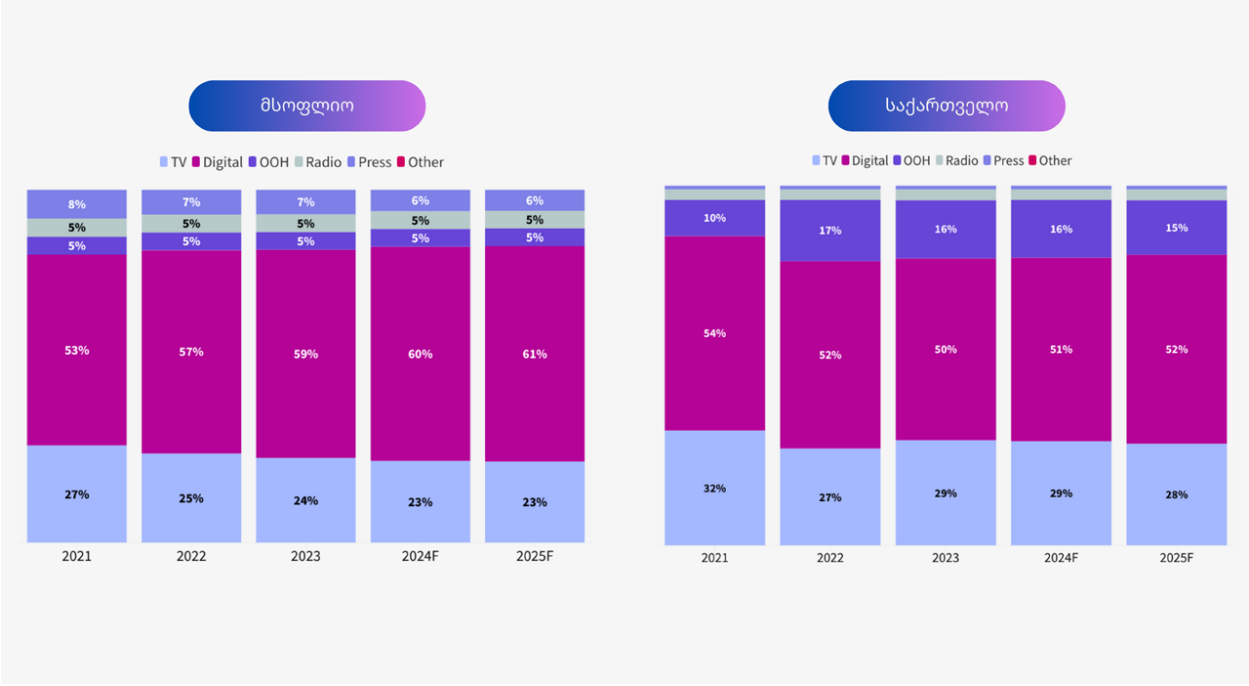
უკანასკნელ წლებში მსოფლიოში გამოჩნდა ტენდენცია, რომელიც ნეირომარკეტინგისა და ხელოვნური ინტელექტის ერთობლივი პროდუქტების განვითარებას გულისხმობს.

სწორედ ეს გახლავთ იმ სტატიის შთაგონება, რომელშიც ოთხ მნიშვნელოვან ნეირომარკეტინგულ ხელსაწყოს შევხვდებით. აღნიშნული ხელსაწყოები ინტერნეტსარეკლამო კამპანიებს მეტად წონადს ხდის და მარკეტერებს წარმატების გასაღებს უტოვებს.

ძირითადი ნაწილი

მზარდი კონკურენციის პირობებში, სამშენებლო/დეველოპერული კომპანიების მთავარი საზრუნავია გაყიდვების გაზრდა. დღეს ამის მიღწევის საუკეთესო ხერხია სწორი და გამართული მარკეტინგი. სარეკლამო კამპანიები არის ის გასაღები, რომელიც საუკეთესო შედეგს იძლევა თანამედროვე სამყაროში გაყიდვებთან მიმართებით. უნდა აღინიშნოს, რომ სწორედ კამპანიების შექმნასა და შემდგომ მათ სწორ მარკეტინგულ არხებში ინტეგრირებაში აქტიურად გვეხმარება ნეირომარკეტინგული ხელსაწყოები, რომლებიც დაფუძნებულია ხელოვნური ინტელექტის ბაზაზე.

კვლევებმა გვაჩვენა, რომ ყოველწლიურად იზრდება ინტერნეტრეკლამის მაჩვენებელი, როგორც საქართველოში, ისე მის ფარგლებს გარეთ. მსოფლიოში მთლიანი სარეკლამო დანახარჯის თითქმის 61% მოდის ინტერნეტრეკლამაზე, ხოლო საქართველოში ეს რიცხვი 52%-ს უტოლდება [4].



აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ 2024 წლის დასაწყისის მონაცემებით, საქართველოში ინტერნეტმომსახურებით ისარგებლა 91.5%-მა [5], საიდანაც 15 წელს გადაცილებული მოსახლეობის ინტერნეტით სარგებლობის მიზანი იყო ვიდეოკონტენტის ნახვა (94.7%) და სოციალური ქსელების გამოყენება (94.6%). ეს რიცხვები ცალსახად გვიჩვენებს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია მომხმარებლისთვის სოციალური ქსელის გამოყენება [6].

სწორედ აქედან გამომდინარე, სულ უფრო მეტად გახდა საჭირო ისეთი ტიპის კონტენტის შეთავაზება, რომელიც მაქსიმალურად მიიპყრობს მომხმარებლის ყურადღებას. ჩვენ ყოველდღიურად ვაწყდებით უამრავ რეკლამას ინტერნეტში და ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ ზღვა სარეკლამო მასალიდან ჩვენმა რეკლამამ მიიქციოს ყურადღება.

თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენება მარკეტინგში, მომხმარებლის აღქმის გათვალისწინება რეკლამის დაგეგმვაში, მისი შეგრძნებების უკეთესად გააზრება და მომხმარებელზე მორგებული კონტენტის შექმნა ის ნეირომარკეტინგული კომპონენტებია, რომლებიც გვიმცირებს ხარჯებსა და დროს.

ნეირომარკეტინგის ხელსაწყოების როლი დიზაინისა და კომუნიკაციის გაუმჯობესებაში:

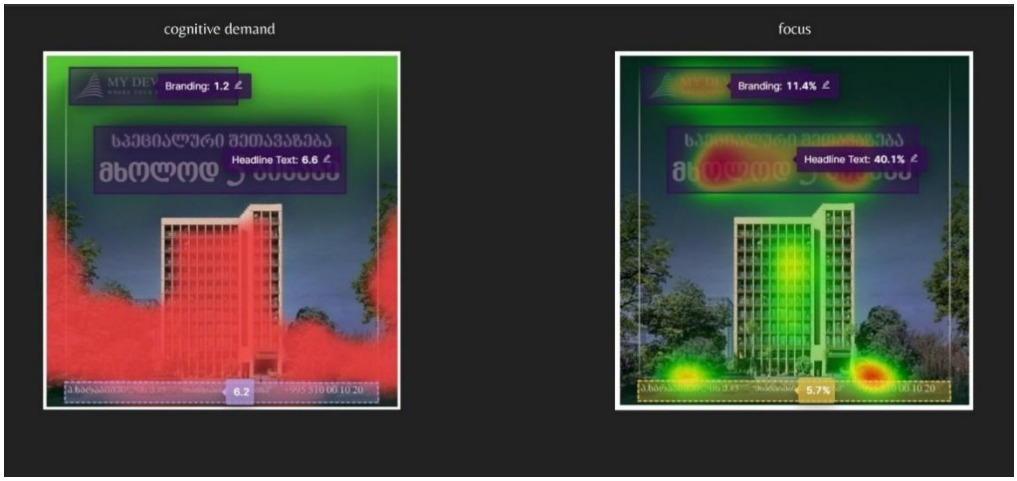
სხვადასხვა პლატფორმა საშუალებას გვაძლევს გავიგოთ, რამდენად კარგად არის შექმნილი დიზაინი და როგორ ხდება მთავარი მესიჯის სინთეზი ვიზუალურ ელემენტებთან. ეს ხელსაწყოები გვეხმარება ისეთი დიზაინის შექმნაში, რომელიც მომხმარებლის ყურადღებას უფრო ეფექტურად მიიზიდავს და იმავე დროს კომპანიას სარეკლამო კამპანიების ხარჯების შემცირებაში დაეხმარება. ცალკე აღნიშვნას მოითხოვს თითოეული ხელსაწყოს უპირატესობა, რომელიც გვეხმარება უკეთ გავიგოთ მომხმარებლის რეაქციები და განწყობები კონკრეტული სარეკლამო ბანერების მიმართ [7].

ამ ტიპის პლატფორმები სწავლობს ოთხ მნიშვნელოვან კომპონენტს:

1. ჩართულობა (Engagement)
2. ბრენდინგი (Branding)
3. ვიზუალური სიცხადე (Visual Clarity)
4. ესთეტიკა (Aesthetics)

კონკრეტული მაგალითი:

უფრო გასაგებად აღქმისათვის განვიხილოთ ერთ-ერთი დეველოპერული კომპანიის მაგალითი და შევაფასოთ მისი არსებული კონტენტი. სურათზე ჩანს დაშვებული შეცდომები, რომლებსაც კომპანია მომხმარებლის დაკარგვამდე მიჰყავს.



ამ კონკრეტულ ფეისბუქსპოსტებზე შეგვიძლია დავინახოთ რამდენიმე მნიშვნელოვანი ხარვეზი. ნეირომარკეტინგული ანალიზის ხელსაწყოები მოგვცემდნენ შემდეგ რეკომენდაციებს:

- **ტელეფონის ნომრის ხილვადობის გაზრდა** – ღია ფონისა და უფრო დიდი ზომის გამოყენებით ზარის ღილაკი უკეთ შესამჩნევი გახდება.
- **საღამოს ცის ეფექტის შემცირება 50%-ით** – ეს ბუნებრივი განათების იმიტაციას შექმნის და ვიზუალურად უფრო სასიამოვნო გახდება.
- **სათაურის ქართული ტექსტის 30%-ით გაზრდა** – პრემიალური დიზაინის შენარჩუნებით ის უფრო მკაფიო და ადვილად აღქმადი გახდება.
- **ლოგოს ზომისა და განლაგების შეცვლა** – ლოგოს 20%-ით დაპატარავება და ქვედა ნაწილში გადატანა შეამცირებს კოგნიტურ დატვირთვას და დიზაინს უკეთეს ბალანსს მიანიჭებს.

დასკვნა

ნეირომარკეტინგული ხელსაწყოები დიდ დახმარებას უწევს კომპანიებს, უკეთ მართონ მარკეტინგული კომუნიკაცია, შეამცირონ სარეკლამო

დანახარჯები და შექმნან უფრო ეფექტური კონტენტი მომხმარებლისთვის.

2024 წლის სტატიაში – Cogent Business @Management [8], ძალიან კარგად არის აღწერილი ნეირომარკეტინგის მნიშვნელობა მომხმარებლის ქცევის გაუმჯობესებაში ამა თუ იმ პროდუქტის მიმართ და აღწერს იმ ნაწილების გამოყენების აუცილებლობას, რომელიც ავხსენით სტატიაში.

ზემოთ განხილული ოთხი კომპონენტის ეფექტიანობის შეჯამებისთვის:

- ნეირომარკეტინგის სწორად გამოყენებული დიზაინი მომხმარებლის ყურადღებას 40%-მდე ზრდის, რაც მთავარი მესიჯის უკეთ აღქმას უწყობს ხელს.
- კოგნიტური დატვირთულობის 30%-მდე შემცირება ამარტივებს მომხმარებლის მიერ ინფორმაციის სწრაფად აღქმას.
- ემოციური და სწორი დიზაინი მომხმარებლის ჩართულობას ბრენდთან კავშირსა და დადებით გამოხმაურებებს 50%-მდე ზრდის.
- ბრენდინგის სწორად განხორციელება – ფერებისა და სტილის ოპტიმალური გამოყენება – ბრენდის ცნობადობას 30%-ით ზრდის, რაც მომხმარებლის გონებაში ქმნის მის უკეთ აღბეჭდვის საფუძველს.

ლიტერატურა

1. Zurawicki, L. (2010). *Neuromarketing: Exploring the brain of the consumer*. Wiley.
2. Morin, C., & Renvoise, P. (2018). *The persuasion code: How neuromarketing can help you persuade anyone, anywhere, anytime*. McGraw-Hill Education.
3. Plassmann, H., Ramsøy, T. Z., & Milosavljevic, M. (2019). Neuromarketing. In R. E. Jung & O. Vartanian (Eds.), *Encyclopedia of creativity* (2nd ed.). Springer. https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-030-14449-4_82-1
4. National Statistics Office of Georgia. (n.d.). Official statistics. https://tinyurl.com/yhprr57f
5. Marketer.ge. (n.d.). Media trends in Georgia and worldwide. https://www.marketer.ge/media-trendebi-sakartveloshi-da-msoflioshi/
6. Georgian Public Broadcaster. (2023, October 25). GeoStat: The main purposes of internet use in the last three months were social networks, internet banking, and searching for health information. https://1tv.ge/news/saqstati-bolo-sam-tveshi-internetis-gamoyenebis-miznebs-dziritadad-warmoadgenda-socialuri-qselebi-internet-bankingit-sargebloba-da-janmrtelobis-sakitkhebze-informaciis-modzieba/
7. Hoffeld, D. (2022). *The science of selling: Proven strategies to make your pitch, influence decisions, and close the deal*. Amacom.
8. Taylor & Francis Online. (n.d.). Neuromarketing. https://www.tandfonline.com/action/doSearch?AllField=Neuromarketing&SeriesKey=oabm20

UDC 658.8: 159.9: 332.72
SCOPUS CODE 1406
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-96-102

The Synthesis of Neuromarketing and Artificial Intelligence in the Real Estate Market

Anzor Abralava Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: a.abralava@gtu.ge

Giorgi Tugushi Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: Giorgi_tugushi@yahoo.com

Reviewers:
L. Kochlamazashvili, Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: l.kochlamazashvili@gtu.ge
B. Goderdzishvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge

Abstract. In conclusion, neuromarketing tools play good role in helping companies enhance their marketing communication, optimize costs and develop more impactful content for consumers.

A 2024 article in Cogent Business @ Management highlights the significance of capital letter in shaping consumer behavior towards a product. It also emphasizes the necessity of applying key neuromarketing principles, as discussed in this article

To summarize the effectiveness of the four analyzed components

- Well implemented neuromarketing design can increase consumer attention by up to 40%, making the core message more easily perceived
- Reducing cognitive load by up to 30% allows consumers to process information more efficiently
- Emotionally engaging and strategically designed content can boost consumer interaction, strengthen brand connection and enhance feedback by up to 50%
- Effective branding – through the strategic use of colors and design elements – can improve brand awareness by 30%, making it more memorable to consumers

Keywords: Artificial intelligence; Business; Internet advertising; Neuromarketing; Real estate.

განხილვის თარიღი 10.04.2025
შემოსვლის თარიღი 15.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 338.48
SCOPUS CODE 1409
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-103-113

ტურიზმის დადებითი და უარყოფითი შედეგების შეფასების ასპექტები

ნოდარ გრძელიშვილი ი. ჭორდანიას სახ. საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69ა
E-mail: regioni.ge@yahoo.com

ლაურა კვარაცხელია ი. ჭორდანიას სახ. საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69ა
E-mail: kvlaura@mail.ru

რეცენზენტები:

ნ. ჭითანავა, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, ეკონომიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: n.chitanava@gtu.ge

ი. არჩვაძე სტუ-ის ი. ჭორდანიას სახ. საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრის მთავარი სპეციალისტი, ცენტრალური ევროპის უნივერსიტეტის პროფესორი
E-mail: daswreba@yahoo.com

ანოტაცია. ტურიზმის განვითარების დადებითი და უარყოფითი ეფექტების ანალიზი და შეფასება მნიშვნელოვანი ფაქტორია. მომსახურების მოცემული სფერო არსებით გავლენას ახდენს მიმღები ტერიტორიების ეკოლოგიურ გარემოსა და სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაზე.

გაანალიზებულია ტურიზმიდან მიღებული ძირითადი დადებითი და უარყოფითი შედეგები როგორც რეგიონების გარემოზე, ისე ზემოქმედების სოციალურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე. განხილულია გარემოზე ტურიზმის ზეგავლენა. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დასკვნის სახით წარმოდგენილია კონკრეტული რეკომენდაციები, რომელთა რეალიზაციამ შეიძლება შეამციროს ტურისტულ-რეკრეაციული საქმიანობის უარყოფითი შედეგები. მოცემული რეკომენდაციების ძირითადი შინაარსი მდგომარეობს საკურორტო-რეკრეაციული ტერიტორიების ეფექტიან მართვაში, ტურისტების ქცევის რეგულირებაში, სანიტარიული ნორმებისა და წესების დაცვაში ტურისტულ-რეკრეაციული მომსახურების ბაზრის მონაწილეთა მიერ.

საკვანძო სიტყვები: გარემო; დესტინაცია; მდგრადი განვითარება; მიმღები ტერიტორია; ნეგატიური შედეგები; რეკრეაცია; სოციალურ-ეკონომიკური ეფექტი; ტურიზმი.

შესავალი

ტურისტულ-რეკრეაციული სფერო მგრძნობიარეა ბუნებრივი გარემოს ცვლილების მიმართ, ვინაიდან სწორედ ბუნებრივი რესურსებია ტერიტორიების მიმზიდველობის ძირითადი ფაქტორი მონახულებისა და მასობრივი მოთხოვნილებისთვის. ტურიზმი შეიძლება დახასიათდეს, როგორც რთული სოციალურ-ეკონომიკური ფენომენი და საქმიანობის ინტეგრალური სახეობა ეკონომიკური, სოციალური, ეკოლოგიური რთული ურთიერთდაკავშირებული ეფექტებით. ტრადიციულად მიღებულია ტურიზმის დადებითი ზეგავლენის განხილვა მიმღები ტერიტორიების სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაზე, თუმცა აუცილებელია ასევე შეფასდეს უარყოფითი შედეგებიც, რომლებიც მნიშვნელოვანია.

ძირითადი ნაწილი

ტურიზმის უარყოფით და დადებით გავლენაზე მეცნიერებაში ჩამოყალიბდა რამდენიმე შეხედულება. სამეცნიერო ნაშრომების მიხედვით პირობითად გამოყოფილ **პირველ ჯგუფს** შეიძლება მიეკუთვნოს ტურიზმი, როგორც საქმიანობის რთული სახეობა, რომელიც უზრუნველყოფს ბუნებრივი და ანთროპოგენური გარემოს ურთიერთკავშირს და ქმნის საწყის ბუნებრივ-რესურსულ პოტენციალს, რომელიც სოციალურ-ეკონომიკური საქმიანობის ინფრასტრუქტურის განვითარების წინაპირობაა და გადაჰყავს სიცოცხლის ციკლის შემდგომ ფაზაში, დეგრადაციასა და სრულ დასუსტებამდე (დაქვეითებამდე) შემდგომი აღდგენის შესაძლებლობით [1; 2].

სამეცნიერო ნაშრომების **მეორე ჯგუფი** ტურიზმს განიხილავს როგორც საქმიანობას, რომელიც აზიანებს გარკვეული ტერიტორიის ბუნებრივ გარემოს და ბიოლოგიურ წონასწორობას, გარკვეული ტერიტორიებისა და დასვენების ადგილების მონახულების მოთხოვნილებების გაფართოების პირობებში. ტურიზმი უნდა ეფუძნებოდეს წონასწორობის, რესურსების გადაჭარბებული გამოყენებისა და ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების დაუშვებლობის პრინციპებს ანუ დაცული უნდა იყოს მდგრადი განვითარების პრინციპები, რაც საკმაოდ რთული ხდება პოპულარული კურორტებისა და დესტინაციებისთვის. ბუნებრივი გარემოს ბალანსის დაცვის ოპტიმალური პირობების მიღწევა უნდა ეფუძნებოდეს ტერიტორიული განვითარების, ფინანსური კონტროლისა და ეკოლოგიური მაჩვენებლების მონიტორინგის ეფექტიან სტრატეგიულ მართვას. მონიტორინგის პროცესში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება რაოდენობრივ მაჩვენებლებს, რომლებზეც პირდაპირაა დამოკიდებული ბუნებრივ გარემოზე მიყენებული ზარალის მოცულობა [3;4].

ქვეყნებისა და რეგიონების სოციალურ-ეკონომიკურ განვითარებაზე ტურიზმის გავლენა მნიშვნელოვანია შემდეგი მიზეზების გამო [5]:

1. ტურიზმი მსოფლიო ეკონომიკის ყველაზე აქტიური და დინამიკურად განვითარებადი სექტორია, მნიშვნელოვანი წილი უკავია მსოფლიოს

მთლიან ეროვნულ პროდუქტში, იზიდავს მსოფლიო ინვესტიციების დაახლოებით 7%, ხელს უწყობს დიდი რაოდენობით სამუშაო ადგილების შექმნას და უმეტესობა ქვეყნების საგადასახადო შემოსავლების მნიშვნელოვანი წყაროა;

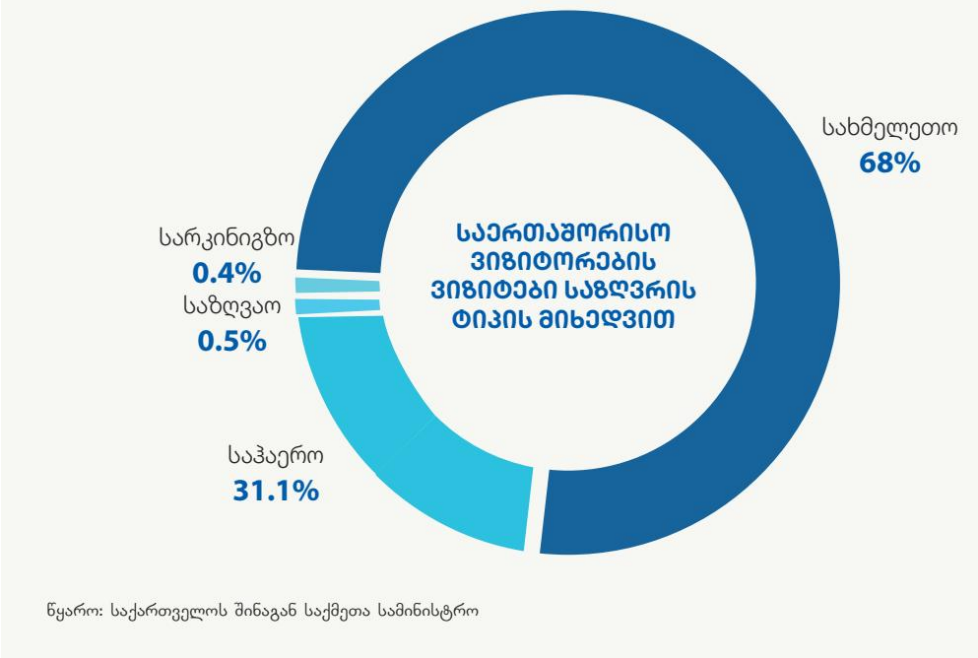
2. ტურიზმი დადებითად მოქმედებს ეკონომიკური საქმიანობის მნიშვნელოვან სახეობებსა და სოციუმზე. მაგრამ, მიუხედავად მისი ეკონომიკური მიმზიდველობისა, ტურიზმი არ არის განვითარებული მთელ რიგ ქვეყნებსა და რეგიონებში, სადაც მიმდინარეობს სამხედრო, რელიგიური, ეთნიკური კონფლიქტები;

3. ტურიზმი ფლობს ღრმა და მრავალწახნაგოვან სოციალურ მდგენელს. საზოგადოების თანამედროვე განვითარების ეტაპზე იგი მოწოდებულია გადაჭრას სოციალური პრობლემები: შეასრულოს მოთხოვნილებების ფართო სპექტრი, მოახდინოს თანამედროვე საზოგადოების საერთო განათლებისა და კულტურული დონის ფორმირება, აქტიურად შექმნას და გააფართოოს ეთნიკური, სახელმწიფოთაშორისი და კულტურათაშორისი ურთიერთობები, დასვენების ორგანიზება და მომხმარებლის სასიცოცხლო ძალებისა და ჯანმრთელობის აღდგენა.

ტურიზმის წარმატებული განვითარებისთვის აუცილებელია აქტუალური პრობლემების გადაჭრა, ბუნებრივი გარემოს კეთილსასურველი მდგომარეობის შენარჩუნების პრობლემის ჩართვით, ტურიზმის ინდუსტრიის შემდგომი დადებითი განვითარებისთვის. ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესების სურვილს მივყავართ მატერიალური წარმოების ტემპების სწრაფ ზრდასთან. მატერიალური წარმოების ზრდა აუცილებლად იწვევს ბუნებრივი რესურსების დიდი ნაწილის დაბრუნებას მაღალტოქსიკური ნარჩენების სახით, რომლებიც პრაქტიკულად არ გამოდგება უტილიზაციისთვის. ენერგეტიკის, მანქანათმშენებლობის დარგის, ქიმიური მრეწველობის, ტრანსპორტის სწრაფმა განვითარებამ მძიმე დაზიანება გამოიწვია – ბუნებრივი ლანდშაფტის, ნიადაგის, წყლის, ჰაერის გაჭუჭყიანება, დაბინძურება ყველანაირი ნარჩენებით. ანთროპოგენური საქმიანობის შედეგები აქტიურად ვლინდება ბუნებრივი რესურსების გამოფიტვაში, ბუნებრივი ეკოსისტემების დარღვევაში, ნიადაგის ზედაპირის სტრუქტურისა და ჩვენი პლანეტის კლიმატის ცვლილებაზე.

გარემოს დაცვის გაძლიერების მიზნით აუცილებელია შემცირდეს გარემოში ტრანსპორტის გამონაბოლქვის რაოდენობა. ტურისტული მომსახურებისთვის გამოყენებული ტრანსპორტის თითქმის ყველა სახეობა გარკვეულ საშიშროებას ქმნის ბიოსფეროს სხვადასხვა კომპონენტისთვის. ყველაზე მძიმე ანთროპოგენური დატვირთვები წარმოიშობა ყველაზე მეტად მოთხოვნადი ტრანსპორტის ორი სახეობის – საჰაერო და საავტომობილო – ექსპლუატაციის შედეგად. მსოფლიო ტურისტულ პრაქტიკაში ტრანსპორტის ნაკადები განაწილებულია შემდეგნაირად: ჰაერით ტურისტული გადაზიდვების წილი შეადგენს 44%, საავტომობილო ტრანსპორტით - 41%, რკინიგზით - 8% და საწყლოსნო ტრანსპორტით - 7%.

საქართველოში კი საერთაშორისო ვიზიტორების ვიზიტები საზღვრების ტიპის მიხედვით 2023 წლის მონაცემებით შემდეგნაირადაა განაწილებული: საჰაერო–31%, სახმელეთო–68%, სარკინიგზო – 0,4 %, საზღვაო – 0,5 %.



ბევრ ქვეყანაში მოქმედებს კანონები, რომლებიც ზღუდავს გარემოს გაჭუჭყიანებას საავტომობილო ტრანსპორტით.

აუცილებელია ხაზი გაესვას ტურისტული პროდუქტის მაქსიმალური სარგებლიანობის გაგების განსაკუთრებულობას, რაც ეხება ტურისტის ადგილსამყოფელს და მიმღებ ქვეყანას, რომელშიც ის ჩამოვიდა, როგორც ტურისტულ-რეკრეაციული მომსახურების მომხმარებელი. ეს განსაკუთრებულობა განსაზღვრულია გარე ეფექტებით, რომლებსაც ასევე უწოდებენ „გადავსების ეფექტებს“. ისინი იყოფა დადებით და უარყოფით ეფექტებად. დადებითი ეფექტები შეიცავს [6]:

მოსახლეობის დასაქმების დონის ზრდა;

- მოსახლეობის შემოსავლების მატება;
- ტურიზმთან დაკავშირებული დარგების განვითარება;
- მოსახლეობის კულტურული და საგანმანათლებლო დონის ამაღლება;
- ყველა დონის ბიუჯეტის შევსება;
- ტერიტორიული ინფრასტრუქტურის განვითარება;
- ტერიტორიის საინვესტიციო მიმზიდველობის გაზრდა.

უარყოფითი ეფექტები შეიცავს:

- გარემოზე გაზრდილი ზემოქმედება;
- საგზაო ქსელზე მომატებული დატვირთვა;
- ნაყოფიერი მიწების (სარეკრეაციო ზონები) გადაცემა მშენებლობისთვის;
- ხალხმრავლობა, ხმაური, გარემოს დაბინძურება, ფასების ზრდა და სხვა.

სად და როგორ ხდება ტურიზმის მიერ გამოწვეული ზემოქმედება, დამოკიდებულია მთელ რიგ ფაქტორებზე, რომელთა შორის შეიძლება დასახელდეს ტურიზმის ფორმები, ტურისტული მიმართუ-

ლებები, ტერიტორიებისა და ღირსშესანიშნაობების გამტარუნარიანობა. ეს განსაზღვრავს ტურიზმის ზემოქმედების ინტენსიურობას, მოცემული ფაქტორებისა და მოვლენების გავლენის ხანგრძლივობასა და ხარისხს. ძირითადად, ზემოქმედების ინტენსიურობა და მრავალფეროვნება, გამოწვეული საქმიანობის მოცემული სახეობით, ჩნდება მომსახურების გაწევის ფორმების მრავალფეროვნებისა და ტურისტული ნაკადების გარკვეული მიმართულებებისგან. ორგანიზებული ტურიზმით გამოწვეული ზემოქმედება უფრო სუსტია ინდივიდუალურ ტურიზმთან შედარებით, თანაც დამოკიდებულია საკურორტო-რეკრეაციული ტერიტორიების მართვის სისტემების ხარისხზე.

ზოგიერთ მიმღებ ტერიტორიასა და რეგიონს, მაგ., კლიმატურ კურორტებს ქალაქური დასახლების სტატუსით შეუძლია მოემსახუროს დიდი რაოდენობის ვიზიტორსა თუ ტურისტს, რადგან აქვს ადეკვატური ორგანიზაციული სტრუქტურა და განვითარებული მატერიალურ-ტექნიკური ბაზა ტურისტების განსათავსებლად.

სანაპირო და მთის რაიონები უფრო მოწყვლადია, ვინაიდან სეზონის დროს ტურისტული ნაკადების ზეწოლა მატულობს 2–3-ჯერ და მეტჯერაც და ხშირად აჭარბებს ადგილობრივი მოსახლეობის რაოდენობას. მსოფლიოს ზოგიერთი ისტორიული ობიექტი ძალიან მოწყვლადი გახდა და შეიძლება დაინგრეს ან დეგრადაცია განიცადოს ტურისტული ჯგუფების დიდი ნაკადების გამო. ამან გამოიწვია ღირსშესანიშნაობების ნაწილობრივი ან სრული დახურვა მომნახულთა მიერ, გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების გამო (პარფენონი ათენის აკროპოლში, ათენის ეკლესია, ტუტანჰამონის აკლდამა ეგვიპტეში და ა.შ.). ევროპის მოსახლეობა მასობრივმა ტურიზმმა გადაღალა, რაც ხალხის უკმაყოფილებას იწვევს. საპროტესტო ტალღამ არაერთ ქვეყანას გადაუარა, მათ შორის ტურისტებისთვის ძალიან მიმზიდველ ქვეყნებს - ესპანეთს, იტალიას, საბერძნეთსა და საფრანგეთს. ხალხი ხელისუფლებისგან ტურისტული ნაკადის შემცირებას ითხოვს. გამოსვლები თითქმის მთელ ესპანეთს მოედო. კანარის კუნძულებსა და მალიორკაზე მრავალი ათასი ადამიანი გამოვიდა. საპროტესტო ტალღამ ბარსელონამდეც მიაღწია, სადაც პროტესტის მონაწილენი წყლის თოფებით იყვნენ შეიარაღებული ტურისტების გასაწუწად. ესპანეთის უზენაეს სასამართლოში საჩივრები შევიდა, ჭარბი ტურიზმი ადგილობრივ მოსახლეობას ცხოვრებას ურთულებსო. მართლაც, კუნძულზე ცხოვრება შეუძლებელი ხდება ბინების გაძვირებისა და ფასების მატების გამო. პლაჟები, კაფე-რესტორნები და თავშეყრის სხვა ადგილები ტურისტებითაა გადატვირთული. პროტესტის მიზანი ჭარბი ტურიზმისა და ტურისტებისთვის ბინებისა და სახლების მიყიდვის შეზღუდვაა. ტურისტები შეძენილ სახლებში მხოლოდ რამდენიმე თვით ცხოვრობენ ან აქირავებენ. რეალიზატორებისთვის ეს ბიზნესია, მოსახლეობისთვის კი გაძვირებული ცხოვრება და მზარდი ფასები უძრავ ქონებაზე. ბევრ ქვეყანაში არსებობს გადასახადი ტურიზმზე ანუ ტურისტი სახელმწიფოს ცალკე ბეგარას უხდის. შემოსული ფული ქალაქების ინფრასტრუქტურაზე იხარჯება [7].

მაშინ, როდესაც ბევრი ქვეყანა ხარჯავს მილიონებს კურორტების განსავითარებლად, ამსტერდამი ყველაფერს აკეთებს, რომ ქვეყანაში ნაკლები ტურისტი შევიდეს. ამსტერდამის ადგილობრივი მო-

სახლეობა ჩივის, რომ მათ ქალაქში ძალიან ბევრი მოგზაური ჩადის: ქუჩებში ძალიან ბევრი ადამიანთა ჯგუფი დადის, კაფეები და რესტორნები გადაჭედილია, შეუძლებელია ბინისა და ოთახის დაქირავება, ხოლო გზებზე გაუთავებელი საცობებია. ნიდერლანდების ხელისუფლებამ დაიკავა მოქალაქეთა მხარე, ამიტომ გადაწყვიტა ტურისტული ნაკადების შემცირება.

ქალაქის ხელისუფლებამ შემოიღო ოფიციალური აკრძალვა... ახალი ოტელების აშენებაზე. ახლა სასტუმრო რომ ააშენო, უნდა მიმართო სახელმწიფო ხელისუფლებას და ნებართვა მიიღო მხოლოდ სამ შემთხვევაში: რომ იქნება ეკოლოგიური, მდებარეობს ამსტერდამის გარეუბანში და დაიხურება ქალაქში რომელიმე ძველი ოტელი...

გარდა ამისა, ნიდერლანდებს სურს გაზარდოს ტურისტული გადასახადი: თუ ადრე მოგზაურები იხდიდნენ სასტუმროს ნომრის ღირებულების 7%, ახლა მოუწევთ 12,5% -ის გაღება. წესი ვრცელდება იმათზეც, ვინც ამსტერდამის პორტებში გემით ჩადის.

თუმცა ტუროპერატორები სთავაზობენ ახალ მიმართულებებს, მათ შორის ამსტერდამშიც, მიუხედავად ამისა, სულ უფრო მეტი ქვეყანა ზრდის ტურისტულ გადასახადებს. სულ ახლახან გახდა ცნობილი, რომ კუნძულ კაპრის ხელისუფლებამ გააორმაგა შესვლის ღირებულება ადგილობრივი მოსახლეობის მოთხოვნით: ისინი ძალიან უკმაყოფილო არიან იმიტომ, რომ არ შეუძლიათ მშვიდად იქირაონ საცხოვრისი, იმგზავრონ სამსახურამდე ბორნით, ტრანსპორტის გადატვირთვის გამო.

უშველის ეს გზა ტურისტების ნაკადების შემცირებას უცნობია. მაგრამ მთელი სიტუაციის დადებითი მხარე იმაში მდგომარეობს, რომ ხელისუფლება დგება ადგილობრივი მოსახლეობის მხარეს და მათ ცხოვრებას უფრო კომფორტულს აქცევს – ეს სასიამოვნოა და ადამიანური.

გარემოს დეგრადაციის ინტენსიურობა, სიდიდე და ხასიათი დამოკიდებულია გარემოზე განხორციელებულ ზეწოლაზე. დადებითი და უარყოფითი ეფექტების არსებობის გამო, შესაძლებელია დამატებით წარმოიშვას ხარჯი ან სარგებელი. დადებითი ეფექტია ტურიზმთან დაკავშირებული დარგებისგან. რომლებიც ხელს უწყობენ ეკონომიკურ განვითარებას და გაწეული დამატებითი მომსახურების შემოსავალი. უარყოფითი გარე ეფექტები არის დამატებითი ხარჯები, რომლებიც წარმოიშობა ველურ ბუნებაზე, საგზაო ქსელზე და ა.შ. მიყენებული ზიანის შედეგად. შესაბამისად, ტურიზმში არსებობს არა მარტო გაცხადებული ხარჯები, რომლებიც საერთოა ეკონომიკური საქმიანობისთვის, არამედ ფარული ხარჯებიც, რომლებიც განვითარებისთვის განსაკუთრებული სოციალურ-ეკონომიკური მნიშვნელობის ხელიდან გაშვებული შესაძლებლობებია [8].

ტურისტული მრეწველობის სპეციფიკა იმაში მდგომარეობს, რომ მისთვის პირველ რიგში საჭიროა შრომითი რესურსები, განსაკუთრებით ტურისტულ სეზონზე. მაგრამ, შრომითი რესურსები ასევე ესაჭიროება სოფლის მეურნეობას და სხვა დარგებს. ტურისტულ სააგენტოებს შეუძლია მიიზიდოს სამუშაო ძალის ნაკადი, რომლის წყარო სწორედ ამ დარგების საწარმოებია. „სეზონებს შორის“ პერი-

ოდში კი იქმნება პერსონალის სიჭარბე. თავის მხრივ, ტურიზმის განვითარება იწვევს ინფლაციის ზრდას, იზრდება ფასები პირველადი მოხმარების საგნებზე, კვების პროდუქტებზე, ტანსაცმელზე, ტრანსპორტზე, საცხოვრისზე და ა.შ. [9].

ტურიზმის განვითარებიდან მიღებულ გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების შესახებ ერთ-ერთი პირველი კვლევა ჩაატარა მექსიკელმა მეცნიერმა ჰექტორ სებალოს ლასკურაინმა [10], რომელიც ითვლება ეკოლოგიური ტურიზმის კონცეფციისა და პრინციპების ერთ-ერთ ფუძემდებლად. მისი აზრით, ასეთი ზემოქმედება იყოფა ორ ჯგუფად– პირდაპირი და ირიბი. პირდაპირი ზემოქმედება გამოწვეულია ტურისტების პირდაპირი აქტივობით და მათი არსებობით განხილულ ტერიტორიაზე. ირიბი ეფექტი დაკავშირებულია ინფრასტრუქტურასა და ტრანსპორტის საშუალებებთან, რომლებსაც ტურიზმში იყენებენ.

ტურისტულმა საქმიანობამ შეიძლება იმოქმედოს გარემოზე როგორც დადებითად, ისე უარყოფითად. ქვემოთ წარმოდგენილია ტურიზმის გარემოზე დადებითი და უარყოფითი ზეგავლენის, ტურისტული საქმიანობის ზოგიერთი სახეობის გარემოზე ზემოქმედების შედარებითი ანალიზი (სურ.); (ცხრ.).

გარემოზე ტურიზმის ძირითადი უარყოფითი ზემოქმედება

ბუნებრივ-რეკრეაციული ტურისტული საქმიანობის კვლევისას ბუნებრივ გარემოსა და ლანდშაფტზე ტურისტების ექსტრემალური დატვირთვის საკითხები უნდა ექვემდებარებოდეს ანალიზს სხვადასხვა მხრიდან, კერძოდ:

- ტურიზმის გავლენაზე გარემოს რეაქცია, ასევე ასეთი რეაქციის დონე და სისწრაფე;
- ტურისტებსა და ბუნების ელემენტებს შორის ურთიერთქმედება;
- ტურისტული დატვირთვების მიმართ გარემოს სტაბილურობის რაოდენობრივი პარამეტრები.

ტურიზმის ზემოქმედება მიმღები ტერიტორიების ეკოლოგიაზე

დადებითი	უარყოფითი
• გარემო პირობების გაუმჯობესებაში პირდაპირი ფინანსური შენატანი, მხარდაჭერა და განვითარება • ზემოქმედების შერბილება ეკოსისტემაზე (ეკოლოგიური სტანდარტების გათვალისწინებით) • მიწათსარგებლობის რაციონალიზაცია; • იშვიათი ეკოსისტემების დაცვა (გამტარუნარიანობის გათვალისწინებით)	• წყლის რესურსების აქტიური გამოყენება სასტუმროების, ტურისტების მიერ უშუალო (პირადი) გამოყენების უზრუნველსაყოფად • მიწების დეგრადაცია და გამოფიტვა ინფრასტრუქტურის მშენებლობის შედეგად • ჰაერის გაჭუჭყიანების გაზრდა საერთაშორისო ტურიზმის მიერ სხვადასხვა სახეობის ტრანსპორტის მომატების გამო • ენერგომოხმარების გაზრდა ტურისტული მრეწველობის ახალი ობიექტების ექსპლუატაციაში შეყვანის გამო

ტურიზმის განვითარების გავლენა ნიადაგზე სხვადასხვაგვარია. გარემოზე გავლენის ხარისხის შესაფასებლად საჭიროა აღინიშნოს, რომ ნიადაგის ჩამოყალიბების პროცესი ისეთი ნელია, რომ 2,5 სმ სისქის ნიადაგის შრის ფორმირებას დაახლოებით 500–1000 წელი სჭირდება [11]. შედეგად, ნიადაგის ეროზიამ შეიძლება გარემოსთვის გამოიწვიოს ხანგრძლივი უარყოფითი შედეგი.

ტურიზმმა შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს წყლის რესურსებზე. ზოგ შემთხვევაში ტურიზმი ნეგატიურ გავლენას ახდენს ველურ ცხოველებზე. მაგ., იშვიათი ფრინველების ნახვის სურვილის გამო, ტურისტები იჭრებიან მათი ბინადრობის ადგილებში. ცხოველები და ფრინველები, მომატებული შფოთვის გამო, იცვლიან ჩვეულებრივი არსებობის წესს, გაურბიან ტურისტული აქტივობის ადგილებს.

ტურიზმს შეუძლია უარყოფითი ზემოქმედება მოახდინოს სანიტარიული პირობების ცვლილებაზე. ეს განპირობებულია ტურისტების მიერ დაყრილი (დატოვებული) ნარჩენებით, რაც გავლენას ახდენს ნიადაგისა და წყალსატევების მდგომარეობაზე, აჭუჭყიანებს გრუნტის წყლებს, იწვევს დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოხვედრას ჰაერში და შეუძლია გავლენა იქონიოს ადგილობრივ მოსახლეობაზე. ყველა ზემოჩამოთვლილ ეფექტს შეუძლია ირიბი უარყოფითი გავლენა მოახდინოს ველურ ცხოველებზე, რომლებიც განსახილველ ტერიტორიებზე ბინადრობენ. მნიშვნელოვანია ნეგატიური გავლენის გათვალისწინება, რომელსაც ტურიზმი ახდენს თავის თავზე, რადგან ერთ-ერთი უარყოფითი შედეგი ბუნებრივ ტერიტორიებზე უკონტროლო ტურისტული საქმიანობისას შეიძლება აღმოჩნდეს ადგილობრივი ლანდშაფტების მიმზიდველობის შემცირება.

აუცილებელია აღინიშნოს, რომ თანამედროვე მასობრივი ტურიზმი უარყოფით გავლენას ახდენს არამარტო გარემოზე. ადგილებში, სადაც ხშირად ხვდებიან ტურისტები, წარმოიშობა სერიოზული სოციალურ-ეკონომიკური პრობლემები. ტურიზმი ადგილობრივ კულტურებს აქცევს მოხმარების საგ-

ნებად. რელიგიური, ტრადიციული ეთნიკური წეს-ჩვეულებები და ფესტივალები ადაპტირებულია, რომ შეესაბამებოდეს ტურისტების მოლოდინს. ზოგ ქვეყანაში ტურისტები უგულებელყოფენ არსებულ ტრადიციებს, მორალურ ღირებულებებს და ნორმებს [12;13].

თანამედროვე ტურიზმი იწვევს სხვადასხვა სოციალურ-კულტურული და ეკოლოგიური პრობლემის წარმოშობასა და გამწვავებას. **ამის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა მიღებულ იქნეს სხვადასხვა ზომა. ზომების პირველი ჯგუფი დაკავშირებულია ტურისტების ქცევის რეგულირებასთან.** ეროზიისა და ნიადაგის ჩარეცხვის, ასევე ნაგვის დაგროვების თავიდან აცილების მიზნით აუცილებელია ნაკრძალებში ეკოლოგიური ბილიკებისა და მარშრუტების რაოდენობის შემცირება. საჭიროა ტურისტების გაფრთხილება, რომ იმოძრაონ ბილიკებით, გვერდი აუარონ უბნებს, რომელზეც არ ვრცელდება ადამიანის გავლენა. მხოლოდ სპეციალურად მოწყობილ ადგილებში უნდა იყოს ნებადართული კოცონის დანთება და კარვების ბანაკის გაშლა. აღნიშვნის გარეშე დარჩენილ გზებზე მოძრაობა უნდა შეიზღუდოს. ტურისტებმა, რომლებიც ცხოველებს კვებავენ, უნდა გაითვალისწინონ შემთხვევები, როცა ცხოველები კარგავენ დამოუკიდებლად საკვების მოპოვების უნარს.

ზომების მიღების მეორე ჯგუფი მიმართულია უსაფრთხოებისა და სტანდარტების წესების დაცვაზე, ტურიზმის სფეროს საწარმოების მიერ. ადგილებში, სადაც შენარჩუნებულია ბუნებრივი მცენარეულობა, უნდა აიკრძალოს ტურისტული ობიექტების მშენებლობა. ტურის მონაწილეთა მიერ დატოვებული ნაგვის რაოდენობის შესამცირებლად საჭიროა კონტეინერების განლაგება ნარჩენების შესაგროვებლად მარშრუტებისა და პარკინგების გასწვრივ, რომელთა გატანა სისტემატურად უნდა ხდებოდეს სპეციალური სამსახურების მიერ. უცხოურ პრაქტიკაში დიდი ყურადღება ექცევა დახარისხებული ნარჩენების შეგროვებას, ამავე დროს ორგანული ნარჩენები შეიძლება გადამუშავების შემდეგ გამოყენებულ იქნეს სასუქად.

ყველა პირი, რომელიც მონაწილეობს ბუნებისდაცვით ტურებში – ადმინისტრატორები, ტურისტული სააგენტოების თანამშრომლები, მომსახურე პერსონალი და თვით ტურისტები პასუხისმგებლობით უნდა მოექცნენ სანიტარიული ნორმებისა და წესების დაცვას.

ზომების მესამე ჯგუფი განეკუთვნება ტურისტულ-რეკრეაციული სპეციალიზაციის ტერიტორიის მართვის ორგანოების ქმედებებს. აუცილებელია სისტემური საგანმანათლებლო მუშაობა საზოგადოებასა და ეკოლოგებთან, რათა განემარტოთ ბუნებრივ გარემოზე ტურიზმის ძირითადი უარყოფითი გავლენა. მაგ., შეიძლება დაურიგდეთ ბროშურები/ბუკლეტები იმის შესახებ, თუ როგორ შეიძლება შემცირდეს ბუნებაზე უარყოფითი გავლენა.

დასკვნა

ამრიგად, ტურიზმის განვითარებას თან ახლავს როგორც დადებითი გავლენა ეკონომიკურ და სოციალურ მაჩვენებლებზე, ისე უარყოფითიც. ძირითადი დადებითი ეფექტია მოსახლეობის დასაქმებისა და შემოსავლების გაზრდა, უარყოფითი ზემოქმედება – ფასების მომატება საქონელზე, მომსახურებაზე, უძრავ ქონებაზე, რაც, თავის მხრივ, იწვევს სოციალურ პრობლემებს და უხერხულობას ადგი-

ლობრივი მოსახლეობისთვის. გარემოზე ტურიზმის უარყოფითი გავლენის მაქსიმალური შემცირება მიიღწევა საკურორტო-რეკრეაციული ტერიტორიების ეფექტიანი მართვის, ბუნებრივი გარემოს მონიტორინგისა და მდგრადი განვითარების პრინციპების დაცვის საშუალებით.

ლიტერატურა

1. Alam, M. S., & Paramati, S. R. (2016). The impact of tourism on income inequality in developing economies: Does Kuznets curve hypothesis exist? *Annals of Tourism Research, 61*, 111–126. https://doi.org/10.1016/j.annals.2016.09.008IDEAS/RePEc+1Griffith Research Repository+1
2. Brida, J. G., Cortés-Jiménez, I., & Pulina, M. (2016). Has the tourism-led growth hypothesis been validated? A literature review. *Current Issues in Tourism, 19* (5), 394–430. https://doi.org/10.1080/13683500.2013.868414crenos.unica.it+3IDEAS/RePEc+3Taylor & Francis Online+3
3. Al-Mulali, U., Fereidouni, H. G., & Mohammed, A. H. (2014). The effect of tourism arrival on CO_2 emissions from transportation sector. *Anatolia: An International Journal of Tourism and Hospitality Research, 26*, 230–243.
4. Bouzahzah, M., & El Menyari, Y. (2013). International tourism and economic growth: The case of Morocco and Tunisia. *Journal of North African Studies, 18* (4), 592–607.
5. Azam, M., Alam, M. M., & Hafeez, M. H. (2018). Effect of tourism on environmental pollution: Further evidence from Malaysia, Singapore, and Thailand. *Journal of Cleaner Production, 190*, 330–338. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.168bepress+1Astrophysics Data System+1
6. Lyubarskaya, M. A., & Lyubarskij, A. N. (2016). Economic aspects of tourism development in Russia. *Economics. Law. Innovations, 2*, 12–16.
7. Rukhadze, N. (2024, August 1). Classical tourism countries have turned away tourists. *Republic of Georgia*, 89, 8.
8. Devadze, A., & Grzelishvili, N. (2012). Tourism in Georgia: Situation, problems, perspectives. *Monograph*, 272. Tbilisi.
9. Grzelishvili, N. (2012). Labor resource planning in the tourism sector. *Law and Economics, 4*, 70–76. Tbilisi.
10. Ceballos Lascuráin, H. (1996). *Tourism, ecotourism, and protected areas: The state of nature-based tourism around the world and guidelines for its development*. Island Press.
11. Black Sea Cross-Border Cooperation Programme. (2021). Soil participants booklet. Retrieved from https://blacksea-cbc.net/wp-content/uploads/2021/11/BSB142_BioLEARN_6b_Soil_Participants-Booklet_GE.pdf:contentReference[oaicite:44]{index=44}
12. Grzelishvili, N., & Kvaratskhelia, L. (2023). Perspective of rational use of recreational resources in Georgia. *International Scientific-Practical Journal "Business and Legislation", 1*, 13–70.
13. Grzelishvili, N., & Kvaratskhelia, L. (2022). Tourist-recreational resources (Part One). *Publisher "Mtsignobari"*, 244. Tbilisi.

UDC 338.48
SCOPUS CODE 1409
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-103-113

Aspects of Assessing the Positive and Negative Impacts of Tourism

Nodar Grzelishvili I. Jordania Georgian Center for the Study of Productive Forces and Natural Resources, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69[a], M. Kostava str.
E-mail: regioni.ge@yahoo.com

Laura Kvaratskhelia I. Jordania Georgian Center for the Study of Productive Forces and Natural Resources, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69[a], M. Kostava str.
E-mail: kvlaura@mail.ru

Reviewers:

N. Chitanava, Doctor of Economic Sciences ,Academician of the Academy of Agricultural Sciences, GTU
E-mail: n.chitanava@gtu.ge

I. Archvadze, Chief Specialist, Professor at the Central European University I. Jordania Georgian Center for the Study of Productive Forces and Natural Resources, GTU
E-mail: daswreba@yahoo.com

Abstract. The article is devoted to the analysis and assessment of the positive and negative effects of tourism development that accompany it. This sphere of services has a significant impact on the ecological environment and socio-economic development of the receiving territories.

The article analyzes the main positive and negative consequences of tourism, both on the environment of the regions, and on socio-economic indicators of impact. The impact of tourism on the environment is discussed. Based on the conducted studies, specific recommendations are presented in the form of a conclusion, the implementation of which can reduce the negative consequences of tourist and recreational activities. The main content of these recommendations lies in the effective management of resort and recreational areas, regulation of tourist behavior, compliance with sanitary norms and rules by participants in the tourist and recreational services market.

Keywords: Destination; environment; environment; host area tourism; negative consequences; recreation; socio-economic impact; sustainable development.

განხილვის თარიღი 10.02.2025
შემოსვლის თარიღი 21.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 658: 330.3
SCOPUS CODE 1410
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-114-122

სოციალური და მწვანე ბიზნესების გამოწვევები საქართველოში

ხათუნა ხარხელაური ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: kh.kharkhelauri@gtu.ge

ნინო ძნელაძე ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: dzneladze.nino22@gtu.ge

საბა წიკლაური ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: tsiklauri.saba21@gtu.ge

რეცენზენტები:

ბ. გოდერძიშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებულ პროფესორი
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge

ნ. მაზიაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: n.maziasvili11@gtu.ge

ანოტაცია. თანამედროვე მსოფლიო ეკონომიკა სულ უფრო მეტად ფოკუსირდება მდგრად განვითარებაზე, რაც სოციალური და ეკოლოგიური პასუხისმგებლობის მქონე ბიზნესებს წამყვან პოზიციებზე აყენებს. საქართველოში ბოლო წლებში აქტიურად იზრდება ინტერესი როგორც სოციალური, ისე მწვანე ბიზნესების მიმართ. თუმცა, მათი განვითარებისთვის მნიშვნელოვანია შესაბამისი გარემოს არსებობა. განვითარებული ქვეყნებისგან განსხვავებით, საქართველოში აღნიშნული მოდელები ჯერ კიდევ განვითარების ადრეულ ეტაპზეა და საჭიროებს საკანონმდებლო, ფინანსურ და საგანმანათლებლო მხარდაჭერას.

მწვანე და სოციალური ბიზნესების განვითარება გულისხმობს ისეთი ეკონომიკური მოდელების შექმნას, რომლებიც გარემოს დაცვასა და მდგრად განვითარებას ემსახურებიან. ეს მოიცავს ინოვაციური პროდუქტებისა და სერვისების შექმნას, რომლებიც კლიმატის ცვლილებებისა და გარემოს დაბინძურების პრობლემებს ამცირებენ.

სტატიაში განვიხილეთ მდგრადი განვითარების კონცეფცია, რომელიც ასევე ცნობილია როგორც „Triple Bottom Line“ მიდგომა. მწვანე ბიზნესები

ხშირად იყენებენ 3P მოდელს (ადამიანი, პლანეტა და მოგება), რაც გულისხმობს არა მხოლოდ ფინანსური სარგებლის მიღებას, არამედ გარემოსა და საზოგადოების კეთილდღეობაზე ზრუნვას. მაგალითად, კომპანიები, რომლებიც ნარჩენების გადამუშავებასა და განახლებადი ენერგიის გამოყენებაზე აკეთებენ აქცენტს, მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ეკოლოგიური პრობლემების შემცირებაში.

სტატიაში განვიხილეთ რამდენიმე სხვადასხვა ტიპის მდგრადი ბიზნესმოდელი, რომლებსაც კომპანიები იყენებენ საზოგადოებასა და გარმოზე დადებითი გავლენის მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: მდგრადი განვითარების კონცეფცია; მწვანე ბიზნესი; „Triple Bottom Line“ Model.

შესავალი

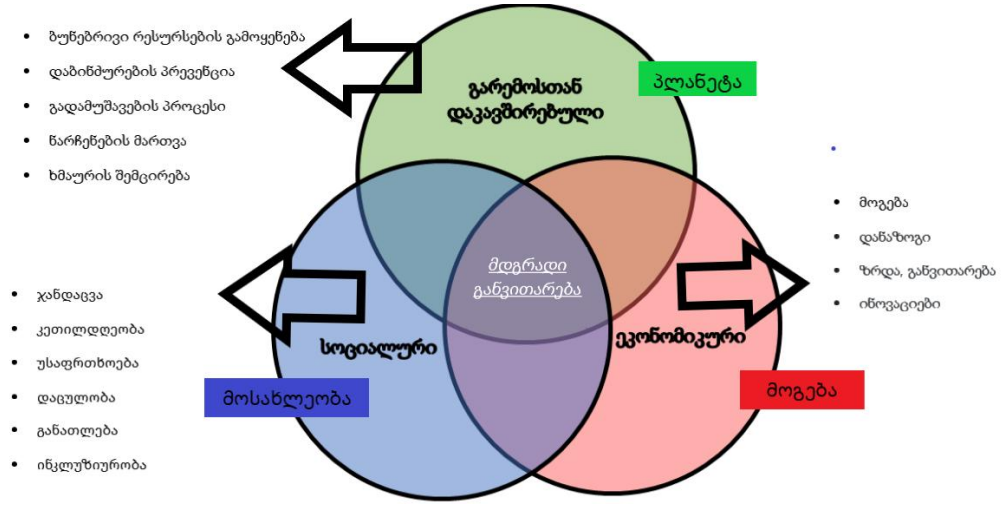
სოციალური ბიზნესი პირველ რიგში საზოგადოებრივ სარგებელზეა ორიენტირებული. მას შეუძლია შეიმუშაოს ისეთი მდგრადი ბიზნესმოდელი, რომელიც გააერთიანებს ფინანსურ სიცოცხლისუნარიანობასა და სოციალურ მისიას. მწვანე ბიზნესი კი ეკოლოგიური პასუხისმგებლობის მატარებელია და ცდილობს გარემოზე ზემოქმედების შემცირებას — იქნება ეს დაბინძურების კონტროლი, საწარმოო ნარჩენების მართვა თუ ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება.

მსოფლიოში ამ ორი მიმართულებისადმი ყურადღება მნიშვნელოვნად გაიზარდა. განვითარებული ქვეყნები აქტიურად ქმნიან ინოვაციურ პოლიტიკასა და სტიმულების მექანიზმებს ამ სფეროში ჩართული კომპანიებისთვის. ორივე სფერო მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ გლობალური მიზნების მიღწევისთვის (მაგ. გაეროს მდგრადი განვითარების მიზნები), არამედ ქვეყნის შიდა ეკონომიკური და სოციალური სტაბილურობისთვის.

ძირითადი ნაწილი

“მდგრადი ბიზნესმოდელი” არის ბიზნესის კეთების კონცეფცია, რომელიც ქმნის სარგებელს არა მარტო მისი მფლობელის, არამედ ყველა მონაწილისთვის. იგი შექმნილია იმისათვის, რომ დააბალანსოს კომპანიის მომგებიანობა გარემოზე ზემოქმედებასა და სოციალურ პასუხისმგებლობასთან. „მდგრადი ბიზნესმოდელები“ განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებენ გრძელვადიანი სარგებლის შექმნას, პლანეტასა და საზოგადოებაზე უარყოფითი ზემოქმედების მინიმუმამდე შემცირებას. „მდგრადი ბიზნესმოდელების“ გაგება მოითხოვს აზროვნების შეცვლას. ეს არის იმის აღიარება, რომ მომგებიანობა და მდგრადობა არ არის ერთმანეთის გამომრიცხავი, არამედ ისინი ავსებენ ერთმანეთს. მომგებიანობა უზრუნველყოფს ბიზნესის ფუნქციონირებას და კონკურენტუნარიანობას, ხოლო მდგრადობა – მის გამძლეობასა და შესაბამისობას სულ უფრო მეტად ეკოლოგიურად პასუხისმგებლიან სამყაროში.

დიაგრამა: მდგრადი განვითარების კონცეფცია



წყარო: [3].

ბიზნესის მდგრადობა ეფუძნება სამ ე.წ საყრდენს: ეკონომიკურ სიცოცხლისუნარიანობას, სოციალურ თანასწორობასა და გარემოსდაცვით პასუხისმგებლობას, რომლებიც ქმნიან მდგრადი ბიზნესმოდელების საფუძველს. თითოეულ საყრდენს აქვს თავისი მნიშვნელობა და ურთიერთდაკავშირებულია სხვებთან, რაც ქმნის მყარ სტრუქტურას ბიზნესისთვის, რომელსაც სურს მიაღწიოს წარმატებას დღევანდელ მუდმივად განვითარებად და ცვალებად ბაზრის ლანდშაფტში.

ის ასევე ცნობილია როგორც „Triple Bottom Line“ მიდგომა (სამმხრივი ფუნდამენტური მიმართულება), რომელიც მოიცავს:

- *ხალხს* – სამართლიანი მოპყრობა თანამშრომლების, მომხმარებლებისა და თემების მიმართ.
- *პლანეტას* – გარემოზე ზემოქმედების მინიმიზაცია ნარჩენების, გამონაბოლქვის/დაბინძურების და რესურსების გამოყენების შემცირებით.
- *მოგებას* – გონივრული მოგების მიღება იმის უზრუნველსაყოფად, რომ ბიზნესმა შეძლოს მდგრადი ფუნქციონირების გაგრძელება გრძელვადიან პერსპექტივაში.

რატომ არის ბიზნესის მდგრადობა ასე მნიშვნელოვანი? ბიზნესი, რომელიც ახორციელებს მდგრადი განვითარების სტრატეგიას, ხშირად იღებს ისეთ სარგებელს, როგორიცაა: უკეთესი ბრენდის რეპუტაცია, ხარჯების ეკონომია, მეტი ინოვაცია, კმაყოფილი თანამშრომლები.

დღეისათვის ცნობილია არაერთი მდგრადი ბიზნესმოდელი, რომლის დანერგვითაც კომპანიებმა მნიშვნელოვან წარმატებებს მიაღწიეს. მაგალითად:

1. **რეგენერაციული სოფლის მეურნეობის მოდელი,**[1] არის მიდგომა, რომელიც მიზნად ისახავს ეკოსისტემების აღდგენას და მდგრადი სოფლის მეურნეობის განვითარებას. ეს მოდელი ფოკუსირებულია ნიადაგის მოსავლიანობის პოტენციალის აღდგენასა და შენარჩუნებაზე, ბიომრავალფეროვნების გაზრდასა და კლიმატის ცვლილების ზემოქმედების შემცირებაზე. იგი გულისხმობს სოფლის მეურნეობის პროდუქტების წარმოებას ისე, რომ ზიანი არ მიაყენოს ბუნებრივ გარემოს.

ამ მოდელის მთავარი პრინციპებია:

- ნიადაგის მდგომარეობის გაჯანსაღება: ორგანული ნივთიერებების გაზრდა, ნიადაგის ბიომრავალფეროვნების გაძლიერება და ეროზიის პრევენცია.
- მინიმალური ჩარევა: ნიადაგის დამუშავების შემცირება ან საერთოდ თავიდან აცილება, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის სტრუქტურის შენარჩუნებას.
- მუდმივი მცენარეული საფარი: ნიადაგის დაცვა ეროზიისგან და ორგანული ნივთიერებების შენარჩუნება.
- მრავალფეროვანი კულტურები: კულტურების როტაცია და მრავალფეროვანი მცენარეების გამოყენება, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის მდგრადობას.
- მოსავლის ნარჩენების დატოვება მინდორში: რადგან ისინი ორგანული ნივთიერებების და ენერგიის წყაროა შემდგომი მცენარეებისთვის.
- ცხოველების ჩართვა სასოფლო-სამეურნეო პროცესებში, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდას.

სარგებელი, რომელიც აღნიშნული მოდელის განხორციელებას ახლავს:

- ნიადაგის, წყლისა და ჰაერის რესურსების გაუმჯობესება და ეფექტური გამოყენება.
- ნახშირბადის შემცირება, მისი შენახვა ნიადაგში, რაც ამცირებს სათბურის გაზების ემისიას.
- ეკოსისტემების აღდგენა, ბუნებრივი რესურსების გამოყენების ეფექტიანობის გაუმჯობესება მათი ამოწურვის ნაცვლად.
- ბიომრავალფეროვნების გაზრდა და ბუნებრივი პროცესების გაძლიერება.

რეგენერაციული სოფლის მეურნეობის მოდელი არა მხოლოდ გარემოსთვისაა სასარგებლო, არამედ ფერმერებისთვისაც, რადგან ის ამცირებს ხარჯებს და ზრდის მოსავლიანობას გრძელვადიან პერსპექტივაში.

2. **სოციალური საწარმოს მოდელი** გულისხმობს ბიზნესსტრუქტურას, რომლის მთავარი მიზანი არის სოციალური, გარემოსდაცვითი ან საზოგადოებრივი გამოწვევების გადაწყვეტა და არა მხოლოდ ფინანსური მოგების მიღება. ეს მოდელი ცდილობს ბალანსი შეინარჩუნოს კომერციულ საქმიანობასა და სოციალურ პასუხისმგებლობას შორის.

მისი ძირითადი მახასიათებლებია:

- სოციალური მიზანი: საწარმოს მთავარი მიზანია გარკვეული სოციალური პრობლემის მოგ-

[1] Regenerative Agriculture Model: Healing the Earth

ვარება, მაგალითად, სიღარიბის შემცირება, განათლების ხელშეწყობა ან გარემოს დაცვა.

- სერვისების/პროდუქტების გაყიდვა: როგორც სხვა ბიზნესი, სოციალური საწარმოები ქმნიან პროდუქტებს ან სერვისებს, რომლებიც მომხმარებლებისთვის ღირებულია.
- შემოსავლის გადანაწილება: მიღებული შემოსავალი ძირითადად გამოიყენება საწარმოს მიზნების განხორციელებისთვის და არა კერძო სარგებლობისთვის.
- ინკლუზიურობა: ხშირად სოციალური საწარმოები ხელს უწყობენ მოწყვლადი ჯგუფების დასაქმებას ან მათთვის სპეციალური სერვისების შეთავაზებას.

სოციალური საწარმოების მოდელი ხშირად არის ინოვაციური და ხელს უწყობს მდგრადი განვითარების მიზნების განხორციელებას.

3. განახლებადი ენერგიის მოდელი: მომავლის ენერგია

განახლებადი ენერგიის მოდელი, რომელიც ხშირად მოიხსენიება როგორც "მომავლის ენერგია", გულისხმობს ენერგიის წარმოებას ისეთი წყაროებიდან, რომლებიც ბუნებრივად აღდგება და ამოუწურავია. ეს მოიცავს მზის, ქარის, ჰიდროენერგიის, გეოთერმული და ბიომასის ენერგიის გამოყენებას.

მისი ძირითადი მახასიათებლებია:

- ეკოლოგიური სისუფთავე: განახლებადი ენერგიის წყაროები არ წარმოქმნის სათბურის გაზებს და ამცირებს გარემოზე ზემოქმედებას.
- მდგრადობა: ენერგიის ეს წყაროები ამოუწურავია და მათი გამოყენება არ ამცირებს ბუნებრივ რესურსებს.
- ენერგეტიკული უსაფრთხოება: განახლებადი ენერგია ამცირებს დამოკიდებულებას წიაღისეულ საწვავზე და უზრუნველყოფს ენერგიის სტაბილურ მიწოდებას.

4. **ნარჩენების შემცირების მოდელი[2],** არის ინოვაციური მიდგომა, რომელიც მიზნად ისახავს ნარჩენების შემცირებასა და მათ რესურსებად გარდაქმნას. ეს მოდელი ეფუძნება ცირკულარული ეკონომიკის პრინციპებს, რაც გულისხმობს რესურსების მაქსიმალურად გამოყენებას, გადამუშავებას და ხელახლა გამოყენებას, რათა შემცირდეს ნარჩენების რაოდენობა და გარემოზე ზემოქმედება. კომპანიები იყენებენ ნარჩენებს, როგორც ნედლეულს ახალი პროდუქტების შესაქმნელად. მაგალითად, Bio-bean გარდაქმნის ყავის ნარჩენებს ბიოენერგიად.

მისი ძირითადი მახასიათებლებია:

- ნარჩენების სორტირება და გადამუშავება: მოწინავე ტექნოლოგიების, როგორიცაა მაგალითად ხელოვნური ინტელექტი, გამოყენება ნარჩენების სორტირებისთვის და გადამუშავების ეფექტურობის გასაზრდელად. მათი გამოყენება ახალი პროდუქტების შესაქმნელად, რაც ამცირებს ნარჩენების რაოდენობას და რესურსების გამოყენებას.
- ნარჩენების ენერგიად გარდაქმნა: ტექნოლოგიები, როგორიცაა მაგალითად, ბიოგაზის ან ელექტროენერგიის წარმოება ორგანული ნარ-

[2] Transforming Trash -(Waste-to-Value)

ჩენებიდან, რაც ამცირებს წიაღისეული საწვავის გამოყენებას.

- ორგანული ნარჩენების კომპოსტირება: საკვების ნარჩენებისა და ორგანული მასალების კომპოსტირება, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის გამდიდრებას და ურბანული სოფლის მეურნეობის განვითარებას.
- ინოვაციური ტექნოლოგიები: ახალი ტექნოლოგიების გამოყენება, როგორიცაა პლასტმასის მოლეკულურ დონეზე დაშლა ან ნარჩენების ქიმიური კომპონენტების გამოყოფა.
- ეკონომიკური სარგებელი: ნარჩენებისგან მიღებული პროდუქტები შეიძლება იყოს ეკონომიკურად მომგებიანი და ხელს უწყობდეს მდგრადი განვითარების მიზნების მიღწევას.
- საზოგადოების ჩართულობა: მოსახლეობის განათლება და ჩართულობა ნარჩენების მართვის პროცესში, რაც ხელს უწყობს გადამუშავების მაჩვენებლის გაუმჯობესებას.

ეს მოდელი არა მხოლოდ გარემოს დაცვას უწყობს ხელს, არამედ ეკონომიკურ სარგებელსაც ქმნის, რადგან ნარჩენები რესურსებად გარდაიქმნება.

საქართველოში მწვანე და სოციალური ბიზნესების განვითარება ჯერ კიდევ საწყის სტადიაზეა. მიუხედავად იმისა, რომ არ არსებობს სპეციალური სტატუსი ასეთი ტიპის კომპანიებისთვის, არსებობს რამდენიმე უნივერსალური ინსტრუმენტი, რომლებითაც მათ შეიძლება ისარგებლონ [2].

- **საკანონმდებლო და სტრუქტურული ჩარჩო:** მოქმედი რეგულაციები მცირე და საშუალო ბიზნესებს უჭერს მხარს, თუმცა არ განასხვავებენ სოციალურ ან ეკომიმართულ საწარმოებს.
- **ფინანსური მექანიზმები:** არსებობს პროგრამები, როგორიცაა "აწარმოე საქართველოში", "სტარტაპ საქართველოს" და დონორული გრანტები (მაგალითად, ევროკავშირის ENPARD), თუმცა მათი მიმართულება ხშირად არ არის მკაფიოდ მიახლოებული სოციალურ ან ეკოლოგიურ საწარმოებთან.
- **განათლება და მენტორობა:** მცირე რაოდენობით, მაგრამ მაინც ვითარდება სტარტაპ აქსელერატორები, რომლებიც სოციალურ მეწარმეობას ხელს უწყობენ. ერთ-ერთი პოზიტიური მაგალითია Impact Hub Tbilisi.
- **საზოგადოების განწყობა:** ახალგაზრდობის ნაწილში მზარდია ინტერესი მდგრადი ცხოვრების წესის, გარემოს დაცვისა და სოციალური სამართლიანობის მიმართ, რაც პოზიტიურ ტენდენციად უნდა შეფასდეს.

საქართველოში უკვე არსებობს რამდენიმე წარმატებული სოციალური და მწვანე ინიციატივა, რომლებიც სხვა სტარტაპებისთვის შთაგონებად შეიძლება იქცეს:

1. **„დადე კაფე"** – სოციალურად მოწყვლადი ჯგუფების დასაქმების ხელშეწყობა და საზოგადოებრივი სივრცის ეკოლოგიური მართვა.
2. **„ეფექტი"** – ეკომეგობრული შეფუთვების მწარმოებელი, რომელიც ნარჩენების შემცირებაზეა ორიენტირებული;
3. **„რიჩკიდსი"** – სოციალურად დაუცველი ბავშვებისათვის საგანმანათლებლო და პროფესიული განვითარების ხელშეწყობა;
4. **თანამშრომლობა ადგილობრივ თვითმმართველობებთან** – გარკვეულ რეგიონებში დაიწყო

კომპოსტირების პროექტები და ეკოლოგიური სოფლების კონცეფციების განვითარება.

მიუხედავად იმისა, რომ მზარდია ინტერესი, ქართული მწვანე და სოციალური მეწარმეობის განვითარებას სერიოზული გამოწვევები ახლავს:

1. **სპეციფიკური სტატუსის არარსებობა** – რაც აფერხებს წვდომას საგადასახადო შეღავათებსა და გრანტებზე.
2. **დაფინანსების შეზღუდულობა** – ინვესტორების მხრიდან ჯერ კიდევ სიფრთხილეა მსგავსი ბიზნესების მიმართ.
3. **სისტემური ცოდნის ნაკლებობა** – მეწარმეების უმეტესობას არ აქვს სრულყოფილი ცოდნა სოციალურ ან ეკომოდელების შესახებ.
4. **განსხვავებული კულტურული მოლოდინები** – ქართულ საზოგადოებაში ბიზნესი ჯერ კიდევ ხშირად ასოცირდება მოგებაზე ორიენტირებულ სტრუქტურებთან, რაც ართულებს სოცეკომოდელების გაგებას.

დასკვნა

საქართველოში სოციალური და მწვანე ბიზნესების განვითარების პოტენციალი თვალსაჩინოა, განსაკუთრებით ახალგაზრდებში მზარდი ინტერესის, გლობალური ტენდენციებისადმი ღიაობისა და ადგილობრივი ინიციატივების გააქტიურების ფონზე. თუმცა, სექტორის წინსვლა კვლავ შეზღუდულია სამართლებრივი გაურკვევლობის, ფინანსური წახალისების ნაკლებობისა და სისტემური მხარდაჭერის არქონის გამო.

მდგრადი განვითარების გზაზე სოციალური და მწვანე მეწარმეობა შეიძლება იქცეს გარდამტეხ ძალად, რომელიც აერთიანებს ეკონომიკურ ზრდას, გარემოს დაცვას და სოციალურ ჩართულობას. ამისათვის აუცილებელია, რომ სახელმწიფომ, აკადემიურმა წრეებმა, კერძო სექტორმა და საზოგადოებრივმა ორგანიზაციებმა იმოქმედონ ერთიანი, ინტეგრირებული ხედვით.

ლიტერატურა

1. Chechelashvili, M., & Kharkhelauri, K. (2023). Changing macroeconomics due to the "trust" component. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, *103*, 9–14. https://doi.org/10.5281/zenodo.7687797
2. Chechelashvili, M., Chikviladze, N., Iashvili, I., Kajaia, T., Kharkhelauri, K., & Malania, E. (2024). Creation of a strategically oriented social responsibility management system in a Georgian organization. *Qubahan Academic Journal*, *4*(3), 694–697. https://doi.org/10.48161/qaj.v4n3a246
3. Sabatini, R., & Gardi, A. (2023, September 15). Sustainable aviation technology and operations: Research and innovation perspectives. https://doi.org/10.1002/9781118932599
4. Yunus, M. (2008). Creating a world without poverty. *Global Urban Development*, *4*(2). https://www.globalurban.org/GUDMag08Vol4Iss2/Yunus.pdf
5. Schaltegger, S., Hansen, E. G., & Lüdeke-Freund, F. (2016). Business models for sustainability: Origins, present research, and future avenues. https://doi.org/10.1177/1086026615599806

6. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *Green entrepreneurship: Eco-innovation for sustainable development*. https://one.oecd.org/document/CFE/SME(2011)9/FINAL/en/pdf
7. United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. https://sdgs.un.org/2030agenda
8. UNDP Georgia. (2020). *Supporting social enterprises in Georgia: Assessment and strategic recommendations*. https://www.undp.org/georgia
9. Datuashvili, E. (2020). *Social entrepreneurship in Georgia: A review of Georgian practice*. Georgian Center for Strategic Studies and Development. https://civilin.org/wp-content/uploads/2021/08/Social_Enterprise_geo.pdf
10. Guruli, N. (2020). *Social entrepreneurship in Georgia: Legal and institutional barriers*. Georgian Institute of Policy (GIP), *Policy Review*, No. 18. https://gip.ge
11. EU4Environment Initiative. (2021). *SME policy index: Eastern Partnership countries 2020*. https://www.eu4environment.org/ka/sme-policy-index-eastern-partner-countries-2020/

UDC 658: 330.3
SCOPUS CODE 1410
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-114-122

Challenges of Social and Green Businesses in Georgia

Khatuna Kharkhelauri Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: kh.kharkhelauri@gtu.ge

Nino Dzneladze Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: dzneladze.nino22@gtu.ge

Saba Tsiklauri Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: tsiklauri.saba21@gtu.ge

Reviewers:

B. Goderdzishvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge
N. Maziashvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: n.maziasvili11@gtu.ge

Abstract. The modern world economy is increasingly focusing on sustainable development, which puts businesses with social and ecological responsibility in a leading position. In Georgia, interest in both social and green

businesses has been actively growing in recent years. However, the existence of an appropriate environment is important for their development. Unlike developed countries, in Georgia, these models are still at an early stage of development and require legislative, financial and educational support.

The development of green and social businesses involves the creation of economic models that serve environmental protection and sustainable development. This includes creating innovative products and services that reduce the problems of climate change and environmental pollution.

In this article, we discussed the concept of sustainable development, also known as the "Triple Bottom Line" approach. Green businesses often use the 3P model (People, Planet, and Profit), which involves not only obtaining financial benefits, but also caring for the well-being of the environment and society. For example, companies that focus on recycling waste and using renewable energy play an important role in reducing environmental problems.

In this article, we discussed several different types of sustainable business models that companies use to have a positive impact on society and the environment.

Keywords: Green Business; Sustainable Development Concept; „Triple Bottom Line" Model.

განხილვის თარიღი 25.03.2025
შემოსვლის თარიღი 16.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 669.2/.8
SCOPUS CODE 1601
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-123-133

ცანის არსენოპირიტული მადნის ჟანგვითი გამოტუტვის შედეგად მიღებული ტუტე ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის ელექტროკრისტალიზაცია და პროცესის მალიმიტირებელი პარამეტრების შემუშავება

თამარ წილოსანი ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: tsilosanitamari04@gtu.ge

თამარ ცერცვაძე ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: tamartsercvadze@gtu.ge

თამაზ ბუჩუკური ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: t.buchukuri@gtu.ge

ნატა კანთელაძე ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 71
E-mail: n.kanteladze@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ლეჟავა, თსუ-ის რაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი. მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი
E-mail: tinsaemili@yahoo.com

მ. დონაძე, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი. თსუ-ის რაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი
E-mail: m.donadze@gtu.ge

ანოტაცია. ელექტროქიმიური მეთოდით ელემენტური დარიშხანის მისაღებად საჭიროა ელექტროლიზის ისეთი პირობების შერჩევა, რომლის დროსაც მიიღება მაღალი დენით გამოსავლის, გამორჩეულად თხელი ფენის მქონე დარიშხანი.

სტატიაში განხილულია საქართველოში, სვანეთში, ლენტეხის მუნიციპალიტეტში, ცანაში არსებული არსენოპირიტული მადნის ჟანგვითი გამოტუტვის შედეგად მიღებული ტუტე ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის ელექტროკრისტალიზა-

ციის პროცესი. დადგინდა პროცესზე მოქმედი პარამეტრები და მათი ოპტიმალური მნიშვნელობები.

საცნობარო ნაშრომებში კათოდად ვერცხლის-წყალს იყენებენ, რომელზეც დარიშხანი ფხვნილის სახით გამოიყენება. ის არ რეაგირებს ვერცხლის-წყალთან, ადვილად იფილტრება, მაგრამ მისი ნაკლი არის ის, რომ სამრეწველო მასშტაბებში ვერცხლისწყლის კათოდს არ იყენებენ. გარდა ამისა, ელექტროლიტში სპილენძის, ნიკელისა და ანთიმონის იონების ასრებობა ხსნარში გამოყოფილ დარიშხანს აბინძურებს. პროცესის სამრეწველო მასშტაბით განსახორციელებლად კათოდად გამოყენებული უნდა იყოს რომელიმე ვენტილური ლითონი, მაგალითად ტიტანი. იგი რენტაბელურია როგორც წინასწარი დამუშავების გარეშე, ისე ტიტანის ოქსიდით ან ნიტრიდით დამუშავების შემთხვევაში. ასევე ყურადსაღებია საანოდე მასალაც. ძირითადად გამოიყენება ნიკელის, პლატინის ან ორტას ელექტროდი.

თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების შედეგად შევისწავლეთ ცანის არსენოპირიტული მადნის ჟანგვითი გამოტუტვის შედეგად მიღებული ნატრიუმის არსენატისა და არსენიტის შემცველი ტუტე ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის ელექტროკრისტალიზაციის პროცესის ძირითადი მახასიათებელი პარამეტრების: დენის სიმკვრივის, ტემპერატურის, ელექტროლიტში დარიშხანისა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრაციის, ელექტროლიზის პროცესის ხანგრძლივობის და საკათოდე მასალის გავლენა ელემენტური დარიშხანის დენით გამოსავალზე.

თეორიული და ექსპერიმენტული სამუშაოების შედეგების საფუძველზე დადგინდა ცანის არსენოპირიტული მადნის ჟანგვითი გამოტუტვის შედეგად მიღებული ტუტე ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის მიღების ოპტიმალური პირობები ელექტროკრისტალიზაციის პროცესში. ასევე შემუშავდა ტექნოლოგიური სქემა.

საკვანძო სიტყვები: გამოტუტვა; დენის სიმკვრივე; ელექტროკრისტალიზაცია; ოპტიმალური პირობები.

შესავალი

საქართველოს ძირითად ოქროს საბადოს, რომლიდანაც ოქროს ამოღება ამჟამად მიმდინარეობს, მადნეულის ოქროს კვარციტული საბადო წარმოადგენს, თუმცა, ოქრო ფერადი ლითონების მადნებშიც მოიპოვება, რომელთა ადგილზე გადამუშავება ოქროს წარმოებას გაზრდიდა ქვეყანაში. ერთ-ერთი ასეთი მადანი არის ცანის არსენოპირიტული მადანი, რომლის ჰიდრომეტალურგიულად გადამუშავების შემთხვევაში შესაძლებელი იქნება ქვეყანამ არა მარტო ოქროს დამატებითი რაოდენობა, არამედ ისეთი მნიშვნელოვანი პროდუქტიც მიიღოს, როგორცაა ლითონური დარიშხანი. ლითონური დარიშხანი და მისი ნაერთები ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა დარგში, კერძოდ ნახევარგამტარულ ტექნიკაში. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, მოიცავს რადიოელეტრონიკას, მიკროელექტრონიკას, ლაზერულ ტექნიკას, მზის ბატარეებს და სხვა. ფართოა დარიშხანის ნაერთების გამოყენების არეალი: მინის და ბროლის წარმოება, ბოჭკოვანი ოპტიკა, ელექტროგრაფია, ჰოლოგრაფია, სოფლის მეურნეობა, ხის დამუშავების ტექნოლო-

გია, ვეტერინარია, ქიმიური მრეწველობა, ტყავის დამუშავება და სხვა. დარიშხანისა და ოქროს შემცველი სულფიდური კონცენტრატი და სამრეწველო გადამუშავების ნარჩენები მათი ტექნოლოგიური მდგრადობის გამო ძირითადად პირომეტალურგიული მეთოდით გადამუშავდება, რომლის დროსაც წარმოიქმნება მტვერი და აირადი გოგირდის დიოქსიდი. გამონაბოლქვი აირების გაწმენდა რთულია, ძვირი და ზოგიერთ შემთხვევაში არასაკმარისად ეფექტურიც. გოგირდის დიოქსიდი საწარმოდან ათასობით კილომეტრზე ვრცელდება და მავნე ზეგავლენას ახდენს გარემოზე. ამასთან დაკავშირებით, მთელს მსოფლიოში დიდი ყურადღება ექცევა სულფიდური მადნებიდან და კონცენტრატებიდან ლითონების მიღებას ჰიდრომეტალურგიული მეთოდით, რომელიც უზრუნველყოფს გარემოზე მავნე ზემოქმედების შემცირებას. დარიშხანთან დაკავშირებულ პუბლიკაციებში, ძირითადად შესწავლილია დარიშხანის ამოღება ფერადი ლითონების საწარმოებიდან ჩამდინარე წყლებიდან, ფერადი ლითონების რაფინირებისას გამოყენებული ელექტროლიტებიდან [1,2]; ელეტროლიტიდან დარიშხანის ძირითადი რაოდენობის ამოღების მიზნით შემოთავაზებულია ელექტროლიზის ჩატარება უდიაფრაგმო აბაზანაში, სპილენძის კათოდით 50-200 ა/მ^2 დენის სიმკვრივის პირობებში. კათოდზე გამოილექება დარიშხანი სპილენძთან ერთად. არსინის გამოყოფის თავიდან აცილების მიზნით არჩევენ დენის სიმკვრივეს, რაც სპილენძის იონების კონცენტრაციაზეა დამოკიდებული [3,4,5]; ცნობილია ელემენტური დარიშხანის გამოლექვა კოროზიამედეგი დანაფარების მისაღებად. გალვანურ დანაფარებს ღებულობენ მჟავა, ტუტე და ციანური ხსნარებიდან. ამ დროს კათოდზე დაბალი ელექტროგამტარობის მქონე დარიშხანი წარმოიქმნება, რის გამოც ძაბვა ელექტროლიზერზე ნალექის სისქის ზრდასთან ერთად სწრაფად იზრდება. ამ მიზეზის გამო შესაძლებელია მხოლოდ დარიშხანის თხელი დანაფარის მიღება. ამ დროს დენით გამოსავალი სწრაფად ეცემა და შეიძლება პროცესი საერთოდ შეწყდეს [6,7].

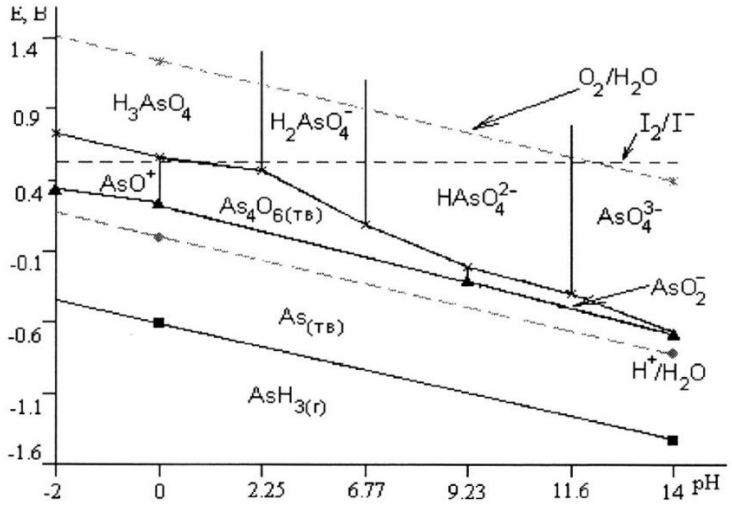
ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანია არსენოპირიტული მადნის ჟანგვითი გამოტუტვის შედეგად მიღებული ნატრიუმის არსენიტისა და არსენატის შემცველი ტუტე ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის ელექტროკრისტალიზაციის პროცესის კვლევა. პროდუქტის ხარისხსა და დენით გამოსავალზე მოქმედი პარამეტრების - დენის სიმკვრივის, ტემპერატურის, ელექტროლიტში დარიშხანისა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრაციების, პროცესის ხანგრძლივობის და საკათოდე მასალის გავლენის შესწავლა. კვლევის ობიექტია საქართველოში, კერძოდ ცანაში მდებარე არსენოპირიტული მადანი. კონკრეტულად ეს მადანი XX საუკუნის ოცდაათიანი წლებიდან არის შესული ექსპლუატაციაში, სამვალენტიანი ოქსიდის, ეგრეთ წოდებული თეთრი დარიშხანის მიღების მიზნით. აღნიშნული მადნის ჟანგვითი გამოწვის ტექნოლოგიური პროცესი ხორციელდებოდა ქვემო სვანეთში, ლენტეხის მუნიციპალიტეტის ცანისა და ყორუნდაშის ქარხნებში. მათი მუშაობის შედეგად წარმოების მყარი ნარჩენებით მნიშვნელოვნად დაბინძურდა მიმდებარე ტერიტორიები. ამასთანავე, ნარჩენებში დარიშხანის არსებობა მიუთითებს ამ უკანასკნელის მნიშვ-

ნელოვან დანაკარგზე. ტექნიკური უნივერსიტეტის ფერადი მეტალურგიის მიმართულების კათედრაზე ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა აღნიშნულ ნარჩენებში დარიშხანის მნიშვნელოვანი შემცველობა, რამაც განაპირობა დაბინძურების პროცესის ქიმიზმის ანალიზის აქტუალობა.

ელექტროქიმიური მეთოდით ელემენტური დარიშხანის მისაღებად კათოდის მასალად ვერცხლისწყლის გამოყენებით შესაძლებელია თავისუფალი დარიშხანის გამოყოფა ფხვნილის სახით, რომელიც ადვილად იფილტრება და არ რეაგირებს ვერცხლისწყალთან. პროცესის ნაკლია ის, რომ სამრეწველო მასშტაბით ვერცხლისწყლის კათოდის გამოყენება ვერ ხერხდება. სამრეწველო მასშტაბებისთვის კათოდის მასალად ვენტილური ლითონი, ტიტანი იქნა გამოყენებული [8,9]. იგი წინასწარი დამუშავებით – ნიტრიდით ან ტიტანის ოქსიდით მუშავდებოდა. ადგილი ჰქონდა მის გამოყენებას დამუშავების გარეშეც [10]. რაც შეეხება ანოდს, გამოყენებული იყო პლატინა, ნიკელი ან ორტას ელექტროდი. კათოლიტად გამოიყენებოდა ტუტე ლითონების, მაგალითად ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 50-400 გ/ლ კონცენტრაციის ხსნარი, რომელშიც დარიშხანის შემცველობა 23,9-97,9 გ/ლ ზღვრებში მერყეობდა [11,12]. დარიშხანის წყალხსნარებისათვის მდგრადობის E–pH დიაგრამაზე (სურ. 1) ნათლად ჩანს მისი მდგრადი უბნები. As(V) შემთხვევაში pH მნიშვნელობის გაზრდისას შემდეგი წონასწორობები შეინიშნება:

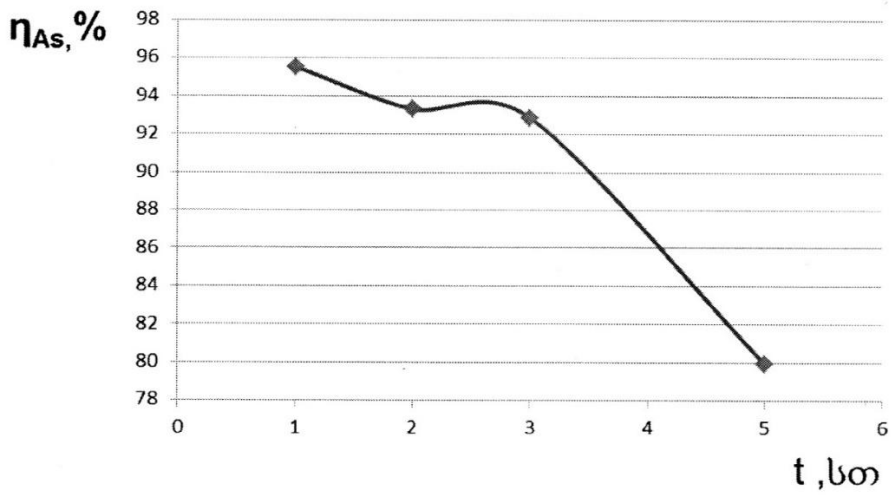
$$H_3AsO_4 + OH^- \rightarrow H_2AsO_4 + OH^- \rightarrow HAsO_4^{2-} + OH^- \rightarrow AsO_4^{3-}$$



სურ. 1. E-pH დიაგრამა დარიშხანისთვის

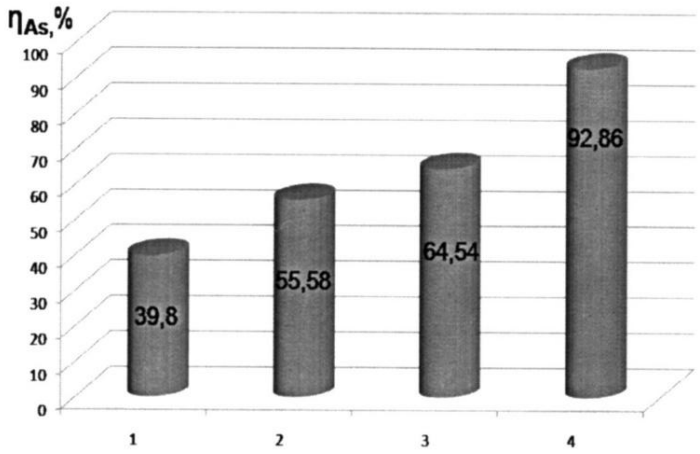
როგორც დიაგრამიდან ჩანს, დარიშხანის სტაბილური არსებობა pH ცვლილების ფართო ზღვრებშია შესაძლებელი. წყალხსნარებში კი დარიშხანი არსებობს As(III) ნაერთების სახით [13]. როგორც ცნობილია, მისი სამვალენტიანი ოქსიდი წყალში კარგი ხსნადობით გამოირჩევა, რაც დარიშხანის საწარმოების მახლობლად ეკოლოგიურ პრობლემებს კიდევ უფრო ამძიმებს [14].

საცნობარო ლიტერატურაზე დაყრდნობით და ექსპერიმენტის შედეგებიდანაც დასტურდება, რომ დარიშხანის დენით გამოსავალზე დიდ გავლენას ახდენს პროცესის ხანგრძლივობა (სურ. 2). ელემენტური დარიშხანი კარგი ელექტროგამტარობით არ გამოირჩევა, ამიტომ კათოდზე სქელი დანაფარის სახით მისი გამოლექვა დიდ სირთულეებთან არის დაკავშირებული [15,16]. დაბალი ელექტროგამტარობის გამო ძაბვა სწრაფად იზრდება და შესაძლებელია ელექტროლიზის პროცესი შეწყდეს. თხელი დანაფარის მიღების შემთხვევაში, იგი ხსნარში იყრება და თავისუფალი კათოდის ზედაპირი განაგრძობს მუშაობას. ხსნარიდან წვრილდისპერსული ელემენტური დარიშხანის გამოტანა პერიოდულად ხდება. პროცესის ხანგრძლივობასთან ერთად კათოდური დენით გამოსავალიც იცვლება. 1სთ-დან 3სთ-მდე პროცესის ხანგრძლივობის პირობებში დენით გამოსავალი 96%-დან 93%-მდე შემცირდა. პროცესის კიდევ ორი საათით გაგრძელება დენით გამოსავალს ამცირებს 80%-მდე.



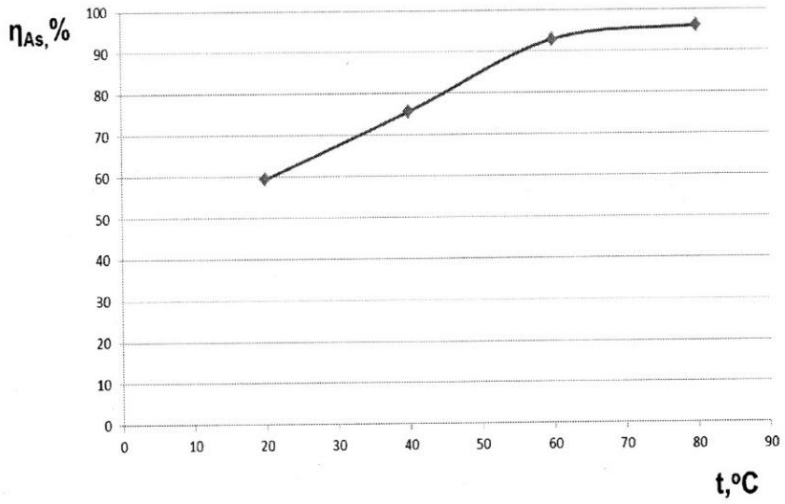
სურ. 2. ელემენტური დარიშხანის დენით გამოსავლის დამოკიდებულება ელექტროლიზის პროცესის ხანგრძლივობაზე კათოლიტი: C_{As} –71.20 გ/ლ; C_{NaOH} – 400 გ/ლ; ანოლიტი: C_{NaOH} – 80 გ/ლ; კათოდი - Ti; ანოდი - ORTA;

არსენიტებისა და არსენატების ტუტე ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის ელექტროკრისტალიზაციისათვის გამოკვლეული იყო სხვადასხვა საკათოდე მასალა, კეროდ, ექსპერიმენტები ჩატარდა სპილენძის, ტყვიის, უჟანგავი ფოლადის, ტიტანის და მის ბაზაზე დამზადებული ელექტროდების გამოყენებით. კვლევამ აჩვენა, რომ ელემენტური დარიშხანის ყველაზე მაღალი დენით გამოსავალი (92,86-96,00%) მიიღწევა ვენტილური ლითონის – ტიტანის კათოდად გამოყენების შემთხვევაში (სურ. 3).



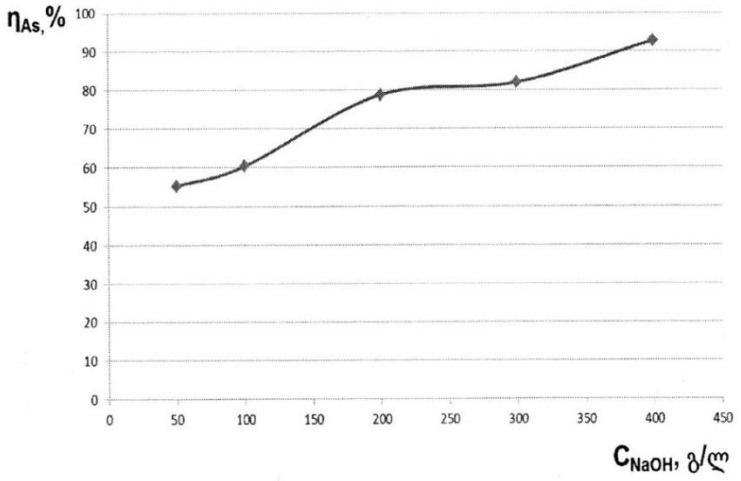
სურ.3. ელემენტური დარიშხანის დენით გამოსავლის დამოკიდებულება საკათოდე მასალაზე კათოდი: 1 – Cu; 2 – Pb; 3 - უჟანგავი ფოლადი; 4 – Ti; ანოდი: ORTA. კათოლიტი: C_{As} - 71.20 გ/ლ; C_{NaOH} - 400 გ/ლ; ანოლიტი: C_{NaOH} – 80 გ/ლ;

ელექტროკრისტალიზაციის პროცესზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ელექტროლიტის ტემპერატურა და მასში შემავალი დარიშხანისა და ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრაციები. ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის გაზრდით 20-დან 60^{0}C-მდე დარიშხანის დენით გამოსავალი 60-დან 92%-მდე იზრდება, ხოლო ტემპერატურის 80^{0}C-მდე გაზრდით დენით გამოსავალი 98%-ს აღწევს. ტემპერატურის კიდევ უფრო გაზრდა მიზანშეწონილი არ არის, რადგან ამ დროს ორთქლდება ელეტროლიტი (სურ. 4).



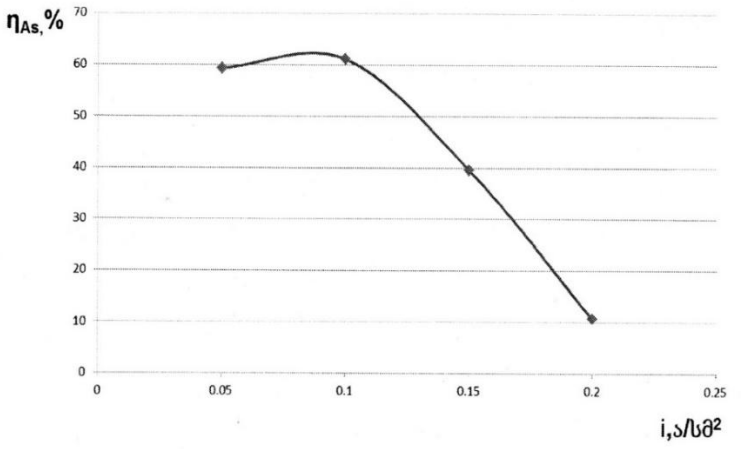
სურ.4. ელემენტური დარიშხანის დენით გამოსავლის დამოკიდებულება ტემპერატურაზე კათოლიტი: C_{NaOH} – 400 გ/ლ; C_{As} – 71.20 გ/ლ; ანოლიტი: C_{NaOH} – 80 გ/ლ; კათოდი - Ti; ანოდი-ORTA; T = 80^{0}C; I = 0,4 ა; i = 0,1 ა/სმ^2; τ = 3 სთ.

კათოლიტში დარიშხანის 25 გ/ლ-დან 100 გ/ლ-მდე და NaOH-ის 50 გ/ლ-დან 400 გ/ლ-მდე შემცველობისას ელემენტური დარიშხანის დენით გამოსავალი 60%-ს აღემატება. კათოლიტში ნატრიუმის ჰიდროქსიდის კონცენტრაციის მატებასთან ერთად იზრდება დენით გამოსავალი და მცირდება დარიშხანის აირადი ნაერთის არსინის წარმოქმნის ალბათობა.



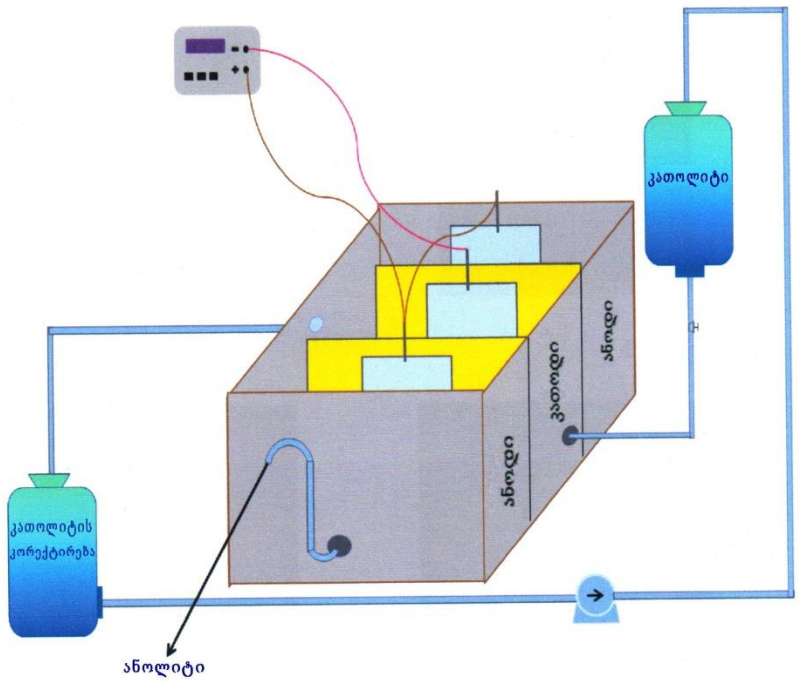
სურ. 5. ელემენტური დარიშხანის დენით გამოსავლის დამოკიდებულება კათოლიტში NaOH-ის კონცენტრაციაზე. კათოლიტი: C_{As} – 71.20 გ/ლ; ანოლიტი: C_{NaOH} – 80 გ/ლ; კათოდი - Ti; ანოდი - ORTA; t^0 =80^{0}C, T=3სთ; i = 0,1ა/სმ^2; I = 0,4 ა;

ლიტერატურაში არსებობს ურთიერთსაწინააღმდეგო მოსაზრებები დარიშხანის შემცველი ხსნარების ელექტროქიმიური აღდგენის პროცესში დენის სიმკვრივის გავლენასთან დაკავშირებით. ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ 0,05 ა/სმ^2-დან 0,1 ა/სმ^2-მდე დენის სიმკვრივის გაზრდისას დენით გამოსავალი იზრდება 62,545%-მდე, ხოლო დენის სიმკვრივის შემდგომი ზრდა იწვევს დენით გამოსავლის კლებას (სურ.6).



სურ. 6. ელემენტური დარიშხანის დენით გამოსავლის დამოკიდებულება დენის სიმკვრივეზე. კათოლიტი: Cu – 71,20 გ/ლ; C_{NaOH} - 400 გ/ლ; ანოლიტი: C_{NaOH} – 120 გ/ლ; კათოდი - Ti; ანოდი - ORTA; t =65^{0}C; I= 0,4 ა.

ექსპერიმენტი მიმდინარეობდა უწყვეტ რეჟიმში, დროის სხვადასხვა ხანგრძლივობით. ელექტროლიზი ტარდებოდა კათიონიტური მემბრანით MK-40, გაყოფილი ორგანული მინისაგან დამზადებული ერთი ლიტრი მოცულობის მქონე გამათბობლით და სარეველათი აღჭურვილ ცილინდრულ რეაქტორში. სუსპენზიის არევა ხდებოდა თვითრეგულირებად Biosan MM-1000 ტიპის მექანიკური სარევით (სურ. 7).



სურ. 7. ელემენტური დარიშხანის მისაღები დიაფრაგმიანი ელექტროლიზერის სქემა

ამრიგად, ელექტროკრისტალიზაციის პროცესის კვლევის შედეგების საფუძველზე შერჩეულია კათოდის მასალა (ტიტანი). დადგენილია ცანის არსენოპირიტული მადნისა და მისი სამრეწველო გადამუშავების ნარჩენების გამოტუტვის შედეგად მიღებული ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის გამოლექვის პროცესების ოპტიმალური პირობები: კათოდური დენის სიმკვრივე 0.05-0.1 ა/სმ^2; ტემპერატურა – 65-80^{0}C; კათოლიტის შედგენილობა: Na_3AsO_3 25 – 100 გლ; NaOH 300-400 გ/ლ; ელექტროლიზის პროცესში Na_3AsO_3 და Na_3AsO_4 შემცველი ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის ელექტროკრისტალიზაცია შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სქემით: As (+5) → As (+3) → As (0).

ყოველივე ზემოთ ხსენებულის გათვალისწინებით, არსებულ ტერიტორიაზე დაკონსერვებული მადნის და მისი ნარჩენების ხელახალი გადამუშავების შემთხვევაში, ჩვენ მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგია მაქსიმალურად უზრუნველყოფს ტერიტორიის ეკოლოგიურ პრობლემას, დარიშხანის ამოღებას და ნარჩენებში მის უტილიზაციას.

დასკვნა

ელექტროკრისტალიზაციის პროცესის კვლევის საფუძველზე კათოდად შევარჩიეთ საკათოდე მასალა – ტიტანი.

ცანის არსენოპირიტული მადნისა და მისი სამრეწველო გადამუშავების ნარჩენების გამოტუტვის შედეგად მიღებული ხსნარებიდან ელემენტური დარიშხანის გამოლექვაზე მოქმედი პარამეტრების ოპტიმალური პირობებია: კათოდური დენის სიმკვრივე 0,05-0,1 ა/სმ^2; ტემპერატურა 65-80^{0}C; პროცესის ხანგრძლივობა 3სთ; კათოლიტი 25-100 გ/ლ.

კვლევა ჩატარდა თსუ-ის რაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის ელექტროქიმიისა და ელექტრომეტალურგიის ლაბორატორიის ბაზაზე. მადლობას ვუხდით ინსტიტუტის ხელმძღვანელობას გაწეული დახმარებისთვის. განსაკუთრებულ მადლობას ვუხდით ლაბორატორიის ხელმძღვანელს, ბატონ გიგლა წურწუმიას და ლაბორატორიის თანამშრომლებს ექსპერიმენტის ჩატარებისას გაწეული დახმარებისთვის.

ლიტერატურა

1. Afanasev, G. M. (2006). Hydrometallurgical processing of resistant sulfide gold-bearing concentrates. *Comprehensive Use of Mineral Syringes*, 3, 21–28. (In Russian)
2. Alejanto Valenzuela, J. L., & Parga, J. R. (2013). Effect of pretreatment of sulfide refractory concentrate with sodium hypochlorite, followed by extraction of gold by pressure cyanidation on gold removal. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 3(3), Article 33942. https://doi.org/10.4236/aces.2013.33021
3. Arens, V. J., Gurevich, Y. D., & Kuricina, L. I. (1969). Studies of the process of dissociating roasting of arsenopyrite ore of the Tsana location. *Problems of Geotechnology in the Development of Mining Chemical Deposits*, 50, 155–163. (In Russian)
4. Gabri, L. J., Newville, M., Croizer, R. A., et al. (2000). Chemical speciation of gold in arsenopyrite. *The Canadian Mineralogist*, 38, 1265–1281.
5. Gupta, C. K., & Mukherjee, T. K. (1990). *Hydrometallurgy in extraction processes* (Vol. 1, pp. 167–176). CRC Press.
6. Lidin, R. A., Molochko, V. A., & Andreeva, L. L. (2007). *Reactions of inorganic substances* (2nd ed., p. 673). (In Russian)
7. Malishevsky, A. O., & Rastengaev, O. Y. (2016). The method of obtaining elemental arsenic (pp. 1–13). (In Russian)
8. Naboichenko, C. C., & MaMachenkov, C. V. (2004). *Arsenic in non-ferrous metallurgy*. Ural State University.
9. Navrocko, J., & Kasprzyk-Hondern, B. (2010). The efficiency and mechanisms of catalytic ozonation. *Applied Catalysis B: Environmental*, 99, 27–42. (In Russian)
10. Novoselov, R. I., Makarchenkov, E. V., & Chuchalin, L. K. (1998). Patent of the Russian Federation for the leaching of arsenic from pyrite-arsenopyrite gold-containing concentrates. (In Russian).
11. Overseas Road Note 8: A user's manual for program to analyse dynamic cone penetrometer data. (1990). TRL Limited. Crowthorne, United Kingdom.
12. Shabalina, A. V., & Fachrutdinova, M. I. (2013). Investigation of the pH change of water during ozonation. *Vestnik Tomsk State University*, 375, 200–203. (In Russian)
13. Smirnov, M. K., Smetani, A. V., & Chernich, I. N. (2003). Isolation of arsenic and its compound by electrochemical method. *Inorganic Materials*, 39(1), 27–42. (In Russian)

14. Smetani, A. V., Pishkin, A. C., & Osipov, G. N. (2007). Isolation of arsenic from industrial waste of non-ferrous metals. *Inorganic Materials*, 10, 1219–1229. (In Russian)
15. Travkin, V. F. (2001). Isolation of arsenic from technological solutions of non-ferrous metallurgy enterprises. *Non-ferrous Metallurgy*, 4, 20–24. (In Russian)
16. Ruitenberg, R., Hansford, G. S., Reuter, M. A., & Breed, A. W. (1999). The ferric leaching kinetics of arsenopyrite. *Hydrometallurgy*, 52, 37–53.
17. The Albion Process Simplicity in Leaching. Copper Applications. (n.d.). Retrieved from https://www.scribd.com/document/382166369/the-albion-process

UDC 669.2/.8
SCOPUS CODE 1601
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-123-133

Electrocrystallization of Elemental Arsenic From Alkaline Solution Obtained From Oxidative Leaching of Arsenopyrite Ore From Tsan and Development of Limited Process Parameters

Tamar Tsilosani Department of Metallurgy, Metals Science and Metal Processing, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str.
E-mail: tsilosanitamari04@gtu.ge

Tamar Cercvadze Department of Metallurgy, Metals Science and Metal Processing, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str.
E-mail: tamartsercvadze@gtu.ge

Tamaz Buchukuri Department of Metallurgy, Metals Science and Metal Processing, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69, M. Kostava str.
E-mail: t.buchukuri@gtu.ge

Nato Kanteladze Department Informatics and Control Systems, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 71, M. Kostava str.
E-mail: n.kanteladze@gtu.ge

Reviewers:

T. Lezhava, Academic Doctor of Sciences, Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemical and Electrochemistry, TSU
E-mail: tinsaemili@yahoo.com

M. Donazde, Associate professor, Faculty of technologies and metalurgy GTU. Senior research fellow, Rafiel Agladze Institute of Inorganic Chemical and Electrochemistry, TSU
E-mail: m.donadze@gtu.ge

Abstract. The work discusses the process of electro crystallization of elemental arsenic from an alkaline solution obtained by oxidative leaching of arsenopyrite ore in Tsana, Svanety, Lentechi region, Georgia. The parameters applicable to the process and their optimal values were determined. To obtain elemental arsenic by electrochemical

method, it is necessary to select such electrolysis conditions, during which arsenic with high current solution, exceptionally low layer thickness is obtained. In reference works the cathode material is Mercury on which the dissolved arsenic is in a volatile form. The latter does not react with mercury is easy filtered, but its drawback is that on an industrial scale, the mercury cathode has no use. In addition the melting of copper, nickel and antimony ions in electrolyte degrades the arsenic released in the solution. To carry out the process on an industrial scale some ventilated metal, such as titanium, must be used as a cathode. It is cost-effective without pretreatment as well as when treated with titanium oxide or nitride. It's also a great way to get a look. Mainly nickel, platinum or ORTA electrode is used.

In the work as a result of theoretical and experimental works the main characteristic parameters of the electro crystallization process of elemental arsenic from alkaline solutions containing sodium arsenate and arsenite obtained as a result of oxidative leaching of tin arsenate were studied: current density, temperature, concentration of arsenic and sodium hydroxide in the electrolyte, effect of electrolysis process duration and cathode material on the solution of elemental arsenic current density.

In the work based on the results of theoretical and experimental works optimal conditions for obtaining elemental arsenic from alkaline solutions obtained by oxidative leaching of arsenic ore in the process of electro crystallization were established. A technological scheme was also developed.

Keywords: Current density; Electro crystallization; Leaching; Optimal conditions.

განხილვის თარიღი 10.04.2025
შემოსვლის თარიღი 15.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 303.725:32:005.311
SCOPUS CODE 1702
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-134-147

საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასება მოდელირებით

ოლეგ ნამიჩეიშვილი ხელოვნური ინტელექტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: o.namicheishvili@gtu.ge

ჟუჟუნა გოგიაშვილი კომპიუტერული ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: j.gogiasvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. კიკნაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი
E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

ო. თავდიშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: tavdishviliotar08@gtu.ge

ანოტაცია. საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასება დიდწილად ეფუძნება სამეცნიერო მიდგომას, რომელიც მიმართულია ჩვენი ცოდნის გაღრმავებისკენ, საზოგადოებრივი პოლიტიკის უამრავი ვარიანტის ზემოქმედების შესახებ. ამ მიდგომის საწყისი წერტილია ჩვენი უმეცრების ხარისხი სათანადო სფეროში - ის, რისი აღიარება ყოველთვის ადვილი როდია - და, ამრიგად, შეფასების ჩატარების შედეგად, ჩვენი ცოდნის გაღრმავება იმ მიზნებისკენ მიმავალი გზების შესახებ, რომლებიც სახალხო განხილვის შედეგად წამოიჭრება და დაისახება.

წარმოდგენილია საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასების მიზნები, ტექნიკური და ინსტიტუციური პრობლემები. შეფასების ამოცანებია სამეცნიერო ცოდნის გაფართოება, პოლიტიკურ გადაწყვეტილებათა მიღების დახმარება და დემოკრატიულ სახალხო განხილვებში წვლილის შეტანა. შეფასება არ ზღუდავს პოლიტიკურ გადაწყვეტილებათა მიღებას ექსპერტების მცირე ჯგუფის მიერ და, პირიქით, არის აუცილებელი პირობა საზოგადოებრივ დებატებში გამოკვეთილი რაციონალური აზრის მისაღებად, ყველა მოქალაქის მიერ. ექსპერტიზა უნდა ითვალისწინებდეს შეფასების ისეთი მეთოდების არჩევა-

საც, რომლებიც დამოკიდებულია არსებულ მონაცემებსა და შესაფასებელ პოლიტიკაზე. ამავდროულად წარმოდგენილია ამჟამად მისაწვდომი მეთოდების არატექნიკური მიმოხილვა, რომელიც ამ მეთოდების უპირატესობებისა და შეზღუდვების შედარებას ახდენს. საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასებაში მონაწილე ინსტიტუციებზე შეჩერების შემდეგ განიხილება გასაღების მორგება შეფასებათა ინსტიტუციურ წარმატებებზე.

საკვანძო სიტყვები: მტკიცებულებებზე დაფუძნებული პრაქტიკა, საზოგადოებრივი პოლიტიკა, სოციალური ინოვაციები, შეფასების მეთოდები, წინასწარი (*ex ante*) და მომდევნო (*ex post*) ზემოქმედებათა შეფასები.

შესავალი

დავიწყოთ იმით, რომ საზოგადოებრივი პოლიტიკისადმი მიდგომა სრულებითაც არ გულისხმობს ექსპერტთა მთავრობის შექმნას. პირიქით, მისი მიზანია სათანადო ცოდნის წარმოჩენა, რომელიც აუცილებელია იმ არჩევანის დასაბუთებისათვის, რომლის მიღება მოქალაქეებს უხდებათ და მათ მიერ ნდობით აღჭურვილ წარმომადგენლებს. ამ მიზნის მისაღწევად საკმარისი არ არის შეფასების ყველაზე მოწინავე მეთოდების გამოყენება; ასევე აუცილებელია, რომ იყოს უტყუარი, სარწმუნო, ხორციელდებოდეს პოლიტიკური ძალაუფლებისაგან დამოუკიდებელი მონაწილეების მიერ და ხელს უწყობდეს - ფართო გავრცელების გზით - სამეცნიერო შედეგების ინტეგრაციას საზოგადოებრივ დისკუსიაში. სწორედ ეს წარმოაჩენს იმ შეფასებათა ინსტიტუტების სარგებლობას, რომლებიც ყველა ამ შეზღუდვას ითვალისწინებს.

არსებობს საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასების მრავალი მეთოდი, რომლებიც გულისხმობს რაოდენობრივი, სტატისტიკური ან ეკონომეტრიული მიდგომების გამოყენებას. ჩვენი მიზანი მასალის არა ტექნიკური აღწერაა[1], არამედ თითოეული მეთოდის უპირატესობებისა და შეზღუდვების მოკლე მიმოხილვა. იგი არსებითად იმ მიდგომებს ეყრდნობა, რომლებიც წარმოდგენილია ჟურნალ «საზოგადოებრივი ეკონომიკის» თანარედაქტორის (co-editor of the Journal of Public Economics), ფრანგ-შვეიცარიელი ეკონომისტ ანტუან ბოზიოს (Antoine Bozio, დაბ. 1978) საეტაპო ნაშრომში [1] და ეხება საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასების პრობლემებს, მეთოდებსა და ინსტიტუციებს.

ეფექტური შეფასება დამოკიდებულია, უპირველეს ყოვლისა, მისაწვდომი მეთოდების მთელი სპექტრის სწორად გამოყენებაზე, კონკრეტული შეზღუდვების გათვალისწინებით, ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში.

შეფასებათა მეთოდებს შორის, ჩვეულებრივ, გამოყოფენ *ex ante* და *ex post* შეფასებებს. *ex-ante* შეფასება პოლიტიკის გატარების დაწყებამდე ხდება და ამ პოლიტიკის პოტენციური შედეგების ანალიზში მდგომარეობს; *ex-post* შეფასება კი მიმართულია მისი რეალური ზემოქმედების გაზომვაზე ძალაში შესვლის შემდეგ. სხვადასხვა მეთოდის გადმოცემის შემდეგ წარმოგიდგენთ მესამე მიდგომასაც, რომე-

[1] ამჟამად მისაწვდომია მრავალი სტატია და წიგნი იმის შესახებ, თუ როგორ შეიძლება ამ მეთოდების რეალიზება [2, 3, 4, 5, 6, 7].

ლიც აღწერილი მიდგომების გაერთიანებას ისახავს მიზნად წინა შეფასებათა შედეგების ეკონომიკური ანალიზის საშუალებით, რათა განისაზღვროს საზოგადოებრივი პოლიტიკის არქიტექტურის ისეთი არჩევა, რომელიც შეიძლება იყოს ოპტიმალური დასმული მიზნების გათვალისწინებით.

ძირითადი ნაწილი

ზემოქმედების წინასწარი (*ex ante*) შეფასება

წინასწარი (*ex ante*) შეფასება მდგომარეობს მოსახლეობის მიზნობრივი ჯგუფის მიმართ პოლიტიკის დანერგვის მოდელირებაში. იგი გულისხმობს მოსალოდნელი ზემოქმედების შეფასებას მიმდინარე ცოდნის თვალსაზრისით. განსაზღვრების თანახმად, *ex ante* შეფასება გულისხმობს შესაფასებელი სიდიდის «თეორიული ზემოქმედების» ცოდნას.

გამოყენება საზოგადოებრივი პოლიტიკის რეალიზების დაწყებამდე

ზემოქმედების, გავლენის შეფასების ძირითადი მიზანია ცვლილებათა მოდელირება რთულ საკანონმდებლო აქტებში, როგორიცაა დაბეგვრა (გადასახადის შეწერა) ან საპენსიო სისტემა. პირველი ნაბიჯი იმ მოსახლეობის დადგენაა, რომელზეც გავლენას მოახდენს შემოსაღები ცვლილება. ამისათვის, ჩვეულებრივ, გამოიყენება მიკროიმიტაციური მოდელები [8]. შეფასების ეს ფორმა ეფუძნება იმ ეკონომიკური სივრცის მეტად თუ ნაკლებად გამარტივებულ წარმოდგენას, რომელშიც მოქმედებენ ე.წ. აგენტები და გამოიყენება დაგეგმილი საზოგადოებრივი პოლიტიკის გავლენის მოდელირებისათვის შესაბამისი ეკონომიკური აგენტების (ინდივიდები, შინამეურნეობები, საწარმოები და ა.შ.) რეპრეზენტატულ ამონაკრებზე, ამონარჩევზე. მაგალითად, თუ გინდათ ისეთი საპენსიო რეფორმის გავლენის შეფასება, რომელიც ვარაუდობს სავალდებულო შესატანების (ან სისტემის სხვა პარამეტრის) პერიოდის გაზრდას, მაშინ მოდელირების ასეთი ტიპი უბრალოდ აუცილებელია. სისტემისა და საწყისი მონაცემების (ვთქვათ, ცალკეულ ადამიანთა კარიერის განაწილება) სირთულის გამო, ექსპერტებისათვისაც კი ხშირად შეუძლებელია საპენსიო სკალის (ვინ ზარალდება, როგორია გავლენა საბიუჯეტო ბალანსზე) ცვლილებით გამოწვეული ეფექტის წინასწარმეტყველება, რეფორმის დეტალური მოდელირებისადმი მიუმართავად.

სტატიკური მიკროიმიტაციური მოდელები – სოციალურ-ფისკალური არჩევა

მიკროიმიტაციური მოდელებიდან ყველაზე უფრო ხშირად გამოიყენება ე.წ. «სტატიკური» მოდელები - სტატიკური იმ გაგებით, რომ ისინი, ჩვეულებრივ, ქვეყნის სოციალურ-საბიუჯეტო სისტემის მოდელირებას გარკვეული წლისათვის ახორციელებს. ხსენებული მოდელები შეიძლება შეიცავდეს კიდეც ქცევით რეაქციებს (და, ამრიგად, დინამიკური რეაქციის ფორმას), მაგრამ შეზღუდულია მოკლევადიანი რეაქციით.

ეს მოდელები ფართოდ გამოიყენება ფისკალური და საბიუჯეტო პოლიტიკაზე პასუხისმგებელი საზოგადოებრივი უწყებების მიერ იმიტომ, რომ მხოლოდ ხსენებული მეთოდების გამოყენებაა შესაძლებელი სოციალური და ფისკალური პოლიტიკის შესაფასებლად. აკადემიურ ინსტიტუციებს კი შეუძლია სათანადო მეთოდების ახალი სახეების შექმნა ამ პოლიტიკის გავლენის შესასწავლად და გასაანალი-

ზებლად. ფისკალურ კვლევათა ინსტიტუტი (Institute for Fiscal Studies, IFS) ლონდონში ამდაგვარი სამეცნიერო ცენტრის ძალიან კარგი მაგალითია. 1979 წლიდან იგი მუშაობს TAXBEN (ინგლ. the tax-benefit model – საგადასახადო შეღავათების მოდელი) სახელწოდებით ცნობილ მოდელზე, რომელიც გამოიყენება როგორც კვლევითი მიზნებისათვის, ისე ბრიტანეთის საზოგადოებისათვის საბიუჯეტო დებატების დროს, ინფორმაციის მისაწოდებლად ამა თუ იმ საგადასახადო და სოციალური პოლიტიკის არჩევასთან დაკავშირებულ შედეგებზე[2].

ეს მიკროიმიტაციური მოდელები ხასიათდება მონაცემთა სხვადასხვა წყაროს (გამოკითხვისა და ადმინისტრაციული მონაცემების ჩათვლით) გაერთიანების აუცილებლობით, რეპრეზენტაციული ანარჩევის მისაღებად ყველა აუცილებელი ცვლადით [9]. მაგალითად, თუ ვაპირებთ ირიბი საგადასახადო დაბეგვრის შეცვლის შეთავსებას პირდაპირი დაბეგვრის შეცვლასთან, მაშინ აუცილებელია ინფორმაციის მიღება შინამეურნეობათა არა მხოლოდ შემოსავალზე, არამედ მათ სამომხმარებლო კალათზეც.

ეს ინფორმაცია მონაცემთა ერთსა და იმავე წყაროებიდან ყოველთვის მისაწვდომი არ არის, ამიტომ მონაცემთა ფიქტიური ბაზის აღსადგენად, რომელიც რამდენიმე წყაროს აერთიანებს, შეიძლება სტატისტიკური შესაბამისობის (კოჰერენტულობის) მეთოდების გამოყენება.

ამ მოდელების ძირითადი შეზღუდვა მდგომარეობს იმაში, რომ შედეგს იძლევა «ერთი დღის შემდეგ» და ქცევითი რეაქციების არსებობა მხედველობაში არ მიიღება. ეს კი განსაკუთრებით პრობლემური მაშინ ხდება, როცა საგადასახადო სიახლეთა შემოღება ძირითად მიზნად სწორედ ქცევის ცვლილებას ისახავს. ამ მიზეზით ხსენებულ მოდელებში შეტანილია ქცევითი რეაქციები, უფრო ხშირად ცვლილებების სახით შრომის მიწოდებაში, რითაც ხდება იმ ფაქტის გათვალისწინება, რომ შრომის ფინანსური სტიმულები, დიდი ალბათობით, ცვლის კონკრეტული პოლიტიკის საბოლოო ღირებულებას. მაგრამ კაპიტალიდან შემოსავლის დაბეგვრაში ცვლილებათა შეტანისას უფრო მნიშვნელოვანია ქცევითი რეაქციები, დაბეგვრის ოპტიმიზაციის ან საერთოდ მისგან თავის არიდების ასპექტში. ასეთი ქცევითი რეაქციების მხედველობაში მიღება კი აუცილებელია.

საბოლოო ჯამში, ასეთი მიდგომა პოლიტიკის უკუკავშირის ყველა ეფექტის მოდელირების საშუალებას იძლევა, მათ შორის მაკროეკონომიკური წონასწორობის ეფექტისაც. თუმცა პრაქტიკაში მეორე და მესამე რიგის ეფექტების გათვალისწინების სიძნელე და შედეგების ზრდადი განუსაზღვრელობა გვაიძულებს გამოვიჩინოთ გარკვეული თავდაჭერილობა, რაც, ჩვეულებრივ, იწვევს ყოველი მოდელირების რამდენიმე ვარიანტის წარმოდგენის აუცილებლობას [10].

დინამიკური მიკროიმიტაციური მოდელები – საპენსიო რეფორმები

მიკროიმიტაციური მოდელის სხვა ვარიანტი, დინამიკური მოდელი, ფართოდ გამოიყენება საზოგადოებრივ საპენსიო სისტემებთან მომუშავე ად-

[2] სახელმწიფო პოლიტიკის ინსტიტუტი (ფრანგ. IPP, Institut des Politiques Publiques) — ფრანგული დაწესებულება, რომელიც სხვებზე უფრო ფართოდ იყენებს ამ მიდგომას. მისი საგადასახადო (ინგლ. TAX) მიკროსიმულაციური TAXIPP მოდელი მსგავს შეფასებათა გაკეთების საშუალებას იძლევა საფრანგეთისათვის.

მინისტრაციებში. აქ ასევე დგას პარამეტრების ცვლილებათა ან უფრო რთულ რეფორმათა შედეგების პროგნოზირების ამოცანა. მოდელი დინამიკურია იმ თვალსაზრისით, რომ იგი მოსახლეობის ევოლუციის მოდელირებას დროის გრძელ (20 წლიდან 50 წლამდე) მონაკვეთზე ახორციელებს. ეს წინასწარმეტყველება კი არ არის, არამედ სხვადასხვა სცენარის პროგნოზი, რომელიც ეფუძნება დაშვებებს დემოგრაფიული და ეკონომიკური ფაქტორების ცვლილებათა შესახებ (სიკვდილიანობა, ზრდის ტემპები და ა.შ.).

მიკროიმიტაციურ მოდელში მოიცემა რეფორმათა არარსებობის რამდენიმე სცენარი (მაკროეკონომიკური ან დემოგრაფიული პირობებიდან გამომდინარე), ხოლო შემდეგ საპენსიო სისტემის მოქმედი კანონმდებლობის მოდელირება ხდება. ეს საშუალებას იძლევა მივიღოთ თავდაპირველი წარმოდგენა საბიუჯეტო დისბალანსზე ან პენსიების დონეზე მეტ-ნაკლებად გრძელვადიან პერსპექტივაში. ამის შემდეგ შეიძლება განვახორციელოთ რეფორმის მოდელირება და განვსაზღვროთ, ვის შეეხება იგი (ინდივიდუალურ დონეზე) და როგორი აღმოჩნდება საბიუჯეტო შედეგები.

იმისათვის, რომ მიკროსიმულაცია უფრო რეალისტური გახდეს, აუცილებელია ცალკეულ ადამიანთა ქცევაზე შესაფასებელი მახასიათებლის გავლენის მხედველობაში მიღება. ეს გულისხმობს აგენტთა რეაქციების «დაკალიბრების» შესაძლებლობას მოდელის (მოცემულ შემთხვევაში - საპენსიო კანონმდებლობასთან დაკავშირებული ქცევის) ძირითადი პარამეტრების ემპირიულ შეფასებათა საფუძველზე. ქცევის მოდელირება ასეთ მოდელებში შეიძლება ეფუძნებოდეს მარტივ წესებს ან შეფასებებს, რომლებიც, ხშირ შემთხვევაში, კეთდება ადრე ჩატარებული *ex post* ემპირიული კვლევებით.

მიკროსიმულაციური მოდელების სულისკვეთებით ხორციელდება სტრუქტურული ეკონომეტრიკის მოდელებიც [11]. მიდგომა ეფუძნება მოსახლეობის იმ ეკონომიკური მოდელების ფორმალიზებას, რომლებიც სავარაუდოდ უცვლელ «სტრუქტურულ» პარამეტრებს განსაზღვრავს. ეს მოდელები ფასდება სხვადასხვა კროსსექციური ან საპანელო მონაცემით და იდეალურ შემთხვევაში მოდელი განისაზღვრება კარგად იდენტიფიცირებული რეფორმის საფუძველზე. თუ მოდელი განსაზღვრულია კარგად, რაც განსაკუთრებით რთულია, ნიშნავს, რომ შესაძლებელია მოდელირებული ჩარევის ფორმის ნებისმიერი ცვლილების განხორციელება, რათა შეფასდეს იმ ზემოქმედების (გავლენის) ტიპი, რომელსაც ხსენებული ჩარევა, სავარაუდოდ, მოახდენს. ეს მიდგომა, რომელიც განსაკუთრებით რთულია, თეორიულად ჩარევათა მრავალი ვარიანტის ტესტირების საშუალებას იძლევა, მაგრამ მისი შეზღუდულობის სიცხადე იმაში მდგომარეობს, რომ შეუძლებელია ქცევისა და ზემოქმედების ყველა შესაძლო ნაირსახეობის დაწვრილებითი მოდელირება.

ზემოქმედების მომდევნო (*ex post*) შეფასება

Ex post ხასიათის ყველა შეფასება გულისხმობს კონტრაფაქტური (ინგლ. counterfeit – ყალბი, ნაყალბევი, რიოში), ირეალური სცენარის აგებას ანუ სცენარის აგებას საწინააღმდეგოს დაშვების ხერხით, სხვანაირად რომ ვთქვათ, ისეთი სცენარის შექმნას, რომელიც მაქსიმალურად უახლოვდება იმას, რაც ხდება მაშინ თუ პოლიტიკა არარეალიზებული რჩე-

ბა. საზოგადოებრივი პოლიტიკის გავლენის, ზემოქმედების გაზომვისას, «უპოლიტიკო» ამ სცენარის შედარება ხდება იმასთან, რასაც შეიძლება დავაკვირდეთ უკვე ამოქმედებული შესაფასებელი სისტემის პირობებში.

იდენტიფიკაციის საკითხი

ის, რასაც ეკონომისტები იდენტიფიკაციას უწოდებენ, სამეცნიერო მიდგომაა, რომელიც განსაზღვრავს გარკვეულ ჰიპოთეზებს. ამ ჰიპოთეზათა შესაბამისად გავლენის (ზემოქმედების) შეფასების მეთოდს პოლიტიკის მიზეზობრივი ეფექტის გაზომვის საშუალება ეძლევა. ამ მიდგომის ეპისტემოლოგიური (ცოდნასა და დასაბუთებულ რწმენასთან დაკავშირებული მოძღვრებით) დასაბუთება ფორმალიზებული იყო რუბინისა (Rubin) [12] და ჰოლანდის (Holland) [13] მიერ, გარკვეული D ჩარევის Yi პოტენციური ეფექტების სახით. სახელდობრ, თუ D_{1i} სიმბოლოთი აღვნიშნავთ D პოლიტიკის რეალიზაციას, ხოლო D_{0i} სიმბოლოთი – ამ პოლიტიკის არარსებობას, Y_{1i} სიმბოლოთი – მიზნობრივ შედეგს პოლიტიკის რეალიზაციის პირობებში, ხოლო Y_{0i} სიმბოლოთი – შედეგს მისი არარსებობისას, მაშინ შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენ ამოცანად ვაყალიბებთ $Y_{1i} - Y_{0i}$ მიზეზობრივი ეფექტის გაზომვას მისი შესაბამისი i-ური ერთეულისათვის, როგორიცაა, მაგალითად, ინდივიდი, შინა მეურნეობა ან კომპანია.

გავლენის, ზემოქმედების შეფასების ფუნდამენტური პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ $Y_{1i} - Y_{0i}$ სიდიდის გაზომვა შეუძლებელია, ვინაიდან ამ ორი კონტრაფაქტური სამყაროს ერთდროულად არსებობა შეუძლებელია ერთსა და იმავე ადამიანებისათვის, ერთსა და იმავე ქვეყნებისათვის, ერთსა და იმავე კომპანიებისათვის და ა.შ.

გავლენის, ზემოქმედების შეფასების მეთოდები მიმართულია იმისკენ, რომ დადგინდეს რა სახის ჰიპოთეზათა პირობებში შევძლებთ რაღაც ისეთის გაზომვას, რაც მოგვცემს Y1 - Y0 სიდიდის საშუალო მიზნობრივ მნიშვნელობას.

ექსპერიმენტირება შესაძლო განზოგადებამდე

პირველი მიდგომა, რომელსაც აქ წარმოვადგენთ, შემთხვევითი ექსპერიმენტებია. მიდგომა პირდაპირ დაკავშირებულია მკურნალობის ეფექტის შეფასების სამედიცინო მეთოდებთან: პოლისის პოტენციურ ბენეფიციართა რიცხვიდან წილისყრით ისინი განისაზღვრებიან, ვინც მიიღებს პოლისს (მკურნალობის ჯგუფი), და ისინი, ვინც პოლისს არ მიიღებს (საკონტროლო ჯგუფი). თუ გავზომავთ ორივე ჯგუფისათვის საინტერესო კრიტერიუმებს, რომლებიც უნდა შეესაბამოდეს პოლიტიკის მიზანს და გავატარებთ განსხვავებებს ორ ჯგუფს შორის, მივიღებთ ექსპერიმენტული სისტემის ეფექტის მიზეზობრივ ზომას. სწორედ შემთხვევითი განაწილება უზრუნველყოფს იდენტიფიკაციის დაცვას, შენახვას.

საზოგადოებრივი პოლიტიკის რეალიზაციის შესწავლის სურვილისას, ექსპერიმენტები შეიძლება ამ პოლიტიკის საყოველთაოდ დანერგვამდეც ჩატარდეს. ეს პროცესის ნაკლები დანახარჯებით განხორციელებისა და პოლიტიკის მთელი ქვეყნის მასშტაბით გაშლამდე შეცდომების თავიდან აცილების საშუალებას იძლევა, ისევე როგორც ჩარევის შეწყვეტის გადაწყვეტილების მიღების თუ ასეთი ჩარევა ნაკლებად ეფექტური აღმოჩნდა.

ზოგიერთი სქემა, რომელიც მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია ადამიანების თვითშერჩევაზე, მხოლოდ ამ მეთოდით შეიძლება იყოს საიმედოდ შეფასებული. მსგავსი მიდგომის უპირატესობა

ისაა, რომ იგი ძალიან დამაჯერებელ მეთოდს სთავაზობს არასპეციალისტებს: იგი არ ეფუძნება რთულ ეკონომეტრიკულ მეთოდებს და ინტუიციითაც შეიძლება გასაგები იყოს. ეს საზოგადოებრივ დისკუსიაში ისეთი ელემენტის შემოტანის საშუალებას იძლევა, რომლის უარყოფა, უკუგდება ძნელია და ამავდროულად მას შეუძლია რომელიმე დაინტერესებული მხარე აიძულოს შეაფასოს თავისი ამოჩემებული აზრი ან წინასწარშექმნილი მცდარი წარმოდგენა.

სამედიცინო ექსპერიმენტთა შემთხვევის მსგავსად, ეს მეთოდი მოითხოვს მონაწილეთა თანხმობას და შემფასებელი სპეციალისტების მხრიდან ეთიკური ნორმების უმკაცრეს დაცვას. მაგალითად, საგადასახადო რეფორმის გატარება, ზედა ზღვრული საშემოსავლო გადასახადის განაკვეთის შემთხვევითი აწევის (მომატების, გაზრდის) გზით, ძალიან საინტერესო იქნება მეცნიერული თვალსაზრისით, მაგრამ მისი რეალიზება რთული აღმოჩნდება არათანასწორობასთან დაკავშირებული ეჭვების გამო, რომლებსაც იწვევს თუნდაც იმავე სამედიცინო პრაქტიკაში დიფერენცირებული მკურნალობა.

ზემოქმედების (გავლენის) შეფასება პოლიტიკის დანერგვის შემდეგ

მეთოდების მეორე ჯგუფი მდგომარეობს შემთხვევითი ექსპერიმენტის სტატისტიკურ რეპროდუცირებაში (აღწარმოებაში, განმეორებაში), ეს ექსპერიმენტი რომც არ ჩატარდეს პოლიტიკის შემოღების მომენტში.

ამ მეთოდებს «ბუნებრივი ექსპერიმენტები» ეწოდება, ვინაიდან მსგავს ექსპერიმენტებს მკვლევრები მხოლოდ «ბუნებაში», სინამდვილეში, რეალობაში პოულობენ. ხშირად, პოლიტიკის დანერგვისას მისი მოქმედება შემოიფარგლება ბენეფიციართა ჯგუფით, გარკვეული ადმინისტრაციული მიზეზების გამო. რეალიზაციის ასეთი წესები თავისთავად ქმნის *საკონტროლო ჯგუფებს*, სხვანაირად მოსახლეობის ერთობლიობებს *მიზნობრივი ჯგუფის* მონაცემთა მსგავსი მახასიათებლებით, თუმცა ამოქმედებული პოლიტიკისგან სარგებლობას, ხეირს ეს ჯგუფები არ იღებს.

ამ მეთოდებიდან, უპირველეს ყოვლისა, შეიძლება დასახელდეს «ორმაგ განსხვავებათა» მეთოდი ანუ «განსხვავება განსხვავებებში» (ინგლ. difference in differences, ანუ DID) მიდგომა, რომელიც მარტივ პრინციპს ეყრდნობა: საქმე ეხება ადამიანთა ორი ჯგუფის შედარებას, მათ შორის ერთ-ერთში ადამიანები გადიან მკურნალობას (და პაციენტთა ამ ჯგუფზე გავლენას ახდენს შესაფასებელი საშუალება), ხოლო მეორეში – საკონტროლო ჯგუფში – ეს საშუალება არ გამოიყენება და გავლენასაც არ ახდენს ადამიანებზე. სავალდებულო არ არის, რომ ეს ჯგუფები შეიქმნას შემთხვევით ან იყოს მკაცრად იდენტური. ამ მეთოდის კორექტულობისათვის საკმარისია, რომ «პოლიტიკის არარსებობისას ორივე ჯგუფი ემორჩილებოდეს ერთსა და იმავე ტენდენციას». მაშინ მეთოდი დაიყვანება განსხვავების გატარებამდე სიტუაციებს შორის რეფორმის წინ და რეფორმის მერე თითოეულ ჯგუფში, ბოლოს განსხვავების დადგენამდე (სწორედ აქედან მოდის მეთოდის «განსხვავება განსხვავებებში»). ვინაიდან ჯგუფების შექმნა შემთხვევით არ ხდება, მეთოდის მდგრადობა დამოკიდებულია წინასწარ დაშვებაზე საერთო ტენდენციის არსებობის შესახებ ამ ორ ჯგუფს შორის. სწორედ ეს ჰიპოთეზა უნდა შემოწმდეს შემფასებელ სპეცია-

ლისტთა მიერ ან პლაცებოტესტების[3] ჩატარებით რეფორმის დაწყებამდე ან სხვა საკონტროლო ჯგუფებზე. განსხვავების ვიზუალიზაცია ერთი გრაფიკის საშუალებით, რომელიც ორივე ჯგუფს წარმოადგენს, ხშირად უზრუნველყოფს მაიდენტიფიცირებელი ჰიპოთეზის ინტუიციურ წარმოდგენას.

არსებობს კიდევ ერთი მეთოდი, კვლავ იმავე ბუნებრივი ექსპერიმენტების ასპექტში, რომელსაც «რეგრესია წყვეტის მახლობლობად» (ინგლ. Regression discontinuity design, ანუ RDD) ეწოდება. იდეა მდგომარეობს კანონით დადგენილი ზღვრის, ჭერის ან ნებისმიერი ადმინისტრაციული წესის გამოყენებაში, რაც, თავის მხრივ, ქმნის ადამიანთა ძალიან მსგავს, დაახლოებულ ორ ჯგუფს – მათ, ვინც იმყოფება ზღვარზე ოდნავ ზემოთ და მათ, ვინც იმყოფება ზღვარზე ოდნავ ქვემოთ. მაიდენტიფიცირებელი ჰიპოთეზა მდგომარეობს იმაში, რომ ზღვრის მახლობლად ადამიანები ერთმანეთს ჰგვანან მხოლოდ შესასწავლი მოდელის წვდომის თვალსაზრისით. მაგალითად, მოდელი, რომელიც შექმნილია ახალგაზრდობის დაკავების ხელშესაწყობად, ღიაა მხოლოდ 18 - 25 წლის ასაკის ახალგაზრდებისათვის: შეგვიძლია შევადაროთ 26 წელს მინუს ერთი თვე ასაკის ახალგაზრდები და ისინი, ვინც 26 წლისა და ერთი თვისაა. ასეთი ახალგაზრდები, ცხადია, ძალიან ჰგვანან ერთმანეთს შრომისა და გამოცდილების ბაზრისადმი წვდომის თვალსაზრისით, მაგრამ ზოგიერთი მათ შორის მიიღებს სარგებლობას დასაქმების პოლიტიკისაგან, ხოლო სხვები – არა.

ეს მეთოდი რომ კარგად მუშაობდეს, მონაცემთა ბაზაში დაკვირვებათა საკმარისი რაოდენობა უნდა იყოს წარმოდგენილი. ამ გზით შეიძლება შემოვიფარგლოთ ადამიანებით, რომლებიც იმყოფებიან წყვეტის ოდნავ ზემოთ ან ოდნავ ქვემოთ – რაც უფრო ციცაბოდ ამ თავისუფალ (საკუთარი ნებით არჩეულ) წერტილს, მით მეტია იმის ალბათობა, რომ ადამიანები ერთმანეთისგან განსხვადებიან უფრო მეტად, ვიდრე «ორმაგ განსხვავებათა» მიდგომა. ეს მეთოდი ლოკალურ შედეგს იძლევა, რომელიც მხოლოდ წყვეტის არეშია სამართლიანი. ზოგჯერ წყვეტა ძალიან მკაფიოდ გამოხატული არ არის და ამ მეთოდის გამოყენებამ შეიძლება დისკუსია გამოიწვიოს. ასეთ შემთხვევაში წყვეტის არეში ინდივიდთა მახასიათებლების გრაფიკული წარმოდგენა, არჩეული სტრატეგიის ხაზგასმით, გამორჩევის ყველაზე დამაჯერებელი ხერხია.

შეფასების კიდევ ერთი მეთოდი - განმეორებად ხდომილობათა (ინგლ. event study) კვლევა ეფუძნება მარტივ განსხვავებას «-მდე»-სა და «მერე»-ს («შემდეგ»-ს, «შემდგომ»-ს) შორის, მაგრამ ასეულობით შემთხვევისათვის. მარტივი განსხვავება არ შეიძლება იყოს გამოყენებული პოლიტიკის გავლენის გამოსარკვევად მთლიანობაში, ვინაიდან მრავალი ისეთი მოვლენა არსებობს, რომლებიც ერთდროულად ხდება, თუმცა არ ნიშნავს, რომ დაფიქსირებული ეფექტი მართლაც მიზეზშედეგობრივია. განმეორებად ხდომილობათა შესწავლისას სწორედ მათი სიმრავლის გამოყენების ფაქტი ანიჭებს მიდგომას წო-

[3] ტერმინით *პლაცებოს ეფექტი* (ლათ. placebo, სიტყვასიტყვით - «ვიქნები საწადელი/მოსაწონი») აღინიშნება ადამიანის გუნების, განწყობილების გაუმჯობესება იმის წყალობით, რომ მას გარკვეული ზემოქმედების ეფექტურობის რწმენა აქვს, თუმცა სინამდვილეში ეს ზემოქმედება ნეიტრალურია და მისი პირდაპირი ეფექტი არ შეინიშნება.

ნადობას. მკვლევარი უნდა დარწმუნდეს, რომ საშუალოდ (წინა წლებში, ჩარევამდე) არ არსებობს ადრე არსებული ტენდენცია და თუ ეს დასტურდება, მაშინ შეიძლება ჩამოყალიბდეს მიზეზობრივი ინტერპრეტაცია. ეს მეთოდი კარგად მიესადაგება ძალიან ხშირ ხდომილობებს და არცთუ ისე იშვიათად ანალიზდება ფინანსთა სფეროში (მაგალითად, გარკვეულ განცხადებათა გავლენა აქციების ფასებზე), მაგრამ შეიძლება გამოიყენებოდეს მრავალ სხვა სფეროშიც (მაგალითად, ცვლილებები ადგილობრივ ხელისუფალთა განაკვეთებში).

«დაჯგუფების» (ინგლ. bunching) სახელწოდებით ცნობილი უფრო თანამედროვე მეთოდი გულისხმობს დაკვირვებათა ზედმეტი კონცენტრაციის არსებობის შესწავლას სიმკვრივის გარკვეულ წერტილამდე, ვინაიდან კონცენტრაციის ასეთი სიჭარბე ასახავს ქცევის გარკვეულ რეაქციებს. მაგალითად, იმ ხარისხს ან იმ ძალ-ღონეს, რომლითაც ფიზიკური პირები ცდილობენ ორიენტირებას საშემოსავლო გადასახადების ტრანშიდან (ფრანგ. tranche - გადასახდელი თანხის ნაწილი, წილი) «ამოვარდნის» თავიდან აცილებაზე ან თუნდაც ყველა იმ ღონეს, რომლითაც კომპანიები გამიზნულად ათავსებს საკუთარ თავს ზღვრულ მნიშვნელობებზე უფრო დაბლა, უფრო ქვემოთ საქონლის ბრუნვის ან თანამშრომელთა რაოდენობის მიხედვით. ტექნოლოგიის ეს ტიპი განპირობებულია იმით, რომ სულ უფრო ხშირად ჩნდება ადმინისტრაციულ მონაცემებზე წვდომის მოპოვების შესაძლებლობა, როცა ანარჩევი (ამონაკრები) ძალიან დიდია, რაც განაწილების განსაზღვრულ წერტილთა მასშტაბს მკვეთრად ზრდის – ასეთი მიდგომის უპირატესობა ისაა, რომ იგი იმ ქცევითი რეაქციების შეფასებათა საშუალებას იძლევა, რომლებიც შეიძლება აისახოს კონკრეტული რეფორმის ფარგლებში მონაცემების მარტივი ჯვარედინი (კროსსექციური) ანალიზით.

კროსსექციური მონაცემები[4] მონაცემთა განივი (გარდიგარდმო) ჭრილია (ან, თუ გნებავთ, კვეთა ანაჭერი, ანათალი). დაპროგრამებაში ეს ტერმინი აღნიშნავს ელემენტების ამოკრების, ამორჩევის ოპერაციას მონაცემთა ამა თუ იმ სტრუქტურიდან. სტატისტიკასა და ეკონომეტრიკაში კი განივი ჭრილის მონაცემები ის მონაცემებია, რომლებისთვისაც სტატისტიკურ ერთეულთა დაკვირვება დროის მხოლოდ გარკვეულ (ფიქსირებულ) მომენტში ხდება.

შევჩერდეთ *ex-post* შეფასების ბოლო მეთოდზე მასში წარმოდგენილია სტატისტიკური შეპირისპირების (შედარების, შეჯერების) მეთოდები (ინგლ. matching). პრინციპი მდგომარეობს საკონტროლო და მკურნალობის ჯგუფების შექმნაში, დასაკვირვებელი მახასიათებლების საფუძველზე. თითოეული ადამიანისათვის საკონტროლო ჯგუფში შეირჩევა (ცნობილი მახასიათებლების თანახმად) იდენტური ადამიანი, რომელზეც გავლენა მოახდინა შესაფასებელმა სისტემამ: იგივე ასაკი, იგივე სქესი, იგივე განათლება, იგივე ხელფასი და ა.შ. რაც უფრო სრულია ინფორმაცია, მით უკეთესია შედეგები და მით მეტია მსგავსი ჯგუფების შექმნის შესაძლებლობა. ეს მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ «ორმაგ განსხვავებათა» მეთოდთან შეხამებით, შეთავსებით და შეწყობით შეფასების უტყუარობის, უეჭველობის ასამაღლებლად. პრობლემა ამ მიდგომასთან დაკავში-

[4] კროსსექციური მონაცემები (ინგლ. cross section data) - სხვანაირად სივრცითი მონაცემები.

რებით ჩნდება დაუკვირვებადი, უჩინარი ცვლადების გამო (როცა ისინი მონაცემებში არ არის ასახული ან როცა მათი დაკვირვება შეუძლებელია). თუ უჩინარ მახასიათებლებს შეუძლია ახსნა, რატომ შეეხება ან არ შეეხება ადამიანს სქემა, მაშინ შერჩევის მეთოდი, სავარაუდოდ, არაეფექტური აღმოჩნდება. მაგალითად, თუ ერთი შეხედვით მსგავსმა ადამიანებმა ნებაყოფლობით უნდა მიიღონ მონაწილეობა პროგრამაში, არსებობს დიდი ალბათობა იმისა, რომ მათ სხვადასხვანაირად იმოქმედონ. მაგალითად, ერთმა ნაწილმა გადაწყვიტოს მონაწილეობის მიღება, ხოლო მეორე ნაწილმა - არა. გამოდის, რომ სინამდვილეში ხსენებული ადამიანები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან (თუნდაც, მოტივაციით).

ეკონომიკური ანალიზი

ხარჯისა და გამორჩენის ანალიზი

საზოგადოებრივი პოლიტიკის ზემოქმედების გაზომვა საკმარისი არ არის თავდაპირველად დასახული მიზნების თვალსაზრისით ამ პოლიტიკის ეფექტურობის დასადგენად. პოლიტიკა ეფექტურად მხოლოდ მაშინ მიიჩნევა, როცა მისი სარგებლობა, უპირატესობა საზოგადოებისათვის გაწეულ დანახარჯს აღემატება. დანახარჯისა და უპირატესობის ანალიზი გულისხმობს ამ ორი კომპონენტის ფულადი ღირებულების განსაზღვრას, რათა მოხდეს პოლიტიკის წმინდა ღირებულების გაანგარიშება. ანალიზის ეს ნაირსახეობა ხშირად იხმარება *ex-ante* გადაწყვეტილებათა მიღების ინსტრუმენტად და ასევე შეიძლება იყოს გამოყენებული ანალიზურ საფუძვლად *ex-ante* შეფასებისათვის. საზოგადოებრივი პოლიტიკით მიღებულ წმინდა მოგებათა დაყვანილი ღირებულების გაანგარიშება უფრო რთულია, ვიდრე კერძო ინვესტიციათა დაყვანილი ღირებულების. მაშინ, როცა საინვესტიციო გადაწყვეტილების მიღება შეიძლება ხდებოდეს წარმოების ფაქტორთა და ინვესტიციათა პროგნოზირებული რენტაბელობის (მომგებიანობის) საბაზრო ღირებულების გათვალისწინებით, საზოგადოებრივი პოლიტიკის დანახარჯისა და ხეირის (სარგებლის, გამორჩენის) შეფასება იშვიათად შეიძლება იყოს დაფუძნებული საბაზრო ფასებზე. ზოგიერთ შემთხვევაში ასეთი ფასები შეიძლება არსებობდეს კიდეც, მაგრამ ისინი არ ასახავს სოციალურ დანახარჯებსა და სარგებელს, ვინაიდან ვერ ითვალისწინებს გარედან შემოტანილ შესაძლო ეფექტებს, დაბინძურებულია ინფორმაციული ასიმეტრიითა და წესრიგდება (რეგულირდება) საზოგადოების მიერ. სხვა შეთხვევაში ასეთი ფასები უბრალოდ არც არსებობს. მაგალითად, გარემოს დაბინძურებით გამოწვეული ეკოლოგიური ზიანის (ზარალის) სოციალური ღირებულება ძნელია შეფასდეს ისეთი ბაზრის არარსებობისას, რომელიც გაზომავს შენარჩუნებული, დაცული გარემოს ღირებულებას. ამ შეზღუდვათა მიუხედავად, საზოგადოებრივი პოლიტიკის სარგებლობის, ხეირისა და უპირატესობის რაოდენობრივი შეფასება, მსგავსი მეტრიკის დახმარებით, მნიშვნელოვანი ნაბიჯია, როცა რამდენიმე შესაძლო ზომის შესაბამის ღირსებათა შედარებას ვაპირებთ. *ex-post* შეფასებიდან დანახარჯისა და სარგებლის (შემოსავლის, მოგების) ანალიზზე გადასვლა რიგ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული: აუცილებელია დანახარჯის სრული შეფასების მიღება (პირდაპირი ხარჯი, ადმინისტრაციული ხარჯი, ბენეფიციარებთან დაკავშირებული ხარჯი, დასაფინანსებლად აუცილებელი საგადასახადო გამოსაღების - მოსაკ-

რებლის ღირებულება და ა.შ.). დაბოლოს, საზოგადოებრივი ჩარევის სრული შეფასებისათვის აუცილებელია არაფულადი დანახარჯისა და ხეირის გათვალისწინებაც (ბენეფიციარების სტიგმატიზაცია, ოჯახების დემორალიზაცია და ა. შ.).

ოპტიმალური მიდგომა პრობლემისადმი

ხარჯისა და სარგებლის ანალიზი შეიძლება გამოიყენებოდეს საზოგადოებრივ პოლიტიკაზე გაწეული სარგებლისა და ხარჯის შესადარებლად, მაგრამ ხშირად აუცილებელია უფრო შორს წასვლა, რომ შეფასდეს საზოგადოებრივი ჩარევის ოპტიმალური, გონივრული ხასიათი. მხედველობაში იქნეს მიღებული მიღწეული გადანაწილება, საერთო კეთილდღეობის გაუმჯობესება, ჩარევის თავსებადობა უკვე მიმდინარე სხვა პოლიტიკასთან და ა.შ.

კლასიკური ეკონომიკური ანალიზი, რომელიც ინგლისურ ენაში ცნობილია როგორც *optimal design* (*ოპტიმალური დაგეგმარება*), ცდილობს მკაფიო არგუმენტების წარმოდგენას სოციალური არჩევანის სასარგებლოდ, გადანაწილების კოლექტიური გადაწყვეტილებისა და საზოგადოებრივი პოლიტიკის სტრუქტურირების წესის მრავალფეროვნების ასპექტში.

კერძოდ, შემოსავალთა დაბეგვრისა და სოციალური შეღავათების პოლიტიკის ანალიზის ფარგლებში, რომელიც ცნობილია ოპტიმალური ბეგარის შეწერის სახელწოდებით, ეს მეთოდები ცდილობს კოლექტიური კეთილდღეობის მაქსიმიზაციას და მხედველობაში იღებს უფრო მეტ ტვირთს მოსახლეობის განსაკუთრებით მოწყვლადი, გულნატკენი, თავმოყვარეობაშელახული ფენებისა და ყველაზე უფრო ნაკლებად უზრუნველყოფილი პირებისათვის. იდეა იმაში მდგომარეობს, რომ ობიექტურად, სამართლიანად, მიუკერძოებლად წარმოვადგინოთ სუბიექტური, მხოლოდ ცალკეული პიროვნებების აზრის გამომხატველი, პირადული და, მაშასადამე, არაობიექტური, მიკერძოებული პოლიტიკური არჩევანი და მისი მიღების არგუმენტები გაშუქდეს, დასაბუთდეს კამათში. განსაკუთრებით საინტერესო ფაქტები შეეხება, მაგალითად, საგადასახადო პოლიტიკას დასაქმებული, მომუშავე ღარიბების, ღატაკების, გაჭირვებულების სასარგებლოდ (ვთქვათ, ინგლ. activity bonus – დახმარება, შემწეობა აქტივობისათვის ან ინგლ. working tax credit - საგადასახადო კრედიტი დასაქმებულისათვის), რაც თავის დროზე შესწავლილია საეზის (Emmanuel Saez) მიერ [14].

ვინაიდან ეს პიროვნებები არ არიან მოსახლეობის ყველაზე უფრო ღარიბი, ღატაკი და ნაკლებად უზრუნველყოფილი მოქალაქენი, ამიტომ, როგორც წესი, არ არსებობს არგუმენტები სიღარიბესთან ბრძოლის ზემოთ აღწერილი პოლიტიკის გატარების სასარგებლოდ, როცა არ იზომება მნიშვნელოვანი ქცევითი რეაქცია *ექსტენსიურ მარჟაზე*, ე. ი. მოგებაზე, რომელსაც განაპირობებს განსხვავება შემოსავალში დადებითი თუ უარყოფითი გადაწყვეტილების მიღებისას, დასაქმებასთან დაკავშირებით.

უკანასკნელ შემთხვევაში სიღარიბესთან ბრძოლის პოლიტიკით შეიძლება დადგინდეს, რომ უფრო ხელსაყრელია კი არ შემოვიფარგლოთ უბრალოდ მინიმალური შემოსავლის დაწესებით, არამედ ასევე გავაფართოოთ დასაქმებული ღარიბების მხარდაჭერა. საბოლოო ჯამში, ასეთი მიდგომა მოითხოვს დიდი მოცულობის შრომატევად ეკონომიკურ ანალიზს - თეორიულად პასუხი გასაცემი გვექნება დის-

ციპლინის ყველა თეორიული და ემპირიული ხასიათის კითხვაზე. მაგრამ ასეთი მიდგომა იმასაც შეგვახსენებს, რომ საზოგადოებრივი პოლიტიკის ანალიზი არ შემოიფარგლება ეფექტურობის ან ფულადი მაჩვენებლების გაანგარიშებით, საბოლოო მიზანი მოსახლეობის კეთილდღეობის გაუმჯობესებაა.

დასკვნა

საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასების მეთოდების ამ მოკლე მიმოხილვის დასრულებისას მნიშვნელოვანია იმის ხაზგასმა, რომ არ არსებობს იდეალური მეთოდი ნებისმიერი კონტექსტისათვის და სწორი მეთოდის შერჩევა მოცემული შემთხვევის შეფასების საუკეთესოდ ჩატარების საშუალებას იძლევა. ამიტომ, აუცილებელია ყველა არსებული მეთოდების ათვისება და მიმდინარე კვლევათა ახალი მიდგომების შესწავლა ყველაზე უფრო ხელსაყრელის ასარჩევად, შესასწავლი პრობლემისათვის.

ასევე, სამწუხაროდ, ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ ხშირად არსებობს კომპრომისი შესაფასებელი პოლიტიკის იდენტიფიკაციის ხარისხსა და სოციალურ ინტერესებს შორის. პოლიტიკის ცალკე აღებული ასპექტი ზოგჯერ ძალიან ზუსტი შეფასების ჩატარების საშუალებას იძლევა მაშინაც კი, როცა მას აქვს წყვეტები ან გამოყენებადობის მკაცრი კრიტერიუმები, ხოლო ეროვნული მასშტაბის პოლიტიკის შეფასება მტკიცებულების იმავე ხარისხით ვერ ხერხდება. ზოგჯერ მკვლევართ უჩნდებათ ცდუნება მიანიჭონ უპირატესობა ჩარევის საიმედო იდენტიფიკაციას, თუმცა დიდია იმის რისკი, რომ ასეთ შემთხვევაში ისინი ვერ გამოთქვამენ საკუთარ აზრს საზოგადოებრივი პოლიტიკის რთულად შესაფასებელ ძირითად მიმართულებებთან დაკავშირებით, მაგრამ საზოგადოებამ მაინც უნდა გამოხატოს თავისი შეხედულება პოლიტიკაზე ხსენებული მიმართულებებით.

საზოგადოებრივი პოლიტიკა თანამედროვე დემოკრატიული პროცესის განუყოფელი ნაწილია. მოქალაქეთა წვდომა საზოგადოებრივი პოლიტიკისადმი, რომელიც სახელმწიფოში ტარდება, დღეს ხარისხიან და ქმედით საზოგადოებრივ დისკუსიათა აუცილებელი პირობაა. გავრცელებული აზრის საწინააღმდეგოდ, საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასება არ წარმოადგენს პროცესს, რომელმაც უნდა ჩაანაცვლოს ექსპერტთა მთავრობის მიერ გადაწყვეტილებათა დემოკრატიულად მიღება. პირიქით, ეს არის პროცესი, რომელმაც უნდა გამოაცოცხლოს დემოკრატია რთულ სამყაროში, სადაც მოქალაქენი ჩართული არიან გადაწყვეტილებათა მიღების პროცესში და ფლობდნენ მაქსიმალურად ზუსტი ინფორმაციას საზოგადოებრივ პოლიტიკაზე, რომელსაც კენჭი ეყრება.

საზოგადოებრივი პოლიტიკის შეფასება ეყრდნობა მიზეზშედეგობრივი კავშირის გამოვლენას მოქმედ პოლიტიკასა და მის შედეგებს შორის. ბოლო წლებში მეცნიერთა მიერ მრავალი სტატისტიკური მეთოდია წამოყენებული საზოგადოებრივი პოლიტიკის ეფექტების გულდასმით გაზომვისათვის. მეთოდების შერჩევა და მათი გამოყენების ხარისხი დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ უთმობენ ყურადღებას შემფასებლები ყველა მნიშნელოვანი ფაქტორის გათვალისწინებასა და სანდო კონტრარგუმენტის წამოყენებას.

მაგრამ შეფასების დემოკრატიულობისათვის საკმარისი არ არის, რომ სპეციალისტი ფლობდეს მხოლოდ ყველა თანამდევ ფაქტორს და მათი შეფასების

მეთოდს. ამავდროულად მას უნდა შეეძლოს დამოუკიდებლობის დაცვა, საკუთარი პიროვნებისადმი ადამიანთა განწყობა ნდობით, მისი გარანტირება და საკუთარი ანალიზის შედეგების საზოგადოებამდე დაყვანა. ამისათვის შეფასების პროცესი უნდა მიმდინარეობდეს როლების გამიჯვნით შემკვეთსა (ე. ი. პოლიტიკაზე პასუხისმგებელ ადმინისტრაციასა) და შემფასებელს შორის, თითოეული მათგანის პრეროგატივის დაცვით.

ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ კარგი შეფასება აუცილებლად კარგ პოლიტიკას არ ქმნის. შეფასება, უპირველეს ყოვლისა, საშუალებას გვაძლევს უკეთ გავიგოთ როგორი ზემოქმედება შეიძლება მოახდინოს სახელმწიფო ჩარევამ და მათ შესახებ გვიზიარებს ცოდნას.

ლიტერატურა

1. Bozio, A. (2015). L'évaluation des politiques publiques: Enjeux, méthodes et institutions. *Revue française d'économie, 29*(4), 59–85. https://doi.org/
2. Paul, S., Milet, H., & Crovella, É. (2016). *L'évaluation des politiques publiques (Comprendre et pratiquer)*. Presses de l'EHESP. 182p.
3. Blanchet, D., Hagnere, C., Legendre, F., & Thibault, F. (2016). Évaluation ex post et ex ante: L'apport de la microsimulation. *Revue économique, 67*(4), 685–696.
4. Gibert, P., & Andrault, M. (1984). Contrôler la gestion ou évaluer les politiques? *Politiques et Management public, 2*(2), 123–133.
5. Wildavsky, A. (1972). The self-evaluating organization. *Public Administration Review, 32*(5), 509–520.
6. Duran, P. (2010). L'évaluation des politiques publiques: Une résistible obligation. Introduction générale. *Revue française des affaires sociales*, (1–2).
7. Imbens, G. W., & Wooldridge, J. M. (2009). Recent developments in the econometrics of program evaluation. *Journal of Economic Literature, 47*(1), 5–86.
8. Wassmer, E. (2014). L'évaluation des politiques publiques: Faut-il de l'interdisciplinarité? *Économie et Prévision, 204–205*, 193–209.
9. Duran, P. (2013). La responsabilité administrative au prisme de l'action publique. *Revue française d'administration publique, 47*(3), 589–602.
10. Bozio, A., Guillot, M., & Laffeter, Q. (2015). Portée et limites du modèle Taxipp pour l'analyse redistributive des prélèvements obligatoires. *Économie et Statistique, 481–482*, 31–50.
11. Auerbach, A. J. (1996). Dynamic revenue estimation. *Journal of Economic Perspectives, 10*(1), 141–157.
12. Meghir, C. (2006). Dynamic models for policy evaluation. In R. Blundell, W. Newey, & T. Persson (Eds.), *Advances in Economics and Econometrics: Theory and Applications, Ninth World Congress* (Vol. 2, pp. 255–278). Cambridge University Press.
13. Rubin, D. B. (1974). Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *Journal of Educational Psychology, 66*(5), 688–701.
14. Holland, P. W. (1986). Statistics and causal inference. *Journal of the American Statistical Association, 81*(396), 945–960.
15. Saez, E. (2002). Optimal income transfer programs: Intensive versus extensive labor supply responses. *The Quarterly Journal of Economics, 117*(3), 1039–1073.

UDC 303.725:32:005.311
SCOPUS CODE 1702
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-134-147

Public Policy Evaluation Through Modeling

Oleg Namicheishvili Department of Artificial Intelligence, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: o.namicheishvili@gtu.ge

Zhuzhuna Gogiasvhili Department of Computer Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: j.gogiasvili@gtu.ge

Reviewers:

M. Kiknadze, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, Doctor of Technical Sciences, GTU
E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

O. Tavdishvili, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: tavdishviliotar08@gtu.ge

Abstract. Public policy evaluation is largely based on a scientific approach aimed at increasing our knowledge of the impact of a wide range of public policy options. The starting point of this approach is the degree of our ignorance in the relevant field - something that is not always easy to admit - and, thus, by conducting an evaluation, our knowledge of the paths to the goals that will be raised and set as a result of public deliberation is deepened.

The objectives, technical and institutional problems of public policy evaluation are presented here. The tasks of evaluation are to expand scientific knowledge, to assist in policy decision-making, and to contribute to democratic public deliberation. Evaluation does not limit policy decision-making to a small group of experts and, on the contrary, is a necessary condition for the acceptance by all citizens of the rational opinion expressed in public debates. The expertise should also consider the choice of evaluation methods that depend on the available data and the policy to be evaluated. At the same time, a non-technical overview of currently available methods is presented, comparing the advantages and limitations of these methods. After focusing on the institutions involved in social policy evaluation, the key to institutional success of evaluations is discussed.

Keywords: Evaluation methods; Evidence-based practice; Ex ante and ex post impact assessment Public policy; social innovations.

განხილვის თარიღი 24.07.2025
შემოსვლის თარიღი 17.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 35
SCOPUS CODE 1702
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-148-156

Technosophy - A New Philosophical Paradigm in the Age of Artificial Intelligence

Mariam Tsatsanashvili Department of public administration and electronic business, Institude for Research on Public Governance Problems, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: tsatsanashvilimariam11@gtu.ge

Leonid-Luka Kazanjy Faculty of Business Technologies, Research Institute of Public Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: leonidluka.kazanji@gmail.com

Reviewers:
A. Tsintsadze, Professor, Faculty of Informatics and Management Systems, GTU
E-mail: aliko123@yahoo.com
G. Tatishvili, P.H.D. Physics Mathimatics, Member of the Georgian National Academy of Sciences
E-mail: tatigia@yahoo.com

Abstract.

The article argues that technological changes necessitate a new philosophical approach capable of adequately responding to contemporary challenges. In this context, the authors develop the concept of technosophy, aiming to establish a harmonious balance between technological progress and humanistic values. Technosophy addresses the impact of technological advancements on human consciousness and behavior, founded on the coexistence of progress and ethical humanism. The authors present technosophy as a model that integrates humanistic values with postmodernist critique. Decisions driven by artificial intelligence increasingly alter individual behavior and social relationships, thereby posing a threat to human autonomy. In response to these dynamics, technosophy offers a model that fosters the ethical, responsible, and stable development of the interaction between technology and humanity.

Keywords: Artificial Intelligence; Ethics; Humanist Values; Philosophical Paradigm; Postmodernism; Technosophy.

Introduction

It is widely accepted today that new technologies are fundamentally changing human values [5] and the boundaries of consciousness [11]. In an era where artificial intelligence, robotics, and biotechnology are transforming daily life, important questions arise: What impact does advanced artificial intelligence have on human consciousness and decision-making? How can we ensure that technological development remains human-centered, rather than becoming just a tool for

industrialization? How can we protect individuals when technological systems make decisions on their behalf?

This article aims to address these crucial questions by developing a new philosophical framework-technosophy. Unlike traditional philosophical approaches, technosophy seeks to create a comprehensive, human-centered theory that integrates technological progress with ethical considerations. The primary goal of technosophy, as developed in this article, is to analyze the evolving role of technology in human life, proposing an ethical path that ensures the safe coexistence of humans and advanced technologies.

In the age of artificial intelligence, technosophy is not just an abstract concept, but a practical guide for navigating the complexities of new technologies. By examining AI, robotics, and biotechnology, technosophy offers solutions to the ethical dilemmas arising from technological advancements, advocating for a balanced approach that upholds human values. It unites humanist values, understood as the legal guarantees of dignity and independence, with postmodern diversity, which offers alternative perspectives on ethics, law, and social norms.

Through the development of technosophy, this article proposes a novel philosophical response to the rapid transformations in technology and society.

Understanding the Problem

Contemporary technological progress is not limited to improving individual and societal welfare. The dynamics of technological development may also give rise to ethical dilemmas [12], security risks[6], and the exacerbation of social inequality[21]. The central issue lies in how technologies impact consciousness, alter individual freedom of choice, and increase social polarization. This polarization may be driven by unequal access to resources [9] or the lack of normative regulation [15]. The problem has two main dimensions: the technological, involving complexities like software bugs and ineffective interface design, and the socio-ethical, addressing challenges such as the disproportionate impact of technological progress on society, the limitation of individual freedoms, and the deepening of digital inequality.

Main Part

The problem becomes even more pressing as technologies increasingly shape human consciousness. For example, the ethical guidelines established by OpenAI [24] and Google DeepMind prohibit the use of artificial intelligence (AI) for purposes that violate human rights. The use of robots in elderly care, while alleviating the shortage of human resources, cannot replicate the empathetic connections necessary for human well-being [28]. Ethical concerns become particularly acute when intelligent systems take part in decision-making processes. As Nyholm argues, anthropomorphism and the perception of robotic autonomy challenge traditional human-centered moral frameworks by raising complex questions about agency and responsibility [23].

The example of CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) technology illustrates that while genetic manipulation can be a medical breakthrough, it also raises complex bioethical questions about the justification for altering human nature [2]. New technologies also influence democratic processes. The 2018 Cambridge Analytica case confirmed that data micro-targeting technologies, rather than enhancing democratic participation, could lead to a crisis in controlling voter behavior and autonomy [31].

Technological progress and its contemporary challenges can be interpreted through both humanist and postmodern perspectives [8]. However, technosophy is not merely a synthesis of these theories; it is a methodological framework for critically reflecting on and evaluating the limits of technological influence on humanity, encouraging ethical scrutiny and responsible innovation [4].

The Necessity of Technosophy in the Age of Artificial Intelligence

Technosophy[1] Technosophy represents an answer to the existential questions related to human existence in the era of technological progress. It is a general philosophical paradigm that possesses the ability for self-concretization. It is based on informational grammatism and zautopoietic[2] systematization. Its logical purposiveness is considered within the philosophical, genetic, and empirical-analytical context of history

Technosophy defines how we view, develop, and utilize new technologies. It is not only the development of technical knowledge and innovations but also the study of the ethical and social impacts of new technologies. Naturally, it involves both. Therefore, the integration of these two components forms the basis for the application of the cognitive management model. The elements of the cognitive management model include:

- Biosophical Being – the perception of humans as viable, natural beings, which implies the fusion of ethical, psychological, and physical contexts;
- Intentionality – the human ability and desire for individual intent in action, making decisions;
- Technology – as an instrument for the expression of being;
- Practicable[3] Interaction of Forms – specific and practical forms of human interaction through technology, enabling the realization of intentions;
- Mechanistic Manifestation – the systemic calculation of technological processes and tools, which directly impacts human behavior.

This paradigm challenges the notion of new technologies as autonomous forces. Establishing a rational relationship with technology is directly connected to the psycho-emotional crisis. The expansion of the informational field under the conditions of new technologies is so vast that transitioning informational systems into an operational phase and losing control over conscious influence becomes a natural phenomenon. Accompanying this process is another challenge: how can individuals maintain their authentic consciousness in the era of technologies? Explaining the nature of the impact on collective consciousness helps overcome this challenge. Human consciousness, as a natural cognitive space, gives rise to individual worldview experiences in the context of technological progress, which is connected to public ethics, governs these processes, and preserves authenticity.

The psycho-emotional crisis refers to a specific state of perceiving life dilemmas that transcend time and space, which may result in either positive or negative outcomes. The outcome is positive when an individual, by perceiving the dilemma, successfully expands the informational field. The outcome is negative when an individual, by perceiving the dilemma, succeeds in expanding the quality of the informational field but cannot transition it into the operational phase due to the vast volume of the informational field, making conscious influence impossible.

In the age of artificial intelligence, technosophy acts as a mirror, helping us see the boundaries of technology use and maintain a balance between human values and technological progress.

---

[1] Techne" – craftsmanship (an ancient Greek term used for the craft of architecture, sculpture, and medicine. In modern terms, it can be associated with the craft and skills related to the interaction with new technologies), "sophia" – wisdom.

[1] Zautopoietic" – a self-regulating, systemic concept that refers to the self-control of cognitive processes.

[1] Practicable – a businesslike, practical attitude towards something

Humanistic Values in Technosophy

Humanistic philosophy focuses on values and principles related to human civilization, individual freedom, and moral responsibility. Its goal is to strengthen and promote these values. This approach considers technology as a system created for human well-being. Although it is oriented toward human welfare, it does not fully explain the role of technology. For example, Carl Rogers' theories are based on empathy, personal growth, and freedom [26]. Abraham Maslow's humanistic philosophy emphasizes spiritual development and personal fulfillment [20], while Viktor Frankl explores overcoming life's difficulties and achieving emotional and spiritual elevation [14]. Although Jean-Paul Sartre was an existentialist philosopher, his views can be examined from the perspective of humanistic values, as he emphasized essential human freedom and personal development [27]. Frantz Fanon's humanistic philosophy is not solely concerned with individual well-being but also with the survival of society and culture, as individual perfection within society is essential for spiritual development [10]. Michel Foucault focused on human potential, freedom, and creativity. Similarly, he viewed technology as a tool designed for human well-being, which should be used and developed for the protection of human rights and welfare [13].

Technosophy draws from these classical approaches the humanistic perspective on how technology can serve and align with human values. It sees new technology not merely as an auxiliary tool but as a strategic ally of natural human thinking, significantly shaping future vectors of development.

Despite recognizing the significance of technology and its positive aspects, the humanistic paradigm and technosophy have distinct approaches. Humanists view technology as an instrument that serves the process of developing human ideals. Their goal is to utilize technology to enhance human needs, social justice, and cultural values. At the same time, humans are considered autonomous and free beings with the ability to exercise free will.

The key issue is that new technologies are not merely tools; they are also part of human cognitive processes and serve as strategic allies to human intellectual and creative abilities. Technology can serve human needs harmoniously rather than dominate them, but only if its development and application are purposefully directed. Emerging technologies open new cognitive possibilities, shaping the way humans think and create. While technology influences human life, it does not represent an autonomous force. It is understood that technology is fully integrated with human cognition, acting as its strategic ally.

Thus, the humanistic paradigm perceives technology merely as an auxiliary tool for humans, aiming for its controlled and manageable use. In contrast, technosophy not only conceptualizes technology as part of human cognition but also establishes a new level of interrelation. It emphasizes "synergetic interactions," where technology and human cognition collectively form a unified strategic force. This means that the interaction of two or more systems results in new processes or functions that did not exist separately. These relationships emerge when different elements create a new unity that retains the properties of both systems while generating new abilities or processes solely through their interaction.

In this context, technology and human cognition create a new systemic disposition that could not have emerged in their separate existence. Technosophy represents a dialogue and interaction between technology and human thought, through which they are seamlessly and synergistically integrated.

Technosophy and Postmodernism

Postmodernism encompasses various schools and approaches, including Anglo-American and Francophone directions. The Anglo-American school emphasizes the role of technology as a powerful tool for societal

development. Representatives of the Francophone school argue that technology influences individual consciousness and societal systems, shaping new forms of individual and collective identities.

American philosopher and media theorist Mark Poster discusses the dual nature of technology. While technology provides new means of communication, information acquisition, and self-expression, it simultaneously enhances individual control - enabling data collection and social behavior regulation. In this perspective, the digital era transforms societal systems, where technology defines new forms of power distribution and social control.

Douglas Kellner [19] and Sherry Turkle [30] assert that technology significantly impacts human identity and social structures. However, their perspective pays less attention to the moral responsibility of technology and its value-based frameworks, which remain a critical challenge in contemporary philosophical and ethical discourse.[1]

According to J. D. Bolter,[3] the concept of hyperreality suggests that technology can be perceived as a means of replacing reality. However, his approach gives little consideration to the harmonious coexistence of real and virtual experiences. This issue becomes especially significant as everyday life increasingly depends on technology.[2]

While J. D. Bolter's theory of hyperreality views technology as a replacement for reality, Donna Haraway's cyborg concept entirely erases the boundaries between technology and humans [16]. Haraway argues that the cyborg is a new type of human being that is no longer subject to traditional social and cultural identities such as gender, race, or nationality. This idea not only expands human existence but also transforms thought processes regarding social and cultural constraints. Technology is gradually becoming an integral part of human nature, altering our consciousness and the essence of existence.

Richard Coyne goes even further, discussing psycho-cultural transformations - specifically, how technology and virtual reality reshape culture and philosophy [7]. He explores how technology creates new mental frameworks that directly influence thinking, behavior, and the perception of the world.

A technological progress idealist, Nicholas Negroponte predicts that digital technologies will fundamentally transform human identity and everyday life [22]. His vision highlights how technology is not only used to enhance communication but also to establish new social norms and practices.

The issue of moral responsibility in technology is often overlooked in both postmodernist and technological discourses. Therefore, a deeper analysis is necessary - one that links the ethical evaluation of technology with its technical and social capabilities. Otherwise, the absolutization of technology risks turning humans into dependent instruments of technology. In such a process, innovations no longer serve human well-being but rather define behavior, identity, and social interactions.

Regarding the Francophone school, one of its representatives, Jean Baudrillard, in his theory of "hyperreality," argues that technology and media create an altered version of reality that surpasses reality itself [1].

---

[1] Sherry Turkle has explored the impact of technology on human identity and relationships in various academic contexts, particularly in her publications Alone Together (2011) and Reclaiming Conversation (2015). She has also presented her views in public forums such as TED Talks and academic conferences, where she discusses the evolving role of technology in human interaction and its ethical implications.

[2] This conclusion is supported by J.D. Bolter's works, such as Writing Space: The Computer, Hypertext, and the Remediation of Print (2001).

Martin Heidegger's philosophy [17] perceives technology as a means of destroying the "human world," as people lose their real place in the world and become subjugated to technology.

Gilbert Ryle suggests that technology has penetrated human life so profoundly that it ultimately affects personal traits [25].

Bernard Stiegler [29] views technology as a crucial strategic partner for human intellectual development, yet warns that the absolutization of technology and its transformation into an independent force significantly alters human nature.

Don Ihde's phenomenological approach [18] to technology suggests that technology is not merely a tool serving human interests but instead defines human experience itself.

According to the Francophone school, technology is not merely instrumental but also a reality-creating force that constantly changes and frequently generates moral and social conflicts. These changes influence human relationships and consciousness. At the same time, representatives of this school do not accept the idea that technology has unpredictable and uncontrollable effects.

Ultimately, both schools acknowledge the extent of technology's influence, where humans become unconditionally dependent on it. However, both approaches remain insufficient, as they do not consider the harmonious coexistence of technology and human freedom. The development of technology should not lead to the replacement of reality; rather, the virtual should exist in a way that the primary reality does not lose its significance and authenticity.

This raises the question: "For what purpose?" Technological progress is not merely an end but a means that should serve human well-being and global sustainability. Virtual reality should not become a tool for the dehumanization of identity or mental manipulation.

Technology is a conceptual and material product of the human intellect, which, when used consciously and purposefully, transforms into a powerful ally. Considering that technology is a creation of human intellect, it is evident that it can never dominate its creator. Humanity remains the origin and essential foundation of this process. The technology created by human thought can never eliminate its source, though it may temporarily overshadow it.

From this perspective, technosophy is based on the idea that the threat of technological dictatorship must diminish and become a thing of the past. Its foundation lies in the natural significance of human thought, which ensures the harmonization of intellectual interaction between humanity and the world. Through this approach, technosophy not only protects humans but also develops their ideological and astro-sophical abilities.

Technosophy resolves the psycho-emotional crisis caused by the interaction between technology and humans by emphasizing the necessity of transforming quantitative data into qualitative, actionable phases during the information processing process.

Thus, while the postmodern paradigm questions technological and social narratives, the technosophical paradigm focuses on directing technology toward wisdom.

Table 1:

Technosophical Perspective: Technology's Role and Ethical Boundaries

Component	Description
Role of Technology	Technologies should serve the advancement of human well-being and intellectual development.
Human and Technology Interaction	A harmonious relationship where both sides support each other, and technology is not an end in itself.
Technological Progress and Ethical Boundaries	Technologies should be used within ethical boundaries to avoid undesirable outcomes.
Vision of the Future	The relationship between technology and humans in a new harmony, based on the concept of "new symbiosis."
Practical	Development of technologies guided by ethical and social principles; initiatives such as "technological humanism."

Conclusion

Thus, technosophy is a conceptual approach that views new technologies not as an end in themselves, but as ethically governed and socially beneficial tools. It is based on the principles of wisdom and aims to achieve holistic progress, which encompasses human well-being, social justice, and metastable development.

Technosophy, as a philosophical approach, combines technological progress with human ethical and spiritual development. It significantly diverges from both humanist and postmodern traditions. Its core idea is that technologies should not become ends in themselves. Instead, they should serve as tools for promoting long-term human well-being and intellectual growth.

Technosophy recognizes that the relationship between humans and technology cannot be merely mechanical. It must rest on ethical and spiritual foundations that enable a harmonious interaction between the two.

Importantly, technosophy introduces the notion of a "lyrical connection" - a vision in which humans and technologies function freely and harmoniously. This idea demands the creation of specific frameworks to guide such a relationship. One such framework is the model of ethical innovation, which proposes that technologies should not be driven solely by business interests or technical efficiency, but must serve the common good.

Aligned with this model, the concept of ethical innovation should be actively developed. It directs technological advancement toward public welfare and social responsibility. The idea of socially responsible technologies defines how innovation must evolve to address pressing social and ethical challenges.

Technosophy's focus extends beyond technology itself. It emphasizes the psychological and ethical dimensions of the human being. Its purpose is not only to address technological issues, but also to uphold human dignity, ethics, and spiritual growth.

It moves beyond the ethical governance of technology alone. Technosophy calls for new collaborative models in which humans and technologies form a new symbiosis. This creative partnership can take form through initiatives such as technological humanism, where technologies operate not only within economic and technical systems, but also follow ethical principles to help build a more just and orderly society.

In this way, technosophy offers a philosophical response to modern challenges. It envisions a future where technology and human intellect function in a balanced and ethical relationship—ensuring the sustained well-being of society.

References

1. Baudrillard, J. (1994). *Simulacra and simulation* (S. F. Glaser, Trans.). University of Michigan Press.
2. Baylis, F. (2020). *Altered inheritance: CRISPR and the ethics of human genome editing*. Harvard University Press.
3. Bolter, J. D. (1991). *Writing space: The computer, hypertext, and the history of writing*. Lawrence Erlbaum Associates.
4. Capurro, R. (2022). *Digital ethics: Philosophical and cultural perspectives*. Springer.
5. Coeckelbergh, M. (2020). *AI ethics*. MIT Press.
6. Coeckelbergh, M. (2021). *The political philosophy of AI: An introduction*. Polity Press.
7. Coyne, R. (1999). *Technoromanticism: Digital narrative, holism, and the romance of the real*. MIT Press.
8. Dignum, V. (2019). *Responsible artificial intelligence: How to develop and use AI in a responsible way*. Springer.
9. Eubanks, V. (2018). *Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor*. St. Martin's Press.
10. Fanon, F. (1961). *The wretched of the earth*. Grove Press.
11. Floridi, L. (2014). *The fourth revolution: How the infosphere is reshaping human reality*. Oxford University Press.
12. Floridi, L. (2019). *The logic of information: A theory of philosophy as conceptual design*. Oxford University Press.
13. Foucault, M. (1969). *The archaeology of knowledge* (A. M. Sheridan Smith, Trans.). Pantheon Books.
14. Frankl, V. E. (1959). *Man's search for meaning*. Beacon Press.
15. Greene, D. (2021). *The promise of access: Technology, inequality, and the political economy of hope*. MIT Press.
16. Haraway, D. J. (1991). *Simians, cyborgs, and women: The reinvention of nature*. Routledge.
17. Heidegger, M. (1977). *The question concerning technology and other essays* (W. Lovitt, Trans.). Harper & Row.
18. Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld: From garden to earth*. Indiana University Press.
19. Kellner, D. (1995). *Media culture: Cultural studies, identity, and politics between the modern and the postmodern*. Routledge.
20. Maslow, A. H. (1954). *Motivation and personality*. Harper & Row.
21. Mittelstadt, B. (2023). Principles alone cannot guarantee ethical AI. *Nature Machine Intelligence, 5*(1), 1–3. https://doi.org/10.1038/s42256-022-00614-x
22. Negroponte, N. (1995). *Being digital*. Vintage Books.
23. Nyholm, S. (2020). *Humane robots: Ethical and philosophical issues*. Routledge.
24. OpenAI. (2023). *OpenAI charter and ethics guidelines*. https://openai.com/charter
25. Poster, M. (1995). *The second media age*. Polity Press.
26. Rogers, C. R. (1961). *On becoming a person: A therapist's view of psychotherapy*. Houghton Mifflin.
27. Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. Hutchinson.
28. Sartre, J.-P. (1946). *Existentialism is a humanism* (P. Mairet, Trans.). Methuen. (Original work published in French: *L'existentialisme est un humanisme*)
29. Sharkey, A., & Sharkey, N. (2012). Granny and the robots: Ethical issues in robot care for the elderly. *Ethics and Information Technology, 14*(1), 27–40. https://doi.org/10.1007/s10676-010-9234-6
30. Stiegler, B. (1998). *Technics and time, 1: The fault of Epimetheus* (R. Beardsworth & G. Collins, Trans.). Stanford University Press.
31. Turkle, S. (1995). *Life on the screen: Identity in the age of the Internet*. Simon & Schuster.
32. Zuboff, S. (2019). *The age of surveillance capitalism*. PublicAffairs.

UDC 35
SCOPUS CODE 1702
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-148-156

ტექნოსოფია–ახალი ფილოსოფიური პარადიგმა ხელოვნური ინტელექტის ეპოქაში

მარიამ ცაცანაშვილი
საჯარო მმართველობისა და ელექტრონული ბიზნესის დეპარტამენტი, ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის საჯარო მმართველობის პრობლემათა კვლევების ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: tsatsanashvilimariam11@gtu.ge

ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი
ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის საჯარო მმართველობის პრობლემათა კვლევების ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: leonidluka.kazanji@gmail.com

რეცენზენტები:
ა. ცინცაძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: aliko123@yahoo.com
გ. ტატიშვილი, ფიზიკა-მათემატიკის დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი
E-mail: tatigia@yahoo.com

ანოტაცია. სტატიაში დასაბუთებულია, რომ ტექნოლოგიური ცვლილებები მოითხოვს ახალ ფილოსოფიურ მიდგომას, რომელიც შეძლებს ადეკვატურად უპასუხოს თანამედროვე გამოწვევებს. ამ კონ–ტექსტში ავტორები აყალიბებენ ტექნოსოფიის კონცეფციას, რომელიც ტექნოლოგიურ პროგრესსა და ჰუმანისტურ ღირებულებებს შორის ჰარმონიულ ბალანსს ისახავს მიზნად. ტექნოსოფია ეხმიანება ტექნოლოგიური პროგრესის გავლენას ადამიანის ცნობიერებასა და ქცევაზე, ეფუძნება პროგრესისა და ეთიკური ჰუმანიზმის თანაარსებობას. ავტორები ტექნოსოფიას წარმოაჩენენ როგორც მოდელს, რომელიც აერთიანებს ჰუმანისტურ ღირებულებებსა და პოსტმოდერნისტულ კრიტიკას. ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებით მიღებული გადაწყვეტილებები ცვლის ინდივიდის ქცევას და სოციალურ ურთიერთობებს, რაც ადამიანის ავტონომიის შესუსტების საფრთხეს ქმნის. ამ ფონზე ტექნოსოფია წარმოადგენს მოდელს, რომელიც უზრუნველყოფს ტექნოლოგიებისა და ადამიანის ურთიერთობის ეთიკურ და პასუხისმ-გებლიან, სტაბილურ განვითარებას.

საკვანძო სიტყვები: ეთიკა; პოსტმოდერნიზმი; ტექნოსოფია; ფილოსოფიური პარადიგმა; ხელოვ-ნური ინტელექტი; ჰუმანისტური ღირებულებები.

The date of review 28.03.2025
The date of submission 15.04.2025
Signed for publishing 25.09.2025

UDC 697.923:004.4:62-531.3
SCOPUS CODE 1706
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-157-168

VRV და SPLIT ტიპის კონდიცირების სისტემების გაანგარიშება New Desing Tool კომპიუტერული პროგრამის მეშვეობით

ირინე უგრეხელიძე სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: i.ugrekhelidze@gtu.ge

თათია გორდულაძე სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: teagorduladze@gmail.com

თამაზ ისაკაძე სამრეწველო ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

რეცენზენტები:

ზ. ჯაფარიძე, სტუ-ის ემერეტუსი
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com

ს. სულაძე, საქართველოს მაცივარაგენტების შეგროვებისა და რეციკლირების ცენტრის დირექტორი ტმდ.
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

ანოტაცია. სტატია ეძღვნება VRV და SPLIT ტიპის კონდიცირების სისტემების გაანგარიშებას New Desing Tool კომპიუტერული პროგრამის მეშვეობით. პროგრამა ამუშავებს გარე და შიგა ჰაერის პარამეტრების მონაცემებს, დატვირთვებს კონდიცირებად სათავსზე და ანგარიშობს ჯამურ თბურ და ტენიან ბალანსს, ირჩევს სისტემის ძირითად კვანძებს დატვირთვების მიხედვით, ადგენს პრინციპულ, სამონტაჟო, ელექტრულ სქემებს და ნახაზები გადაჰყავს AutoCad-ის პროგრამაში. პროგრამას აქვს დაცვითი მექანიზმები, კერძოდ თუ რომელიმე კვანძში მიღებული იქნება პარამეტრები, რომლებიც მნიშვნელოვნად შორდება ნომინალურ მაჩვენებლებს, პროგრამა იბლოკება და წინ წასვლის საშუალებას აღარ იძლევა, ამიტომ აუცილებელი ხდება დაშვებული შეცდომის მყისიერი აღმოფხვრა.

საკვანძო სიტყვები: გარე ბლოკი; მაგისტრალები; მართვის პულტი; შიგა ბლოკი; ჩილერი.

შესავალი

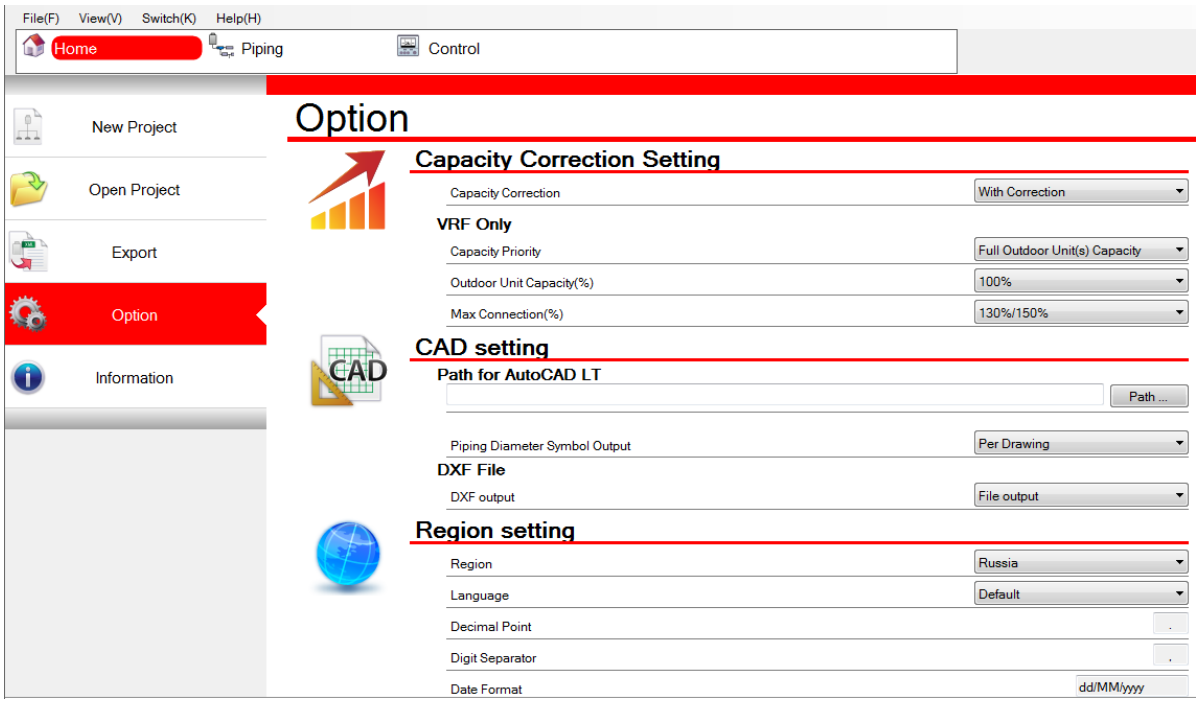
მე-20 საუკუნის მეორე ნახევრიდან კონდიცირების სისტემების მრავალი სახეობა შემუშავდა. „ფანჯრის“ ტიპის კონდიციონერები შეიძლება ჩაითვალოს კონდიცირების სისტემების ერთ-ერთ პირველ სახეობად. პირველი „ფანჯრის“ ტიპის კონდიციონერი გამოუშვა კომპანიამ General Eleqtrik, შემდგომ კი დაიწყეს SPLIT ტიპის კონდიციონერების წარმოებაც, რომელიც წარმოადგენდა ორი განშტოებული ბლოკის მქონე სისტემას, სადაც კომპრესორი, კონდენსატორი და ვენტილატორი განთავსებული იყო გარე ბლოკში და მთლიანად ეს ბლოკი მონტაჟდებოდა კონდიცირებადი სათავსის გარეთ. 1988 წლიდან კომპანია Tosiba-მ დაიწყო პირველი ინვენტორული ტიპის კონდიციონერების წარმოება, ხოლო მოგვიანებით – VRV ტიპის კონდიციონერების გამოშვება, სადაც ერთი გარე ბლოკი ემსახურებოდა რამდენიმე შიგა ბლოკს.

ძირითადი ნაწილი

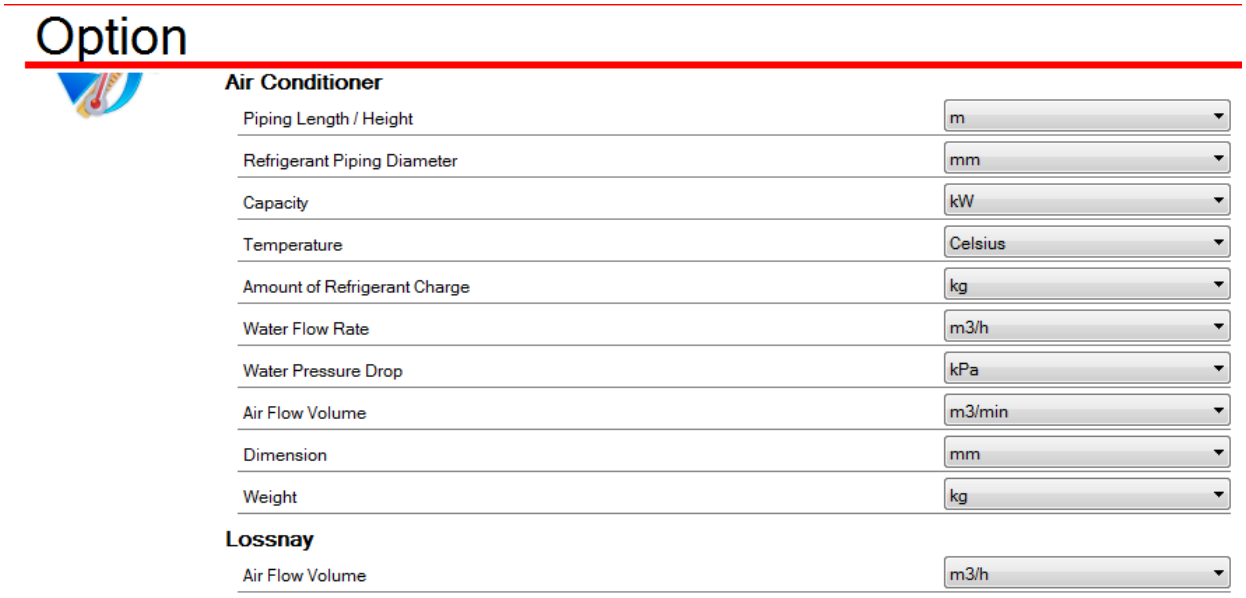
კომპიუტერული პროგრამა **New Desing Tool** -ის დასაინსტალირებლად აუცილებელია პროგრამის საინსტალაციო პაროლის მოპოვება, რის შემდეგაც გაიხსნება ინტერფეისი (სურ.1). ამის შემდგომ შევდივართ „ოფციებში“ და ვირჩევთ ენას

ღილაკის გამოყენებით, ხოლო რეგიონს – მის გვერდზე მყოფი ღილაკით

. ოფციის ბლოკში მის ქვედა მხარეს ვირჩევთ ყველა ერთეულს SI-ში (სურ.2).



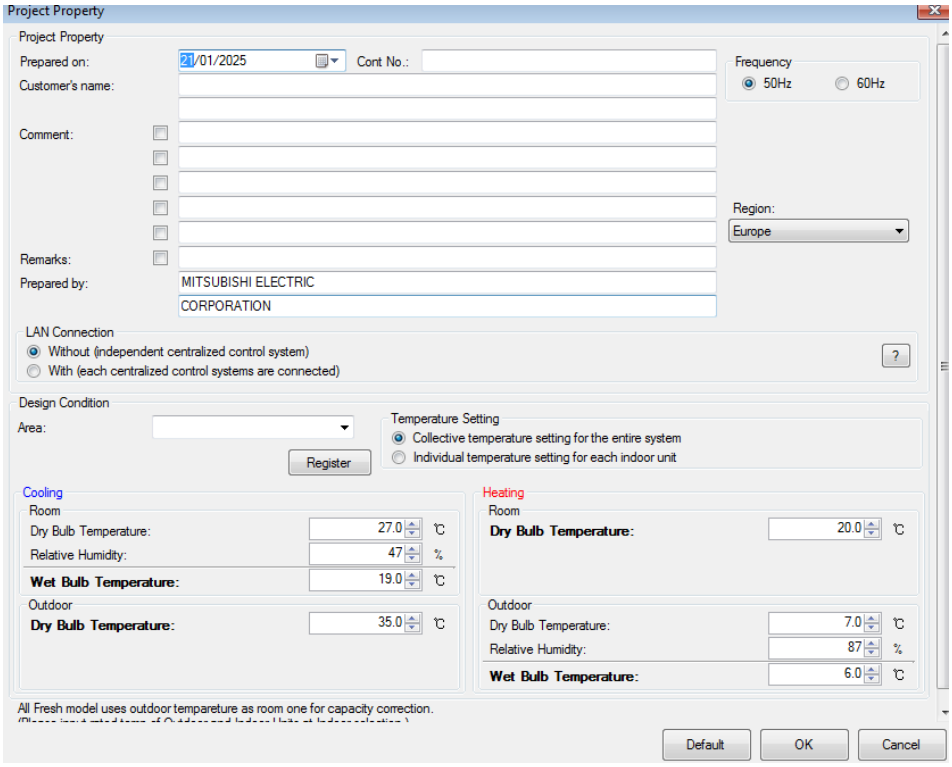
სურ. 1. კომპიუტერული პროგრამა New Desing Tool -ის ინტერფეისი



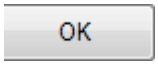
სურ. 2. კომპიუტერული პროგრამა New Desing Tool -ის ინტერფეისი

ამის შემდგომ ვაწკაპებთ ღილაკზე

და მის ქვემოთ მყოფ ღილაკზე. პროგრამა გახსნის ახალ ფანჯარას, სადაც უნდა შეივსოს ყველა ველი (გარემო ჰაერის ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, სველი თერმომეტრის ტემპერატურა, რეგიონი სადაც განთავსებულია კონდიცირებადი სათავსი და სხვა).

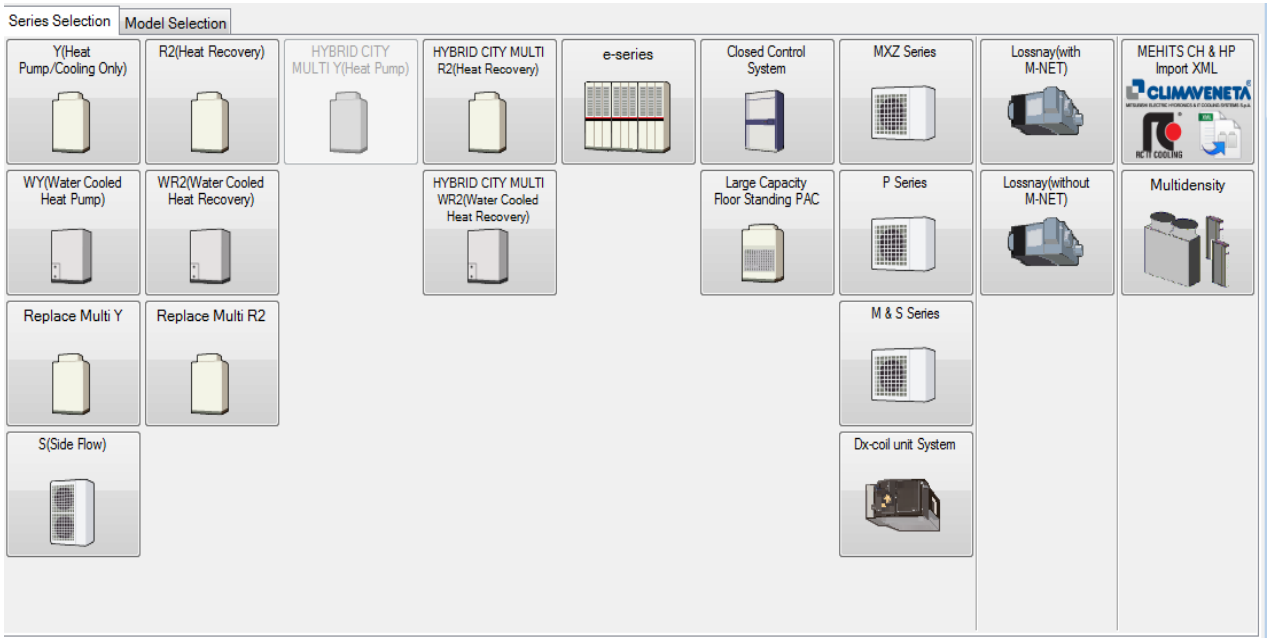


სურ. 3. კონდიცირებადი სათავსის საპროექტო მონაცემები

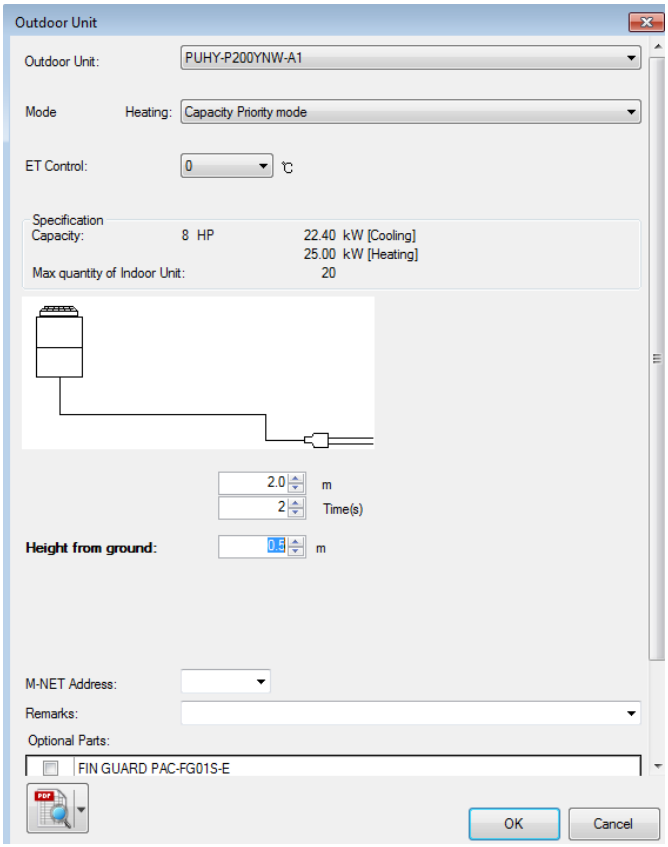


ღილაკზე დაწკაპების შემდგომ იხსნება ახალი ფანჯარა (სურ.4). ფანჯარაში გამოდის კონდიცირების სისტემების მრავალი სახე SPLIT ტიპის სისტემა, ჩილერ-ფანკოილის სისტემა, ორმილიანი VRV სისტემა, სამმილიანი VRV სისტემა, თბური ტუმბო და სხვა. მაგალითისათვის შევირჩიოთ ჩილერ-ფანკოილის სისტემა წყლით გაცივებით. ვაწკაპებთ ღილაკზე და ეკრანზე გამოდის ფანჯარა სადაც ვირჩევთ გარე ბლოკს თბური დატვირთვის მიხედვით და დასამონტაჟებელი მილების სიგრძეებს (სურ.5).

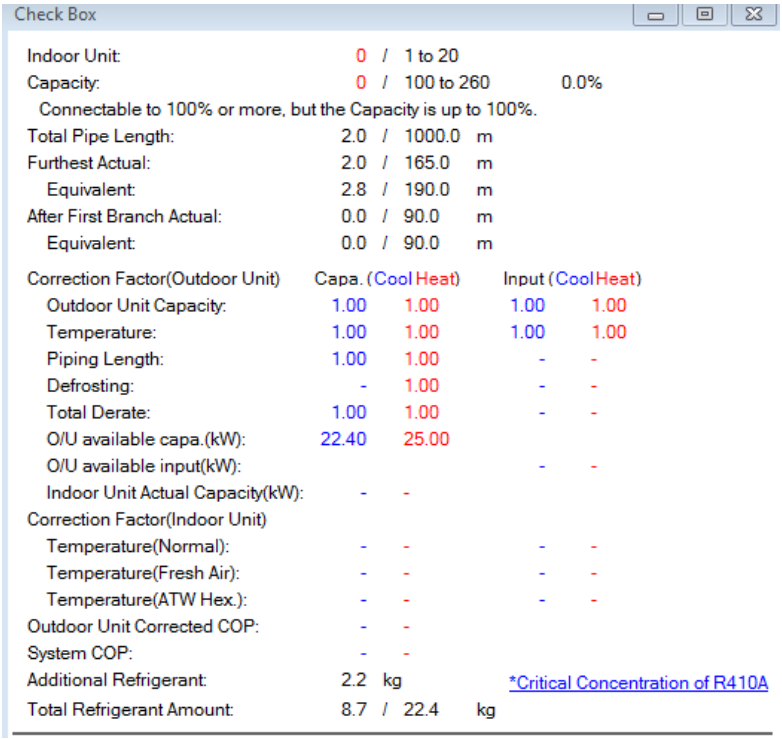
ღილაკზე დაწკაპების შემდგომ ეკრანზე გამოდის ფანჯარა გარე ბლოკის მახასიათებლებით (სურ.6). ფანჯრის დახურვის შემდეგ კი ეკრანზე გამოჩნდება დაფა, რომელზეც გამოისახება გარე ბლოკი, სადაც უნდა დამონტაჟდეს ჩვენთვის სასურველი შიგა ბლოკების რაოდენობა (სურ. 7).



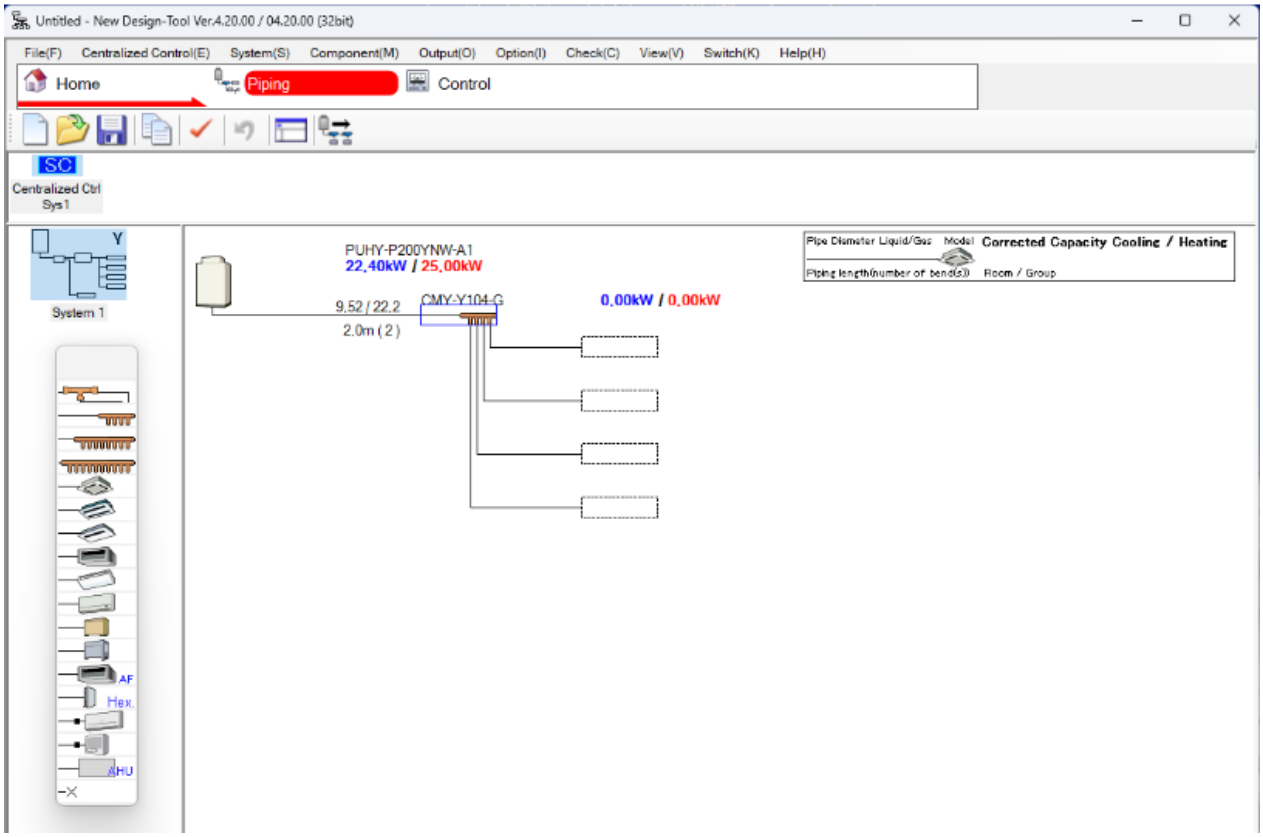
სურ. 4. კონდიცირების სისტემების ინტერფეისი



სურ. 5. გარე ბლოკების შესარჩევი ფანჯარა

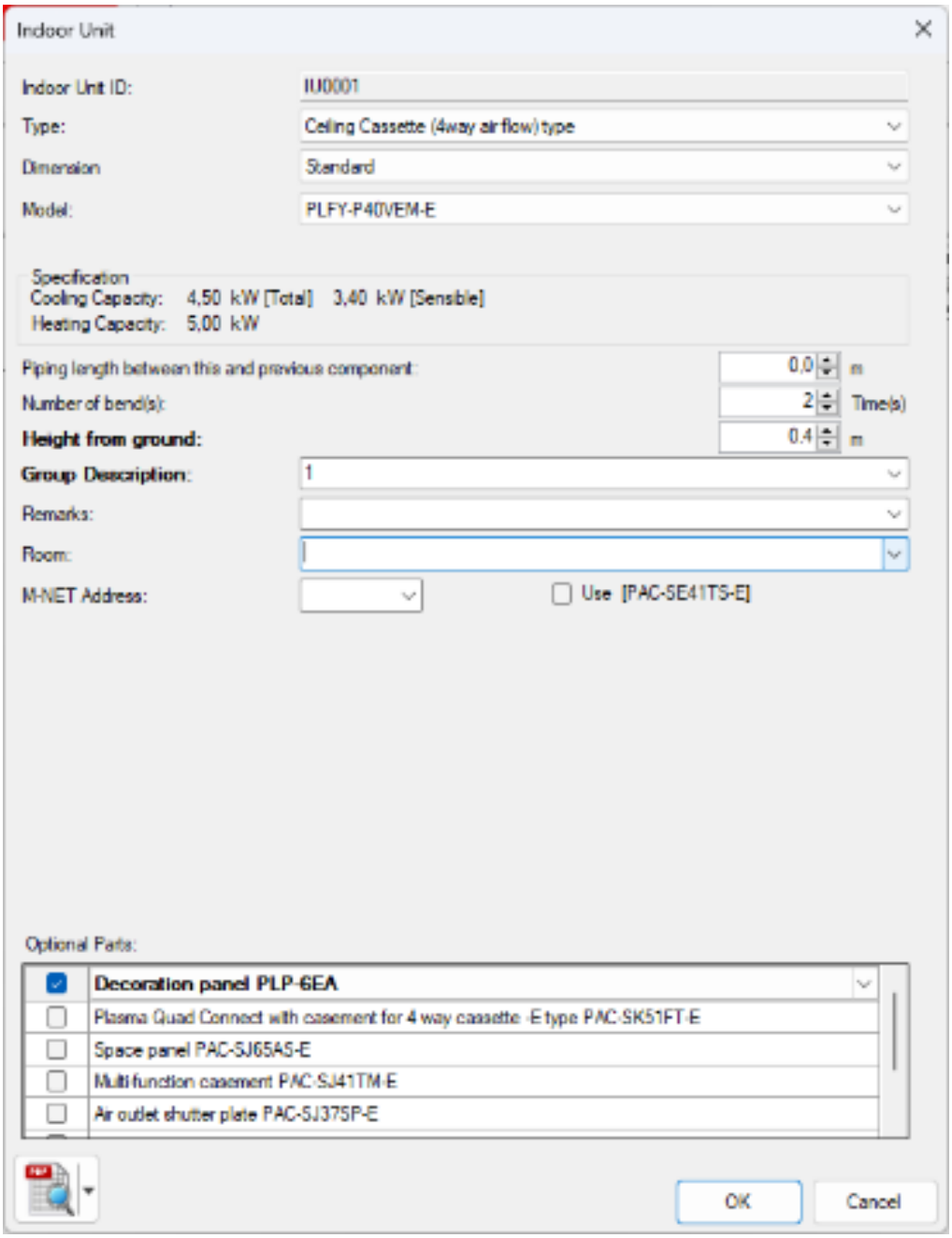


სურ. 6. გარე ბლოკის მახასიათებლები



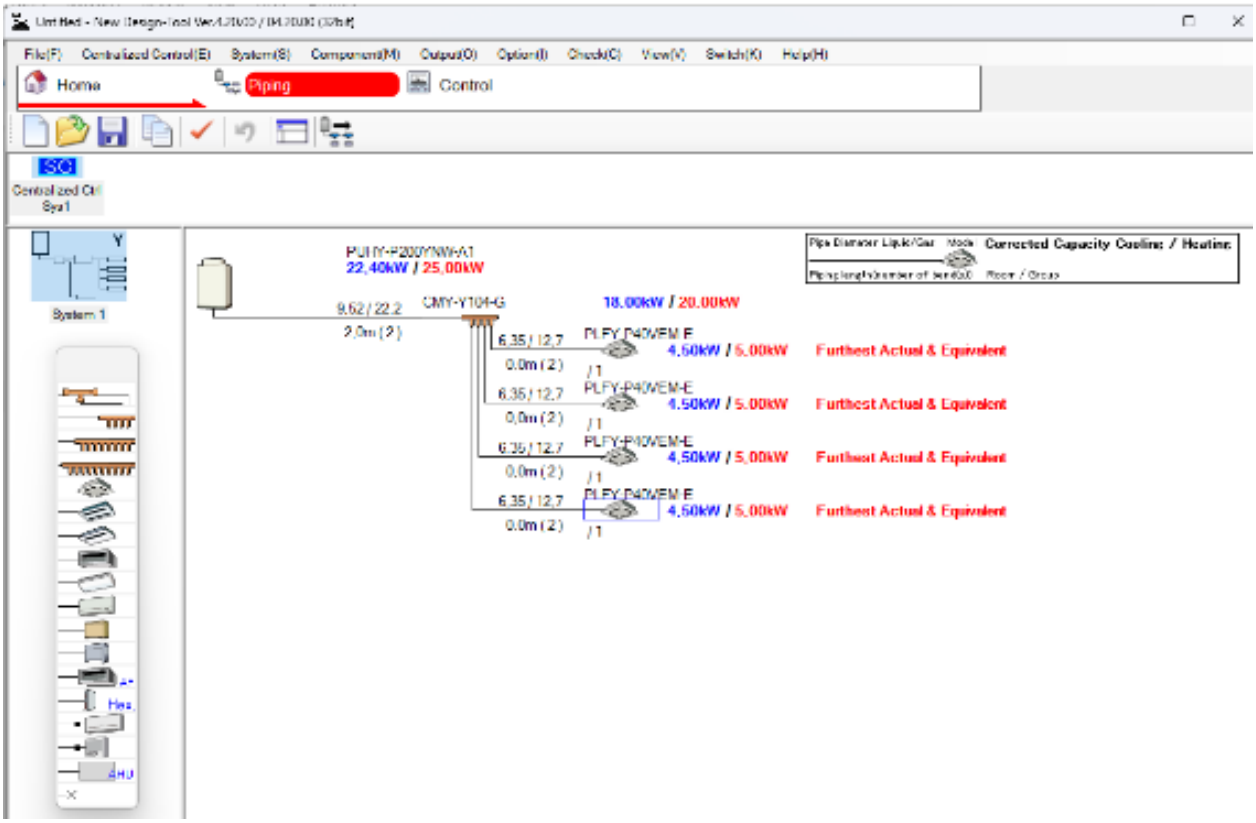
სურ. 7. კონდიცირების სისტემის სამონტაჟო სქემა

მოცემულ მაგალითში ერთ გარე ბლოკს უნდა მიუერთდეს 4 შიგა ბლოკი. ამისათვის ვირჩევთ ოთხხაზიან გამანაწილებელ კოლექტორს და 4 შიგა ბლოკს ისე, რომ გარე ბლოკის სიმძლავრე მეტი ან ტოლი იყოს შიგა ბლოკების ჯამურ სიმძლავრეზე. ამ დროს ეკრანზე გამოდის შიგა ბლოკის შესარჩევი ფანჯარა (სურ.8).



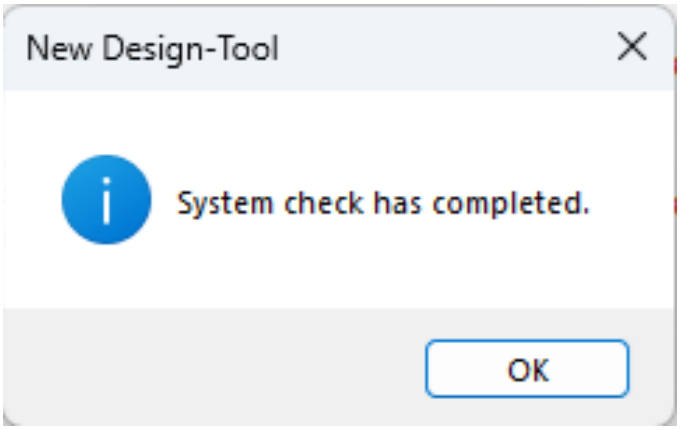
სურ. 8. კონდიცირების სისტემების შიგა ბლოკების შესარჩევი ფანჯარა

შიგა ბლოკების შერჩევის შემდეგ სამონტაჟო სქემაზე აისახება გარე და შიგა ბლოკების მიერთება (სურ.9)



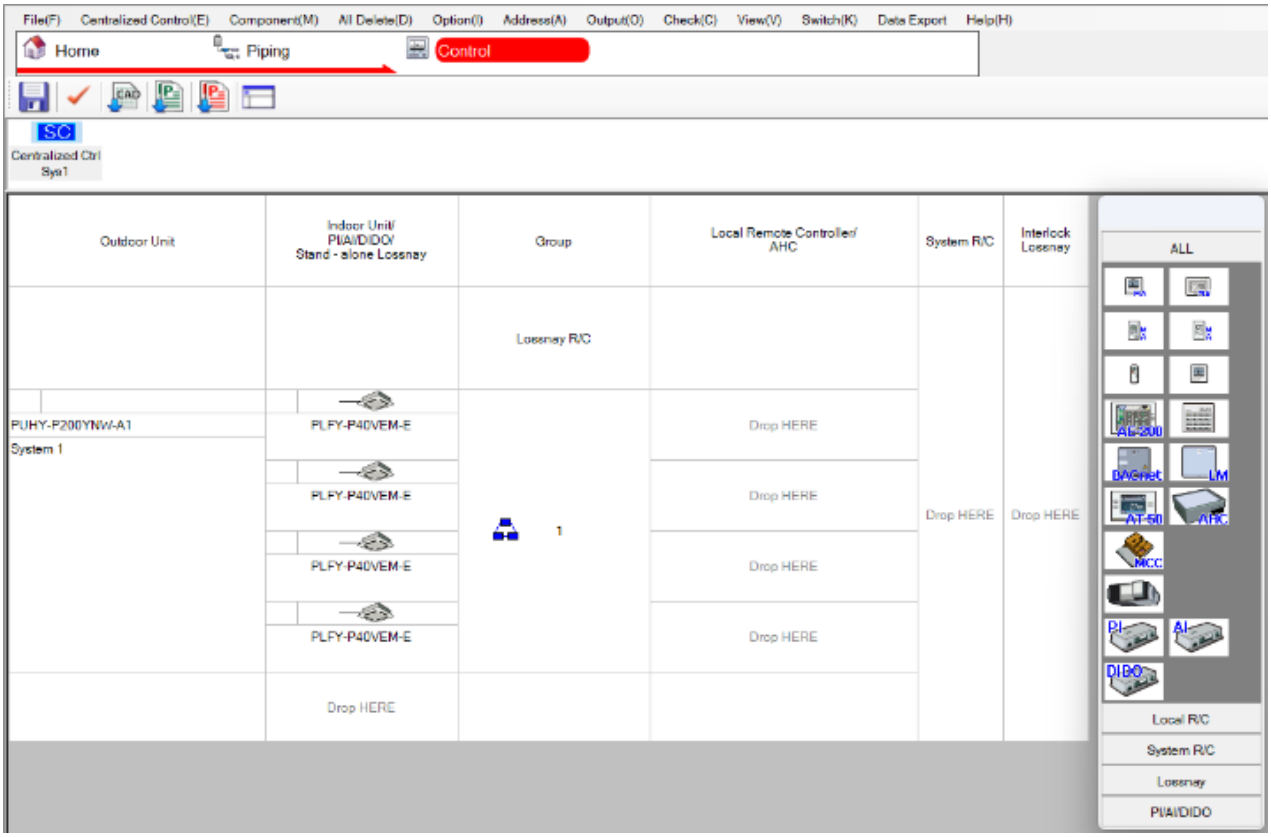
სურ.9 კონდიცირების სისტემის სრული სამონტაჟო სქემა

იმისათვის, რომ დავრწმუნდეთ პროექტის გაანგარიშების სისწორეში, ვაწკაპებთ ღილაკზე. თუ გაანგარიშებაში არ არის გაპარული რაიმე შეცდომა ეკრანზე გამოვა ფანჯარა (სურ.10).



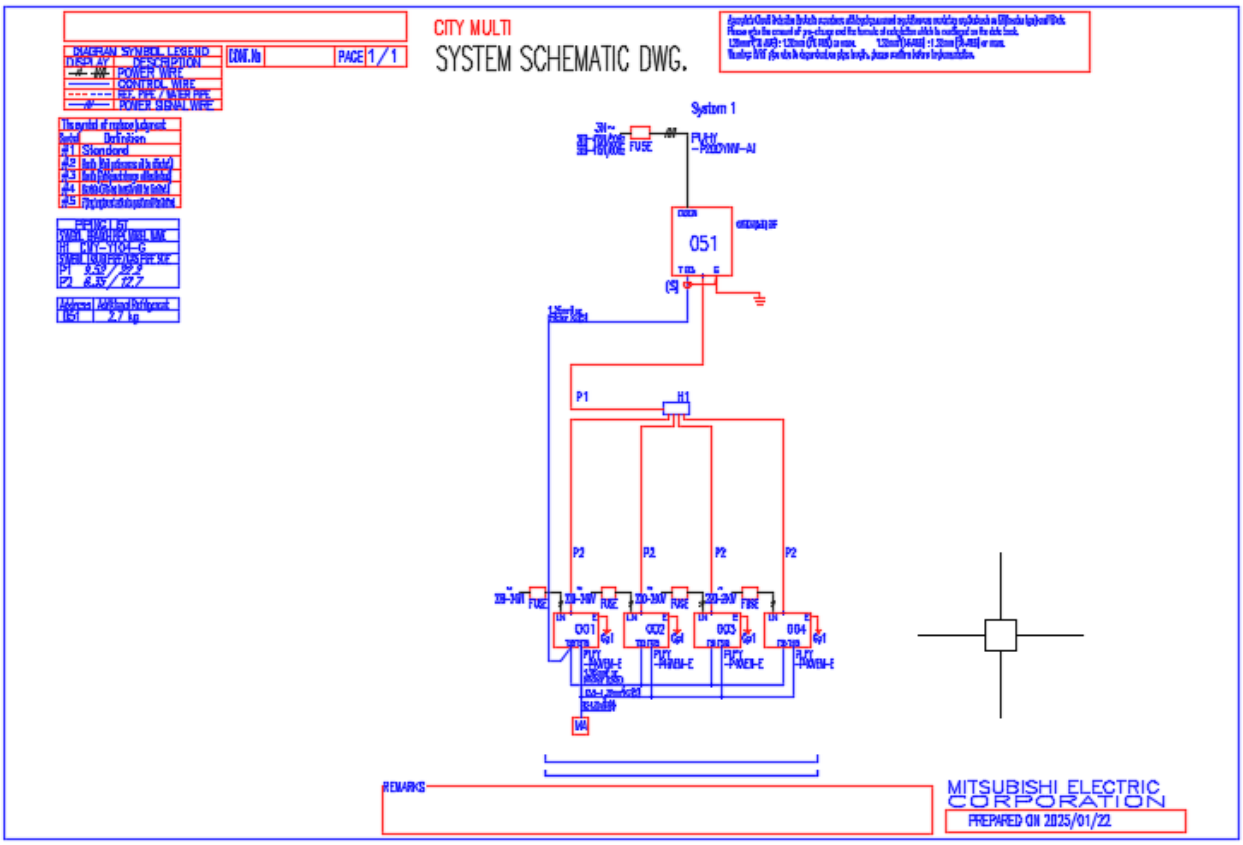
სურ.10. პროექტის სისწორის დამადასტურებელი ფანჯარა

ამის შემდეგ საჭიროა შევირჩიოთ მართვის პულტები თითოეული ბლოკისათვის. ამისათვის ვაწკაპებთ Control ღილაკზე და ეკრანზე გამოჩნდება პულტების შესარჩევი ფანჯარა (სურ.11).



სურ. 11. მართვის პულტების შესარჩევი ფანჯარა

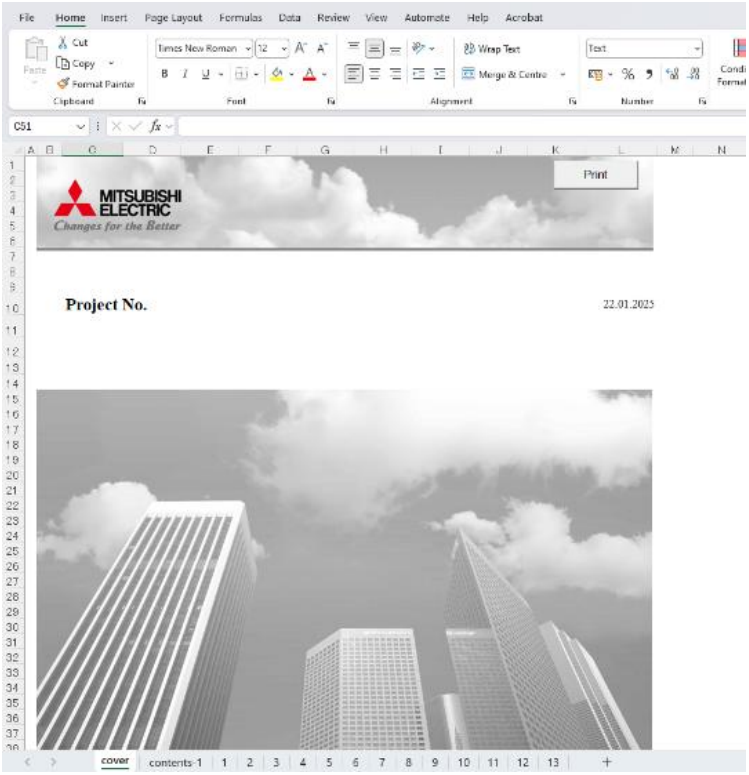
სასურველი მართვის პულტების შერჩევის შემდგომ პროგრამას ნახაზები გადაჰყავს AutoCad-ში. ამისათვის საჭიროა დავაწკაპოთ ღილაკზე და პროგრამა მოგვცემს AutoCad-ში სამონტაჟო ნახაზს (სურ.12).



სურ. 12. კონდიცირების სისტემის სამონტაჟო სქემა AutoCad-ში

ხოლო ღილაკზე დაკლიკების შემდგომ პროგრამა გვაძლევს სრულ დოკუმენტაციას EXcel-ში

(სურ. 13).



სურ. 13. პროექტის დოკუმენტაცია

დასკვნა

კომპიუტერული პროგრამა New Desing Tool არის ძალზე დახვეწილი და ფართო დიაპაზონში მომუშავე პროდუქტი. ამ პროგრამის მეშვეობით ყოველგვარი სირთულის გარეშე შესაძლებელია ნებისმიერი სახის კონდიცირების სისტემების გაანგარიშება და დაპროექტება. პროგრამა ავტომატურად აკეთებს საანგარიშო დოკუმენტაციას და საპროექტო სამონტაჟო ნახაზებს უახლესი სტანდარტებით და მოთხოვნებით. ამიტომ ამ პროგრამის შესწავლა და გამოყენება დიდად წაადგებათ სამაცივრე და კონდიცირების სისტემებზე მომუშავე სპეციალისტებს.

ლიტერატურა

1. Isakadze, T., & Gugulashvili, G. (2025). *Practical works in automation of technological processes in food enterprises*.
2. New Design Tool. (n.d.). *User manual* [In Russian].
3. Galagan, V. V. (2000). *Calculation and design of air conditioning and refrigeration systems for buildings and technologies* [In Russian]. Moscow.
4. Kuzin, V. U. (n.d.). *Design of air conditioning systems: Textbook* [In Russian]. Retrieved from https://www.litres.ru/book/v-u-kuzin/proektirovanie-sistem-kondicionirovaniya-vozduha-uchebnoe-posobi-67956318
5. Kashkarov, A. P. (2011). *Installation, repair, and maintenance of air conditioners* [In Russian]. Moscow.
6. Merkulov, A. (n.d.). *AutoCAD self-teaching guide: Creating a project from idea to print (AutoCAD 2009–2020)* [In Russian].

UDC 697.923:004.4:62-531.3
SCOPUS CODE 1706
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-157-168

Calculation of VRV and SPLIT Type Air Conditioning Systems Through the New Desing Tool Computer Program

Irine Ugrekhelidze Department of Industrial Engineering and Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: i.ugrekhelidze@gtu.ge

Tatia Gorduladze Department of Industrial Engineering and Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: teagorduladze@gmail.com

Tamaz Isakadze Department of Industrial Engineering and Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Reviewers:
Z. Japaridze, Emeritus gtu
E-mail: zurabjaparidze@yahoo.com
S. Suladze, Director, Georgian Center for Collection and Recycling of Refrigerants
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the calculation of VRV and SPLIT type air conditioning systems through the New Desing Tool computer program. The program processes data on external and internal air parameters, loads on the air-conditioned room and calculates the total heat and moisture balance, selects the main nodes of the system according to the loads, establishes the principle, installation, electrical diagrams, and transfers the drawings to the AutoCad program. The program has protective mechanisms, in particular, if in any node parameters are obtained that deviate significantly from the nominal value, the program is blocked and does not allow to move forward, therefore it is necessary to eliminate the error made immediately.

Keywords: Chiller; Control panel unit; Mains; Outdoor unit.

განხილვის თარიღი 30.01.2025
შემოსვლის თარიღი 25.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 621.3.049.7 + 629.7 + 004.8
SCOPUS CODE 1802
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-169-179

სერვოსისტემების ჰიბრიდული ლოგიკური კონტროლერი S7-1200 პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის ბაზაზე

ჯემალ გრიგალაშვილი
მართვის სისტემებისა და ავტომატიზაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: j.grigalashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:
ს. ხოშტარია, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: s.xoshtaria@gtu.ge
ნ. მაღლაკელიძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: n.maglakelidze@gtu.ge

ანოტაცია. დღევანდელი ტენდენცია, რომელიც მიმართულია ჭკვიანი მოწყობილობების გამოყენებაზე ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში, ითხოვს მათი დაპროექტებისა და დამზადების ავტომატიზაციის მაღალ დონეს. ყველა ეს პროდუქტი ან მათი წარმოების პროცესი გულისხმობს მართვისა და კონტროლის (კონტროლერების) განვითარებული სისტემების გამოყენებას. როგორც ბოლო წლებში გამოსულ ლიტერატურაშია აღნიშნული, კონტროლერების რეალიზაციისათვის გამოიყენება როგორც ანალოგური, ისე ციფრული კონტროლის რეჟიმები. ბაკალავრიატის ტიპურ საინჟინრო სასწავლო გეგმაში შემოთავაზებულია კურსი, რომელიც ასახავს მხოლოდ ანალოგური კონტროლის თეორიის ფუნდამენტურ ცნებებს. იმისათვის, რომ ისწავლონ მართვის ციფრული თეორია, სტუდენტები იძულებულნი არიან გაიარონ დამატებითი კურსი მართვის ციფრულ სისტემებში. ამ სტატიაში შემოთავაზებულია სტანდარტული მექანიკური Feerdback 33-100 სერვომოწყობილობის ბაზაზე სერვოსისტემების ჰიბრიდული ანალოგურ/ციფრული ლოგიკური კონტროლერი პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის (პლკ) ბაზაზე და განხილულია როგორც ანალოგური, ისე ციფრული ტესტური სიგნალების გენერირებისა და მათი სერვოსისტემაზე ზემოქმედების შედეგები.

საკვანძო სიტყვები: ანალოგური ანალიზი; ანალოგური ბლოკი Feerdback 33-110, მექანიკური ბლოკი Feerdback 33-100; პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი S7-1200; სერვოსისტემა; სიგნატურული ანალიზი; ფუნქციონალურ/არბიტრარული გენერატორი Hunteck 1025G; შერეული სიგნალების ოსცილოსკოპი Pico Scope 2205 MSO; ციფრული ბლოკი Feerdback 33-120.

შესავალი

ხელოვნური ინტელექტის მოწყობილობები, როგორც სამხედრო და სამოქალაქო დანიშნულების, რობოტები, დრონები, ანიმატრონიკები და სხვ. ძნელად წარმოსადგენია მუდმივი დენის ელექტრომძრავებზე მომუშავე აღმასრულებელი მექანიზმების გამოყენების გარეშე. ასეთი აპარატურის მოძრაობის მართვა მიიღწევა ეგრეთ წოდებული სერვოსისტემის ლოგიკური კონტროლერის (სლკ) მეშვეობით.

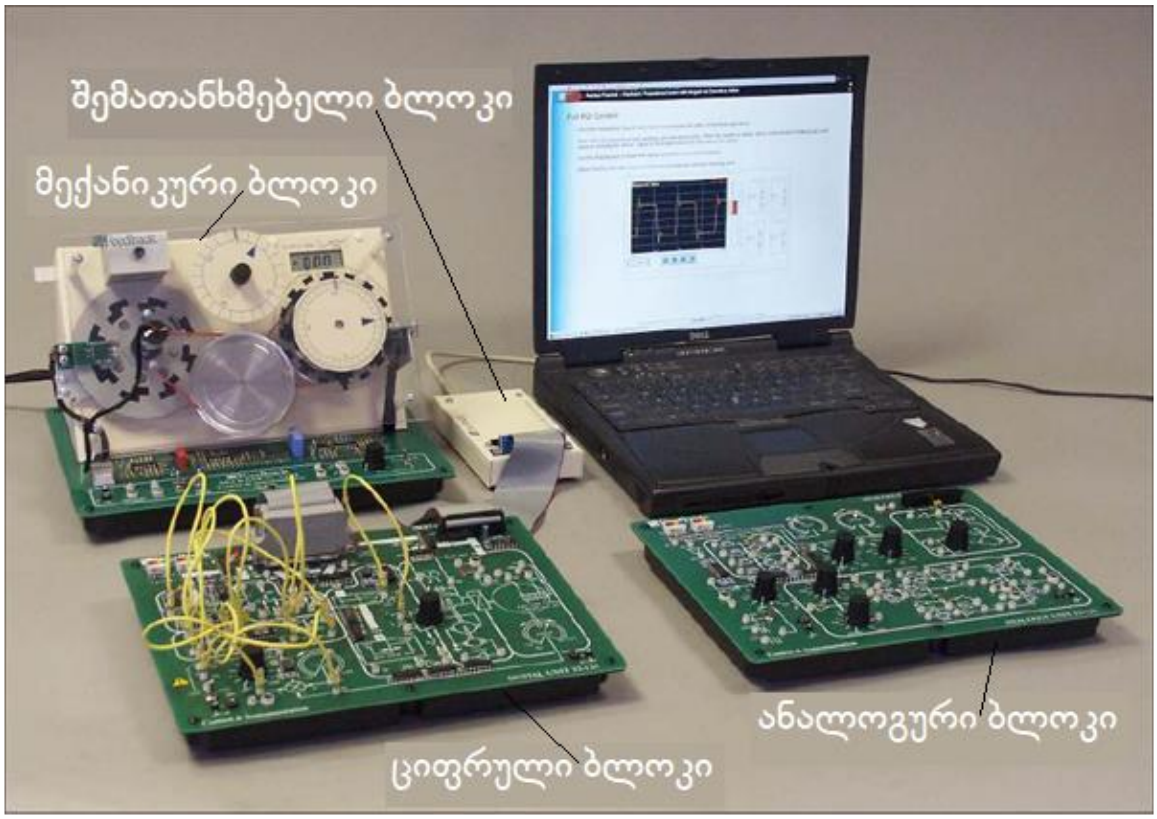
სლკ არის კომპლექსური სისტემა, რომელიც ერთ გადაწყვეტილებაში აერთიანებს სერვომძრავას კუთხური მდგომარეობის გადამწოდით, სერვოგამაძლიერებელს (მართვის ელექტრონული ბლოკი) სამუხრუჭე რეზისტორითა და პოზიციონირების კონტროლერით და უზრუნველყოფს ყველა კომპონენტის მაქსიმალურ თავსებადობას. თანამედროვე თვითმფრინავებისა და ვერტმფრენების მართვის სისტემები, პროგრამული მართვის ჩარხები, კომპიუტერების მყარი დისკები მდგომარეობის ავტომატური კონტროლისათვის იყენებს ციფრულ სისტემებს. იგივე პრინციპები შეიძლება გამოყენებული იყოს ობიექტის მდგომარეობის მართვისთვის, მისი თავისუფლების ყველა ხარისხში, რათა ურუნველყოფილი იყოს მოძრაობა სამგანზომილებიან სივრცეში.

სერვოსისტემის მართვის პრობლემა ციფრული კონტროლერის მეშვეობით დიდი ხანია ცნობილია, მაგრამ დღეისათვის გამოიყენება მართვის სხდვადასხვა ფორმა, რომელთაგან თითოეულს აქვს თავისი უპირატესობა და ხარვეზები, ასევე სხვადასხვა მოთხოვნილება აპარატულ და პროგრამულ უზრუნველყოფაზე.

ამ სტატიის მიზანია არსებული სისტემის მდგომარეობის მოდელირება და სხვადასხვა მართვის სტრატეგიისა და შესაბამისი ალგორითმების ეფექტუროობის კვლევა. მეთოდები, რომლებიც გამოყენებული იქნება, დამყარებულია სიხშირულ არეში ანალიზზე, სადაც ისინი აღებული იქნება მართვის სისტემების თეორიის უფრო გვიანი ნაწილიდან და რომლებიც ცნობილია როგორც მდგომარეობათა სივრცითი მეთოდები. ეს მეთოდები თავის საწყისს იმავე ფესვებიდან იღებს, საიდანაც იღებს სათავეს სიხშირულ არეში მომუშავე მეთოდები, მაგრამ რჩება დროით არეში და ითვლება საუკეთესოდ მართვის სტრატეგიის ყველა ასპექტში.

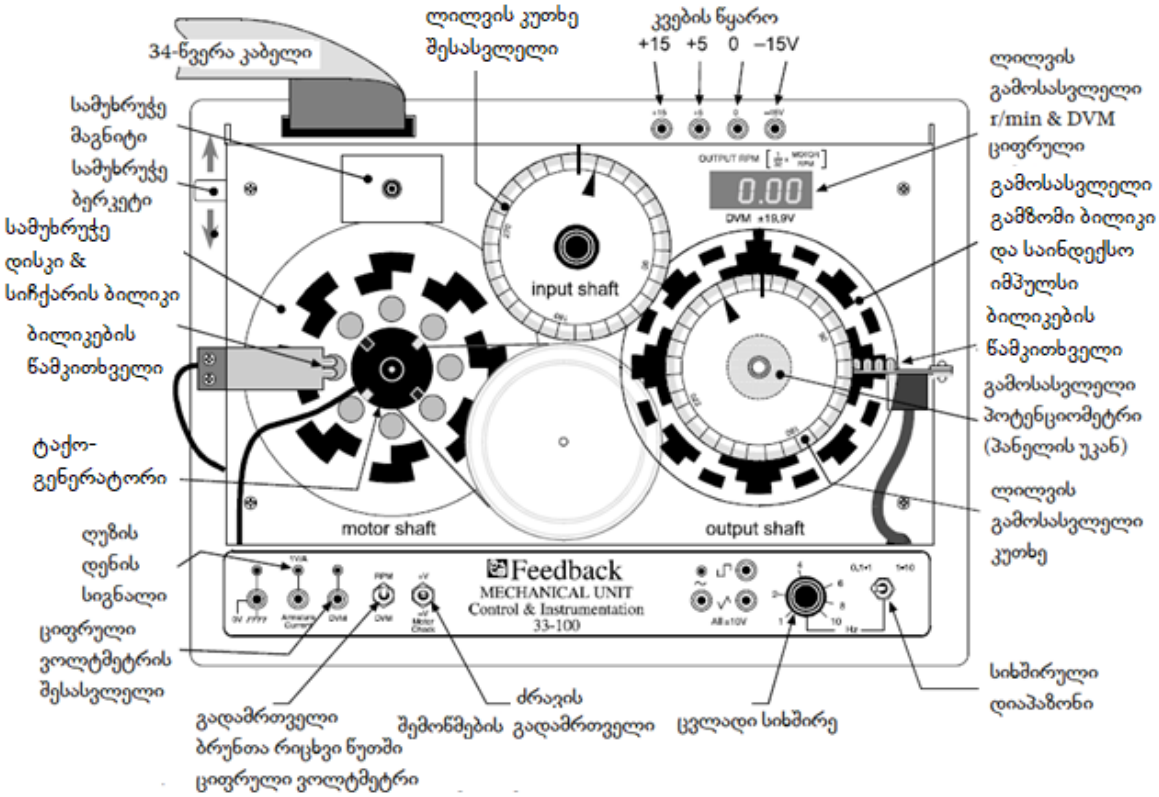
აღჭურვილობა: ჩვენს კვლევებში გამოყენებული აპარატურა წარმოადგენს Feedback Instruments Limited-ის (შემდგომში Feedback) ნაკეთობებს, რომელიც აპროექტებს და ამზადებს ლაბორატორიულ აპარატურასა და სასწავლო საშუალებებს ელექტრონიკასა და ელექტროტექნიკაში, უნივერსიტეტებისა და კოლეჯების სტუდენტებისათვის, იგი გამოიყენება აგრეთვე სამეცნიერო-კვლევით დაწესებულებებში და წარმოებაში. აღნიშნული ნაკეთობებიდან განსაკუთრებით აღსანიშნავია სერვოსისტემის ლო-

გიკური კონტროლერი, რომლის ძირითად კვანძს წარმოადგენს 33-ე სერიის მექანიკური ბლოკი Feedback 33-100 [1], გარდა ამისა სერვოსისტემას აქვს ანალოგური Feedback 33-110 და ციფრული ბლოკები Feedback 33-120 (სურ. 1).



სურ. 1 სერვოამძრავების ლოგიკური კონტროლერის საერთო ხედი

მექანიკური ბლოკი (Feedback 33-100) შედგება მექანიკური და ელექტრონული კომპონენტებისაგან, როგორიცაა მუდმივი დენის ძრავა, ანალოგური ტაქომეტრი, პოზიციური პოტენციომეტრი, აბსოლუტური და ინკრიმენტული ენკოდერები, მაგნიტური მუხრუჭი, აგრეთვე ეოდერების წაკითხვის სქემა, თხევადკრისტალური დისპლეი, ციფრული ვოლტმეტრი. მექანიკურ ბლოკში გამოყენებული ელექტრომექანიკური და ელექტრონული კომპონენტები, მათი დასახელებები და დანიშნულება ნათლადაა აღნიშნული და წარმოდგენილი ამ ბლოკის სტრუქტურულ სქემაზე (სურ. 2). ეს სისტემა საკმაოდ მარტივია, მაგრამ მას აქვს მდგომარეობის მართვის პრაქტიკული გამოყენების მრავალი ასპექტი, ისეთი როგორიცაა ინერციული და სიჩქარეზე დამოკიდებული ცვალებადი დატვირთვების ზემოქმედება და სხვ. [2].



სურ. 2. სერვოამძრავის ლოგიკური კონტროლერის მექანიკური ბლოკი Feedback 33-100, სტრუქტურული სქემა

ანალოგური ბლოკი (Feedback 33-110) აღჭურვილია შეცდომის სიგნალის ოთხშესასვლელიანი გამაძლიერებლით, პროპორციულ, ინტეგრალურ, დიფერენციალური დამოუკიდებელი არხების კონტროლერით და ერთეულოვანი გამაძლიერებლის კომპენსაციის სქემით. ბლოკის დამხმარე ელექტრონიკა შედგება სიმძლავრის გამაძლიერებლის, სინუსოიდური, მართკუთხა და სამკუთხა იმპულსების სიხშირის გენერატორისაგან ტესტირების ამოცანების გადასაწყვეტად [3].

ციფრული ბლოკი (Feedback 33-120) წარმოადგენს ინტერფეისს მექანიკურ ბლოკსა და პერსონალურ კომპიუტერს შორის. იგი შეიცავს: ციფრული სიგნალების გენერატორს მექანიკურ ბლოკზე ტესტური ზემოქმედებისათვის, ანალოგურ-ციფრულ (აცგ) და ციფრულ-ანალოგურ გარდამქნელებს (ცაგ), განივიმპულსური მოდულირებული სიგნალის სქემას (გიმ), შემავალ და გამომავალ პოტენციომეტრებს და ციფრულ ენკოდერებს. ბლოკის მართვისათვის გამოიყენება პროგრამული უზრუნველყოფა Discovery [3].

ძირითადი ნაწილი

ზემოთ განხილული სერვოამძრავის ლოგიკური კონტროლერის ნაკლად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ

აქ გამოყენებული ანალგური და ციფრული ბლოკები მყარი ლოგიკის მქონე, რთული და მოუქნელი მოწყობილობებია ავტომატიზაციის დაბალი დონითა და შეზრუდული ფუნქციური შესაძლებლობებით, რაც ითხოვს მაღალი კვალიფიკაციის მომსახურე პერსონალს, რომელთა მომზადება სერვოსისტემების მზარდი და მასობრივი გამოყენების ფონზე ძალზე გართულებული და ხარჯიანია. მდგომარეობას კიდევ უფრო ართულებს ის, რომ ეს ბლოკები ლიცენზირებული პროდუქტია, რაც ითხოვს ყოველწლიური დამატებითი თანხების დანახარჯებს მათ გამოყენებაზე.

ამ ნაკლოვანებების აღმოფხვრის მიზნით, კერძოდ, ანალოგური და ციფრული ტესტური სიგნალების თანამიმდევრობების ოპერატიული ცვლილების მისაღწევად, და მექანიკური ბლოკისაგან მიღებული ანალოგურ/ციფრული სიგნალების დამუშავების გამარტივების მიზნით, ჩვენ მიერ შემოთავაზებულ მოწყობილობაში გამოყენებული გვაქვს არალიცენზირებული ტექნიკური საშუალებები, როგორიცაა: პლკ S7-1200, ფაგ Hantek1025G და შსო Pico scope 2205MSO (სურ. 3).

პლკ არის დღეისათვის კარგად ცნობილი და ფართოდ გავრცელებული კომპანია Siemens-ის S7-1200 კომპაქტური, მოდულური პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი, ლოგიკური ფუნქციების დიდი ნაკრებითა და გაფართოების მოდულებით, HMI ვიზუალიზაციითა და ქსელების აგების შესაძლებლობით.

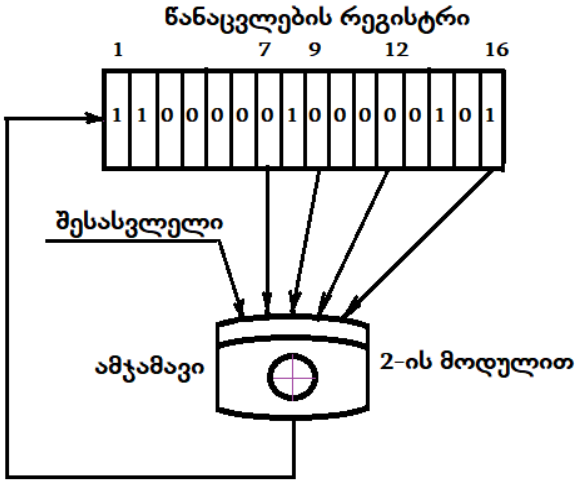
სურ. 3. სერვოსისტემის ლოგიკური კონტროლერი აგებული S7-1200-ის, Picoscope-ის და Hantek-ის გამოყენებით

ეს კონტროლერი და მისი პროგრამული უზრუნველყოფა TIA Portal ხასიათდება ვერსიების მრავალფეროვნებით, ამიტომ ჩვენ წინამდებარე ნაშრომში გამოვიყენებთ CPU AC/DC/Rly ცენტრალური პროცესორის მქონე მოდელით (6ES7 212-1BE40-0XB0 მოდიფიკაცია, ვერსია v4.5) და TIA Portal (ვერსია v13) პროგრამული უზრუნველყოფით.

აღნიშნულ მოდიფიკაციას აქვს 75 კილობაიტის მქონე სამუშაო მეხსიერება, რვა 24-ვოლტიანი ციფრული და ორი ანალოგური შესასვლელი, ასევე 6 გამოსასვლელი რელეური არხით. ეს ტექნიკური მახასიათებლები სრულიად საკმარისია სერვოსისტემის მექანიკური ბლოკიდან ციფრული და ანალოგური სიგნალების მიღებისა და გადამუშავებისათვის და მიღებული შედეგების საფუძველზე ციფრული ტესტური სიგნალების გენერირებისათვის.

რაც შეეხება ანალოგურ სიგნალებს, მათი გენერირება და მექანიკურ ბლოკზე გადაცემა ხდება ფაგ Hantek1025G გენერატორის მეშვეობით. ციფრული და ანალოგური სიგნალების ვიზუალიზაცია ხდება შსო Pico scope 2205MSO ოსცილოსკოპის მეშვეობით.

ა. ციფრული ტესტირება: სერვოსისტემა თავისი არსით წარმოადგენს რთულ დინამიკურ ჰიბრიდულ (ციფრული/ანალოგური) სისტემას, ამიტომ მისი ციფრული ნაწილის ტესტური დიაგნოსტიკისათვის გამოყენებული გვაქვს ეფექტური და მრავალგზის გამოცდილი სიგნატურული ანალიზის მეთოდი [4]. ოპტიმალური შედეგის მისაღწევადად, ავიღეთ მაქსიმალური სიგრძის ფსევდოშემთხვევითი სიგნალების მაგენერირებელი 16-თანრიგიანი წანაცვლების რეგისტრი, ამჯამავის (ორის მოდულით) უკუკავშირებით. ამჯამავის მახასიათებელი პოლინომი შეესაბამება $x^{16}+x^{12}+x^{9}+x^{7}+1$ გამოსახულებას. აღნიშნული პოლინომის რეალიზაცია პლკ-ში შეიძლება მოხდეს სურათზე გამოსახული ალგორითმით (სურ. 4).



სურ. 4. ფსევდოშემთხვევითი ციფრული თანამიმდევრობის გენერატორი

სიგნატურული ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დადგინდეს ციფრული სისტემების ისეთი ძირითადი ალბათური მახასიათებლები, როგორიცაა: მოცემული დროის ინტერვალში წარმოქმნილი, სისტემის შეშფოთებით გამოწვეული, შეცდომების რიცხვის განაწილების კანონი, მისი მათემატიკური ლოდინი და დისპერსია, ხოლო ისეთი მათემატიკური მახასიათებელი, როგორიცაა შეცდომის აღმოჩენის ალბათობა 16-თანრიგიანი ფსევდოშემთხვევითი გენერატორის გამოყენებით ტოლია 99,998-ის.

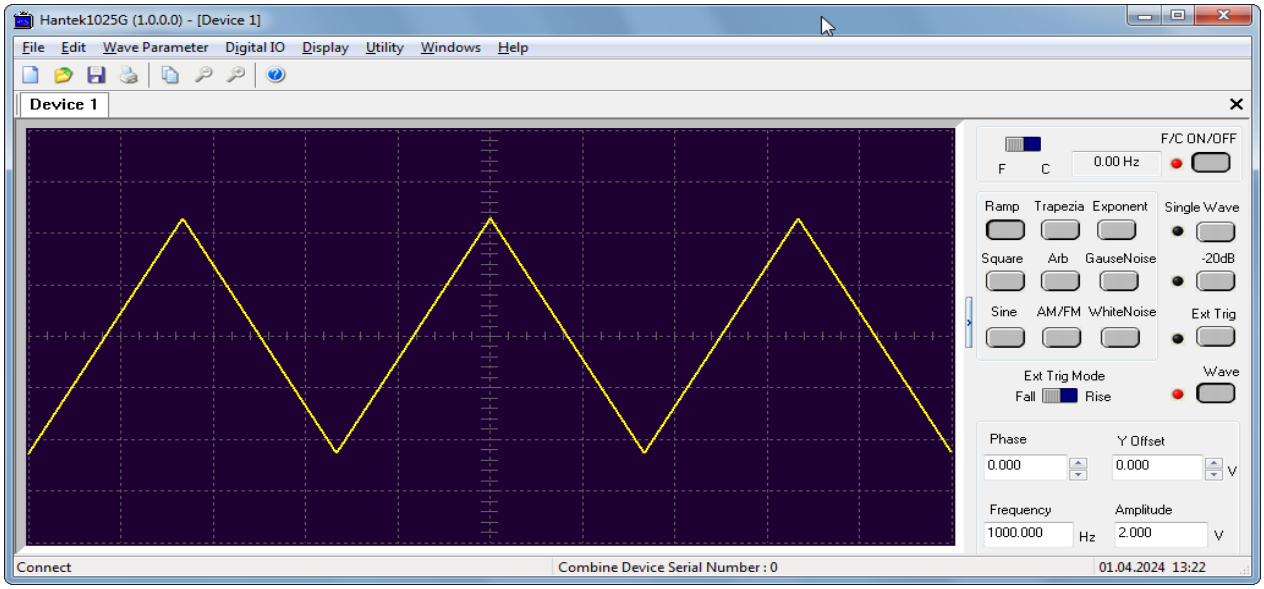
ზემოთ აღწერილი სიგნატურული ანალიზატორი წარმოადგენს ერთი შესასვლელის/გამოსასვლელის მქონე ციფრული სისტემის კონტროლის ერთთანრიგა მოწყობილობას. ჩვენს შემთხვევაში კი

გვჭირდება 8-თანრიგიანი პარალელური სიგნატურული ანალიზატორი, რომლის დანიშნულება არის უწესრიგობათა ძებნა მრავალთანრიგა ციფრულ სისტემებში [5].

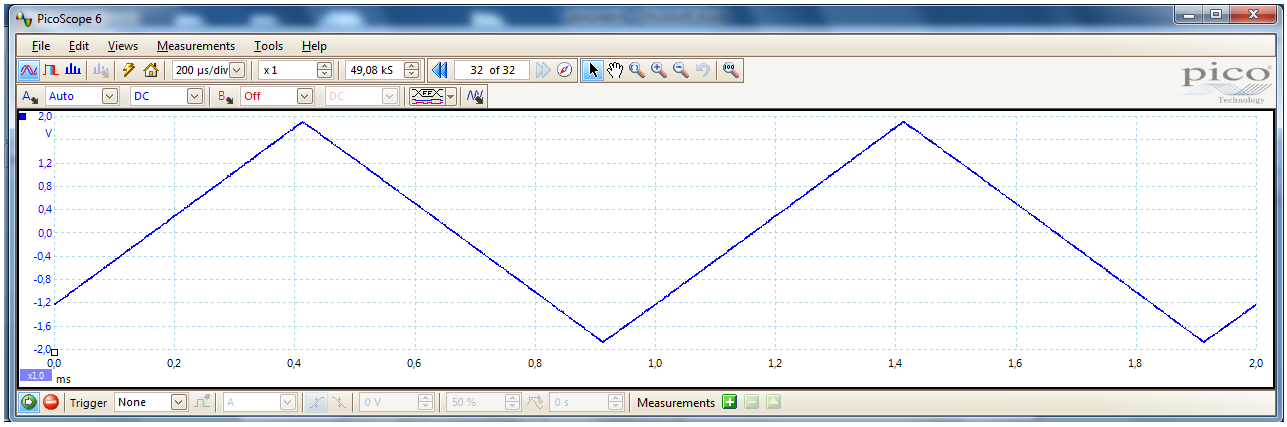
პარალელური ტესტირების დროს პლკ-ში პროგრამულად ხორციელდება ორის მოდულით მომუშავე ამჯამავების ჯგუფის ფორმირება, პოლინომის წარმომქმნელი წანაცვლების რეგისტრთან ერთად დამატებით ტრიგერების, მაკომუტირებელი და ლოგიკური ელემენტების გამოყენებით.

ბ. ანალოგური ტესტირება: ფუნქციურ/არბიტრარული გენერატორი Hantek 1025G წარმოქმნის სხვადასხვა ფორმის (სინუსური, მართკუთხა, ტრაპეციული, ხერხისებური, ექსპონენციალუტრი და ა.შ.) და არასტანდარტულ (ნებისმიერი ფორმის, რომელსაც მომხმარებელი ხაზავს ეკრანზე) ელექტრულ სიგნალებს სიხშირით 0.1 ჰც-იდან 25 მგჰც-მდე. აქვს მაღალი გარჩევადობის ციფრულ-ანალოგური გარდამქმნელი 200 MS/s შერჩევის სიჩქარით, რითაც განისაზღვრება გენერირებული სიგნალების სიზუსტე, 12-ბიტიანი ვერტიკალური გარჩევადობით, რაც იმას ნიშნავს, რომ მას შეუძლია აჩვენოს სიგნალის ამპლიტუდა 2^{12} (4096) გარჩევადობით.

ჩატარებული ექსპერიმენტისას გენერირებული სიგნალის ფორმა, მაგალითად, ხერხისებური სიგნალის და მისი ტექნიკური მახასიათებლები ასახულია მე-5 სურ-ზე. მისი პარამეტრებია: სიხშირე 1000.000 ჰც, ამპლიტუდა 2.00 ვ. შემდეგ სურათზე კი ნაჩვენებია იგივე სიგნალი, რომელიც ასახულია Pico scope 2205MSO ოსცილოსკოპზე (სურ. 6).



სურ. 5 გენერატორის ფანჯარა – ხერხისებური სიგნალი



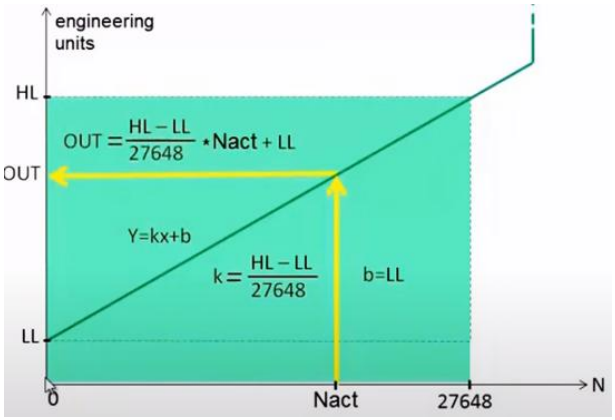
სურ. 6 ოსცილოსკოპზე მიღებული სიგნალი ხერხისებური ანალოგური სიგნალისათვის

ანალოგური სიგნალის მიღება და დამუშავება პლკ-ში. ანალოგური სიგალის დამუშავება ერთ-ერთი საპასუხისმგელო ოპერაციაა სერვოსისტემის ფუნქვიონირებაში. Feedback 33-100 მექანიკური ბლოკიდან მიღებული სტანდარტული ანალოგური სიგნალები, მაგ., 0/10 ვოლტის ან 4/20 მილიამპერის და ა.შ. მიღებისათვის S7-1200 პლკ-ს CPU-ს ყველა მოდელში ჩაშენებულია ორი არხი. ჩაშენებული ანალოგური არხების შესაბამისი ციფრული მნიშვნელობების სიზუსტე ტოლია 10 ორობითი თანრიგისა. გარდაქმნილი სიგნალების ოპერირებისათვის კი გამოიყენება Integer ფორმატი, რომელიც შედგება 16 ორობითი თანრიგისაგან, სადაც უფროსი თანრიგი გამოიყენება რიცხვის ნიშნისათვის, უმცროსი ხუთი თანრიგი არ მონაწილეობს ციფრული სიგნალის წარმოდგენაში. შესაბამისად ამისა, ანალოგური სიგნალის რიცხვითი მნიშვნელობა ნაცვლად 0-დან 1023-ისა ათობით ფორმატში მიიღება 0-დან 27648 დიაპაზონში.

ფორმულა რომლითაც შეიძლება გავიანგარიშოთ გაზომილი ძაბვის მნიშვნელობა OUT, შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:

$$OUT = (HL- LL) / 27648 * Nact + LL \quad (1)$$

სადაც: HL და LL სიგნალის მაქსიმალური HL და მინიმალური LL მნიშვნელობებია, ხოლო Nact სიგნალის მიმდინარე მნიშვნელობაა (იხ. სურ. 7).



სურ. 7. ანალოგური სიდიდის გარდაქმნის ზოგადი ფორმულის გამოსახულება და გრაფიკი

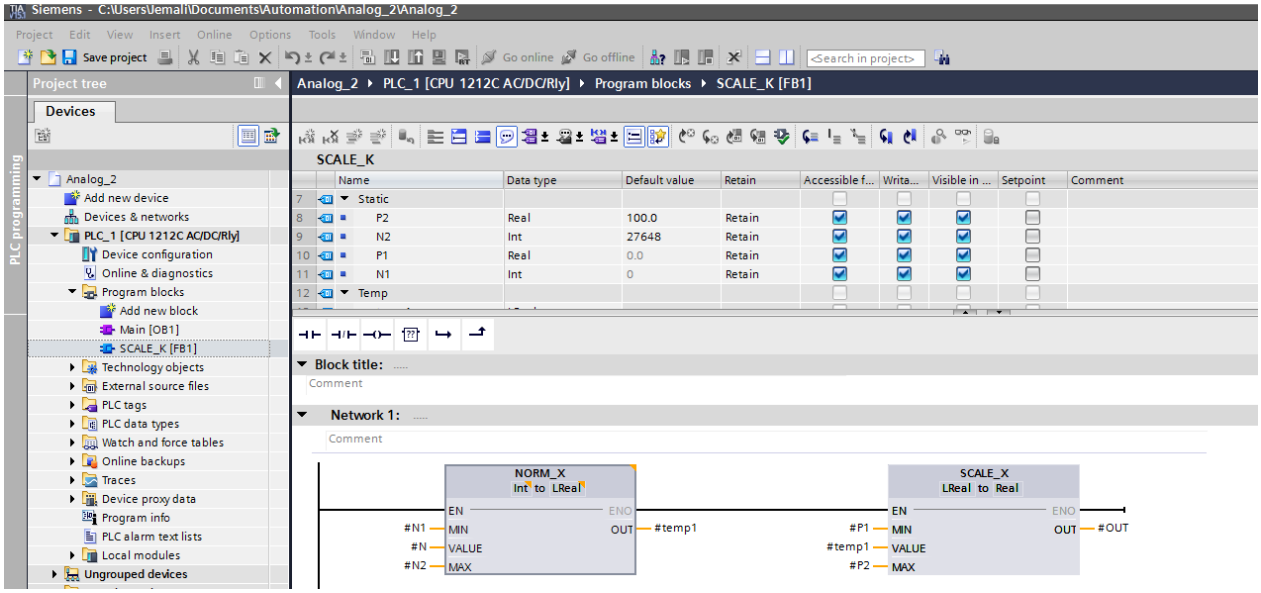
ეს არის გარდაქმნის საერთო ზოგადი ფორმულა, რომლის რეალიზაციაც უნდა შესრულდეს პლკ-ს პროგრამაში. ეს ამოცანა შეიძლება შესრულდეს TIA Portal-ის ჩაშენებული ფუნქციებით NORM_X და SCALE_X.

ამისათვის დაგვჭირდება შესაბამისი პარამეტრების შემოღება: ა) შესასვლელი int ტიპის N პარამეტრი, რომელიც არის შესასვლელი არხის რიცხვითი მნიშვნელობა; ბ) გამოსასვლელი პარამეტრი real ტიპის OUT, რომელიც არის გარდაქმნის შედეგი ფიზიკურ ერთეულებში; გ) P2, P1, N2, N1 პარამეტრები, რომელთაგან P2, P1 real ტიპის პარამეტრებია და უჩვენებს გადამწოდის მუშა დიაპაზონის ზედა და ქვედა სიდიდეებს, ხოლო პარამეტრები N2, N1 - int ტიპის პარამეტრებია და აღნიშნავს P2, P1 პარამეტრების ფიზიკურ მნიშვნელობებს.

გადავწეროთ შედეგის გაანგარიშების ფორმულა შემდეგნაირად:

$$OUT = (N - N1) / (N2 - N1) * (P2 - P1) + P1 \quad (2)$$

ამ ფორმულის პირველი ნაწილი, ანუ OUT = (N – N1) / (N2 – N1) მიიღება ბრძანებით NORM_X, ხოლო შემდეგ, მთლიანი ნაწილი, ანუ OUT = X * (P2 – P1) + P1 ინსტრუქციით SCALE_X. ინსტრუქციების დაპროგრამების გარემოში გადატანისა და მათი პარამეტრიზაციის შემდეგ მივიღებთ სურათს (სურ. 8).



სურ. 8. NORM_X და SCALE_X ბლოკების პარამეტრიზაციის ფანჯარა

თუ ჩავტვირთავთ პროგრამას CPU-ში და გავუშვებთ, მივიღებთ გარდაქმნის შედეგებს და თუ შევადარებთ რეალურ ფიზიკურ მნიშვნელობასთან, ჩვენს შემთხვევაში ძაბვასთან, (რასაც გავზომავთ ტე-სტერის მეშვეობით), დავინახავთ შედეგებს, რომლებიც ემთხვევა ერთმანეთს.

დასკვნა

სტატიაში, სერვოსისტემების არსებული ჰიბრიდული ლოგიკური კონტროლერის კრიტიკული ანალიზის ფონზე, რომელიც შედგება: მექანიკური, ანალოგური და ციფრული ბლოკებისაგან (Feerdback 33-100, Feerdback 33-110 და Feerdback 33-120), ფუნქციური შესაძლებლობების გაზრდისა და მისი

გამოყენების გამარტივების მიზნით, შემოთავაზებულია ჰიბრიდული ლოგიკური კონტროლერი, რომელიც შედგება ზემოთ აღნიშნული მექანიკური ბლოკის, S7-1200 პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერის, ფუნქციურ/არბიტრული გენერატორის Hunteck 1225 და შერეული სიგნალების ოსცილოსკოპისაგან Pico scope 2205, სადაც ზემოქმედების ანალოგური სიგნალების გენერირება ხდება Hunteck 1225 გენერატორის საშუალებით ზემოქმედების ციფრული სიგნალების გენერირება და მიღებული სიგნალების დამუშავება ხდება S7-1200-ში რეალიზებული სიგნატურული ანალიზის მეთოდებით, ხოლო მიღებული ანალოგური სიგნალის დამუშავება – S7-1200-ში რეალიზებული ანალოგური ანალიზის საშუალებით, ამასთანავე:

ანალოგური სიგნალებით კონტროლისას, დავამუშავეთ:

- ანალოგური სიგნალების გენერირების მეთოდიკა ფუნქციურ/არბიტრული გენერატორის Huntec 1025G-ის მეშვეობით და მათი შეყვანისათვის პლკ-ში;
- ალგორითმი ანალოგური სიგნალების ანალიზისთვის TIA Portal-ის დაპროგრამების გარემოში SCALE_X და NORM_X ინსტრუქციებით.
- ალგორითმი პარალელური ციფრული სიგნატურული ანალიზის მეთოდის გამოყენებით მრავალთანრიგა ციფრული სისტემებისათვის TIA Portal-ის დაპროგრამების გარემოში;

ლაბორატორიაში ჩატარებული კვლევებითა და ექსპერიმენტებით დამუშავდება ლაბორატორიული კურსი ბაკალავრიატის, მაგისტრატურისა და დოქტორანტურის სტუდენტებისათვის. კურსი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე პროფესიული მომზადების სტუდენტებისათვისაც. ანალოგური და ციფრული მართვის სისტემების გაერთიანებული თეორია შესაძლებლობას მისცემს სტუდენტებს შეისწავლონ ფუნდამენტური კონცეფციები ერთ კურსში.

ლიტერატურა

1. Feedback Instruments Limited. (n.d.). *Servo fundamentals - 33 series*. Retrieved February 4, 2025, from https://kipdf.com/servo-fundamentals-trainer-series-33_5ac5ad631723dd65d2a8feb0.html
2. Chiu, C. (n.d.). *Assessment of experiments in a controls course*. Retrieved February 4, 2025, from https://sites.asee.org/se/wp-content/uploads/sites/56/2021/01/2020ASEESE39.pdf
3. Gurocak, H. B. (n.d.). *Teaching analog and digital control theory in one course*. Retrieved February 4, 2025, from file:///C:/Users/JPC/Downloads/teaching-analog-and-digital-control-theory-in-onecourse%20(9).pdf
4. Grigalashvili, J., & Grigalashvili, Z. (2011). Complex dynamic digital systems diagnostics by signature analysis method. *STU*, 2, 75–81. Retrieved February 3, 2025, from https://publishhouse.gtu.ge/ka/index/?id=38
5. Zhuk, V. S. (1986). *Parallel signature analyzer* (SU Patent No. 1 451 696). Retrieved February 3, 2025, from https://yandex.ru/patents/doc/SU1451696A1_19890115

UDC 621.3.049.7 + 629.7 + 004.8
SCOPUS CODE 1802
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-169-179

Hybrid logic Controller For Servo Systems Based on S7-1200 Programmable Logic Controllers

Jemal Grigalashvili Department of Control Systems and Automation, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: j.grigalashvili@gtu.ge

Reviewers:

S. Khoshtaria, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: s.xoshtaria@gtu.ge
N. Maglakelidze, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: n.maglakelidze@gtu.ge

Abstract. In the article, based on a critical analysis of the existing hybrid logic controller for servo systems, which consists of: mechanical, analog and digital blocks (Feerdback 33-100, Feerdback 33-110 and Feerdback 33-120), in order to increase the functional capabilities and simplify its use, a hybrid logic controller is proposed, which consists of the above-mentioned mechanical block, S7-1200 programmable logic controller, functional/arbitrary generator Hunteck 1225 and mixed signal oscilloscope Pico scope 2205, where analog impact signals are generated by the Hunteck 1225 generator, digital impact signals are generated and the received signals are processed by the signature circuit implemented in S7-1200. analysis methods, and the received analog signal is processed by means of analog analysis implemented in S7-1200, in addition:

- When controlling with analog signals, the method of generating analog signals using the functional/arbitrary generator Huntec 1025G and their input to the PLC was developed;
- An algorithm for analyzing analog signals in the TIA Portal programming environment with SCALE_X and NORM_X instructions was developed.
- An algorithm using the parallel digital signature analysis method for multi-level digital systems in the TIA Portal programming environment was developed;
- A laboratory course for undergraduate, graduate and doctoral students will be developed with the research and experiments conducted in the laboratory. The course can also be used for students of professional training. The unified theory of analog and digital control systems will allow students to study fundamental concepts in a single course.Keywords: servo system, mechanical block Feerdback 33-100, analog block Feerdback 33-110, digital block Feerdback 33-120, programmable logic controller S7-1200, functional/arbitrary generator Hunteck 1225, mixed signal oscilloscope 2205, analog analysis, signature analysis.

Keywords: Analog analysis; servo system; Analog block Feerdback 33-110; Digital block Feerdback 33-120; Mechanical block Feerdback 33-100; Mixed signal oscilloscope 2205; Programmable logic controller S7-1200; Functional/arbitrary generator Hunteck 1225; Mixed signal oscilloscope 2205; Signature analysis.

განხილვის თარიღი 14.03.2025
შემოსვლის თარიღი 18.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 004.896:621.43:621.3.049.77
SCOPUS CODE 1802
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-180-189

სერვომძრავას სიჩქარის არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი Arduino Due-ს ბაზაზე

ჯემალ გრიგალაშვილი
მართვის სისტემებისა და ავტომატიზაციის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: j.grigalashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:
ს. ხოშტარია, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: s.xoshtaria@gtu.ge
ნ. მაღლაკელიძე, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: n.maglakelidze@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში ავტორი განიხილავს რეალური დროის არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის დამუშავებას დღეისათვის მეტად აქტუალური მუდმივი დენის სერვომძრავას სიჩქარის მართვისათვის (FPV და ფრთებიან დრონებში, ანიმატრონიკებში და სხვ.), Arduino Due კონტროლერის გამოყენებით. შემოთავაზებული კონტროლერი დაფუძნებულია მამდანის მიდგომაზე და ვერიფიცირებულია MATLAB-ის Fuzzy Logic toolbox-ისა და Simulink-ის გაფართოების პაკეტების რესურსებით. რეალურ დროში მუშაობისას მუდმივი დენის ძრავას ქცევა და არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის რეაქცია ფიქსირდება გრაფიკულად, ხოლო მონაცემები ინახება MATLAB-ში ლოგიკური კონტროლერის მუშაობის წყვეტის გარეშე. ამ მონაცემებზე დაკვირვებების საფუძველზე სისტემის დაყენებისა და ვარდნის დროები გაანგარიშებულია შემავალი ტრაექტორიის ყოველი ცალკეული პერიოდისათვის. დაფიქსირებულია, რომ სისტემის გადარეგულირების დრო შემცირდა აღნიშნული მიდგომის გამოყენებით. სტატიაში გაანალიზებულია Arduino Due-ს მწარმოებლობა მუდმივი დენის სერვომძრავას არამკაფიო ლოგიკური კონტროლის მიდგომის გამოყენებით. სისტემის რეაგირებამ გვიჩვენა დამაკმაყოფილებელი მწარმოებლობა კონკრეტული გამოყენებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: Arduino Due კონტროლერი; Arduino Uno კონტროლერი; არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი; არამკაფიო წესების ბაზა; არამკაფიო დასკვნების სისტემა; ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელი; განივიმპულსური მოდულიაცია; დეფაზიფიკაცია; ლინგვისტიკური არამკაფიო ცვლა-

დები; მიკუთვნების ფუნქციები; სერვომძრავა; ფაზიფიკაცია; ფუნქციურ/არბიტრარული გენერატორი; Hunteck 1025G და შერეული სიგნალების ოსცილოსკოპი PicoScope 2205MSO.

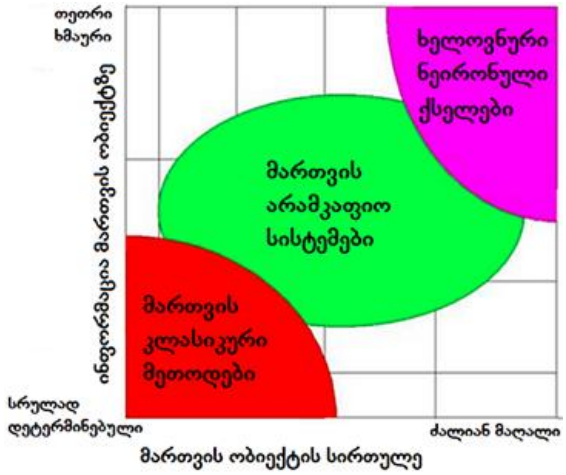
შესავალი

ზოგადად სამრეწველო ინფრასტრუქტურაში, კონკრეტულად კი საავტომობილო მრეწველობაში, რობოტოტექნიკაში, დრონების წარმოებასა და სხვაგან, ფართოდ გამოიყენება მუდმივი დენის მაღალმწარმოებლური და გაუმჯობესებული აპლიკაციები მათი მაღალი საიმედოობითა და მართვის სიმარტივიდან გამომდინარე, რაც განპირობებულია მაგნიტური ველისა და ღუზის მაგნიტომამოძრავებელი ძალის განმხოლოებით. მუდმივი დენის აპლიკაციის ან სისტემის ოპტიმალური მწარმოებლობისა და ეფექტურობის მიღწევისათვის სასიცოცხლოდ აუცილებელია ღუზის მდგომარეობისა და სიჩქარის ზუსტი და უწყვეტი კონტროლი. ამ შემთხვევაში სამრეწველო დინამიკური სისტემის (მანქანები მუდმივი დენის ძრავებით) ოპტიმალური მწარმოებლობისა და ეფექტურობის მიღწევისათვის, კონტროლერს უნდა ჰქონდეს შესაძლებლობა სწრაფად მოახდინოს რეაგირება და თვითაღდგენა დატვირთვის მოულოდნელი ცვლილებების შემთხვევაში და საიმედოდ იმუშაოს სისტემის პარამეტრების ცვლილებისას [1].

სერვომძრავების ტრადიციული კონტროლერები ან იგივე, ძრავების მართვის ტრადიციული მეთოდები, ისეთი როგორიცაა, მაგალითად, პიდ რეგულატორები ჩვეულებრივად ფართოდ გამოიყენება მარტივი სტრუქტურის გამო, მაგრამ ზემოთ ნახსენები კონტროლერის ოპტიმალური მწარმოებლობის მიღწევის საჭიროებისაგან გამომდინარე აუცილებელია მართვის სისტემის ზუსტი და უზუსტესი პარამეტრების გამოყენება (ისეთების, როგორიცაა P, I, D-ს აწყობილი მნიშვნელობები, უკუელექტრომამოძრავებელი ძალის მუდმივა, ღუზისა და აღგზნების გრაგნილის ინდუქტივობა და წინააღმდეგობა და სხვ.). კარგად გაწყობილი პიდ რეგულატორით შესაძლებელია მიღწეული იქნეს სისტემის ზუსტი რეაქციები, მაგრამ სისტემის მწარმოებლობა ძალზედაა დამოკიდებული მართვის განტოლებებსა და სისტემის მათემატიკურ მოდელებზე. კლასიკური მეთოდების გამოყენების შემთხვევაში, არაწრფივი სისტემების მოდელირებისათვის საჭირო მართვის მათემატიკური განტოლებები ძალზე გართულებულია და ითხოვს მდგომარეობათა რთული დამკვირვებლების გამოყენებას.

ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების გამოყენება შესაძლებლობას იძლევა შეიქმნას დამაკმაყოფილებელი კონტროლერი რთული არაწრფივი სისტემებისთვის, სადაც მათემატიკური მოდელირება განმსაზღვრელი არ იქნება. აღნიშნული ინტელექტუალური კონტროლერები უფრო სასურველია, რადგან ნებისმიერი სისტემის კონტროლერი შეიძლება დამუშავდეს რთული მათემატიკური მოდელის გარეშე და შესამამისად გაიზარდოს კონტროლერის ეფექტურობა და საიმედოობა.

ბოლო ათწლეულის განმავლობაში დიდი გავრცელება პოვა არამკაფიო ლოგიკაზე დამყარებული მეთოდების გამოყენებამ მართვის სტრატეგიაში (სურ. 1).



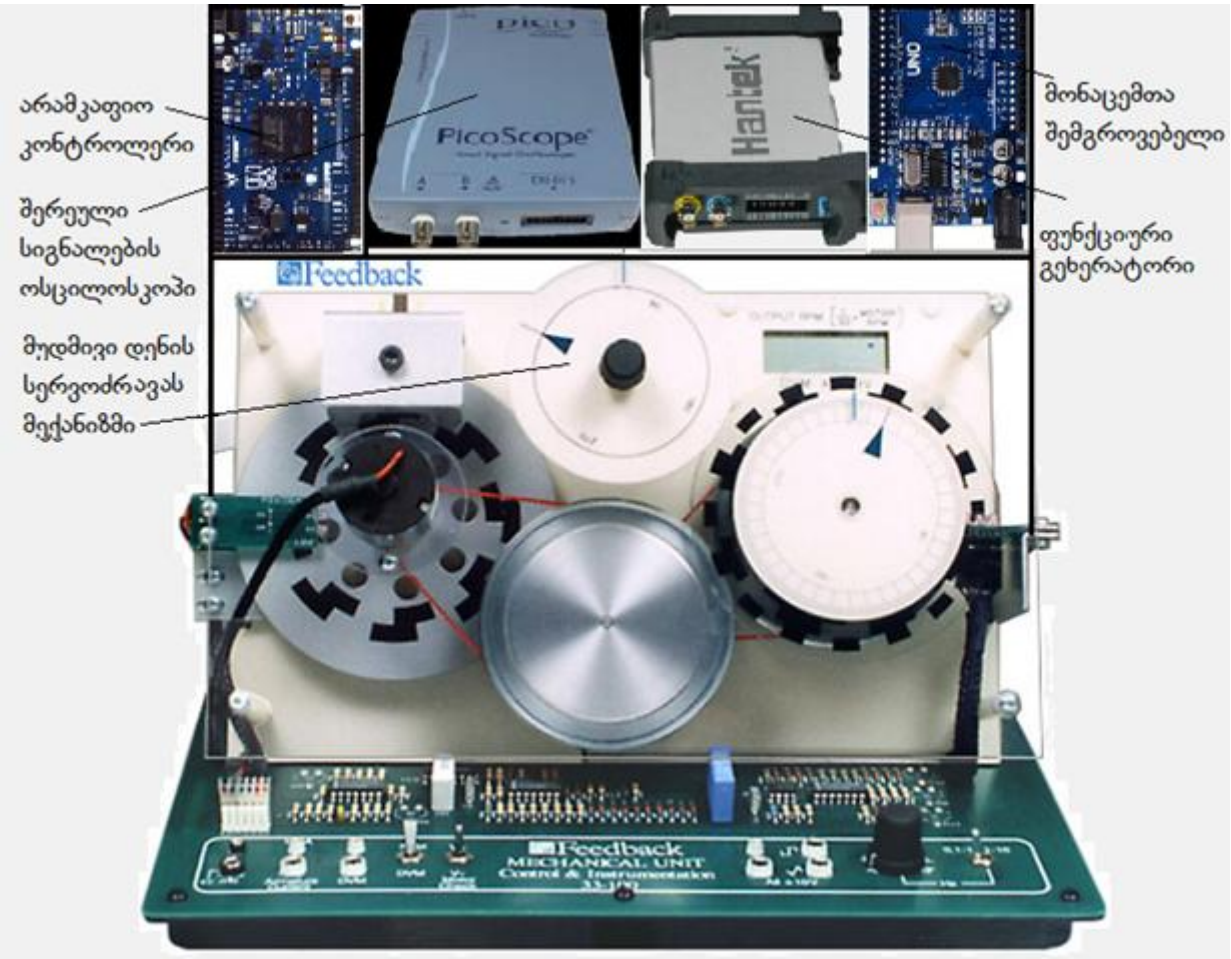
სურ. 1. მართვის მეთოდების გამოყენების არეები

როგორც სურათიდან ჩანს, თუ ავიღებთ დეკარტეს კოორდინატთა სისტემას და აბსცისთა ღერძზე გადავზომავთ მართვის ობიექტების სირთულეს, ხოლო ორდინატთა ღერძზე – ინფორმაციის რაოდენობას მართვის ობიექტის შესახებ, ღერძებს დავყოფთ სამ-სამ ნაწილად და ქვედა ნულოვანი წერტილიდან და მისი ჯვარედინი ზედა მაქსიმალური წერტილიდან ფარგლით მოვხაზავთ არეებს როგორც ეს ნაჩვენებია სურათზე, მაშინ როგორც ცოდნა და გამოცდილება გვკარნახობს, ქვედა სეგმენტში, ეფექტურია მართვის კლასიკური მეთოდების გამოყენება, ზედა სეგმენტში – მართვის ხელოვნური ნეირონული ქსელებისა და გენეტიკური ალგორითმების მეთოდების გამოყენება, შუალედურ, ყველაზე ფართო ნაწილში კი მიზანშეწონილი და ეფექტურია არამკაფიო მეთოდების გამოყენება.

აღნიშნული მართვის მეთოდები ტესტირებულია მოდელირების გარემოში, კერძოდ MATLAB-ის სიმულიაციის მოდელებში, არაწრფივი სისტემების ან დანადგარების რეალურ დროში მართვის პირობებში. მაგრამ ასეთი მოდელების გამოცდებისას მიღებული შედეგების მწარმოებლობის შეფასებისათვის, შეუძლებელია გავითვალისწინოთ ყველა ის აღგზნება, რომელიც შეიძლება წარმოიშვას რეალური სისტემის მუშაობისას რეალურ დროში. ამ შემთხვევაში სისტემის ფაქტობრივი მწარმოებლობა და ოპტიმალური ეფექტურობა იქნება სრულად განსხვავებული იმიტაციური გამოცდების შედეგებისაგან [2].

არამკაფიო ლოგიკური მართვის სტრატეგია, დაფუძნებულია არამკაფიო სიმრავლეებისა და მსჯელობების თეორიულ საფუძვლებზე. ამ კვლევების ჩარჩოებში არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი შემოწმებული იყო მუდმივი დენის სერვოძრავას მექანიზმზე Feedback 33-100 (სურ. 2).

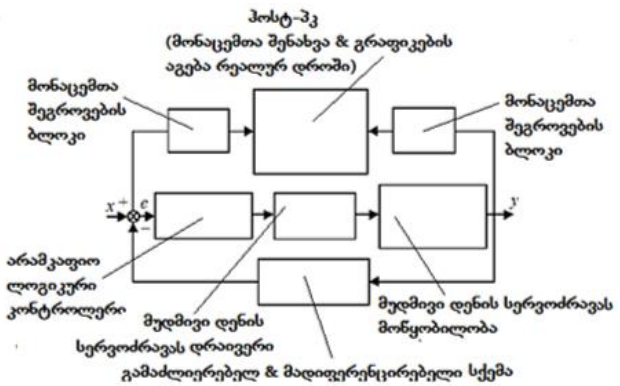
კვლევის ობიექტში დროში ცვალებადი არაწრფივობებისა და გაურკვევლობების გამო (მუდმივი დენის ძრავას ლილვის ბრუნვა) მართვის კლასიკურ მექანიზმებს უნდა ჰქონდეს კარგად გაწყობილი პარამეტრები. ამიტომ, სისტემის ოპტიმალური მწარმოებლობისათვის, არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი უნდა ასრულებდეს მკაფიოდ განსაზღვრულ არამკაფიო წესებს. ჩვენს შემთხვევაში არამკაფიო ლოგიკა ძირითადად რეალიზებული იყო მაღალმწარმოებლურ მიკროკონტროლერულ დაფაზე Arduino Due 32-ბიტიანი ბირთვით ARM. განხილული სისტემა შედგება ორი, ერთმანეთთან სინქრონიზებული კონტროლერისაგან, რომელთაგან ერთი, Arduino Due, ასრულებს არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის ფუნქციას, ხოლო მეორე, Arduino Uno - მონაცემთა შეგროვების ფუნქციას რეალურ დროში. ამ შწემთხვევაში მიკროკონტროლერის ორი ცალკეული დაფის გამოყენების ძირითადი მიზანი არის არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის წყვეტის თავიდან აცილება რათა არ მოხდეს კონტროლერის რეაგირების დროის გაზრდა მუშაობის პროცესში სხვადასხვა ხდომილებაზე.



სურ. 2. არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიერ დამუშავებული არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი რეალიზებული იყო მართვის ჩაკეტილი სტრატეგიის გამოყენებით როგორც ეს გამოსახულია მე-3 სურ-ზე, სადაც *x, y, e* და *ce* სასურველი ან საყრდენი სიჩქარე, ფაქტობრივი სიჩქარე, სასურველ და ფაქტობრივ სიჩქარეთა სხვაობა და ამ სხვაობის ცვლილების სიჩქარეებია შესაბამისად.



სურ. 3. სისტემის ბლოკდიაგრამა

არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი ახდენს სისტემური ცდომილებისა და ცდომილების ცვალებადობის გაანგარიშებას სასურველ და ფაქტობრივ სიჩქარეებს შორის ანათვალის აღების თვითოეული მომენტისათვის k, როგორც ეს ნაჩვენებია ფორმულებში (1,2):

$$e_k = x_k - y_k \quad (1)$$

$$ce_k = e_k - e_{(k-1)} \quad (2)$$

რეალურ დროში მომუშავე ჰოსტკომპიუტერი, მასზე დაყენებული MATLAB-ით, გამოიყენება მონაცემთა მიღებისათვის რეალურ დროში (სასურველი სიჩქარე, სიჩქარის ცდომილება და ცდომილების ცვლილება და სხვ.) კავშირის არჩეული პროტოკოლით, ანუ მიმდევრობითი პორტი RS-232, მონაცემთა გადაცემის სიჩქარით 115200 ბიტი წამში, მონაცემთა შეგროვების დაფიდან DAQ (Arduino Uno) მონაცემთა სისტემურ ბაზაში და მუდმივი დენის ძრავას სასურველი სიჩქარისა და ფაქტობრივი სიჩქარის გრაფიკების ასაგებად რეალურ დროში. ცდომილების კორექცია, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს დროში ცვალებადი შეშფოთებებით, სრულდება არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერით. სასურველი სიჩქარის მიღწევისათვის შეცდომების განუწყვეტელი კორექტირებით კონტროლერი მართავს მუდმივი დენის ძრავას ძრავას დრაივერის გავლით [3].

არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი დამუშავდა Arduino Due მიკროკონტროლერის ბაზაზე. მუდმივი დენის ძრავას სიჩქარის ზუსტი მართვისათვის მდგრადი მდგომარეობის მინიმალური შეცდომის საზღვრებში, აუცილებლობას წარმოადგენს ზუსტი ინფორმაციის მიწოდება როგორც სასურველი, ისე ფაქტობრივი სიჩქარის შესახებ არდუინოზე და ამ ინფორმაციის საფუძველზე არამკაფიო კონტროლერის მიერ უნდა იყოს გენერირებული და გადაცემული ზუსტი სიდიდეები მუდმივი დენის ძრავას დრაივერში.

ამ შემთხვევაში, ასეთი ზუსტი და უწყვეტი ინფორმაცია ანუ ანალოგური სიგნალები მიიღება ტაქოგენერატორისაგან და პროპორციულია მუდმივი დენის ძრავას ფაქტობრივი სიჩქარისა. Arduino Due-ში ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელის (აცგ) რეგისტრები აწყობილი იყო 12 ბიტი გარჩევითობის რეჟიმში. ამ რეჟიმში აცგ-ს აქვს ბიჯების 4095 მნიშვნელობა 0,8089 მვ ძაბვის თითოეული ბიჯისათვის. ეს არის უმცირესი ანალოგური მნიშვნელობა ანდა ცვლილება, რაც ამ სისტემას შეუძლია მიიღოს და გააანალიზოს კონტროლერში.

აქ აუცილებელია აღინიშნოს, რომ აცგ-ს ეს დიაპაზონი (0-დან 4095-მდე) ლოგიკურ კონტროლერში გარდაიქმნება 0-დან 100-მდე დიაპაზონში განივიმპულსური მოდულირებული სიგნალის გენერირებისათვის (გიმ).

არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის წესების ბაზის ფორმირებისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ გიმ-ის როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მნიშვნელობები მუდმივი დენის ძრავას ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით მოძრაობისათვის. ეს ნიშნავს, რომ არამკაფიო ლოგიკურმა კონტროლერმა უნდა მოახდინოს გიმ-ის უარყოფითი მნიშვნელობების გენერირება. ამ გენერირებული დადებითი და უარყოფითი ნიშნების საფუძველზე არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი გენერირებს ორ სხვასხვა ლოგიკურ მნიშვნელობას: ლოგიკურ „0“-ს 0 ვ ძაბვით და ლოგიკურ „1“-ს 3,3 ვ. ძაბვით, შესაბამისად ისინი გამოიყენება მუდმივი დე-

ნის ძრავას ბრუნვისათვის საათის ისრის მიმართულებით ან საწინააღმდეგო მიმართულებით.

აქტიურ რეჟიმში არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის სასურველი სიჩქარე ანდა მითითებული მნიშვნელობა უშუალოდ მოდებული უნდა იყოს ძრავას დრაივერში და საბოლოოდ, მის მიერ გენერირებული გიმ მნიშვნელობა უნდა დავამატოთ ან გამოვაკლოთ გიმ-ის საბოლოო მნიშვნელობას, როგორც ეს ნაჩვენებია მე-3 განტოლებაში. შესაბამისად, მივიღებთ, რომ:

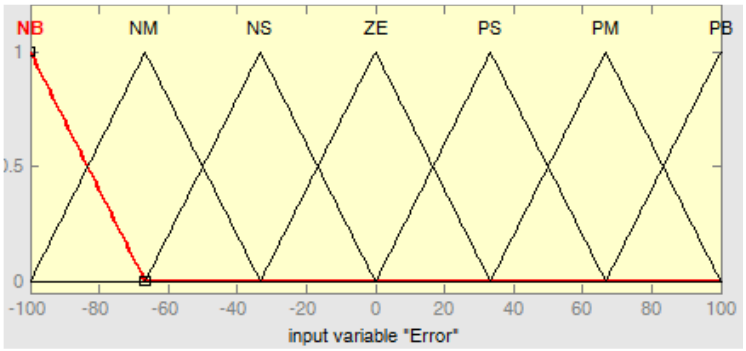
საბოლოო გიმ = (სასურველი სიჩქარე ± არამკაფიო გამოსასვლელი) (3)

დამუშავებულ პროექტში არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერი რეალიზებული იყო ფაზიფიკაციაზე, არამკაფიო წესების ბაზაზე, რომელიც დაფუძნებული იყო ადამიანის ლოგიკურ აზროვნებაზე, არამკაფიო დასკვნების სისტემაზე (FIS) და დეფაზიფიკაციის პროცესზე. ამასთან, FIS და დეფაზიფიკაცია თავის მხერივ ითვალისწინებდა MAX-MIN კომპოზიციასა და ფართობის ცენტრის (CoA) ანდა სიმძიმის ცენტრის (CoG) მეთოდების გამოყენებას.

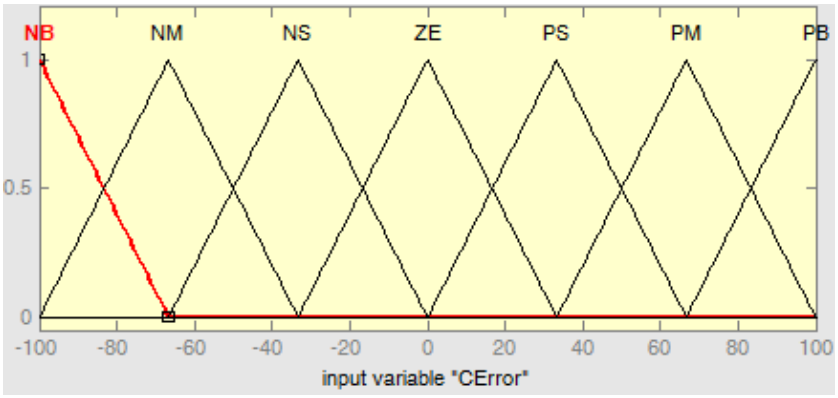
არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის მწარმოებლობა აქტიურ რეჟიმში მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული არამკაფიო წესების ბაზაზე. დროის ნებისმიერ მომენტში არამკაფიო შესასვლელების ანალიზის საფუძველზე, რაც ეყრდნობოდა მუდმივი დენის ძრავას სასურველი და ფაქტობრივი სიჩქარეების მონაცემებზე, არამკაფიო სიმრავლეების ცოდნასა და გამოცდილებაზე, ფორმირებული იქნა არამკაფიო წესების ბაზა (ცხრილი).

ზემოთ ნახსენები ციფრული შემავალი მონაცემებიდან (ცდომილება და ცდომილების ცვლილების სიჩქარე) და წესების ბაზიდან ფაზიფიკაციის პროცესის დროს FIS ასრულებს ყველა, მასთან დაკავშირებულ ლინგვისტურ არამკაფიო წესებს, რომელთა დეფაზიფიკაციის პროცესში დროის ყოველი მომენტისათვის მიღებული იქნება გიმ-ის სასურველი გამომავალი მნიშვნელობები, მუდმივი დენის ძრავას დრაივერში მიწოდებისათვის.

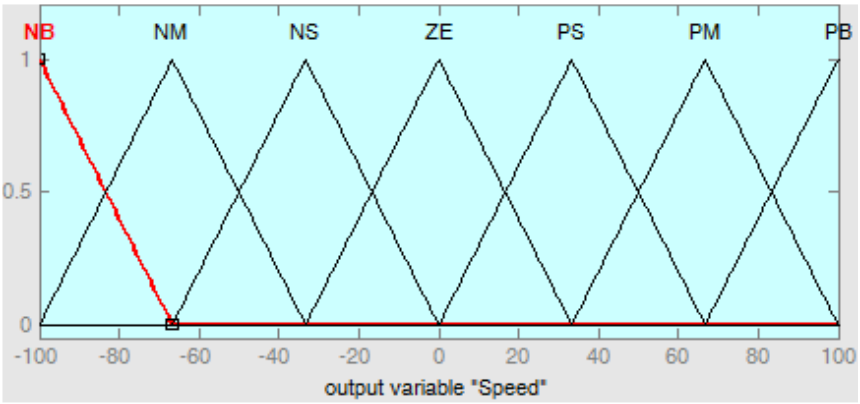
როგორც უკვე აღვნიშნეთ, არამკაფიო ლოგიკურ კონტროლერს აქვს ორი შესასვლელი და ერთი გამოსასვლელი ანუ ცდომილება (error), და ცდომილების ცვლილების სიჩქარე (c_error) არის შესასვლელები, ხოლო მუშა ციკლი გიმ (pwmout) – გამოსასვლელი. გიმ-ისგან დამოკიდებულებით მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობები ამ შესასვლელ-გამოსასვლელებისათვის შემოსაზღვრულია და შეადგენს +100 და -100 შესაბამისად. ასეთი არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის აგებისათვის არჩეული იყო მიკუთვნების ფუნქციების სამკუთხა ფორმები (სურ. 4, 5, 6.)



სურ. 4. error-ის (ცდომილება) მიკუთვნების ფუნქციები



სურ. 5. c_error (ცდომილების ცვლილების სიჩქარე) მიკუთვნების ფუნქციები



სურ. 6. pwmout (სიჩქარე) მიკუთვნების ფუნქციები

ა. მე-4 სურ-ზე ნაჩვენებია მიკუთვნების სამკუთხა ფუნქციები „ცდომილებისათვის“ ყველა არამკაფიო სიმრავლეებით;

ბ. მე-5 სურ-ზე ნაჩვენებია მიმკუთვნების სამკუთხა ფუნქციები „ცდომილების ცვლილების სიჩქარისათვის“, ისიც ყველა შესაბამისი არამკაფიო სიმრავლეებით;

გ. მე-6 სურ-ზე ნაჩვენებია მიმკუთვნების სამკუთხა ფუნქციები «pwmout ან სიჩქარე» ყველა შესაბამისი არამკაფიო სიმრავლეებით;

ცხრილი

არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის წესების ბაზა

ce / e	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
NB	PB	PB	PB	PS	PS	PS	ZE
NM	PB	PM	PM	PS	PS	ZE	NS
NS	PB	PM	PS	ZE	ZE	NS	NS
ZE	PM	PS	ZE	ZE	ZE	NS	NS
PS	PM	PS	ZE	ZE	NS	NS	NM
PM	PS	PS	NS	NS	NS	NS	NM
PB	ZE	NS	NS	NM	NB	NB	NB

რეალური დროის არამკაფიო ლოგიკურ კონტროლერში ცოდნა მართვის პროცესის შესახებ ანდა სისტემის ქცევის შესახებ შეიძლება ფორმირებული იყოს რამდენიმე არამკაფიო წესის სახით, როგორც ეს ნაჩვენებია ცხრილში, სადაც არამკაფიო შესასვლელებისა და გამოსასვლელისათვის ლინგვისტური ცვლადები აღინიშნება როგორც: უარყოფითი დიდი (NB), უარყოფითი საშუალო (NM), უარყოფითი მცირე (NS), ნულოვანი (ZE), დადებითი მცირე (PS), დადებითი საშუალო (PM) და დადებითი დიდი (PB).

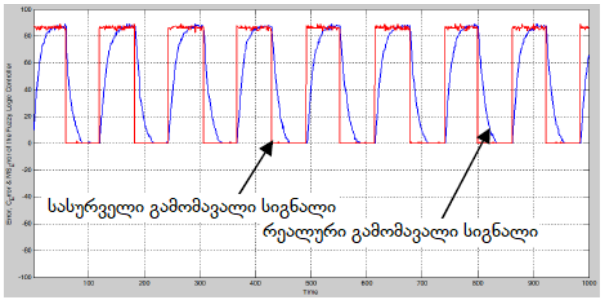
ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ლინგვისტური ცვლადი არის არამკაფიო და თუ გამოვიყენებთ ამ არამკაფიო მნიშვნელობებს იმ პროცედურებში, რომლებიც აღწერილი იყო ზემოთ, მაშინ მივიღებთ ყველა მათთან დაკავშირებულ მართვის არამკაფიო მნიშვნელობებს. დეფაზიფიკაციის პროცესის მეშვეობით მიღებული მმართველი გიმ მნიშვნელობები მიეწოდება მუდმივი დენის ძრავას დრაივერს, როგორც მკაფიო სიდიდეები.

არამკაფიო დასკვნის მექანიზმი (FIS) იღებს გადაწყვეტილებებს სისტემის მუშაობის პროცესში, ზემოთ ნახსენები არამკაფიო წესების საფუძველზე. თითოეული არამკაფიო წესისთვის და თითოეული დაკავშირებული შესასვლელისთვის (ცდომილება და ცდომილების ცვლილება) FIS გენერირებს გამომავალ მონაცემებს და ეს გამომავალი მონაცემების სიმრავლე გარდაიქმნება მკაფიო გამომავალ სიგნალად დეფაზიფიკაციის პროცესის მეშვეობით.

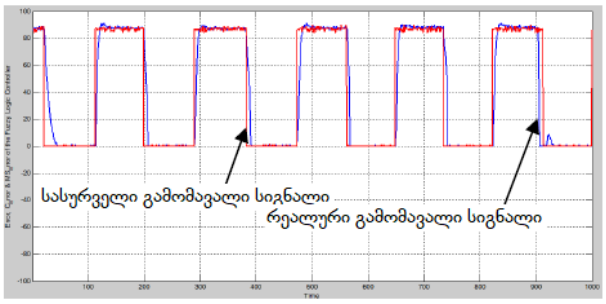
$$CoA = \frac{\int_{X\min}^{X\max} f(x)xdx}{\int_{X\min}^{X\max} f(x)dx} \qquad (4)$$

დეფაზიფიკაციის ამ მეთოდში კონტროლერი ანგარიშობს მიკუთვნების ფუნქციების ფართობს ცვლადის დიაპაზონის საზღვრებში მე-4 ფორმულის საფუძველზე, სადაც CoA გამომავალი ცვლადის მკაფიო მნიშვნელობაა, *f(x)* აღნიშნავს მიკუთვნების ფუნქციას თითოეული ცვლადისათვის, *x* ლინგვისტური ცვლადის მნიშვნელობაა, Xmin და Xmax აღნიშნავს ლინგვისტური ცვლადის დიაპაზონის მინიმუმსა და მაქსიმუმს.

არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის ალგორითმი, რაც იყო რეალიზებული Arduino Due-ში [4], შემოწმებული იყო ექსპერიმენტული დანადგარით რეალურ დროში (სურ. 1). კონტროლერის მწარმოებლობის ანალიზისათვის რეალურ დროში, გამოყენებულ იქნა ტრაექტორიის სხვადასხვა ფორმა, როგორიცაა: ხერხისებური, სინუსოიდური, დახრილი ანდა მართკუთხა ტალღები. აღნიშნული ფორმები მიღებულ იქნა ფუნქციურ/არბიტრული გენერატორის Hunteck 1225-ის მეშვეობით. მიღებულ იქნა მუდმივი დენის ძრავას სიჩქარის პასუხი და შედარდა საყრდენ ტრაექტორიასთან არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის გარეშე და მასთან ერთად. მე-7 და მე-8 სურათებზე ნაჩვენებია მხოლოდ ერთი ფორმის, კერძოდ მართკუთხა სიგნალის (მეანდრის) ტრაექტორია. აღნიშნული სურათები მიღებულია შერეული სიგნალების ოსცილოსკოპით PicoScope 2205. მე-7 სურათი გვიჩვენებს სისტემის რეაქციას კვადრატული (მეანდრა) ფორმის ტალღაზე კონტროლერის გარეშე, ხოლო მე-8 სურათი – არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის რეაქციას იმ შემთხვევებისთვის, როცა სისტემაზე დატვირთვის სიდიდე უცვლელია.



სურ. 7



სურ. 8

დასკვნა

ამ კვლევებში მუდმივი დენის სერვოძრავას მექანიზმის მართვის სტრატეგია რეალიზებული იყო არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის გამოყენებით. ამ სტრატეგიიდან გამომდინარექ არდუინოს დაფის გამოყენებით ექსპერიმენტი არ შემოიფარგლა მხოლოდ კომპიუტერული მოდელირებით, არამედ მიღებულ იქნა სისტემის რეაგირების ეპიურები რეალურ დროში ექსპერიმენტული სტენდის მეშვეობით.

კონტროლერის მწარმოებლობა ტესტირებული იყო ხუთი სხვადასხვა ტიპის სატესტო ტრაექტორიის გამოყენებით (ხერხისებური, სინუსოიდური, კვადრატული, ტრაპეციული, ექსპონენციალური სიგნალებით). სისტემის მწარმოებლობის ანალიზისთვის გამოყენებული იყო კვადრატული ტრაექტორია. მივიღეთ, რომ არამკაფიო ლოგიკური კონტროლერის გამოყენებით სისტემის დაყენების დრო შემცირებული იყო 25-ჯერ, ხოლო ჩამოვარდნის დრო 12-ჯერ, მაშინ, როცა საყრდენი ტრაექტორიის სიხშირე იყო 2 ჰერცის მახლობლობაში. მიუხედავად დადებითი შედეგისა, აუცილებელია შემდგომი კვლევები, როგორიცაა სისტემის რეაქციის კვლევა დიდი ინფორმაციის მქონე ნეირონულ-არამკაფიო ალგორითმებზე ანდა გენეტიკურ-არამკაფიო ალგორითმებზე.

ლიტერატურა

1. Premkumar, K., & Manikandan, B. V. (2013). Adaptive fuzzy logic speed controller for brushless DC motor. *IEEE International Conference on Power, Energy and Control*, 290. https://ieeexplore.ieee.org/document/6527668 *(Accessed November 27, 2024)*
2. Jayetileke, H. R., de Mei, W. R., & Ratnayake, H. U. W. (2014). Real-time fuzzy logic speed tracking controller for a DC motor using Arduino Due. *IEEE Conference Publication*. https://ieeexplore.ieee.org/document/7069560 *(Accessed November 27, 2024)*
3. Grigalashvili, J. (2011). Imprecise control in mechatronic systems. In *Innovative Technologies and Materials: Proceedings of the International Scientific Conference Dedicated to Academician T. Loladze* (pp. 117–124). Tbilisi: Georgian Technical University. *(In Georgian)*
4. Khurodze, R., & Grigalashvili, J. (2024). *Fundamentals of Programming Programmable Logic Controllers* (ISBN 978-9941-512-39-1). Tbilisi: Georgian Technical University Library, CD–7436, 292 pages. *(In Georgian)*

UDC 004.896:621.43:621.3.049.77
SCOPUS CODE 1802
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-180-189

A Fuzzy logic Controller for Servo Motor Speed Based on Arduino Due

Jemal Grigalashvili Department of Control Systems and Automation, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: j.grigalashvili@gtu.ge

Reviewers:
S. Khoshtaria, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: s.xoshtaria@gtu.ge
N. Maglakelidze, Associate Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU
E-mail: n.maglakelidze@gtu.ge

Abstract. In the article, the author discusses the development of a real-time fuzzy logic controller for controlling the speed of a DC servo motor, which is currently very relevant (in FPV and winged drones, animatronics, etc.), using the Arduino Due controller. The proposed controller is based on Mamdani's approach and verified with the resources of the MATLAB Fuzzy Logic toolbox and Simulink extension packages. During real-time operation, the behavior of the DC motor and the response of the fuzzy logic controller are recorded graphically, and the data are stored in MATLAB without interrupting the operation of the logic controller. Based on these data observations, the system setup and fall times are calculated for each individual period of the input trajectory. It is observed that the system reset time was reduced using this approach. The paper analyzes the performance of Arduino Due using fuzzy logic control approach for DC servo motor. The system response showed satisfactory performance for the specific application.

Keywords: Analog-to-digital converter; Arduino Due controller; Assignment functions; Defuzzification; functional/arbitrary generator Hunteck 1225; Fuzzification; Fuzzy inference system; Fuzzy logic controller; Fuzzy rule base; Linguistic fuzzy variables; Mixed-signal oscilloscope PicoScope 2205; Pulse width modulation; Servo motor.

განხილვის თარიღი 14.03.2025
შემოსვლის თარიღი 18.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 553. 104, 107, 504. 4
SCOPUS CODE 1900
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-190-195

The Problem of Planetary Warming and the Development of Recommendations for Possible Mitigation of Related Cataclysms

George Magalashvili Ir. Jordania Research Center for Industrial Sectors and Natural Resource, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69 M. Kostava str.
E-mail: maggeo31@gmail.com

Reviewers:
T. Lipartia professor, faculty of mining and Geology, GTU
E-mail: lipartiatornike03@gtu.ge
N. Japaridze, Professor faculty of mining and Geology, GTU
E-mail: japaridzenino03@gtu.ge

Abstract.

The article analyzes the causes of planetary warming. Although most scientists of the world explain these natural phenomena by astronomical reasons, and the author does not deny them, the main reason he considers human intervention in the development of the Earth. The fact is that the Earth "breathes", which is explained by the huge temperature difference between the liquid mantle of the planet and the surface of the Earth. This explains the emergence of "warm fields" and "hot spots" in many places on Earth.If its "breathing" is interfered with, the Earth will react with volcanoes (which the author calls "exhaust valves"). It is logical that the thermal energy that has reached a critical level and accumulated in the lithosphere should burst outward, which is manifested in natural phenomena. Thus, the author considers the "reservation" of the Earth as the main cause of catastrophes. The author suggests a number of ways to mitigate the consequences of cataclysms, including "taming" volcanoes by transferring them to solfataric-fumarolic state, for which it is necessary to drill several wells around them, which, in addition to the function of "breathing" the Earth, will allow to clarify the geostratigraphic section, make correlations, use steam and thermal water (if not, with recirculation) for heating residential buildings and greenhouses. It is also possible to intersect new mineral deposits..

Keywords: Cataclysms; Planetary; Volcano; Warming.

Introduction

Most scientists consider astronomical events to be the cause of planetary warming, while others consider increased carbon dioxide in the atmosphere (the Alatra movement, Khendai, etc.).

We do not deny such events, but we consider human interference in the Earth's development to be

the main cause of warming and related catastrophes. Cataclysms of 2023 covered not only Georgia (rivers Vere, Shovi), but practically the whole world, so the thoughts of geologists and scientists of different fields of science are focused on the problem of what caused catastrophes of such scale. Of course, we had no right not to think about the causes of such events. Since we are dealing with large-scale events, the opinion of almost all researchers is unanimous in the view that the cause of catastrophes is planetary warming. However, there is still no unambiguous answer to the question of what exactly caused it.

Let's not forget that the Earth is developing on its own laws and no one has the right to interfere, much less violate them.

The point is that the Earth “breathes” like any other organism, and this “breathing” (mainly in the form of emanations) is caused by a huge temperature difference - deep and surface.

If we interfere with its “breathing”, the Earth will respond with volcanic eruptions (which we called a “exhaust valve” in our 2018 Nobel Prize submission to Oslo) and other natural disasters.

In the aforementioned work entitled “Saving Our Common Home—Earth,” we put forward completely different, in our opinion, scientifically substantiated causes of planetary-scale warming events and argue that the recently frequent cataclysms are mainly caused by human activity. It would not be amiss to quote R. Horn’s statement that the oceans also “breathe” [1].

Main Part

In ancient times, heat exchange on our planet was relatively balanced. It is noteworthy that there is no less water in the Earth’s mantle than in the oceans and seas. Superheated steam and emanations are trying to rise from the depths of the Earth to the surface, which we observe through the action of geysers in Yellowstone Park, in the form of mineralized hydrothermal vents (Kunashir Island, Tbilisi hydrothermal waters), and periodically through volcanic events. That is, what causes the eruption of magma. Of course, it is logical that the thermal energy that has reached a critical level, which accumulates at the bottom of the lithospheric crust, must be erupted. This is about the intrusion of the viscous substance of the asthenosphere from the Earth's mantle layer into the "weak" structures of the Earth's crust in the form of diapirs, which causes anomalously high geothermal gradients in these parts of the crust. Naturally, in such a case, a volcano (or "exhaust valve") is triggered. By the way, the triggering of volcanoes, or "exhaust valves" as we call them, according to scientists D. Wilson, W. Morgan, R. Larson and P. Olson, is associated with the formation of plumes and superplumes in the mantle. Their action leads to the development of cataclysms on the Earth's surface.

Mantle diapirism is observed predominantly in the regions of large trenches (Anadarko Trench in North America, Mariana Trench in the Pacific Ocean, Black Sea, South Caspian and other trenchys within the Mediterranean fold belt). Scientists consider such fragments to be relics of the Tethys Ocean [2]. It is very important that hundreds or more of such “hot fields and hot spots” are observed in many places on Earth. There is no doubt that in such regions there is an intrusion of the mantle viscous substance into the Earth’s surface (mantle diapirism). The results of geological and geophysical studies [3] show that high values of geothermal gradients are associated with the increased heat flows associated with the mentioned mantle anomalies (mantle diapirs).

According to the author, the warming of the Earth's climate, melting of mountain glaciers and other anomalous events are associated with such natural phenomena.

Undoubtedly, for many years, under concreted surface areas (civil construction and engineering structures, asphalted highways, pedestals), much of the Earth's

other "armored" and critical thermal energy finds weak spots on the surface and generates catastrophic events - earthquakes, volcanic activation, etc.

Thus, in the first part of the work, the author tried to explain the causes of planetary warming, the main of which is the "reservation" of the Earth's surface, that is, the unstoppable "taking away" of its surface. In addition to those scientists who try to explain warming by astronomical events alone and the fact that mankind is powerless to prevent them, the author also sees (and primarily) factors of civilization and believes that mitigating their effects is feasible. The author tried to explain the disasters directly related to the mountains and mountain rivers that occurred in Georgia in 2023 (River Vere, Shovi resort, Guria) [4,5,6]. The author cites the plight of mountaineers when the weather suddenly changes on a snowy mountain section and they are forced to temporarily stop climbing the mountain, but due to the lack of a tent, they build a primitive tent "igloo" from snow. In such a "tent" heat is generated at the expense of human breathing (biological warming).

The example of the "igloo" is a clear analogy with the source of rivers: how snow melts on a mountain slope (Fig. 1). Naturally, every major global event has its own history. Therefore, in order to explain the cause of warming and make its "diagnosis", we must try to decipher the initial stage of its development. In this regard, the mountains, according to the author, have the most clear information, since most cataclysmic events are associated precisely with mountains and their snow cover.

Regardless of the type of rock a mountain is made of (granitoids, basaltoids, etc.), they contain pores (closed, open, or both) and microscopic cracks in varying percentages. "Long ago" (perhaps in ancient times) the first rain filled the cracks and pores and froze.

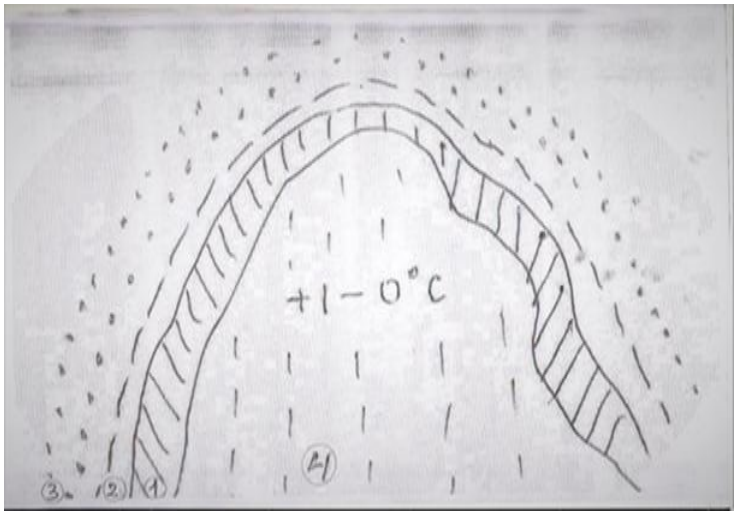


Fig. 1. 1. (i.e. old frozen snow); 2. Compacted snow ("Firn"); 3. Fresh, loose snow; 4. Warm emanations.

Thus, already at the first rain, the mountain was "reserved" with ice. Such "first ice" (and no longer snow) practically became an integral part of the mountain, since it cemented the outer mass of the mountain. The snow that came later has two structures - its lower part, not very thick, adhering to the ice, has a compacted structure ("firn" snow), while the upper cover is loose and, in case of excess mass, is subject to avalanche formation under conditions of critical slope of the mountain. The intrusion of warm emanations into the

mountain through mountain cracks, heating the "first" layer of ice, causes it to slide down the mountain, which is the main reason for the cataclysm, since the river bed cannot provide for the passage of a suddenly increased water flow in such a short time. In regions where "hot spots" and a high geothermal gradient are observed, the temperature of the inner part of the snow in the mountains is within 0° - 1°C ("igloo effect"), which leads to the melting of the inner layer (ice).

Mount Elbrus		Kazbegi	
°C	km	°C	km
50	1	34	2
100	2	68	4
150	3	102	6
200	4	136	8
250	5	170	10

Fig. 2. The "hot depths" of Elbrus and Kazbegi.

According to monitoring data in similar places [1], in the upper part of the Earth (in particular, in the vicinity of the glacier) at a depth of 10 km, the temperature is recorded as 170°C, and at a depth of 5 km on the Elbrus meridian - 250°C (the Black Sea level is taken as 0 km). For this reason, Mount Kazbegi is included in the list of active volcanoes [3].

Conclusion

The majority of scientists consider astronomical events to be the cause of global warming and argue that similar events have occurred on Earth before (with periodic shifts of the Earth's axis, glaciations, etc.). We do not exclude such events, but we are powerless against them today; Unlike them, we consider humanity to be the cause of the events that have developed in the world in recent years, which has caused great damage to our common home - the Earth - in the process of long-term development. We consider their correction, if not complete, at least partial, to be realistic. As we all know, the past year was very difficult due to the cataclysms that occurred in Racha. Naturally, we had no right not to study the mentioned events, conduct an analysis and develop recommendations in order to prevent similar cataclysms in the future not only in Racha, but also in other “hot spots” (Vere river, Heroes' Square, etc.); As for prevention, first of all, it is necessary to monitor the “hot fields” (Adjara, Guria, Racha, Svaneti, Lechkhumi, mountainous Kakheti, Tusheti, Khevsureti, Kazbegi, Pshavi, Juta, Chiukhi, Jvari Pass, Abudelauri, etc.) in order to detect the possible occurrence of catastrophic events through preliminary observations and take appropriate measures (warning the population, evacuation if necessary, etc.) to mitigate them; We consider one of the real measures to be the triggering of “artificial” avalanches in snowy mountains with appropriate cannons (similar to those used in Kakheti against hail), only in certain “portions” so that a large mass of snow cover does not fall at once. We must not forget that the snow from glaciers feeds rivers; Landslides are a separate subject of study. To prevent them, it is necessary to take into account the lithological composition of rivers or dry canyons, ravines, narrow gorges and floodplains (i.e., to study both the rocks of their structure and the conditions of the slopes of the banks and terraces (according to Professors M.

Protodziakonov and Grigol Khmaladze); Since we have mentioned volcanoes rather mildly in the text, we are obliged to mention their possible taming. Deep wells should be drilled around volcanoes, which, in addition to the function of "breathing" the Earth, will make it possible to specify the geostratigraphic section at the relevant points, make correlations and use steam or thermal water (if not, with recirculation) for heating residential buildings and greenhouses. It is also possible to cross new mineral deposits; By the way, many volcanoes around the world (Yellowstone in America, Mendeleevo and Tolbachik in Kamchatka, etc.) are in such a natural solfataric-fumarolic state state.

References

1. Buachidze, G. I., & Gamkrelidze, I. P. (2004). *Thermal field and neotectonics of Georgia*. Trudy GIN AN Georgia, New Series, 119, 838–839.
2. Gugunava, G. E., Sholpo, V. N., Gamkrelidze, I. P., et al. (2004). On the issue of distribution of thermal fields in the Caucasus and in the waters of the Black and Caspian Seas. *Trudy GIN AN Georgia, New Series*, 119, 834–838.
3. Horn, R. M. (1972). *Marine chemistry: Structure of water and chemistry of the hydrosphere* (389 p.). Moscow: Mir. (Original work published by Sciences of the Earth)
4. Koronovsky, N. V., & Demina, L. I. (2006). Disappeared Pliocene volcanoes of the Main Caucasian Range and the grand explosion of Kazbeki at the beginning of the Late Pleistocene (North Caucasus). In *Problematic issues of geodynamics, petrology and metallogeny of the Caucasus: Proceedings dedicated to the 100th anniversary of A.A. Azizbekov* (pp. 92–104). Baku.
5. Magalashvili, G. (2017, August 1). *Another version of warming* (Depositary receipt No. 7051). Sakpatenti. Tbilisi.
6. Magalashvili, G. (2023, March 11). *Deciphering the causes of planetary warming* (Depositary certificate No. 9195). Sakpatenti. Tbilisi.
7. Magalashvili, G. (2023, September 11). The causes of the cataclysm in Racha and the possibilities of preventing similar events. *Republic of Georgia*, (103), 11.
8. Magalashvili, G. (2023, October 9). Again the problems of the Vere Gorge and Heroes' Square. *Republic of Georgia*, (113/9645), 5–6.

UDC 553. 104, 107, 504. 4
SCOPUS CODE 1900
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-190-195

პლანეტარული დათბობის პრობლემა და მასთან დაკავშირებული კატაკლიზმების შესაძლო შერბილების რეკომენდაციების შემუშავება

გიორგი მაღალაშვილი
ირ. ჟორდანიას სახელობის საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: maggeo31@gmail.com

რეცენზენტები:
თ. ლიპარტია, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: lipartiatornike03@gtu.ge
ნ. ჯაფარიძე, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: japaridzenino03@gtu.ge

ანოტაცია. მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე მეცნიერული მოსაზრებები ბუნებრივ კლიმატურ ცვლილებებს ასტრონომიული ფაქტორებით ხსნის (რასაც ავტორი არ უარყოფს), პლანეტარული დათბობის მთავარ გამომწვევად მიიჩნევა ადამიანის ჩარევა დედამიწის განვითარების პროცესში. სტატიაში განიხილება პლანეტარული გათბობის გამომწვევი ძირითადი მიზეზები.

განსახილველია დედამიწის ე.წ. "სუნთქვის" ფენომენი, რომელიც გამოწვეულია თხევად მანტიასა და დედამიწის ზედაპირს შორის არსებული ტემპერატურული სხვაობით. აღნიშნული დინამიკა განაპირობებს „თბილი ველებისა“ და „ცხელი წერტილების“ ჩამოყალიბებას. ამ ბუნებრივ პროცესში ჩარევა იწვევს ვულკანურ აქტივობას, რაც განიხილება როგორც ლითოსფეროში დაგროვილი თერმული ენერგიის ზედაპირზე გამოღწევის მექანიზმი.

დასკვნის სახით წარმოდგენილია მოსაზრება, რომ დედამიწის ზედაპირის ინტენსიური ათვისება და მისი ბუნებრივი ფუნქციების შეზღუდვა არის კლიმატური და გეოლოგიური კატასტროფების გააქტიურების ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი.

მოცემულია რეკომენდაციები კატაკლიზმების შედეგების შესამსუბუქებლად, მათ შორის — ვულკანების აქტივობის მართვა სოლფატარულ-ფუმაროლურ ფაზაში მათი გადაყვანის გზით. ეს გულისხმობს ვულკანების ირგვლივ სპეციალური ჭაბურღილების მოწყობას, რაც უზრუნველყოფს როგორც დედამიწის „სუნთქვის“ შენარჩუნებას, ისე გეოსტრატიგრაფიული მონაცემების დაზუსტებას, თერმული რესურსების (ორთქლი და თბილი წყლები) ენერგეტიკულ და საყოფაცხოვრებო მიზნებისთვის გამოყენებას და პოტენციურად — ახალი წიაღისეული რესურსების აღმოჩენას.

საკვანძო სიტყვები: გარემოს დაცვა; გეოთერმული ენერგია; ვულკანები; კატაკლიზმები; პლანეტარული დათბობა.

The date of review 18.06.2025
The date of submission 23.06.2025
Signed for publishing 25.09.2025

UDC 550.8
SCOPUS CODE 1909
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-196-205

ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებლის გამოთვლა მდ. ჩოხელთხევის და მდ. ნაღვარევისხევის მაგალითზე

ზურაბ ვარაზაშვილი ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge

ზურაბ კაკულია ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: z.kakulia@gtu.ge

გიორგი გაფრინდაშვილი ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: gaprindashvili.george@gmail.com

დალი ჩუტკერაშვილი ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: d.chutkerashvili@gtu.ge

გოგა ჩახაია ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: g.chakhaia@gtu.ge

ირაკლი რამიშვილი ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: irakli.ramishvili@gergili.ge

გიორგი ტლაშაძე ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: g.tlashadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. მარდაშოვა, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m.mardashova@gtu.ge

ლ. ღლონტი, სტუ-ის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის ჰიდროგეოლოგიის განყოფილების უფროსი მეცნიერი თანამშრომელი

E-mail: glonti2006@yahoo.com

ანოტაცია. მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადების – ჩოხელთხევის და ნაღვარევისხევის ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების ფარდობითი მახასიათებლის გამოთვლის შესაძლებლობა და შედეგად აღნიშნულ მდინარეებში ღვარცოფული ნაკადების განვლადობის ხასიათის, სიხშირისა და თავისებურებების შეფასება უაღრესად მნიშვნელოვანია. გამოთვლები ემყარება ამ მდინარეების ხეობებში ჩატარებული აგეგმვითი სამუშაოების შედეგად მიღებულ მონაცემებს 2023-2024 წლებში. ეს მონაცემები შეიძლება ჩაითვალოს ღვარცოფული ნაკადების მაფორმირებელი ფაქტორების მახასიათებელ ფარდობით სიდიდეებად.

მოცემულია საკვლევი ხეობების კალაპოტების მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური, კლიმატური და გეომორფოლოგიური მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულება და ამ ფონზე ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის შესაძლებლობები, სიძლიერე და ზემოქმედება არსებულ ბუნებრივ და ტექნოგარემოზე.

ამ მონაცემებზე დაყრდნობით მიღებულია ფარდობითი სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავს ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის რისკებს და შესაძლოა გათვალისწინებულ იქნეს ნატახტარ-მლეთის საავტომობილო გზის საექსპლუატაციო და სამშენებლო საკითხების მოსაგვარებლად.

საკვანძო სიტყვები: გეოდინამიკური მოვლენები; გეოლოგიური აგებულება; კლიმატი; ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებლები; ჰიდროგრაფიული ქსელი.

შესავალი

უკანასკნელ პერიოდში დედამიწაზე მიმდინარე კლიმატის გლობალური ცვლილებების ფონზე ძალზე გააქტიურდა ისეთი სტიქიური მოვლენები, როგორიცაა წყალდიდობა, ეროზია, ღვარცოფი, მეწყერი და სხვა [1].

ზემოაღნიშნული სტიქია მნიშვნელოვან საფრთხეს უქმნის ადამიანების სიცოცხლეს, ანადგურებს შენობა-ნაგებობებს, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწის სავარგულებს, აზიანებს სარკინიგზო და საავტომობილო გზებს და სამოქალაქო ინფრასტრუქტურის სხვა ობიექტებს.

აქვე უნდა დავსძინოთ, რომ მსგავსი სენსიტიური რაიონები და უბნები საქართველოში მრავლადაა. მათგან, თავისი აქტიურობით, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია მდ. არაგვის შენაკადები და მათი

ფერდობებიდან მომდინარე სხვადასხვა საშიშროება. ეს ხეობები დროგამოშვებით ხასიათდება ძლიერი წყალმოვარდნებით, რომლებიც ღვარცოფულ ხასიათს ატარებს. საშიშროებას უქმნს ადგილობრივ მოსახლეობას და ხელს უშლის საქართველოს სამხედრო გზის ნატახტარ-მლეთის მონაკვეთზე უსაფრთხო საავტომობილო მიმოსვლას [1].

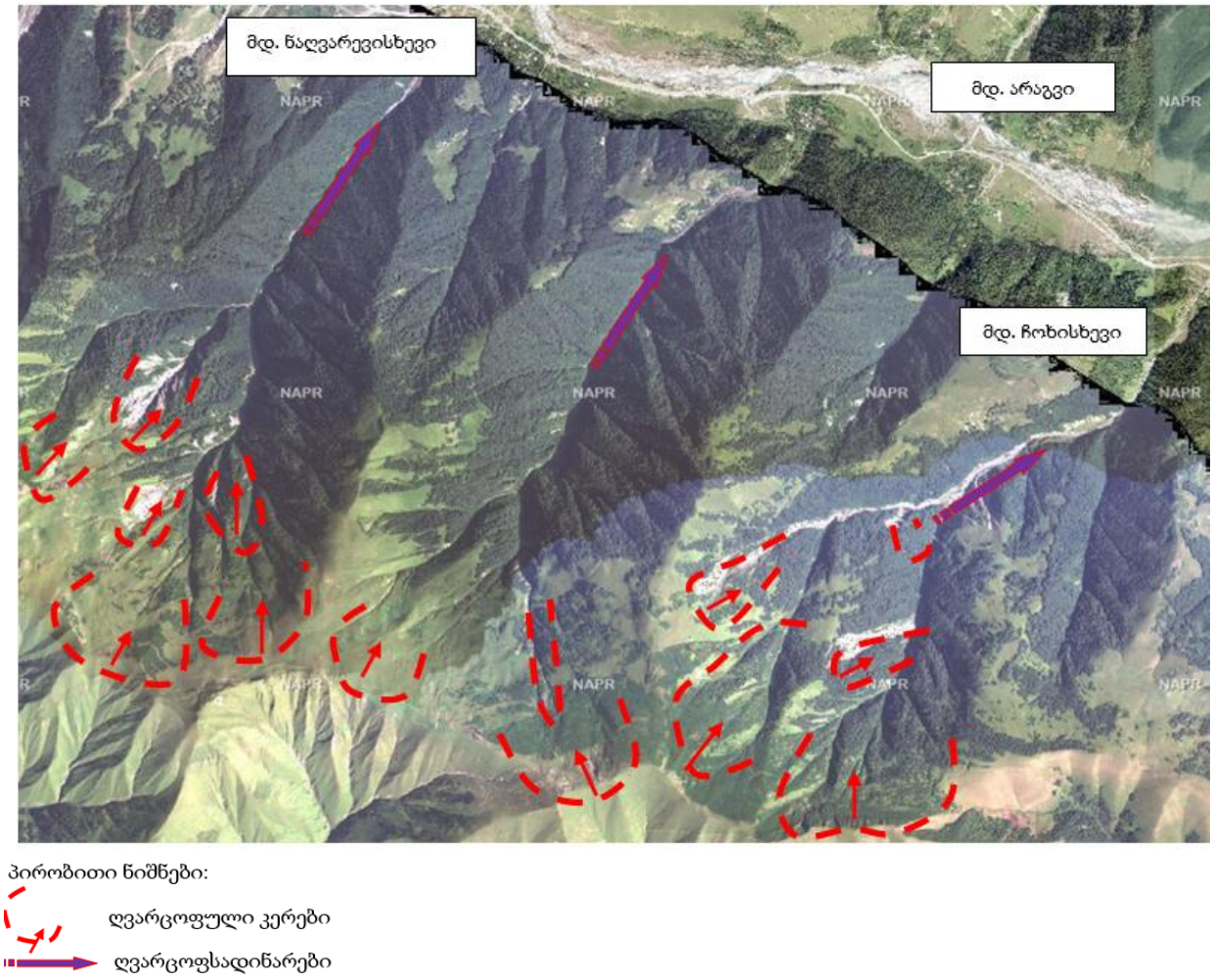
ამ საავტომობილო გზის ფუნქციონირება და გამტარუნარიანობა მნიშვნელოვანია არა მარტო საქართველოსთვის, არამედ ამიერკავკასიისა და სამხრეთის სხვა ქვეყნებისათვისაც. ეს დატვირთვები ბოლო წლების მოვლენებმა კიდევ უფრო გაზარდა მომავალში კიდევ უფრო გაიზრდება, რისთვისაც ჩვენი სახელმწიფო მზად უნდა იყოს.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, გვინდა დავასკვნათ, რომ საქართველოს სამხედრო გზის ნატახტარ-მლეთის მონაკვეთზე საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევების ჩატარებას და გეოდინამიკური საშიშროებების გამოვლენას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ქვეყნის უსაფრთხოებისა და მდგრადი ეკონომიკური განვითარებისათვის.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის მთავარი მიზანი იყო მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადების მხრიდან მომდინარე გეოდინამიკური საფრთხეების შესწავლა, რომლებმაც შესაძლოა საშიშროება შეუქმნას საქართველოს სამხედრო გზის შეუფერხებელ ფუნქციონირებას. კერძოდ, საუბარია მდ. ჩოხელთხევიდან და ნაღვარევისხევიდან პერიოდულად გამომავალ ღვარცოფულ ნაკადებზე, რომლებსაც არაერთხელ მნიშვნელოვანი ზარალი მიუყენებია ქვეყნის ეკონომიკისათვის (ადრეულ წლებში იყო ადამიანთა მსხვერპლიც) [2,3].

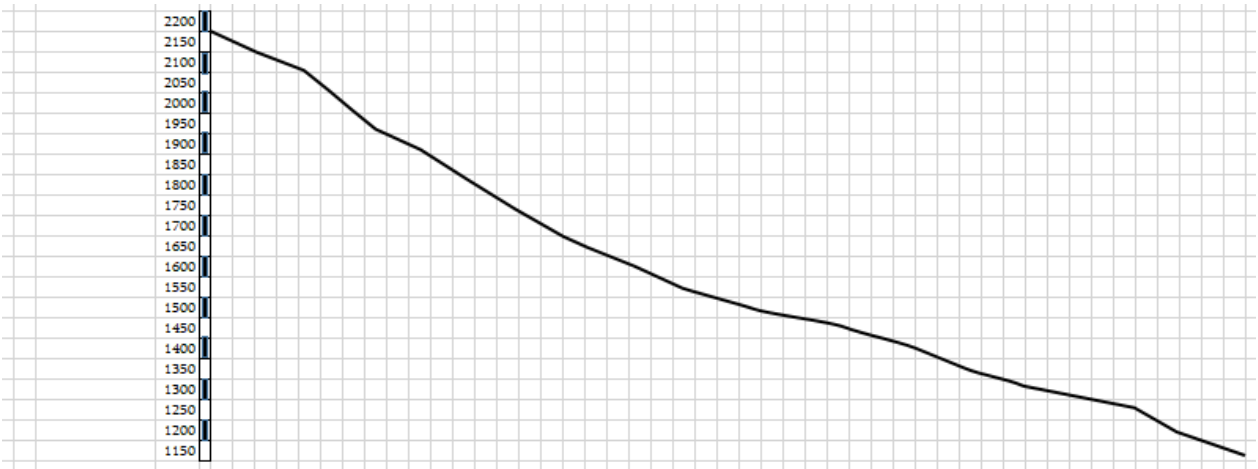
როგორც ჩატარებული საველე კვლევების მონაცემების შესწავლამ და ადრეული წლების საექსპედიციო მონაცემების გაცნობამ გვაჩვენა, ზემოთ აღნიშნულ ხეობებში ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის ხელშემწყობი ფაქტორები შემდეგია: კლიმატი, გეოლოგიური აგებულება, გეომორფოლოგიური, ჰიდროგრაფიული და ჰიდროლოგიური თავისებურებები [3, 4, 5].



სურ. 1. მდ. ჩოხელთხევსა და ნაღვარევისხევში მიმდინარე გეოდინამიკური მოვლენების რუკა

ჩოხელთხევსა და ნაღვარევისხევის ღვარცოფსადინარში დაგროვილი ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის შესაფასებლად, ჰიდროლოგიურ და გეოლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნობით, შემოგვაქვს ფარდობითი მახასიათებლის სიდიდე, რომელიც გამომდინარეობს ღვარცოფების მძვრელ და შემაკავებელ ფაქტორთა სიდიდეების თანაფარდობიდან. ეს ფაქტორები ამ ხევებისათვის (და ალბათ მსგავსი ტიპის სხვა ხევებისათვისაც) მდინარის კალაპოტის ქანობია, როგორც მთავარი მძვრელი ძალა და კალაპოტის სიმქისე ანუ ხაოიანობა, როგორც შემაკავებელი ფაქტორი. ასეთ შემთხვევაში მათ თანაფარდობას შემდეგი სახე ექნება: $V= tg\alpha/\delta$, სადაც $tg\alpha$ კალაპოტის დახრის კუთხის ტანგენსი ანუ ქანობია; δ - ღვარცოფული კალაპოტის ფარდობითი სიმქისე (ხაოიანობა). ეს უკანასკნელი გამოითვლება $\delta=\delta^1/h$ ფორმულიდან, სადაც δ^1 არის კალაპოტის აბსოლუტური სიმქისე, h–მდინარის წყლის სიღრმე [6].

ეს სიდიდეები განსაზღვრულია ჩოხელთხევისა და ნაღვარევისხევის კალაპოტში საველე კვლევების დროს აღებული მონაცემების მიხედვით და მათი დამუშავების შედეგად აგებულია პროფილები (სურ. 2 და 3).



მონაკვეთი #	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ქანობი, tg α	0,32	0,42	0,29	0,34	0,28	0,17	0,21	0,19	0,31
კალაპოტის სიმქისე δ	3,1	2,4	2,2	2,5	1,8	1,6	1,5	1,6	1,5

სურ. 2. ჩოხელთხევის კალაპოტის პროფილი

მონაკვეთის #	1	2	3	4	5	6	7
ქანობი, tg α	0,53	0,34	0,42	0,28	0,19	0,31	0,19
კალაპოტის სიმქისე δ	2,1	2,8	2,2	2,0	1,5	1,3	1,3

სურ. 3. ნაღვარევისხევის კალაპოტის პროფილი

ამ პროფილებზე ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის შესაძლებლობის შეფასების მიზნით ვცვლით ღვარცოფული მასის სიმკვრივეს $\rho_{ღვ}$ ბუნებრივ პირობებთან მიახლოებით. საკვლევი ხევებისთვის, ძირითადად, დამახასიათებელია არასტრუქტურული, წყალტალახქვიანი ნაკადები. მათი სიმკვრივე

იცვლება 1,1 ტ/მ³-დან 2,0 ტ/მ³-მდე [7]. მის ცვალებადობას განაპირობებს ღვარცოფული ნაკადების წყლოვანი შემადგენელი (ატმოსფერული ნალექები და თოვლის დნობა). კალაპოტის ამგები ქანების (ლოდები და მსხვილი კენჭნარი ღორღნატეხოვანი და ქვიშათიხიანი შემავსებლით) სიმკვრივე ბუნებრივ პირობებში $\rho_{ღვ}$ საშუალოდ 1,90-1,95 ტ/მ³ უტოლდება. ამ შემთხვევაში ღვარცოფული მასა ნაკლებად გაწყლოვანებულ მდგომარეობაშია და ნაკადების წარმოშობაც არაა მოსალოდნელი. ვთვლით, რომ ღვარცოფული ნაკადების წარმოსაქმნელად ღვარცოფული მასის სიმკვრივე 1,6 ტ/მ³ უნდა შემცირდეს [7]. ამაზე დაყრდნობით ჩვენ მიერ შემუშავებულია ცხრილები და გამოთვლილია ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი V ჩოხელთხევისა და ნაღვარევისხევისთვის.

ცხრილი 1

ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი მდ. ჩოხის-ხევის მაგალითზე

მონაკვეთი #	ღვარცოფული მასის სიმკვრივე ρ	კალაპოტის ქანობი		კალაპოტის ფარდობითი სიმქისე δ	ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი V	ღვარცოფული მასის სიმკვრივე ρ	კალაპოტის ქანობი		კალაპოტის ფარდობითი სიმქისე δ	ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი V	ღვარცოფული მასის სიმკვრივე ρ	კალაპოტის ქანობი		კალაპოტის ფარდობითი სიმქისე δ	ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი V
	ტ/მ³	დახრა α გრად	tg α	-	-	ტ/მ³	დახრა α გრად	tg α	-	-	ტ/მ³	დახრა α	tg α	-	-
1	1,6	18	0,32	3,1	0,17	1,5	18	0,32	3,1	0,16	1,4	18	0,32	3,1	0,15
2	1,6	25	0,47	2,4	0,31	1,5	25	0,47	2,4	0,29	1,4	25	0,47	2,4	0,27
3	1,6	17	0,31	2,2	0,22	1,5	17	0,31	2,2	0,21	1,4	17	0,31	2,2	0,19
4	1,6	20	0,36	2,5	0,23	1,5	20	0,36	2,5	0,22	1,4	20	0,36	2,5	0,20
5	1,6	16	0,29	1,8	0,25	1,5	16	0,29	1,8	0,24	1,4	16	0,29	1,8	0,22
6	1,6	10	0,18	1,6	0,18	1,5	10	0,18	1,6	0,17	1,4	10	0,18	1,6	0,15
7	1,6	12	0,21	1,5	0,23	1,5	12	0,21	1,5	0,21	1,4	12	0,21	1,5	0,20
8	1,6	11	0,19	1,6	0,19	1,5	11	0,19	1,6	0,18	1,5	11	0,19	1,6	0,18
9	1,6	18	0,32	1,5	0,35	1,5	18	0,32	1,5	0,32	1,5	18	0,32	1,5	0,32

ცხრილი 2

ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი მდ. ნაღვარევის მაგალითზე															
მონაკვეთი #	ღვარცოფული მასის სიმკვრივე ρ	კალაპოტის ქანობი		კალაპოტის ფარდობითი სიმქისე δ	ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი V	ღვარცოფული მასის სიმკვრივე ρ	კალაპოტის ქანობი		კალაპოტის ფარდობითი სიმქისე δ	ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი V	ღვარცოფული მასის სიმკვრივე ρ	კალაპოტის ქანობი		კალაპოტის ფარდობითი სიმქისე δ	ღვარცოფული ნაკადების ფარდობითი მახასიათებელი V
	ტ/მ³	დახრა α	tg α	-	-	ტ/მ³	დახრა α	tg α	-	-	ტ/მ³	დახრა α	tg α	-	-
1	1,6	28	0,53	2,1	0,41	1,5	28	0,53	2,1	0,38	1,4	28	0,53	2,1	0,35
2	1,6	20	0,36	2,8	0,21	1,5	20	0,36	2,8	0,19	1,4	20	0,36	2,8	0,18
3	1,6	21	0,38	2,2	0,28	1,5	21	0,38	2,2	0,26	1,4	21	0,38	2,2	0,24
4	1,6	16	0,29	2,0	0,23	1,5	16	0,29	2,0	0,22	1,4	16	0,29	2,0	0,20
5	1,6	13	0,23	1,5	0,25	1,5	13	0,23	1,5	0,23	1,4	13	0,23	1,5	0,22
6	1,6	9	0,16	1,3	0,19	1,5	9	0,16	1,3	0,18	1,4	9	0,16	1,3	0,17
7	1,6	11	0,19	1,3	0,24	1,5	11	0,19	1,3	0,22	1,4	11	0,19	1,3	0,21

ფარდობითი მახასიათებლის სიდიდე V ჩოხელთხევის შემთხვევაში, როდესაც ღვარცოფული მასა სუსტადაა გაწყლოვანებული - $\rho_{ღვ}$=1,60 ტ/მ³, იცვლება 0,17–0,35 შორის (მონაკვეთების მიხედვით), ნაღვარევისხევის შემთხვევაში – 0,19–0,41 შორის. საშუალოდ გაწყლოვანების შემთხვევაში, როცა $\rho_{ღვ}$=1,50ტ/მ³, იგი ჩოხელთხევში იცვლება 0,16–0,32 შორის, ხოლო ნაღვარევისხევში – 0,18–0,38 შორის ანუ იზრდება ღვარცოფის წარმოშობის ალბათობა. მნიშვნელოვანი გაწყლოვანების შემთხვევაში, როდესაც $\rho_{მყ}$=1,4 ტ/მ³, ეს მონაცემები ჩოხელთხევისთვის იცვლება 0,15-დან 0,32-მდე, ნაღვარევისხევისთვის – 0,17-დან 0,35-მდე ანუ იგი მაქსიმალურია (იხ. ცხრ 1, 2).

ამ გზით გამოთვლები შესაძლებელია გაგრძელდეს ღვარცოფული ნაკადების უფრო მეტად გაწყლოვანების შემთხვევისთვისაც.

დასკვნა

მდ. თეთრი არაგვის მარჯვენა შენაკადებში – მდ. ჩოხელთხევსა და მდ. ნაღვარევისხევში შეინიშნება ღვარცოფული ნაკადების პერიოდული გააქტიურება, რაც დაბრკოლებებს ქმნის საქართველოს სამხედრო გზის აღნიშნულ მონაკვეთზე.

ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის ძირითად ფაქტორად უნდა დასახელდეს რეგიონებისთვის დამახასიათებელი კლიმატური თავისებურებები, რომელიც გამოიხატება გაზაფხულზე და ზაფხუ-

ლის დასაწყისში ტემპერატურის მკვეთრი ცვალებადობით, რაც თოვლის სწრაფ დნობას უწყობს ხელს.

ღვარცოფული ნაკადების ფორმირებაში ძალზე დიდ როლს ასრულებს საკვლევი ტერიტორიის გეომორფოლოგიური თავისებურებები, კერძოდ მდინარეების კალაპოტების დიდი დახრილობა, განსაკუთრებით მის წყალშემკრებ აუზში (სათავეების ჩათვლით).

2023-2024 წლებში ჩოხელთხევსა და ნაღვარევისხევში ჩატარებული საველე კვლევების შედეგად მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შესაძლებელი გახდა საკვლევი ხეობების კალაპოტების მნიშვნელოვანი ჰიდროლოგიური, გეოლოგიური და გეომორფოლოგიური მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულების განსაზღვრა და ამ ფონზე შემუშავებულ იქნა ღვარცოფული ნაკადების ფორმირების ფარდობითი მახასიათებლის გამოთვლის შესაძლებლობა. ამ გამოთვლების შედეგად აღნიშნულ მდინარეებში შეფასებულია ღვარცოფული ნაკადების განვლადობის ხასიათი, სიხშირე და თავისებურებები. ეს მონაცემები შეიძლება ჩაითვალოს ღვარცოფული ნაკადების მაფორმირებელი ფაქტორების მახასიათებელ ფარდობით სიდიდეებად.

მოყვანილი ზოგიერთი ფარდობითი სიდიდე, რომლებიც განსაზღვრავს ღვარცოფული ნაკადების წარმოშობის რისკს, შესაძლოა გათვალისწინებულ იქნეს როგორც ნატახტარ-მლეთის საავტომობილო გზის საექსპლუატაციო და სამშენებლო საკითხების მოსაგვარებლად, ისე ზემოქმედების შესაფასებლად არსებულ ბუნებრივ და ტექნოგარემოზე.

ლიტერატურა

1. Gaprindashvili, M., Tsereteli, E., Gaprindashvili, G., & Kurtsikidze, O. (2021). Landslide and mudflow hazard assessment in Georgia. In F. L. Bonali, F. Pasquaré, Mariotto, & N. Tsereteli (Eds.), *Building knowledge for geohazard assessment and management in the Caucasus and other orogenic regions* (pp. 265–279). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-024-2046-3_14
2. Thedoradze, D. (2019). *Study of modern exogeodynamic processes in the Aragvi River basin and engineering-geological evaluation* (Ph.D. dissertation). Georgian Technical University. (In Georgian)
3. Institute of Hydrogeology and Engineering Geology. (2023–2024). *III subproject: Engineering-geological study of the Natakhtari-Mleta section of the Georgian Military Road for transport traffic safety (fieldwork results)*. (In Georgian)
4. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Chutkerashvili, D., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024). Factors and analysis of debris flow formation in the rivers Chokhelt-Khevi, Nadibaani-Khevi, and Naghvarevi-Khevi. *Collection of Works of GTU, 2*(532), 187–194. (In Georgian)
5. Varazashvili, Z., Kakulia, Z., Gaprindashvili, G., Chakhaia, G., & Ramishvili, I. (2024). Field and laboratory study of accumulated debrisflow-forming solid mass sediment on the example of River Chokheltkhevi (Mtskheta-Mtianeti Region, Georgia). *Journal of Geoscience and Environment Protection, 12*, 151–160. https://www.scirp.org/journal/gep
6. Chikvashvili, B., Danelia, N., Gvelesiani, L., Kuchaidze, N., & Papashvili, P. (1968). *Hydrology*. Publishing House "Education". (In Georgian)
7. Vinogradov, Y. (1980). *Sketches of mudflows*. Meteoizdat. (In Russian)

UDC 550.8
SCOPUS CODE 1909
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-196-205

Calculation of the Relative Characteristics of Mudflows Using the Example of Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi Rivers

Zurab Varazashvili Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge

Zurab Kakulia Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Giorgi Gaprindashvili Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: gaprindashvili.george@gmail.com

Dali Chutkerashvili Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: d.chutkerashvili@gtu.ge

Goga Chaxaia Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: g.chakhaia@gtu.ge

Irakli Ramishvili Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: irakli.ramishvili@gergili.ge

Giorgi Tlashadze Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: g.tlashadze@gtu.ge

Reviewers:

M. Mardashova, Professor of the Mining-Geological Faculty of the Mining-Geology, GTU
E-mail: m.mardashova@gtu.ge

L. Glonti, Senior Research Fellow of the Hydrogeology Department at the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, GTU
E-mail: glonti2006@yahoo.com

Abstract. The article presents the possibility of calculating the relative characteristics of the formation of debris flows in the Chokhelt-Khevi and Naghvarevi-Khevi right tributaries of the Tergi River and, as a result of these calculations, evaluates the nature, frequency, and peculiarities of debris flows in these rivers. The calculations are

based on the data obtained during fieldwork conducted in the valleys of these rivers in 2023-2024. These data can be considered as relative magnitudes of factors forming debris flows specific to these valleys.

The article provides the interrelation of significant hydrological, geological, climatic, and geomorphological characteristics of the studied riverbeds and, in the context of these interrelations, assesses the possibilities, intensity, and impact of debris flow formation on the existing natural and techno-environment.

Based on these data, certain relative magnitudes have been obtained, which determine the risks of debris flow formation and may be taken into account for resolving operational and construction issues of the Natakhtari-Mleta highway

Keywords: Climate; Geodynamic events; geological structure; hydrographic network; relative characteristics of debris flows.

განხილვის თარიღი 16.02.2025
შემოსვლის თარიღი 18.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 556.3
SCOPUS CODE 1907
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-206-213

მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპიროს მინერალური წყლების მონიტორინგის ზოგიერთი შედეგი და მათი ანალიზი (შიდა ქართლის ფარგლებში)

ლუდმილა ღლონტი ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: l.ghlonti@gtu.ge

ზურაბ კაკულია ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: z.kakulia@gtu.ge

ავთანდილ სონღულაშვილი ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: a.songhulashvili@gtu.ge

ინგული ნანაძე ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: i.nanadze@gtu.ge

მანანა კოპაძე ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: m.kopadze@gtu.ge

ლაშა ხვიჩია ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 6
E-mail: l.khvichia@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. მარდაშოვა, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: m.mardashova@gtu.ge

ზ. ვარაზაშვილი, სტუ-ის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო-გეოლოგიის ინსტიტუტის ხმელეთისა და ზღვის საინჟინრო გეოლოგიის განყოფილების მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge

ანოტაცია. 2024 წელს ჩატარდა მონიტორინგი ხაშურის, ქარელის, გორის რაიონებში და მდ. ტანას ხეობაში მინერალური წყლის 13 ჭაბურღილზე. მათი უმეტესობა ადრეულ წლებში გაბურღული იყო ნავთობის ძიების მიზნით. ჭაბურღილების წყლების უმეტესი ნაწილი მიეკუთვნება ჰიპერგენეზისის ზონისა და გახსნილი გეოლოგიური სტრუქტურების წყლების ასოციაციას ე. წ. ტერგალური რეჟიმის წყლებს. განხილული იყო მათი გეოქიმიური შედგენილობა, შესწავლილ ჭაბურღილებზე პირველად ჩატარდა მიკროკომპონენტების ანალიზი.

წარმოდგენილია მინერალური წყლების მონიტორინგის ზოგიერთი შედეგი და განხილულია მათი რაციონალური გამოყენებისა და რესურსების პოტენციალის გაზრდის საკითხები.

საკვანძო სიტყვები: მინერალური წყლები; შიდა ქართლი; ჰიდროქიმიური შედგენილობა.

შესავალი

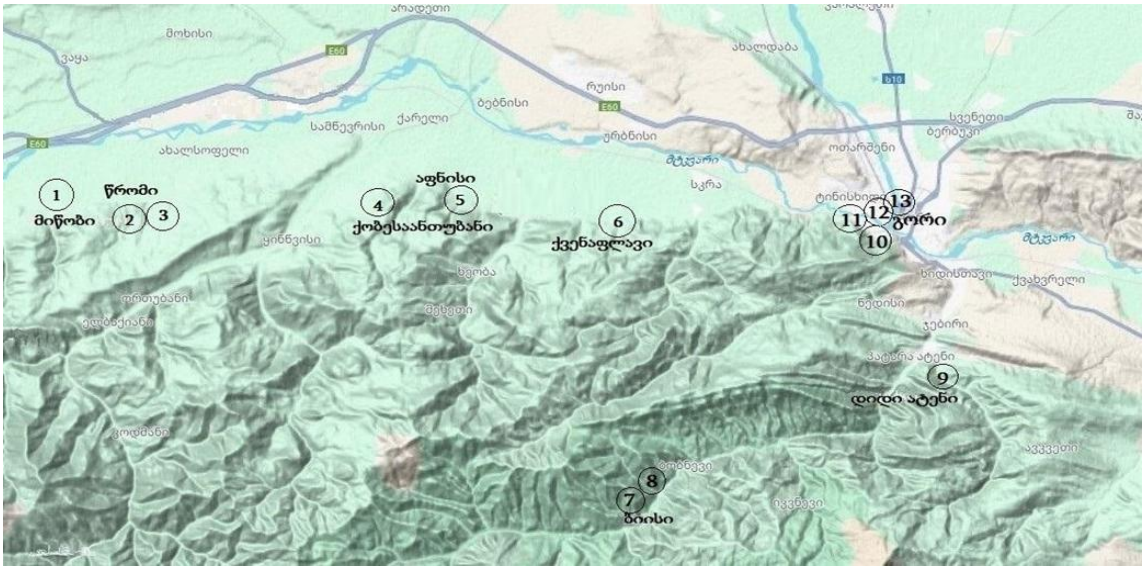
საკვლევი ტერიტორია საქართველოს ბელტის აღმოსავლეთ დაძირვის ზონის მტკვრის მთათაშუა როფი შიდა ქართლის ფარგლებშია. ე. გამყრელიძის (2000 წ.) ტექტონიკური დარაიონების მიხედვით, შიდა ქართლის დეპრესია მოქცეულია ქართლის მოლასური ზონის მუხრან-ტირიფონის ქვეზონაში და აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ცენტრალური ზონის კავთისხევის ქვეზონაში. შიდა *ქართლის ვაკე* ახალგაზრდა სინკლინური დეპრესიაა, რომელიც ძირითადად დაფარულია ნეოგენური და მოლასური ტიპის ნალექებით. შიდა ქართლის ვაკის სამხრეთი საზღვარი თრიალეთის ქედისაგან გამოყოფილია მდინარე მტკვრის ეროზიული ხეობით. აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის ჩრდილოეთი ნაწილი ძირითადად შედგება შუა ეოცენური ვულკანოგენური წყებებისაგან და აზევებულია საქართველოს ბელტზე. ეს ტექტონიკური ზონა მნიშვნელოვნად გართულებულია შიგა ადგილობრივი სტრუქტურებით და წყვეტა-შეცოცებითი დისლოკაციებით [1].

ჰიდროგელოგიური დარაიონების მიხედვით (ი. ბუაჩიძე, 1970 წ.) მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპირო ქართლის არტეზიული აუზისა და თრიალეთის წყალწნევიანი სისტემის ნაპრალოვან და ნაპრალოვან-კარსტული წყების ფარგლებში მდებარეობს. საკვლევ ტერიტორიაზე განვითარებულია არაღრმა და ღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლები. პირველი დაკავშირებულია თანამედროვე მეოთხეული ნალექების და მიოპლიოცენის ასაკის ნალექებთან და ძირითადად მიეკუთვნება აქტიური წყალცვლის ზონას. ეს წყლები უმეტესად მტკნარია და ფართოდ გამოიყენება საყოფაცხოვრებო და სასმელი დანიშნულებით. რაც შეეხება ღრმა ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლებს, დაკავშირებულია ოლიგოცენის, ზედა ეოცენის და, ზოგჯერ, შუა ეოცენის ნალექებთან და შედგენილობით მინერალური წყლების ჯგუფში შედის [2].

ძირითადი ნაწილი

მინერალური წყლების წარმოშობისა და რაციონალური გამოყენების საკითხების გადასაჭრელად აუცილებელია ცალკეული ჭაბურღილების და საბადოების მდგომარეობის მონიტორინგი. ამ მიზნით ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის მიერ ხუთწლიანი პროექტის „საქართ-

ველოს მთათაშუა დეპრესიის მინერალური წყლების კვლევა მათი ჰიდროქიმიური მახასიათებლებისა და რესურსული პოტენციალის დადგენის მიზნით“ ფარგლებში 2024 წელს ჩატარდა ქართლის რეგიონის არანახშირორჟანგიანი მინერალური წყლების სავე-ლე და ლაბორატორიული კვლევა. მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე გამოკვლეულ იქნა 13 მინერა-ლური წყლის გამოსავლები (სურ. 1). საველე პი-რობებში განისაზღვრა მინერალური წყლის ტემპე-რატურა, დებიტი, pH, არასტაბილური კომპონენ-ტების – HCO_3, გახსნილი CO_2, Fe^{2+}, Fe^{3+}, H_2S, NO_2, NH_4 შემცველობა. სტაციონარულ ლაბორატორიაში გა-ნიზღვრა შემდეგი კომპონენტები: ნატრიუმი+კალი-უმი (K + Na); მაგნიუმი (Mg); კალციუმი (Ca); ქლორი (Cl^-); სულფატი (SO_4^{-2}), და მიკროკომპონენტები.



სურ. 1. საკვლევი ჭაბურღილების ადგილმდებარეობის სქემატური რუკა

მდინარე მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე (სოფ. მიწობი - ატენის მონაკვეთი) ჩატარებულმა კვლევებ-მა აჩვენა, რომ აქ გავრცელებულ მინერალურ წყლებს თითქმის ერთნაირი გეოქიმიური შედგენილობა აქვს (იხ. ცხრ.). ეს წყლები ძირითადად:

1. სუსტად ან დაბალმინერალიზებულია (M მერ-ყეობს 0.1გ/ლ -დან 2.7 გ/ლ-მდე);

2. სუბთერმულია (20°C-დან 37 °C -მდე), ზოგჯერ თერმული (> 37°C): სოფ: ქვენაფლავი, ბიისი, წრომი;

3. გოგირდწყალბადიანია - თავისუფალი ტიტრი-რებული გოგირდის შემცველობა 4 მგ/ლ-დან 13.6 მგ/ლ-მდეა, ხოლო ბიისის ბანაკის “ტონთიოს“ ჭა-ბურღილის წყალი 20.2 მგ/ლ შეიცავს;

4. აქვს ტუტე რეაქცია (pH 7,8-დან 10,2-მდე მერ-ყეობს).

შესწავლილი მინერალური წყლები იონური შედ-გენილობით ძირითადად ქლორიდნატრიუმიანი (მარილოვანი), ზოგჯერ ჰიდროკარბონატულ-ქლო-რიდნატრიუმიანი (ტუტემარილოვანი) ან კალციუ-მიანია. სულფატ-იონის შემცველობა უმეტეს გამო-სავლებში უმნიშვნელოა.

გაზური შედგენილობის მიხედვით წყლები ძირითად გოგირდწყალბადიანია, ხშირად მეთანისა და აზოტის შემცველობით. ამ წყლებში ბიოქიმიური გაზის არსებობა საშუალებას გვაძლევს ვივარაუდოთ, რომ ეს არის რელიქტური სედიმენტური წყლები, მეტამორფირებული და შემდგომ შერეული ინფილტრაციულ წყლებთან [3].

უნდა აღინიშნოს, ზოგიერთ ჭაბურღილში რკინის გაზრდილი შემცველობა: გორიჯვარის ჭაბურღილი № 2 - 143 მგ/ლ, ბიისის ბანაკი "ტონთიო" – 50.4 მგ/ლ (სურ.2), ქვენაფლავი - 20 მგ/ლ, წრომის აბანო - 19,9 მგ/ლ.

სურ. 2. ბიისის ბანაკი"ტონთიო"

რაც შეეხება მიკროელემენტებს, მათი რაოდენობა, უმეტეს შემთხვევაში, ბალნეოლოგიური გამოყენებისათვის, ზდკ-ს ფარგლებშია (იხ. ცხრ.). ყველა შესწავლილ წყლებში დარიშხანის შემცველობა მომატებულია და 0.7 მგ/ლ - 0.9 მგ/ლ მერყეობს, რაც შესაძლებლობას იძლევა, რომ ეს წყლები მივაკუთვნოთ სუსტად დარიშხანიანი მინერალური წყლების ჯგუფს (As 0,7 მგ/ლ – 5,0 მგ/ლ). მიჩნეულია, რომ მიწისქვეშა მინერალური წყლების დარიშხანით გამდიდრება ხდება გაძლიერებული გამორეცხვის პროცესში, მომატებული ტემპერატურისა და წნევის პირობებში [4]. დარიშხანიანი მინერალური წყლები სამკურნალო აბანოების მოსაწყობად გამოიყენება.

კვლევებმა აჩვენა, რომ კუროორტები და საზოგადოებრივი აბანოები, რომლებიც პოპულარული იყო არა მხოლოდ ადგილობრივ მოსახლეობაში, არამედ რეგიონის ფარგლებს გარეთაც, საჭიროებს განახლებას, ზოგან კი – აღდგენას. მაგალითად, ჭაბურღილი სოფ. წრომის აღმოსავლეთით, რომელიც ადრე აბანოდ გამოიყენებოდა, ახლა დაჭაობებულია და არ ფუნქციონირებს, ხოლო მომატებული ტემპერატურის გამო შესაძლებელია აღნიშნული წყალი გამოყენებულ იქნეს არა მხოლოდ ბალნეოლოგიური დანიშნულებისათვის, არამედ სასათბურე მეურნეობაშიც.

სურ. 2. სოფ. წრომის ჭაბურღილი

მინერალური წყლების ქიმიური შედგენილობის
ზოგიერთი შედეგი

	ჭაბურღილი	M, გ/ლ	T, °C	D მ³/დღ-ღ	ph	H_2S	As	Fe	Mn	Pb	Cu	Ni	Cr	I	Br	ძირითადი იონების შემცველობა
						მგ/ლ										
	ხაშურის რაიონი															
1	სოფ. მიწობი, აბაწო	0.5	37	17	9,8	10,7	0.9	11.2	0.5	0.2	0.3	0.9	-	1.2	0.1	Cl-HCO_3-Na
2	სოფ. წრომის აბაწო,	0.5	50	არ იზ.	8,8	5,27	0.9	19.9	0.7	0.2	0.9	0.3	0.3	-	0.1	HCO_3-Cl- Na
3	სოფ. წრომის ჭაბ.	0.6	50	46	10,2	11,0	0.7	6.7	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.6	0.2	Cl-CO_3- Na-Ca
	ქარელის რაიონი															
4	სოფ. ქობესააწთუბაწი,	0,5	17	1.4	8,6	2,2	0.9	4.2	0.8	0.1	0.7	0.5	0.1	0.8	0.5	Cl-Na
5	სოფ. აფნისი, ბალის ბაღი	0.7	18	არ იზ.	6,6	2,2	0.7		0.8	0.9	0.3	0.9	-	-	0.3	HCO_3- SO_4- Ca-Fe
6	სოფ. ქვეწაფლავი	2,7	45	57.6	7,8	3,9	0.9	20	0.7	0.8	0.1	0.8	0.1	0.6	0.3	Cl-Na-Ca
	მდიწარე ტაწას ხეობა															
7	სოფ. ბიისი	1.3	39	423	8,2	13,6	-	8.0	0.2	0.1	0.4	0.7	0.5	0.6	0.3	HCO_3-Cl- Na
8	სოფ. ბიისის ტურ. ბაწაკი „ტოწთიო“	0.4	17	260	9,1	20,2	-	50.4	0.3	0.2	0.4	0.2	-	0.8	0.2	HCO_3-Fe- Na-Ca
9	სოფ. დიდი ატენი, სიონის უბაწი,	0.1	21	4.8	7,8	13,6	0.9	1.1	0.8	-	0.3	0.9	-	1.5	0.1	HCO_3- Cl- Ca-Mg
	გორის რაიონი															
10	გორიჯვარი №1	1.6	14	არ იზ.	9.1	3,9	0.9	6.1	0.2	-	0.8	0.7	0.4	1.0	0.1	Cl-Na-Ca
11	გორიჯვარი №2	0.9	17		9,2	1,7	0.7	143	0.2	-	0.9	0.3	-	-	0.2	HCO_3-SO_4-Fe-Na
12	გორიჯვარი №3	0.5	18		9.6	0,7	0.9	8.9	0.1	0.4	0.4	0.1	0.4	-	0.1	HCO_3-Na
13	გორიჯვარი №4	0.6	17		9.0	3,2	0.7	6.4	0.4	0.1	0.8	0.4	0.8	0.1	0.3	Cl- HCO_3--Na

სოფ. აფნის წყაროები, რომლითაც ადგილობრივები ტალახის აბაზანებს იღებდნენ, პრაქტიკულად გამქრალია, ტერიტორია ჭაობიანია, მინერალური წყალი კი ნაკადულის წყალშია შერეული.

სურ. 3. სოფ. აფნისი, წყარო

გორიჯვრისა და მიწობის ჭაბურღილების დებიტი საგრძნობლად დაეცა, რის გამოც საჭიროა ჭაბურღილის და ფილტრის გაწმენდა, ხოლო წყალშემცველ ჰორიზონტში, წყლის დონის დაწევის შემთხვევაში, საჭიროა ჭაბურღილის დაღრმავება.

დასკვნა

მდ. მტკვრის მარჯვენა სანაპიროზე მინერალური წყლების მონიტორინგის დროს პირველად იქნა ჩატარებული მიკროკომპონენტების ქიმიური ანალიზი, დაფიქსირდა ზოგიერთი ჭაბურღილის ჰიდროგეოლოგიური და ჰიდროქიმიური მახასიათებლების ცვლილებები.

საკვლევი ტერიტორია ხელსაყრელია სამკურნალო-გამაჯანსაღებელი ტურიზმის განვითარებისთვის. აქ ყველა პირობაა ბალნეოლოგიური კურორტებისა და საკურორტო კომპლექსების შესაქმნე-

ლად: სამკურნალო წყაროების არსებობა, მრავალფეროვანი ბუნებრივი ლანდშაფტი, თბილი კლიმატი, უნიკალური ისტორიული ღირსშესანიშნაობები და სხვა. გარდა ამისა, მაღალი ტემპერატურის წყლები (35 გრადუსზე მეტი) შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ბინების გასათბობად და სათბურების მოსაწყობად.

ლიტერატურა

1. Gamkrelidze, I. P. (2000). *Once again about the tectonic dismemberment of the territory of Georgia*. Proceedings of Geology Institute of the New Georgian Academy of Sciences, New Series, № 115. (In Russian)
2. Buachidze, I. M. (1970). *Hydrogeology of USSR, Georgian SSR* (pp. 234–237, 243). (In Russian)
3. World Health Organization. (2006, May 25). *Reducing arsenic loads to ensure groundwater safety: Report of the WHO Secretary*. Executive Committee EB118/14, 118th Session. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB118/B118_14-ru.pdf
4. Buachidze, G. I., & Mkheidze, B. S. (1989). *Natural gases of Georgia* (pp. 61, 69, 84–85). Metsniereba.

UDC 556.3
SCOPUS CODE 1907
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-206-213

Some Results of Mineral Waters Monitoring on the Right Bank of Mtkvari River and Their Analysis (Within Shida Kartli)

Ludmila Glonti Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: l.ghlonti@gtu.ge

Zurab Kakulia Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Avtandil Songhulashvili Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: a.songhulashvili@gtu.ge

Inguli Nanadze Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: i.nanadze@gtu.ge

Manana Kopadze Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: m.kopadze@gtu.ge

Lash Khvichia Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi 0159, Digomi Village, Right of the Apostles St. Nino St. 6
E-mail: l.khvichia@gtu.ge

Reviewers:
M. Mardashova, Professor of the Mining-Geological Faculty of the Mining-Geology, GTU
E-mail: m.mardashova@gtu.ge
Z. Varazashvili, Head of the Land and Marine Engineering Geology Department, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, GTU
E-mail: z.varazashvili@gtu.ge

Abstract. In 2024 mineral water wells 13 monitoring was carried out in the regions Khashuri, Kareli, Gori districts, in the Tana River valley. Most of them were drilled for the purpose of oil exploration. The main part of the

water wells belongs to the hypergenesis zone and open geological structures association, the so-called tergal regime waters. Their geochemical composition was discussed, and microcomponent analysis was carried out for the first time on the studied wells.

The article presents some results of monitoring mineral waters and discusses the issues of their rational use and increasing the resource potential

Keywords: hydrochemical composition; mineral waters; Shida Kartli.

განხილვის თარიღი 17.02.2025
შემოსვლის თარიღი 18.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 556.3 :550.81(0432)
SCOPUS CODE 1907
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-214-223

მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების ერთიანი სისტემის შესახებ

მარინე მარდაშოვა გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: m_mardashova@gtu.ge

თამარ მიქავა გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: t.miqava@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. კაკულია, სტუ-ის ჰიდროგეოლოგიის და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის დირექტორი
E-mail: zukakulia@yahoo.com

ნ. ფოფორაძე, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: nodar_poporadze@yahoo.com

ანოტაცია. მიწისქვეშა წყლების გამოყენების საკითხი გულისხმობს რთული სამეცნიერო და საინჟინრო ამოცანების მთელ კომპლექსს, რომლებიც მნიშვნელოვანწილად მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების პროგნოზირებისა და წყალამღების ჰიდროგეოლოგიური გაანგარიშების ამოცანას უკავშირდება. საექსპლუატაციო მარაგების შეფასებისა და ჰიდროგეოლოგიური გამოთვლების შედეგების საფუძველზე დგინდება წყალამღების მწარმოებლურობა და მიწისქვეშა წყლების დონის შემცირების დინამიკა (თავად წყალამღებში და მისი ზემოქმედების ზონაში), რისი გათვალისწინებითაც ხდება წყალამღების ტექნიკურ-ეკონომიკური პარამეტრების დასაბუთება. წინამდებარე სტატიაში განხილულია მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების მეთოდებზე, წყლის რესურსების მართვის ისეთი სამართლებრივი საფუძვლების შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის რესურსების დაცვისა და გამოყენების სფეროში ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის განხორციელებას, ადამიანის ჯანმრთელობისთვის უსაფრთხო გარემოს შექმნას და ინტეგრირებული/სააუზო მართვის პრინციპების შესაბამისად წყლის რესურსების დაცვასა და მდგრად გამოყენებას, რათა მოხდეს წყლის რესურსების აღრიცხვა, ხელმისაწვდომობა, განაწილება და გამოყენება ქვეყნის ეკონომიკის და შესაბამისად მოსახლეობის სასიკეთოდ.

საკვანძო სიტყვები:გრუნტის წყლები; მარაგები; მიწისქვეშა წყლები; საექსპლუატაციო მარაგები; წყალმიმღები; წყალშემცველი; ჰიდროგეოლოგიის ანგარიში; ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრები.

შესავალი

ჩვენს ქვეყანაში წლების წინ შემუშავდა მიწისქვეშა წყლების მარაგების შეფასებისა და წყალმიმღების ჰიდროგეოლოგიური ანგარიშის მეთოდები. მოცემულ საკითხზე ცნობილი შრომები ეკუთვნით ისეთ ავტორებს, როგორიცაა გ. კამენსკი, ნ. პლოტნიკოვი, გ. ბოგომოლოვი, მ. სემიონოვი, ნ. ბინდემანი, ს. აბრამოვი, ა. რომანოვი, ვ. გრიგორიევი, მ. ალტოვსკი, ვ. ბაბუშკინი და სხვ [1]. თუმცა, უკანასკნელ წლებამდე მიწისქვეშა წყლების მოქმედი საექსპლუატაციო მარაგების შეფასება და წყალმიმღები ნაგებობების ანგარიში ძირითადად მხოლოდ მიწისქვეშა წყლების დამყარებული მოძრაობის პირობებში ხდებოდა.

მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასება მოითხოვს იმის დამტკიცებას, რომ შეიძლება წყალამღების ექსპლუატაცია განუსაზღვრელად დიდი დროის განმავლობაში გარკვეული მწარმოებლურობით. საექსპლუატაციო მარაგები წყლის ის რაოდენობაა, რომელიც შეიძლება მოვიპოვოთ საექსპლუატაციო პერიოდის განმავლობაში (ჩვეულებრივ 25 წელი) წყალშემცველი ჰორიზონტიდან ისე, რომ არ მოხდეს წყალშემცველი ფენის გაღარიბება ან გამოფიტვა. ამასთანავე, წყალაღების ნორმა შენარჩუნებული უნდა იყოს ექსპლუატაციის მთლიანი პერიოდის განმავლობაში.

მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასება ხდება ჰიდროდინამიკური, ჰიდრავლიკური და ბალანსური მეთოდების გამოყენებით [2].

მკვლევართა ნაწილს მიაჩნია, რომ მიწისქვეშა წყლების გავრცელების ბუნებრივი პირობები იმდენად მრავალფეროვანია, რომ მათი ასახვა მათემატიკურად შეუძლებელია და აბსტრაქციის სფეროში გადადის. თუ ამ თვალსაზრისს გავიზიარებთ, ვერ შევძლებთ ექსპლუატაციის პროცესში წყალამღებ ჭაბურღილებში წყლის დონეების ცვალებადობის პროგნოზს და, აქედან გამომდინარე, ვერც იმას დავასაბუთებთ, თუ რამდენად არის უზრუნველყოფილი საექსპლუატაციო მარაგები ბუნებრივი კვების რაოდენობით.

მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების ახალი მეთოდების კვლევა არადამყარებული მოძრაობის თეორიის საფუძველზე და მათი პრაქტიკაში დანერგვა გასული საუკუნის 50-იანი წლების დასაწყისში დაიწყო.

ძირითადი ნაწილი

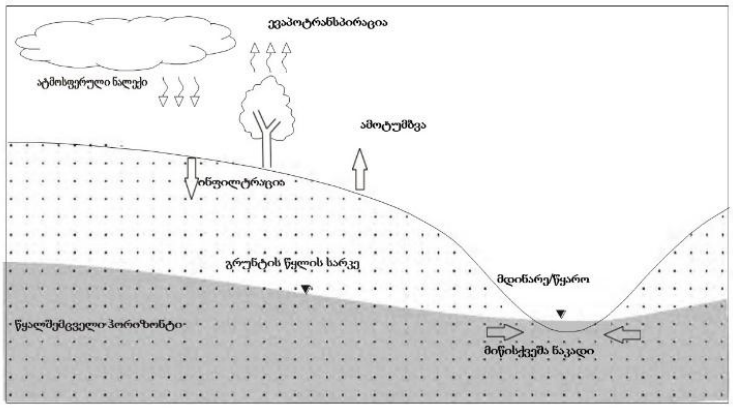
ბოლო წლებში ჰიდროგეოლოგიურ პრაქტიკაში, ისევე როგორც ქვეყნის ეკონომიკის სხვა დარგებში, სულ უფრო მეტად ინერგება მოდელირების მეთოდები ანალოგური ინსტრუმენტების გამოყენებითა და კომპიუტერული გამოთვლებით. ყველა ამ მეთოდის წარმატებით გამოყენება შესაძლებელია მიწისქვეშა წყლების მარაგების შესწავლისა და კვლევის სხვადასხვა ეტაპზე, პროგნოზირების საჭირო სიზუსტის მიხედვით. თუმცა, ამასთან ერთად, უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ჰიდროგეოლოგიური გამოთვლების სიზუსტე და სანდოობა იმ საწყისი მონაცემების სიზუსტისა და სანდოობის პირდაპირ-

პროპორციულია, რომლებიც ბუნებრივი ჰიდრო-გეოლოგიური გარემოს დასახასიათებლად გამოიყენება. აღნიშნული თანაბრად ეხება ანალიტიკურ გამოთვლებსა და მოდელირებას.

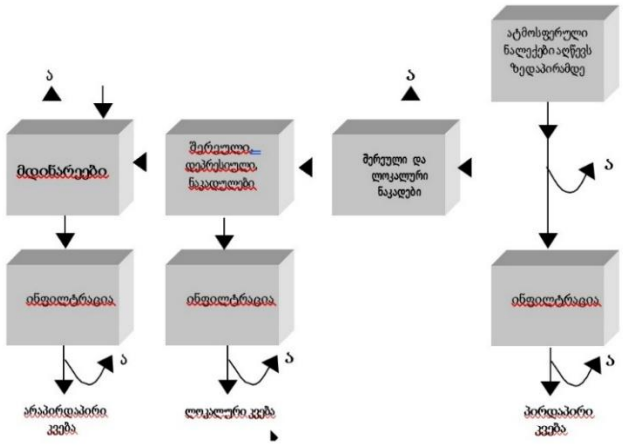
უნდა აღინიშნოს, რომ ანალიტიკური გადაწყვეტილებები, გარემო პირობების აუცილებელი სქემატურად გამოხატვის შემთხვევაშიც კი, იძლევა წყალმიმღები ნაგებობების ექსპლუატაციისას სხვადასხვა ბუნებრივი და ტექნიკური ფაქტორების ძირითადი კანონზომიერებებისა და გრუნტის წყლების ნაკადების ფორმირებაში მათი ფარდობითი როლის უფრო სრულად შესწავლის საშუალებას, რისი წყალობითაც, ისინი შეიძლება გამოყენებული იქნეს თავად მოდელირების მეთოდიკის შემუშავების საფუძვლად.

საექსპლუატაციო მარაგებში, ბუნებრივი ხარჯის გარდა, ყოველთვის მოიაზრება მიწისქვეშა წყლების სტატიკური მარაგების გარკვეული ნაწილი, რომელიც აქტიურდება წყალმიმღების ექსპლუტაციისას. ამასთანავე, გასათვალისწინებელია ის, რომ წყალშემცველი ფენის ან წყალშემცველი ფენების სისტემის ინტენსიური ექსპლუატაცია ნებისმიერი წყალმიმღები ნაგებობის გამოყენებით იწვევს მიწისქვეშა წყლების ბუნებრივი რეჟიმის მნიშვნელოვან ცვლილებებს და ქმნის დამატებითი მარაგების მოზიდვის შესაძლებლობას [2]. ექსპლუატაციის დროს, კერძოდ, შესაძლებელია:

- გრუნტის წყლების მიწისქვეშა წყალგამყოფის გადაადგილება და ამასთან დაკავშირებით წყალმიმღების კვების არეალის გაზრდა (სურ. 1).
- ზედაპირული წყაროების მოქცევა წყალმიმღების ზემოქმედების არეალში;.
- წყლის მოდინების ზრდა წყალშემცველ ფენაში ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციის ცვლილების ხარჯზე წყალმიმღების უბანზე გრუნტის წყლების დონეების შემცირებისას;.
- მიწისქვეშა წყლების გადმოდინება მიმდებარე ფენებიდან. წყალმიმღების ექსპლუატაციისას მრავალფენიან სიზრქეებში ხდება მიწისქვეშა წყლების დაწნევის გადანაწილება, რის გამოც იცვლება ფილტრაციის გზები და ზოგიერთი წყალშემცველი ფენა შეიძლება წარმოადგენდეს იმ ფენის ზებუნებრივი ხარჯის წყალმიმღების კვების დამატებით წყაროს, რომლებშიც ხდება მათი უშუალო ფორმირება; მიწისქვეშა წყლების რესურსების შენარჩუნების ცვლილებები მოიცავს კვებისა და განტვირთვის სხვადასხვა პროცესს. კვების ძირითადი წყაროებია ატმოსფერული ნალექი, მდინარეებიდან, ტბებიდან, სარწყავი სისტემებიდან შევსება, ანალოგიურად, განტვირთვის პროცესები მოიცავს აორთქლებას, ამოტუმბვას, კავშირს მდინარეებთან (სურ. 2).



სურ. 1. მიწისქვეშა წყლების შევსებასთან დაკავშირებული პროცესები



სურ. 2 კვების პროცესების სქემა (ლერნერი, 1997 წ.). „ა“ - ნიშნავს აორთქლებას

წყალმიმღები ნაგებობის ექსპლუატაციისას გრუნტის წყლების ბუნებრივი მარაგები შეიძლება მნიშვნელოვნად შეიცვალოს ხელოვნური მეთოდების გამოყენებითაც, მაგალითად, ინფლიტრაციული აუზის ან არხების, ე.წ. „გრუნტის წყლების ფაბრიკების“ მოწყობით.

ეს ყველაფერი იმის უდავო მაჩვენებელია, რომ გრუნტის წყლების მარაგების კლასიფიკაციისას შეუძლებელია მხოლოდ იმ სახეობებით შემოფარგვლა, რომლებიც აღწერს მოცემულ წყალშემცველ ფენაში ბუნებრივ მდგომარეობაში არსებული გრუნტის წყლების რაოდენობას. წყალმიმღები ნაგებობების ექსპლუატაციისას კვების ახალი წყაროების გაჩენასთან ერთად თითქოს ახალი მარაგები „იქმნება“, რომლებსაც არ ითვალისწინებენ ბუნებრივ პირობებში, ანუ როდესაც არ ხდება წყალმიმღები ნაგებობის ექსპლუატაცია. ამ დამატებითი მარაგების ზომა და შესაბამისად, საექსპლუატაციო მარაგების სიდიდე განისაზღვრება არა მხოლოდ ჰიდროგეოლოგიური პირობებით, არამედ წყალაღების ტექნიკური პირობებითაც, ე.ი. წყალმიმღები ნაგებობების ტიპითა და კონსტრუქციით და მისი მუშაობის რეჟიმებით.

ზემოხსენებულიდან გამომდინარე, შეიძლება, შევჩერდეთ გრუნტის წყლების ქვემოთ მოყვანილ კლასიფიკაციაზე (იხ. ცხრილი).

საექსპლუატაციო მარაგების შეფასებისას წყალმიმღები ნაგებობის ტიპი და განლაგების სქემა შეირჩევა წყალმოხმარების სიდიდის, ჰიდროგეოლოგიური და სხვა ბუნებრივი ფაქტორების და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მიხედვით. ამ განსაზღვრებიდან გამომდინარეობს, რომ შეუძლებელია დავაყენოთ მოთხოვნა, რაც ხშირად ხდებოდა ბოლო პერიოდამდე, საექსპლუატაციო მარაგები გულისხმობდეს ყველა შემთხვევაში „სტაბილურ ნაკადს“ ან „მუდმივ“, „მდგრად“ წყლის ხარისხსა და წყალმიმღების ექსპლუატაციის რეჟიმს. ასეთი მოთხოვნა უსაფუძვლოა. საუბარი ზოგადად შეიძლება არა დებიტის, წყლის ხარისხისა და ექსპლუატაციის რეჟიმის „მდგრადობაზე“ ან „მუდმივობაზე“, არამედ იმ ცვლილებებზე, რომლებიც მოსალოდნელია კონკრეტულ ბუნებრივ პირობებში. ეს ცვლილებები უნდა აისახოს საექსპლუატაციო მარაგების ანგარიშში და გათვალისწინებული უნდა იქნეს წყალმიმღები ნაგებობის პროექტში. რაც შეეხება წყლის ხარისხს, აღნიშნული ცვლილებები არ უნდა სცდებოდეს მომხმარებლების სტანდარტულ მოთხოვნებს.

წყალმიმღების წყლის ბალანსის ზოგადი განტოლება შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$Q_e = Q_{st} + Q_m + Q_{dyn} + \sum Q_{dam} \qquad (1)$$

სადაც Q_e არის საექსპლუატაციო მარაგები (წყალმიმღების დებიტი); Q_{dyn} – გამოყენებული დინამიკური მარაგები (წყალმიმღების მიერ აღებული ფენის ბუნებრივი ხარჯის ნაწილი); Q_{st} და Q_m – გამოყენებული სტატიკური და მოქნილი მარაგები; $\sum Q_{dam}$ – ექსპლუატაციის პროცესში მოზიდული ჯამური დამატებითი მარაგები.

ექსპლუატაციის საწყის ეტაპზე სიდიდეს წყალმიმღების უზრუნველყოფაში აქვს Q_{st} (არადწნევით პლასტებში) და Q_m (დაწნევით პლასტებში) მდგენელები. შემდგომ ეტაპებზე იზრდება Q_{dyn} დინამიკური მარაგებისა და $\sum Q_{dam}$ დამატებით მოზიდული წყაროების როლი.

საექსპლუატაციო მარაგები შეიძლება, შეფასდეს ლოკალურ, წყალშემცველი ფენის მეტ-ნაკლებად შემოზღუდულ უბნებზე ან დიდი უბნების ფარგლებში, რომლებიც მოიცავს მთელ პლასტს ან წყალშემცველი ჰორიზონტების სისტემას [3].

მომსახურების შეუზღუდავი ვადის პირობით, სტატიკური და ელასტიკური მარაგები, რომლებიც გამოხატულია Q_{st} და Q_m წევრებით, თეორიულად სრულად უნდა ამოქმედდეს. ამის შესაბამისად, ბალანსის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$Q_{e.m.} = \alpha(Q_{W.e} + Q_{W.y}) + \beta(Q_{p.e} + Q_{p.y}) \qquad (2)$$

სადაც $Q_{e.m.}$ მინიმალური საექსპლუატაციო მარაგებია, რომლებიც მუდმივად ივსება ატმოსფერული ნალექებით (Q_W) და ზედაპირული წყალსადინრებისა და წყალსატევების წყლით (Q_p).«e» და «y» ინდექსებით აღნიშნულია მითითებული წყაროებიდან შემომავალი წყლის რაოდენობა ბუნებრივ პირობებში წყალმიმღები ნაგებობების ამოქმედებამდე და მათი ექსპლუატაციის პროცესში (მოცემულ შემთხვევაში, შესაბამისად $Q_{W.y} + Q_{p.y} = \sum Q_{dam}$). α და β კოეფიციენტები ახასიათებს ჰორიზონტის კვების შესაბამისი წყაროების შესაძლო გამოყენების წილს [4].

ცხრილი

მიწისქვეშა წყლების მარაგების კლასიფიკაციის სქემა

მიწისქვეშა წყლები ცალკეული ტერიტორიების, უბნებისა და მთლიანად ქვეყნის საერთო წყლის ბალანსის მნიშვნელოვანი ელემენტია. ამასთან დაკავშირებით, მიწისქვეშა წყლების მარაგების რეგიონალური შეფასებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის ფაქტი, რომ მათი გამოყენება (1) განტოლებით განსაზღვრული ზომით, გამოყენებული წყლის დაბრუნებული რაოდენობის ანუ ე.წ. „დაბრუნებადი წყლის“ გამოკლებით გამოიწვევს წყალმომარაგების ჯამური ბალანსის შესაბამის ცვლილებას და, კერძოდ, ღია წყლის ჩამონადენის შემცირებას. ნებისმიერ შემთხვევაში, აღნიშნული მთლიანად ეხება მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების იმ ნაწილს, რომელიც უზრუნველყოფილია ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციითა და წყლის მოდინებით ზედაპირული წყაროებიდან. აღნიშნულის გათვალისწინებით, რაიონის საერთო ბალანსი შეიძლება გამოვხატოთ შემდეგნაირად:

$$Q_0 = Q_c + Q_a + \alpha Q_{W.y} + \beta Q_{p.y} - Q_{dab}$$

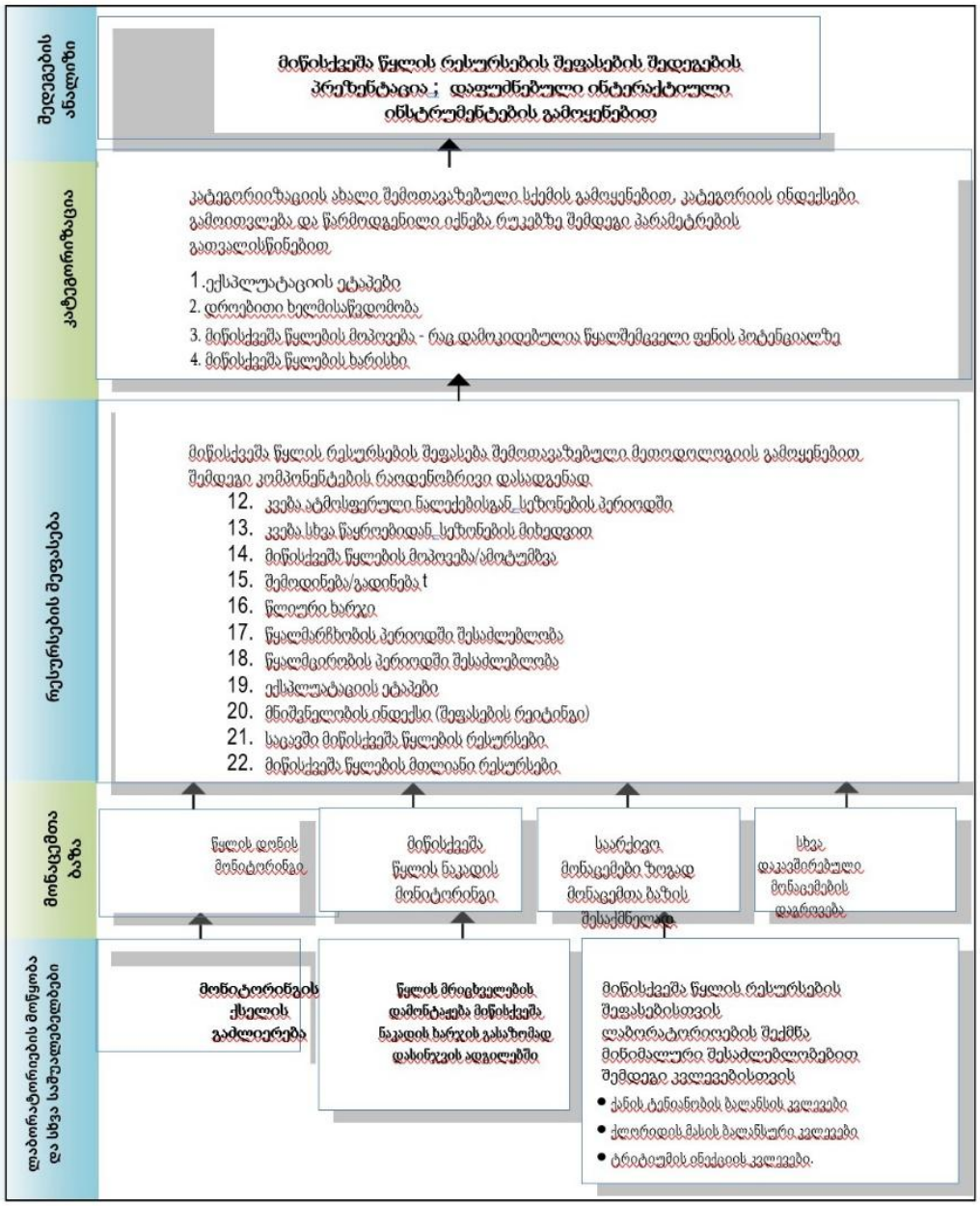
სადაც Q_0 არის ნალექების რაოდენობაა; Q_c – წყლის ჯამური ჩამონადენი (ზედაპირული და გრუნტის); Q_a – აორთქლება; $\alpha Q_{W.y}$ და $\beta Q_{p.y}$ – გრუნტის წყლების საექსპლუატაციო მარაგები, რომლებიც უზრუნველყოფილია ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციითა და წყლის ღია წყაროებიდან ფილტრაციით; Q_{dab} – „დაბრუნებული“ წყალია.

უნდა აღინიშნოს, რომ გამოსახულება (3) მართებულია მხოლოდ დიდი რაიონების წყლის ბალანსის განსაზღვრისას, რომლებიც მოიცავს მთლიანად ერთ ან რამდენიმე მდინარის აუზს. ლოკალური უბნების წყალუზრუნველყოფის შეფასებისას გრუნტის წყლების ექსპლუატაციის გავლენა უნდა განისაზღვროს კონკრეტული ჰიდროგეოლოგიური პირობების, წყალშემკრები ნაგებობების განლაგებისა და მათი ექსპლუატაციის ხანგრძლივობის მიხედვით.

გამოთვლების უფრო მაღალ სიზუსტეს უზრუნველყოფს პირველ რიგში, ის ფაქტი, რომ საანგარიშო მონაცემების სახით გამოიყენება უფრო სარწმუნო ამოსავალი ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრები, შემდეგ კი ის ფაქტი, რომ მოცემული გამოთვლები წარმოებს წყალმიმღები ნაგებობების კონკრეტულ უბნებთან და მათ განსაზღვრულ სქემებთან მიმართებით.

მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების ამა თუ იმ კატეგორიისადმი მიკუთვნება წყდება ყველა ჰიდროგეოლოგიური მონაცემის ერთობლიობით. თუმცა, საბოლოო ჯამში, მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების სრულად შეფასება დაძიების/კვლევის ყველა ეტაპზე შესაძლებელია მხოლოდ გამოთვლების მეშვეობით. კვლევების საწყის ეტაპებზე მარაგების C კატეგორიისადმი მიკუთვნებისას გამოთვლებს მიახლოებითი ხასიათი აქვს, ვინაიდან ისინი ეფუძნება მიახლოებით საწყის ჰიდროგეოლოგიურ პარამეტრებს. შემდგომში დეტალური კვლევებისას, რომელთა მასალების მიხედვითაც ხდება მარაგების A და B კატეგორიებად დაყოფა, გამოთვლები უფრო დიდი სიზუსტით უნდა წარმოებდეს [4, 5].

გამოთვლების უფრო დიდ სიზუსტეს უზრუნველყოფს პირველ რიგში, ის ფაქტი, რომ საანგარიშო მონაცემების სახით გამოიყენება უფრო სარწმუნო ამოსავალი ჰიდროგეოლოგიური პარამეტრები, შემდეგ კი ის ფაქტი, რომ მოცემული გამოთვლები წარმოებს წყალამღების კონკრეტულ უბნებთან და მათ განსაზღვრულ სქემებთან მიმართებით [6] (სურ. 2).



სურ. 2. მიწისქვეშა წყლების შეფასების სქემა

დასკვნა

ჩვენი მიზანი მოცემული საკითხის სრული ბიბლიოგრაფიული შეჯამება არ ყოფილა. დღეს, მზარდი პუბლიკაციების პირობებში, ამ ამოცანის შესრულება თითქმის სრულიად შეუძლებლად გვესახება. ჩვენი მიზანია შეიქმნას საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების ერთიანი სისტემა, რომელიც დაარეგულირებს მრავალი წლის განმავლობაში ამოცანების დასახვის საკითხებსა და მიღებულ შედეგებს.

წყლის რესურსების მართვის ისეთი სამართლებრივი საფუძვლების შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის რესურსების დაცვისა და გამოყენების სფეროში ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის განხორციელებას, ადამიანის ჯანმრთელობისთვის უსაფრთხო გარემოს შექმნას და ინტეგრირებული/სააუზო მართვის პრინციპების შესაბამისად წყლის რესურსების დაცვასა და მდგრად გამოყენებას, რათა მოხდეს წყლის რესურსების აღრიცხვა, ხელმისაწვდომობა, განაწილება და გამოყენება ქვეყნის ეკონომიკისა და შესაბამისად მოსახლეობის სასიკეთოდ.

ჩვენს ქვეყანაში წლების წინ შემუშავდა საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის მინისტრის ბრძანება №42 (2017 წლის 27 ოქტომბერი ქ. თბილისი) - „სასმელი, სამკურნალო მინერალური, სამრეწველო, ტექნიკური და თბოენერგეტიკული მიწისქვეშა წყლების მარაგებისა და პროგნოზული რესურსების კლასიფიკაციის და მარაგების გამოთვლის ანგარიშის შედგენის მეთოდური მითითებების“ ინსტრუქცია [7].

თუმცა, არც კანონპროექტში და არც N42 ბრძანებაში არ არის ნახსენები მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების მეთოდების შესახებ, რომელიც სამეცნიერო ლიტერატურაში მრავლადაა განხილული და სასარგებლო წიაღისეულის მარაგების სახელმწიფო უწყებათაშორისი კომისიაზე ანგარიშის წარდგენისას ავტორები ირჩევენ საექსპლუატაციო მარაგების შეფასების მეთოდებიდან ერთ-ერთ სასურველ მეთოდს. მიწისქვეშა წყლების საექსპლუატაციო მარაგების შეფასება უნდა ხდებოდეს ქვეყანაში არსებული ერთიანი სისტემის მეთოდების გამოყენებით.

ლიტერატურა

1. Zviadadze, U. (2013). *Methods of hydrogeological research*. Tbilisi: Technical University Publishing.
2. Plotnikov, N. I. (1979). *Operational exploration of groundwater*. Moscow: Nedra.
3. Hulme, M., Doherty, R., Ngara, T., New, M., & Lister, D. (2001). African climate change: 1900–2100. *Climate Research*, 17, 145–168. https://doi.org/10.3354/cr017145
4. Healy, R. W., & Cook, P. G. (2002). Using groundwater levels to estimate recharge. *Hydrogeology Journal*, 10, 91–109. https://doi.org/10.1007/s10040-001-0178-0
5. de Vries, J. J., & Simmers, I. (2002). Groundwater recharge: An overview of processes and challenges. *Hydrogeology Journal*, 10, 5–17. https://doi.org/10.1007/s10040-001-0171-7
6. Zviadadze, U., & Mardashova, M. (2013). *Dynamics of groundwater*. In U. Zviadadze (Ed.), *Methods of hydrogeological research*. Tbilisi: Technical University Publishing.
7. Government of Georgia. (2017, October 27). *Order №42: Instruction on classification and methodology for calculating reserves and forecast resources of underground water (drinking, medicinal mineral, industrial, technical and thermal energy)*. Tbilisi.

UDC 556.3 :550.81(0432)
SCOPUS CODE 1907
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-214-223

Evaluation System of Exploitable Underground Water Supplies

Marine Mardashova Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: m_mardashova@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:
Z Kakulia; Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: zukakulia@yahoo.com
N. Poporadze, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: nodar_poporadze@yahoo.com

Abstract. The issue of groundwater use involves a whole complex of scientific and engineering tasks, which are related to the task of forecasting and hydrogeological calculation of exploitable groundwater resources. On the basis of the evaluation of operational resources and the results of hydrogeological calculations, the productivity of the water intake and the dynamics of the reduction of the groundwater level are established, taking into account the technical and economic parameters of the water intake.

Creation of such legal bases for water resources management, which ensures the implementation of a unified state policy in the field of protection and use of water resources, creation of a safe environment for human health, protection and sustainable use of water resources in accordance with management principles, in order to record, access and distribute water resources.

Keywords: Exploitation stocks; Groundwater; Hydrogeological parametrs; Hydrogeological report; Supplies; Water intake; Water-retaining.

განხილვის თარიღი 18.03.2025
შემოსვლის თარიღი 29.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 004.8:378.4. 338.45
SCOPUS CODE 2001
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-224-230

ხელოვნური ინტელექტის (AI)-ის ტექნოლოგიების შესაძლებლობები უმაღლეს განათლებაში და მისი გავლენა ეკონომიკის მდგრად განვითარებაზე

ნინო ბენდიანიშვილი საინჟინრო ეკონომიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: bendianishvili.nino@gtu.ge

რეცენზენტები:

რ. შენგელია, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: r.shengelia@gtu.ge

შ. ვეშაპიძე, თსუ-ის ეკონომიკისა და ბიზნესის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: shota.veshapidze@tsu.ge

ანოტაცია. აღსანიშნავი და ხაზგასასმელია AI-ის ინსტრუმენტების გამოყენების სიხშირე უმაღლეს განათლებაში Covid-19 პანდემიის შემდეგ. იგულისხმება, რომ ნელ-ნელა იხვეწება უმაღლესი განათლების მოთხოვნებთან ადაპტირებული სწავლების უფრო ეფექტიანი მეთოდების ფორმები. ინერგება მასწავლებლების უფლებამოსილების მინიჭების შესახებ აუცილებელი პირობები გამოიყენონ ხელოვნური ინტელექტი, სტუდენტის უნარებისა და კომპეტენციების განვითარებაში, რაც ხაზს უსვამს მდგრადობას. ამ პერიოდის განმავლობაში მოხდა მნიშვნელოვანი ცვლილება საგანმანათლებლო ლანდშაფტში, რამაც გამოიწვია ინოვაციური ტექნოლოგიების მიღება უმაღლესი განათლების მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად. ამ კონტექსტში, ხელოვნური ინტელექტი გამოჩნდა როგორც ინსტრუმენტი არა მხოლოდ სწავლების მეთოდების გასაუმჯობესებლად, არამედ მდგრადობის კონცეფციების ინტეგრირებისთვის. ეს აქცენტი ხაზს უსვამს ამ ტექნოლოგიის ფუნდამენტურ როლს და მის გავლენას ხარისხიანი განათლების ხელშეწყობაში, რაც ხელს უწყობს მდგრადი განვითარების მიზნების განხორციელებას.

ნაშრომში განხილულია თანამედროვე პერიოდის ისეთი აქტუალური საკითხი, როგორიცაა ხელოვნური ინტელექტის (Artificial intelligence – AI) როლი უმაღლეს განათლებაში და ამ კონტექსტის ურთიერთდამოკიდებულების საფუძველზე მათი კავშირის წარმოაჩენა გაეროს მდგრადი განვითარების მიზნებთან.

საკვანძო სიტყვები: ინტელექტუალური ქცევა; მდგრადი განვითარების მიზნები; საგანმანათლებლო ლანდშაფტი; ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებები; უმაღლეს განათლება; ციფრული წიგნიერება; ხელოვნური ინტელექტი.

შესავალი

ციფრულ ეპოქაში, ხელოვნურ ინტელექტს აქვს უზარმაზარი პოტენციალი მდგრადი განვითარების წარმართვის თვალსაზრისით. მომავლის განათლების მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილი სწორედ AI-ის ტექნოლოგიებია. ხელოვნური ინტელექტის უმაღლეს განათლებაში ჩართვა არის დიდი საგანმანათლებლო კაპიტალი. ეს ფასდაუდებელი შესაძლებლობაა სასწავლო პროცესის საერთაშორისო ინტეგრაციის მიმართულებით.

ეს ყოველივე ხელს უწყობს პროგრესს 2030 წლის დღის წესრიგში მოცემული 17 მდგრადი განვითარების მიზნის რეალიზაციისკენ. უმაღლეს განათლებაში ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაციამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ინოვაციებს, თანასწორობასა და ციფრული წიგნიერების განვითარებას. თუმცა, ის ასევე შეიცავს რისკებს მონაცემთა დაცვისა და თანაბარი წვდომის თვალსაზრისით. რაც საჭიროებს ქმედებებს როგორც სამოქალაქო საზოგადოების, ისე კერძო სექტორის მხრიდან. საგანგაშოა ის ფაქტი, რომ 2023 წელს იუნესკოს გლობალურმა კვლევამ აჩვენა, სკოლებისა და უნივერსიტეტების მხოლოდ 10%-ზე ნაკლებს აქვს შემუშავებული ინსტიტუციური პოლიტიკა ან რეგულაციები AI-ის სწორად და სამართლებრივი ფორმით გამოყენებასთან დაკავშირებით [1].

ძირითადი ნაწილი

გლობალური გამოწვევებისა და ციფრული ტრანსფორმაციის პარალელურად, მდგრადი განვითარების მიზნები აყალიბებს ყოვლისმომცველ პარადიგმას, რომელიც მხარს უჭერს როგორც ეროვნულ სტანდარტებს, ისე საერთაშორისო თანამშრომლობას მდგრადი გლობალური განვითარების მიმართულებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ ამ საკითხთან დაკავშირებით ცნობიერების ამაღლების მხრივ მიმდინარეობს სამუშაოები. საკუთარი გამოცდილებიდან და მაგალითიდან გამომდინარე შემიძლია აღვნიშნო, რომ მეც მივიღე მონაწილეობა, ძალიან საინტერესო, **საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის** მიერ შემოთავაზებულ, სამდღიან ვებინარში: „AI Tools Boot Camp for Researchers: Core Essentials course“, რომელიც გათვალისწინებული იყო აკადემიური მკვლევრებისთვის. დავასრულე სრული კურსი, რომელსაც გაუძღვა ავი სტაიმანი. იგი არის Academic Language Experts-ის (ALE)-ის დამფუძნებელი და აღმასრულებელი დირექტორი.

ეკონომიკური გავლენის თვალსაზრისით, AI-ის ტექნოლოგიების ინტეგრაციას განათლებაში შეიძლება დიდი წვლილი ჰქონდეს გეოპოლიტიკური და **ეკონომიკური ურთიერთობების** გაღრმავების მხრივ. ქვეყნებისათვის იქმნება განათლების სისტემების სრულყოფის შესაძლებლობა, რაც გამოიწვევს მათი ეკონომიკური პოტენციალის გაზრდას გლობალურ ბაზარზე. ხელოვნური ინტელექტის განათლებაში მასშტაბური დანერგვისას გასათვალისწინებელია, რომ აუცილებელია სტრატეგიული ხედვა საერთაშორისო თანამშრომლობის მიმართულებით გლობალური თანასწორობისათვის, რომ არ მოხდეს რესურსების არათანაბარი განაწილება.

აღნიშნული საკითხი ძალზე **აქტუალურია**, ვინაიდან დაკავშირებულია ისეთი ფუნდამენტური საკითხების განხილვასთან, როგორიცაა **ხელოვნური ინტელექტი (AI)** და **უმაღლესი განათლება,** რომლებიც მიმართულია თანამედროვე გამოწვევების, შესრულების სიზუსტის, დიდი მონაცემების დამუშავების ტექნოლოგიებისკენ, ინოვაციასთან, სტუდენტის საჭიროებებზე მორგებასთან, **ციფრულ ტრანსფორმაციასთან.** ბევრმა კვლევამ ხაზგასმით

აღნიშნა ხელოვნური ინტელექტის ინსტრუმენტების გავლენა სტუდენტის სწავლებასა და სწავლაზე. ეს ხაზს უსვამს AI-ის აქტუალობას და მის მნიშვნელობას უფრო ეფექტიანი, სტუდენტზე ორიენტირებული აკადემიური გარემოს შესაქმნელად, რომელიც შეესაბამება მდგრადობის მოთხოვნებს. **ციფრულ ტექნოლოგიას** შეუძლია გაზარდოს პროდუქტიულობა, შეამციროს წარმოების ხარჯი, გააუმჯობესოს ბაზარზე შესაბამისობა და საჯარო სერვისები გახადოს უფრო ხელმისაწვდომი, აგრეთვე უზრუნველყოს რესურსების გამოყენების ეფექტიანობა და აქვს სხვა მნიშვნელოვანი როლი, მაგალითად, დააჩქაროს ინოვაციები, შეუძლია ქალაქების გარდაქმნა ურბანული მობილობის სქემების დანერგვით, ჰაერის ხარისხის გასაუმჯობესებლად. ასევე გააძლიეროს სხვადასხვა სისტემის მდგრადობა, როგორიცაა ჭკვიანი მეურნეობა, ჭკვიანი საგანმანათლებლო საშუალებები. თუმცა, დადებითი ეფექტების გარდა, ხელოვნური ინტელექტის გაძლიერებული ტექნიკა შეიძლება მიუწვდომელი იყოს მცირე მეურნეობისთვის, ანუ ეს რესურსები შეიძლება არ იყოს თანაბრად ხელმისაწვდომი დაბალი და საშუალო შემოსავლის მქონე ქვეყნებში, რამაც შეიძლება გაზარდოს ეკონომიკური უფსკრული.

მდგრადობის თვალსაზრისით, **AI-ის** მიღება **უმაღლეს განათლებაში** შეიძლება დაეხმაროს ქვეყნებს მიაღწიონ **მდგრადი განვითარების მიზნებს,** როგორიცაა სიღარიბის შემცირება, შიმშილის წინააღმდეგ ბრძოლა, კლიმატის მართვა და კონკრეტულად **ხარისხიანი განათლების ხელშეწყობა.** AI-ის ინტეგრაციას პედაგოგიურ პროცესში აქვს უზარმაზარი პოტენციალი. თუმცა, ტექნოლოგიების ხელმისაწვდომობის უთანასწორობამ და არასაკმარისმა **ციფრულმა წიგნიერებამ,** ასევე კულტურულ ნიუანსებთან გამკლავების გამოწვევებმა შეიძლება შეაფერხოს ხელოვნური ინტელექტის როლი. ხოლო ინფორმაციის სრული ხელმისაწვდომობის პირობებში, არამშობლიურ ენაზე მოლაპარაკეებისთვის საჭირო მეთოდიკაა ენობრივი ბარიერების მოხსნაში და ყველა სტუდენტისთვის თანასწორობის ხელშეწყობაში.

უმაღლეს განათლებაში ხელოვნური ინტელექტის სწორად გამოყენების შემთხვევაში, იზრდება მისი სარგებელი და შესაძლებელი ხდება მასთან დაკავშირებული რისკების ეფექტიანად მართვა. AI-ის აქვს უზარმაზარი პოტენციალი დააჩქაროს განვითარების პროცესი და შეცვალოს საგანმანათლებლო პარადიგმები, ასევე აღჭურვოს სტუდენტები მდგრადი და სამართლიანი მომავლისთვის საჭირო უნარებით.

მეთოდოლოგიური მიდგომის თვალსაზრისით, ნაშრომის მიზანია ხელოვნური ინტელექტისა და მდგრადობის კონტექსტის გაანალიზება უმაღლეს განათლებაში, ასევე მათი ურთიერთობები გაეროს მდგრადი განვითარების მიზნებთან. ამის მისაღწევად, კვლევის სტრატეგია შედგება ბიბლიომეტრიული ანალიზისა და ლიტერატურის მიმოხილვისგან. შემოთავაზებულია ღირებული შეხედულებები, რაც თანამედროვე მკვლევრებს ეხმარება მომავალ საქმიანობაში.

თემა საკმაოდ აღიარებულია, თუმცა ჯერ კიდევ ბევრია შესასწავლი ამ მიმართულებით. აღნიშნული საკითხების უფრო ღრმად განხილვას შეუძლია დაეხმაროს უნივერსიტეტებს ხელოვნური ინტელექტის ინსტრუმენტების ეფექტიანად განხორციელებაში. ეს ხელს უწყობს სტუდენტის სწავლის ხარისხის ამაღლებასა და მდგრადობის კონცეფციების უფრო საფუძვლიან ათვისებას. ხელოვნურ ინტელექტს მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუციის მონაპოვარსაც კი უწოდებენ. **ევროკომისიის** შესაბამი-

სი ექსპერტებით დაკომპლექტებული ჯგუფის შეფასებით, AI ავლენს **ინტელექტუალურ ქცევას** [2].

ზოგადად, უმაღლეს განათლებაში ხელოვნური ინტელექტის არსებობა დაფუძნებულია **მდგრადი განათლებისა და ინოვაციების შერწყმაზე,** რომლის მიზანია სტუდენტის მომზადება მომავალი გამოწვევებისათვის. AI-ის ინტელექტის გავლენის გაანალიზებისას უმაღლეს განათლებაში, აქცენტი უნდა გაკეთდეს სტუდენტის სწავლაზე. წარმოდგენილი მოსაზრებები ხელს შეუწყობს დისკუსიების გაფართოებას ხელოვნურ ინტელექტსა და მდგრადობას შორის ურთიერთობის შესახებ უმაღლეს განათლებაში. პრაქტიკული თვალსაზრისით, ის შეიძლება საინტერესო იყოს და გახდეს საფუძველი უნივერსიტეტის წარმომადგენლებისა და ამ საკითხით დაინტერესებული პირებისათვის, რომელთა მიზანია ხელი შეუწყონ ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაციას მათ სასწავლო პროცესებში, მდგრადობის კონტექსტის გათვალისწინებით.

ახალი მოთხოვნების გათვალისწინებით, გარემოსდაცვით საკითხებთან დაკავშირებით, როგორც აღვნიშნეთ, გაერთიანებული ერების ორგანიზაციამ (გაერო) 2015 წელს შეიმუშავა 17 მდგრადი განვითარების მიზანი – სახელწოდებით Agenda 2030. ის მხარს უჭერს, ზოგადად, მიმდინარე და მომავალი თაობების მდგრად განვითარებას. შემუშავდა ეროვნული გზამკვლევი შესაბამისი რეგულაციების გათვალისწინებით. მდგრადი განვითარების მიზნებიდან მეოთხეა სწორედ თანასწორი და უწყვეტი განათლების უზრუნველყოფა [3].

თანამედროვე გარემო სულ უფრო მეტად მოითხოვს მდგრად პრაქტიკას. მნიშვნელოვანია იმის გაანალიზება, თუ როგორ შეიძლება იყოს ტექნოლოგია ძლიერი მოკავშირე დღევანდელი და მომავალი გამოწვევების დაძლევაში. იგულისხმება მდგრადობაზე ორიენტირებული სწრაფი ქმედებები და **ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებების** საჭიროება. ამ თვალსაზრისით უნდა აღინიშნოს ხელოვნური ინტელექტის (AI) მზარდი გავრცელება ადამიანის საქმიანობაში და ის, თუ როგორ შეუძლია მას სწრაფად დააკმაყოფილოს ასეთი მოთხოვნილებები. თანამედროვე სამყაროში, ტექნოლოგიური პროცესებით განპირობებული სწრაფი ტრანსფორმაციები იწვევს დიდ ინტერესს ამ ცვლილებების გაგების, მათი ზემოქმედების ანალიზს სოციალურ, ეკონომიკურ და გარემოსდაცვით სფეროებზე.

ხელოვნური ინტელექტი (AI) მოიაზრება, როგორც ტექნოლოგია, რომელსაც შეუძლია დაძლიოს შესაბამისი სიტუაციები, გადაჭრას პრობლემები, უპასუხოს კითხვებს, დაგეგმოს და შეასრულოს სხვადასხვა ფუნქცია, რომელიც მოითხოვს ინტელექტის გარკვეულ დონეს. AI-მ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ორგანიზაციებზე, საზოგადოებებსა და ინდივიდებზე. თავისი ტექნოლოგიური პოტენციალის მეშვეობით, ხელოვნურმა ინტელექტუალმა მთელი მსოფლიოს მასშტაბით მიიპყრო მკვლევრების ყურადღება. მისი კონცეფციები გამოიყენება ცოდნის სხვადასხვა სფეროში, როგორიცაა კულტურა, ბიზნესი, ფინანსები, პოლიტიკა, სოფლის მეურნეობა და სხვა. ის არის ტექნოლოგია, რომელიც მიზნად ისახავს რთული სიტუაციების გადაჭრას. მნიშვნელოვანია იმის გააზრება, თუ რამდენად შეუძლია AI-ის წვლილი შეიტანოს მდგრადი განვითარების მიღწევაში, როგორიცაა ჯანმრთელობა, სამუშაო ადგილების უსაფრთხოება და **ეკონომიკა.**

განათლების კონტექსტში, ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების ერთ-ერთი მთავარი სარგებელია სტუდენტის სწავლის პერსონალიზების შესაძლებლობა. იგულისხმება უნარები, სწავლის სტილი და

სტუდენტის ინდივიდუალური საჭიროებების დაკმაყოფილება, რაც აძლიერებს მდგრადობის ინტეგრაციას. ამ გაგებით სტუდენტისთვის AI-ის გამოყენების პრიორიტეტად ქცევით, შესაძლებელია პროფესიონალების მომზადება, რომლებიც მზად არიან მომავლის გამოწვევებისთვის. მას შეუძლია ხელი შეუწყოს პერსონალიზებულ სწავლებას სტუდენტის მონაცემების ანალიზით. ამ ინსტრუმენტებს შეუძლია ამოიცნოს სირთულეები და უზრუნველყოს სტუდენტის ჩართულობის სიხშირე. გარდა ამისა, გამოწვევა არის ის ფაქტი, რომ არსებობს შიში, რომ ხელოვნურმა ინტელექტმა შეიძლება შეცვალოს ადამიანის ცოდნა და კრიტიკული აზროვნება. მიუხედავად იმისა, რომ AI-ის შეუძლია უზრუნველყოს საჭირო ინფორმაციის გავრცელება და მდგრადი უმაღლესი განათლების მხარდაჭერა, ის ვერ შეცვლის ადამიანის ღირებულებას.

აუცილებელია ხელოვნური ინტელექტი გამოიყენებოდეს როგორც ინსტრუმენტი ადამიანის გადაწყვეტილების მიღების მხარდასაჭერად და გასაძლიერებლად და არა მის შემცვლელად. მნიშვნელოვანია მონაცემთა უსაფრთხოება და კონფიდენციალურობა. ხელოვნური ინტელექტის სისტემები ეყრდნობა დიდი მოცულობის მონაცემებს, რომლებიც შეიძლება დაუცველი გახდეს კიბერშეტევების ან ბოროტად გამოყენების დროს. საჭიროა მონაცემთა დაცვის მკაცრი ზომების არსებობა სტუდენტისა და ინსტიტუციური მონაცემების კონფიდენციალურობისა და უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად. ციფრული ტრანსფორმაციის პირობებში განსაკუთრებით აღსანიშნავია კიბერუსაფრთხოების უზრუნველყოფა. იგულისხმება ყოვლისმომცველი კიბერუსაფრთხოების სტრატეგია, რომ უზრუნველყოფილი იყოს სენსიტიური მონაცემების დაცულობა [4].

უმაღლესი განათლების კონტექსტში, **სწრაფი ტექნოლოგიური ევოლუცია** აყენებს გამოწვევას იმის უზრუნველსაყოფად, რომ განათლების პროფესიონალები და დაწესებულებები ადეკვატურად იყვნენ აღჭურვილი ხელოვნური ინტელექტის უახლეს ტენდენციებში ჩასართავად და ადაპტირებისთვის. ეს პროცესი მოითხოვს მათი შესაბამისი უნარებითა და ცოდნით აღჭურვას, რაც აუცილებელია ამ ინსტრუმენტების ეფექტიანი ინტეგრირებისთვის მათი სწავლების მეთოდებში. უმაღლესმა საგანმანათლებლო დაწესებულებებმა მნიშვნელოვანი ძალისხმევა გასწიეს უმაღლესი განათლების კონტექსტში ტექნოლოგიური მიდგომების ჩასართავად. ეს ხაზს უსვამს ამ ინიციატივების პოზიტიურ გავლენას. სხვა უპირატესობებთან ერთად, პოტენციური წვლილი აქვს უფრო **მდგრადი საზოგადოების განვითარებაში.** მნიშვნელოვანია გვახსოვდეს ეთიკური, უსაფრთხოების და მუდმივი განახლების საკითხები, რათა უზრუნველყოფილი იქნეს ამ ტექნოლოგიის პასუხისმგებლობით გამოყენება და მდგრადი განვითარების ხელშეწყობა.

მიუხედავად იმისა, რომ ლიტერატურა ხაზს უსვამს ხელოვნური ინტელექტის უპირატესობებს განათლებაში, უმაღლესი განათლების კონტექსტში, ამ ტექნოლოგიის გამოყენებასთან დაკავშირებით ბევრი გამოწვევაა. ერთ-ერთია ის, რომ საგანმანათლებლო საზოგადოებას სჭირდება ახალი უნარების გამომუშავება სწავლების მეთოდების დივერსიფიკაციისა და გაფართოებისთვის, რომლებიც მიზნად ისახავს ამ ტექნოლოგიის გამოყენებით სტუდენტებსა და მასწავლებლებში უნარებისა და კომპეტენციების განვითარებას.

ხელოვნური ინტელექტის არსებობა უმაღლესი განათლების სისტემაში ხელს უწყობს ყოვლისმომცველ საგანმანათლებლო რევოლუციას, რომელიც

მყარდება **მდგრადი განათლების, ინოვაციებისა** და **ტექნოლოგიური მიღწევების** სტადიაში. ის ამზადებს სტუდენტს გამოწვევებითა და შესაძლებლობებით სავსე მომავლისთვის, რითაც ხელს უწყობს ინოვაციური პროფესიონალების ჩამოყალიბებას, რომლებიც აცნობიერებენ მდგრადობის მნიშვნელობას გლობალურ კონტექსტში. ეს კი უზრუნველყოფს მათ **საერთო ეკონომიკურ** პროცესებში წარმატებით ჩართვასა და **შრომის ბაზარზე** კონკურენტუნარიან კადრად ჩამოყალიბებას.

დასკვნა

ამრიგად, უნდა ითქვას, რომ თანამედროვე მეთოდებზე ორიენტირებული განათლება შესაბამისობაშია მდგრადი განვითარების მიზნებთან. AI ტექნოლოგიებმა, რომლებიც მორგებულია უმაღლესი განათლების მოთხოვნებზე, შეიძლება მნიშვნელოვანი სარგებელი მოიტანოს განათლების ხარისხისათვის, აგრეთვე გააუმჯობესოს სტუდენტის გამოცდილება და აკადემიური მოსწრება. გარდა ამისა, ამ ტექნოლოგიების გამოყენებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს საგანმანათლებლო სისტემის მდგრადობას, რაც უზრუნველყოფს საგანმანათლებლო რესურსების უფრო ეფექტიანად განაწილებას და დროის, ძალისხმევისა და მასალების დაზოგვას.

უმაღლესი განათლების კონტექსტში, ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიებს შეუძლია გაზარდოს შეწავლა-სწავლების გამოცდილება პერსონალიზებული მეთოდებით, ადაპტირებადი საშუალებებითა და მონაცემების დამუშავების საფუძველზე მიღებული გადაწყვეტილებების მიწოდებით, რაც ეხმარება სტუდენტს ისწავლოს უფრო ეფექტიანად, მოტივირებულად და ხარისხიანად. ხოლო, AI-ზე დაფუძნებული საგანმანათლებლო ინსტრუმენტებია ჩატბოტი, ავტომატური შეფასების სისტემა და ვირტუალური ასისტენტები. მათ შეუძლიათ დაზოგონ დრო, ასევე გააუმჯობესონ განათლების ხარისხი სტუდენტისთვის უკუკავშირის სწრაფად მიწოდების მეთოდებით. სწორედ, მათზეა მორგებული ონლაინდისკუსიის, შეფასების სისტემის დახვეწის, AI აგენტების ანუ მასწავლებლის ასისტენტების გამოყენების არეალი [5].

ხელოვნური ინტელექტი ეფექტიანად უზრუნველყოფს სრულყოფილი მონაცემების საფუძველზე მიღებული გადაწყვეტილებების ანალიზს **რთული ეკონომიკური** და **სოციალური გამოწვევებისთვის.**

ამ მიმართულებით აუცილებელია მუდმივი განვითარება, ტრენინგების ჩატარება. ასევე, აუცილებელია ინვესტიციები ინოვაციურ საგანმანათლებლო რესურსებში, უმაღლეს განათლებაში AI-ის შეუფერხებლად ინტეგრირებისთვის.

ლიტერატურა

1. Higher Education Sustainability Initiative. (2024). *Futures of higher education and artificial intelligence action group – Concept note* (pp. 1–4). Tokyo, Japan: United Nations University. Retrieved July 2, 2024.
2. Goderdzishvili, N. (2021). *Artificial intelligence: Essence, international standards, ethical norms and recommendations* (pp. 10–37). Tbilisi: Institute for the Development of Freedom of Information (IDFI).
3. Chelidze, Z. (2022). *National indicators of Sustainable Development Goals (SDGs) and the 2024 Georgian Population Census* (pp. 25–31). Tbilisi: United Nations Population Fund (UNFPA).
4. Bendianishvili, N. (2024). The role of cybersecurity in the innovative development of digital products and services. *Economics*, *106*(6–8), 23–26.

5. European Union. (2024). *Ethical guide for education professionals on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning* (pp. 15–38). Tbilisi: Education and Research Center, European Union Delegation to Georgia.

UDC 004.8:378.4. 338.45
SCOPUS CODE 2001
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-224-230

The Potential of Artificial Intelligence (AI) Technologies in Higher Education and Its Impact on Sustainable Economic Development

Nino Bendianishvili Department of Engineering Economics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: bendianishvili.nino@gtu.ge

Reviewers:
R. Shengelia, Professor, Faculty of Engineering Economics, Media Technologies and Social Sciences, GTU
E-mail: r.shengelia@gtu.ge
Sh. Veshapidze, Associate Professor, Faculty of Economics and Business, TSU
E-mail: shota.veshapidze@tsu.ge

Abstract. The paper discusses such a pressing issue of the modern period as the role of artificial intelligence (AI) in higher education and based on the interdependence of this context, presents their connection with the UN Sustainable Development Goals.

It is worth noting and emphasizing the frequency of use of AI tools in higher education after the Covid-19 pandemic. This means, that more effective forms of teaching methods adapted to the requirements of higher education are gradually being developed. The necessary conditions for empowering teachers to use artificial intelligence in the development of students' skills and competencies, which emphasizes sustainability, are being introduced. During this period, a significant change has occurred in the educational landscape, which has led to the adoption of innovative technologies to meet the requirements of higher education. In this context, artificial intelligence has emerged as a tool not only for improving teaching methods, but also for integrating sustainability concepts. This focus highlights the fundamental role of this technology and its impact on promoting quality education, which contributes to the implementation of the Sustainable Development Goals.

Keywords: Artificial intelligence; Digital literacy Higher education; Educational landscape; Intelligent behavior; Sustainable development goals; Technological solutions.

განხილვის თარიღი 19.03.2025
შემოსვლის თარიღი 20.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 332-1
SCOPUS CODE 2001
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-231-243

The External Relations of the Region and the Role of the Transport Complex in Ensuring their Success

Marina Metreveli Department of Tourism and Marketing, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: metrevelimarina11@gtu.ge

Reviewers:
L. Kochlamazashvili, Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: l.kochlamazashvili@gtu.ge
M. Chechelashvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: m.chechelashvili@gtu.ge

Abstract.

In the second half of the 18th century, A. Smith noted: "Since water transport opens up wider markets for any industry than those accessible only by land transportation, it is on the sea coasts and along the full-flowing rivers that any sphere of production naturally begins to be subdivided and improved, and often it does not take long for these improvements to spread to the interior of the country." In this section, based on theoretical analysis, we will determine the contribution of the transport complex to ensuring the region's external relations. Numerous theories developed by researchers provide theoretical justification for the transport complex's role in regional economic development and the formation of its external economic relations. These theories can be categorized based on their scope of application, initial premises, use of mathematical tools, and other factors. In this study, we will consider the presence of a center of economic activity in the region as the foundation for classification. The first group represents the classical German school of spatial placement, which assumes a particular center of regional economic activity.

Keywords: Cargo movement; Plant location; Relations of the region; Transport complex.

Introduction

The task of this work is to determine the role and place of the transport complex in the region's development of external relations. For this purpose, the following issues were comprehensively discussed and resolved: (i) regional relations, (ii) transport complex, (iii) cargo movement, and (iv) movement of enterprises.

Methodology. During the research, the author was guided by the theoretical provisions and methodological principles of economic science. During the work

process, works by Georgian and foreign scientists, as well as materials from scientific conferences and periodicals, were utilized. As for the research methods, the dissertation uses methods, techniques, and logical techniques of economic analysis, including comparative financial analysis, grouping, observation, correlation, and system analysis.

The author formulates the conclusions and recommendations presented in this work based on an analysis of the research results on the functioning of the transport system in various fields, including engineering, food production, and service provision.

The **significance of the topic** is evident in the fact that even economists from past centuries recognized the crucial role of transport in the smooth functioning of the economy. Today, in an era characterized by advanced transport systems, having a well-developed transport network is essential and profitable for any industry. The contribution of the transport complex to facilitating the region's foreign relations is significant, as it encompasses not only land transport but also rail, water, and air transport.

Main Part

The importance of transport in facilitating the region's economic ties is emphasized in the works of J. Thünen, V. Laundhardt, A. Weber, A. Lesch, and V. Christaller. The formation of the spatial distribution theory, which underpins theories of interregional and international trade, is typically associated with the publication in 1826 of Johann Heinrich von Thünen's book, "The Isolated State in Its Relation to Agriculture and National Economy." This foundational work identifies patterns in the distribution of agricultural production. In his initial studies, J. Thünen posited the existence of a state economically isolated from the rest of the world, within which a central city serves as the sole market for agricultural products. The price of each product at any point varies from its price in the city by the amount of transportation costs, which are considered directly proportional to the weight of the cargo and the distance transported. J. Thünen demonstrated that the optimal scheme for placing agricultural production is a system of concentric circles (belts) of varying diameters around the central city, delineating zones for different types of agricultural activities. The higher the yield (productivity), the closer the production should be to the city. Conversely, the more expensive a product is per unit of weight, the farther it is advisable to place it from the city. Consequently, the intensity of farming decreases with distance from the city. Building on agricultural standards, J. Thünen established the key provisions of the theory of land rent based on location. The German scientist premised that the price of a product is independent of its production location. Therefore, land rent is determined by the savings on transportation costs for farms located closer to the center. The highest rent is found in the first ring, with rent decreasing as the distance from the center increases. The lower the transportation costs for delivering agricultural products, the higher the land rent will be. J. Thünen generalized the study of land rent and used it as a basis for further expanding the prerequisites and including external territories.

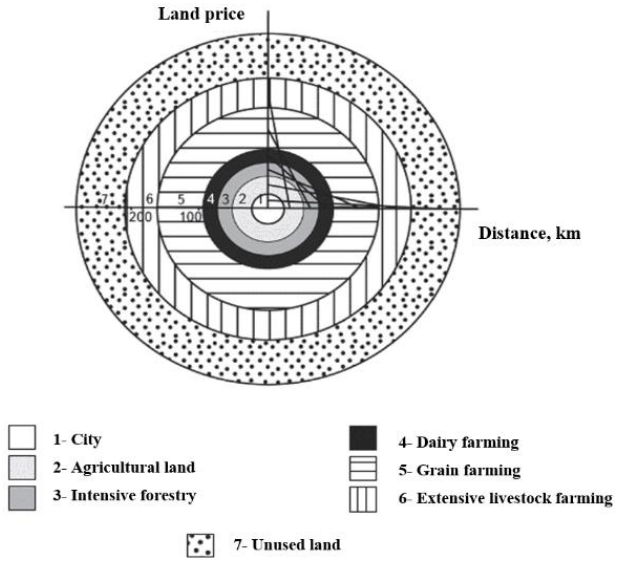


Fig. 1. Zones ("rings") of J. Thünen's agricultural "Standort"

ISSN 1512-0996
www.shromebi.gtu.ge

V. Launhardt builds on J. Thünen's theory of spatial organization in the economy. The primary contribution of the German scientist V. Launhardt, whose notable work "The Practice of Effective Placement of Enterprises" was published in 1882, is a method for determining the optimal location of an industrial enterprise about sources of raw materials and the market for product sales.

This study was not initially restricted to the boundaries of a single state. Transportation costs are the crucial factor in production location for both V. Launhardt and J. Thünen. Production costs are assumed to be uniform across all sites within the study area.

The optimal site for the enterprise is affected by the weight ratios of the transported goods and the distances involved. To tackle this challenge, V. Launhardt developed a method known as the weight (or location) triangle. Among the three proposed sites for the plant, the optimal one is the one that minimizes transportation costs (Fig. 2).

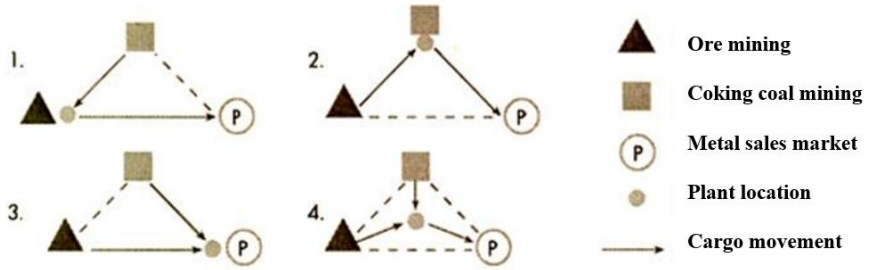


Fig. 2 illustrates the options for placing a metallurgical plant ("Location triangle") as described by Launhardt.

The main work of the German economist and sociologist Max Weber, "On the Location of Industry: Pure Theory of the Location of Industries," was published in 1909. The scientist set himself the task of creating a universal theory of production location based on the consideration of an individual enterprise. He made a significant step forward compared to J. Thunen and W. Launhardt, introducing new factors of production location into the theoretical analysis, in addition to transport costs, and setting a more general optimization problem: the minimization of total production costs, rather than just transport. The optimal location of production will be a place where total production costs are lower than in another. A. Weber leaves three factors: costs of raw materials, labor costs, and transport costs. However, the first of these - the difference in prices of the materials used - can be expressed in terms of differences in transport costs, which should be excluded from independent analysis. He considers all other conditions, including the location of the enterprise, as a particular "united agglomeration force", or the third standard factor. Thus, ultimately, three factors are analyzed: transport, labor, and agglomeration.

1) Transport orientation. According to A. Weber, the amount of transport costs depends on the weight of the transported goods and the distance of transportation. Under the influence of transport costs, an industrial enterprise will be attracted to a location where, considering the proximity of the consumer center and sources of raw materials, transport costs are minimized. This point is the transport standard (transport point). To find it, V. Launhardt's weight (location) triangle is used.
2) Work orientation. Taking into account the differences in labor costs, a work point is determined, i.e., a point with the lowest working costs. The work point will attract production to itself, resulting in either production remaining at the transport point or moving to the work point. Such a move can occur when the savings on labor costs at a given point cover the excess in transport costs

due to the relocation of production. To determine this, taking into account the combined influence of transportation costs and the labor force, A. Weber resorts to constructing so-called isodaplines, which have the following meaning. Increases in transportation costs, caused by the movement of production from a transport point to a work point, increase with distance from the transport point, and more or less uniformly in any direction of distance. Therefore, in each direction, there must be points for which increases in transportation costs (or deviation costs) will be the same. A. Weber calls the lines connecting these points of identical deviation costs isodapanes (Figure 3).

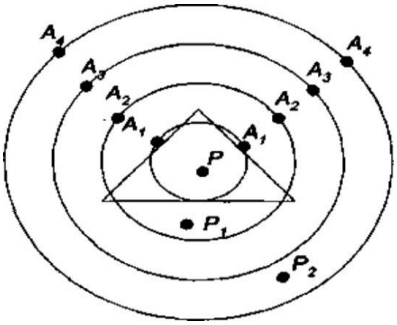


Fig. 3. Transport and work points in A. Weber's model
(Source: Compiled by the author)

Suppose a given work point is located inside its critical isodapana. In that case, moving production from a transport point to a work point is advisable; if it is outside, it is inadvisable. Thus, if the critical isodapana for work point P1 is curve A3, then the enterprise is most rationally located at transport point P. If the critical isodapana is A4, then the location will be more advantageous for a new enterprise.

1) Agglomeration orientation. A. Weber analyzed the influence of agglomeration factors on the placement of an industrial enterprise, based on an assessment of changes caused by agglomeration processes in the optimal production placement scheme obtained through transport and work orientations.

International seaport hubs are considered economic entities of individual enterprises, the location of which is determined by various factors, including the transportation of goods circulating in global trade, the availability of labor attracted to port facilities, and the development of industrial activity within the port.

Lösch made a further contribution to the development of the German school of standort theory. It significantly expands the range of factors and conditions considered in the placement of enterprises and their combination (taxes, duties, effects of monopolies and oligopolies, etc.). It analyzes the situation of firm placement in competitive conditions, when the choice of location is determined not only by each firm's desire to maximize profits, but also by the increase in the number of firms filling the entire market space. Accordingly, in spatial pricing, individual firms must adjust prices to protect their market from penetration by other firms. A. Lösch proved the optimality of the hexagonal placement of firms at the vertices of regular hexagons. A. Lösch considers an economic region as a market with boundaries determined by interregional competition. The ideal shape of a region is a regular hexagon. He analyzes several types (levels) of regions, including market zones defined by the radii of competitive sales of the corresponding types of products, and the economic landscape, which is the highest level of region uniting market zones.

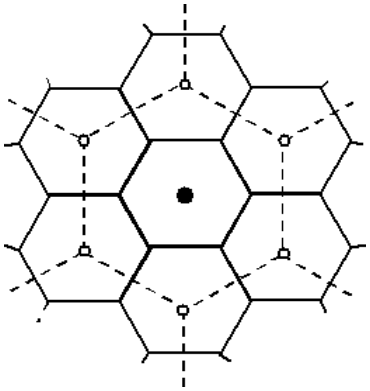


Fig. 4. Economic landscape according to A. Lesch
(*Source: Compiled by the author)*

ISSN 1512-0996
www.shromebi.gtu.ge

The German scientist gave a detailed description of the market functioning of the system of producers and consumers, where each economic variable is tied to a specific point in space. The primary elements of the equilibrium model's equations are the demand and cost functions. The state of equilibrium, according to A. The following conditions characterize Lösch:

A. The location of each firm has the maximum possible advantages for producers and consumers;
B. firms are located so that the territory is fully used;
C. There is equality of prices and costs (no excess income);
D. All market zones have a minimum size, represented by a hexagon.

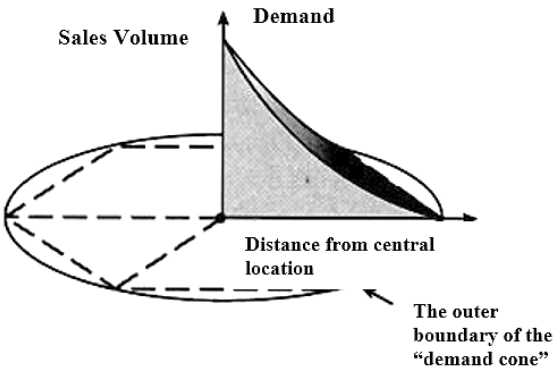


Fig. 5. Schematic representation of the market model according to A. Lösch (*Source: Compiled by the author)*

In their work, Marina Metreveli and Tina Dolidze emphasize the role of ports in a region's economic development. In the Middle Ages, a city located far from a port could develop only if neighboring cities left a relatively large source of agricultural supply unused. (Metreveli & Dolidze, 2024)

Separately, Pollak W., Wiebenson W. singled out "funnel cities" - transport hubs that are crucial in the transportation network, serving as entry points for commodity and material flows. Often, the formation of these funnel cities was determined by natural factors, such as the presence of mountains, rivers, and continuous coastlines. However, it can also be due to technological factors, including the infrastructure necessary for the transshipment of cargo from one mode of transport to another, as well as tunnels, bridges, and other related elements. In this case, goods will pass through the gates only if there is a large market zone on the other side. As examples of such transit cities, A. Lesch singles out Bratislava and Vienna: "Vienna is a three-wing gate leading to the Bohemian Basin (Czech Republic), surrounded by Hungary and southern Germany." (Pollack & Wiebenson, 2020)

If the barrier separates not only different markets but also territories where different modes of transport dominate, the transit city will act as a transfer point or hub. A. Lesch separately considers international commodity flows, using grain as an example. The transportation routes chosen by businesses served as the basis for justifying the location of transportation infrastructure facilities in the early 20th century. The choice of location for an international seaport, according to A. Lesch should be based on a comparison of land and sea transport rates.

Tamar Barnov, Marina Metreveli, and Tornike Antidze developed Lesch's ideas. In 1924, their scientific paper was published, in which the theory of the functions of a system of settlements (central places) in a market space was first outlined.

By central places, Georgian researchers refer to economic centers that provide goods and services not only to their population, but also to residents of neighboring settlements (sales zones). According to Barnov, Metreveli, and Antidze, service and sales zones tend to form regular hexagons over time, and the entire territory is composed of a set of hexagons. This allows minimizing the average distance for selling products and the distance that residents of the region must cover to make purchases and/or receive services. (Barnov, Metreveli, & Antidze, 2024)

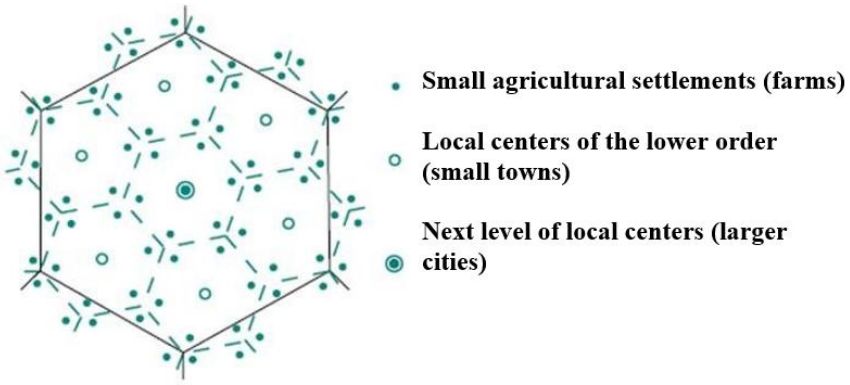


Figure 6. Layout of central places according to V. Christaller (*Source: Compiled by the author)*

Aschauer David explains why some goods and services should be produced and provided in all populated areas (essential goods), some in medium-sized populated areas and small towns (such as clothing and essential household services), and others in large cities (luxury goods, museums, theaters, etc.).

In the mid-20th century, alongside changes in the geopolitical situation, economic geography underwent a new phase of development. The classical theory was replaced by the concepts of "regional science" based on the methods of mathematical modeling and spatial analysis. (Aschauer, 2018)

The second group is represented by modern theories that form the basis of the so-called New Economic Geography, including A. Dixit, D. Stiglitz, E. Markusen, P. Krugman, M. Fujita, E. Venables, J.-F. Thisse, and W. Isard.

New Economic Geography (NEG) is a type of economic analysis that aims to explain the spatial structure of the economy by constructing models where increasing returns occur under conditions of imperfect competition. It is generally accepted that the first models of competition, which allowed for increasing returns to scale in production, were developed within the framework of the theory of industrial markets. The theory of industrial markets emerged as an independent scientific and applied field in the 1930s and 1960s. (Clark, 1942)

The fundamental difference between the economics of industrial markets and many other areas of the economy lies in the proximity of the subject of study to reality. The economics of industrial markets studies a non-extreme version of a market with perfect competition, as W. Shepherd put it, which is essential for a small sector of the modern economy. The analysis focuses on markets with imperfect competition, including various oligopolistic and monopolistic structures, markets characterized by monopolistic competition, and the so-called contestable markets, among others. In its most general form, the theory of industrial markets is an area of theoretical and applied research that analyzes the economy and the organization of various industrial sectors within the modern economy, including the service sector, as well as the market structures formed within them. This reflects the position of J. Tirole, who emphasizes the need to study the functioning of markets and their inherent market structures. However, there is a broader approach to this. According to it, the economy of industrial markets, while indeed having as its main task the study of market functioning, the interaction of markets and enterprises, also studies essential aspects of state economic policy related to market management and market structures. Among these are the analysis of policies that support competition and regulate the activities of monopolies, including natural ones, as well as industrial, technological, and innovation policies, along with several other aspects of state regulation.

The port industry, which unites entities located in different countries, confirms the basic postulates of the theory of industrial markets through its development. Free competition of sea ports, the effect of returns to

scale from commercial activity, characterizes this industry as a typical object for research tools. The traditional theory of industrial markets was based on the central paradigm (put forward in the 1930s and formed in the 1950s) "structure - conduct – performance" (Structure - Conduct - Performance), which initially proceeded from the cause-and-effect relationship between the market structure, the market behavior of enterprises and the performance of markets/enterprises. In the view of the authors of this paradigm, E. Mason and D. Bain, the economics of industrial markets, which involves developing standards for the effective operation of companies, serves to substantiate recommendations for improving the activities of firms and increasing their performance.

Continuing this argumentation and taking into account modern realities, it can be added that the economics of industrial markets equip both business and the state with the knowledge and experience necessary for making effective decisions, which enables them to succeed and prevail in modern, intense competitive battles in national and global markets. Addressing the question of the significance of this theory, W. Shepherd notes that the economy of industrial markets studies problems that determine the most critical conditions of economic life, being at the center of financial struggle and progress.

The works of A. Dixit and D. Stiglitz had a significant influence on the development of new economic geography.

In 1977, scientists developed a model to describe monopolistic competition, aiming to understand the existence of monopoly power and the increasing returns that generate this power. P. Krugman developed the model and created, based on it, the concept of monopolistic competition, where the equilibrium of prices in conditions of increasing returns to scale and the monopoly of each firm in its market is determined by the free access of other firms to the market, for which he received the A—Nobel Memorial Prize in Economics in 2008.

The final formulation of the NEG was presented in the book by M. Fujita, P. Krugman, and E. Venables, titled "The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade."

The central place in the theory of new economic geography is given to:

1) trade costs;
2) costs of production factors and their mobility;
3) size and accessibility of the market;
4) characteristics of the structure of competition in regional markets;
5) The quality and size of the labor market.

P. Krugman, M. Fujita, and E. Venables in their work applied the model developed earlier by A. Dixit and D. Stiglitz in 1977.

The demand function for the product is directly determined by the price of the product itself, pi, and the prices of other products, which describes the total income of consumers. The expression in the denominator of the second equation can be interpreted as a general price index. (Metreveli & Ramishvili , "Globalization and ways of booking services for tourists", 2024)

This function is used in models of monopolistic competition, where firms produce slightly different products at a price that exceeds marginal costs. The number of firms (n) is endogenous and is determined from the condition of zero profit. The model proposed by P. Krugman can be adapted to the port industry. The cargo owner almost always has a choice of a transshipment port, characterized by its tariff system and the set of services it offers. Based on his preferences and commercial capabilities, he selects a port among competing options.

The key idea of the NEG is that the economic space is formed as a result of the interaction of centripetal and centrifugal forces. Under the influence of factors such as the costs of interaction between economic agents, increasing returns to scale, market size, and product variety, a polarized spatial structure of the economy is formed.

Among the representatives of the School of Economic Geography, it is necessary to note A. Granberg. He made a significant contribution to the development of regional economics theory and is rightfully considered the founder of the school of spatial intersectoral studies. It is he who owns the methodology for substantiating infrastructure facilities servicing the flows of goods in international trade. The intensity of freight and passenger traffic assesses the feasibility of constructing a facility that flows through it.

Currently, among scientists and practitioners, there are two distinct views on the impact of port activities on a region's economic development. The prevailing view is that ports contribute to the economic development of an area and have a multiplier effect on the growth of related industries. Another group of researchers believes that ports primarily respond to the growing demand for handling freight flows. In our opinion, there is a direct interdependence between the development of the regional economy and the development of the port. Cities with a port have a competitive advantage. The study examined the impact of ports on regional development (Table 1).

Nature of influence	***Positive***	***Negative***
Direct	-Economic activity of the port as an enterprise (taxes); -Creation of jobs.	- Impact on the environment
Indirect	-Creation of prerequisites for the placement of production in the region; -Formation of related industries, including additional logistics services.	- Load on the road network (deterioration of the road surface)
	- Changes in market availability and sales resources.	

Table 1. The impact of ports on the economic development of the region (*Source: Compiled by the author)*

Let us consider these components in more detail.

1. Economic activity of the port as a taxpayer. (Bierman & Smidt, 2024)

As a result of economic activity, seaports generate income, part of which is subject to payment to the national budget in the form of income tax. The amount of income tax varies by country, but, as a rule, is subject to payment to the federal budget everywhere. Financial resources can be returned to the region where the port is located through inter-budgetary transfers or targeted subsidies for the implementation of socially significant facilities.

2. Creation of related industries (additional logistics services). (Drezen & Stern, 2017)

In addition to direct loading and unloading operations, ports can provide services for cargo storage, batch assembly, customs clearance, further transportation, and other related activities. The creation of added value in the port is often associated with the concept of port-centric logistics.

Port-centric logistics encompasses a range of services related to the transportation and delivery of goods directly to and from port terminals. Port terminals handle three types of cargo flows: import, export, and transshipment (transshipment, mainly container cargo). To achieve maximum efficiency, this activity is conducted in pre-port zones. Below is a diagram illustrating the types of logistics services available at the terminal by cargo direction.

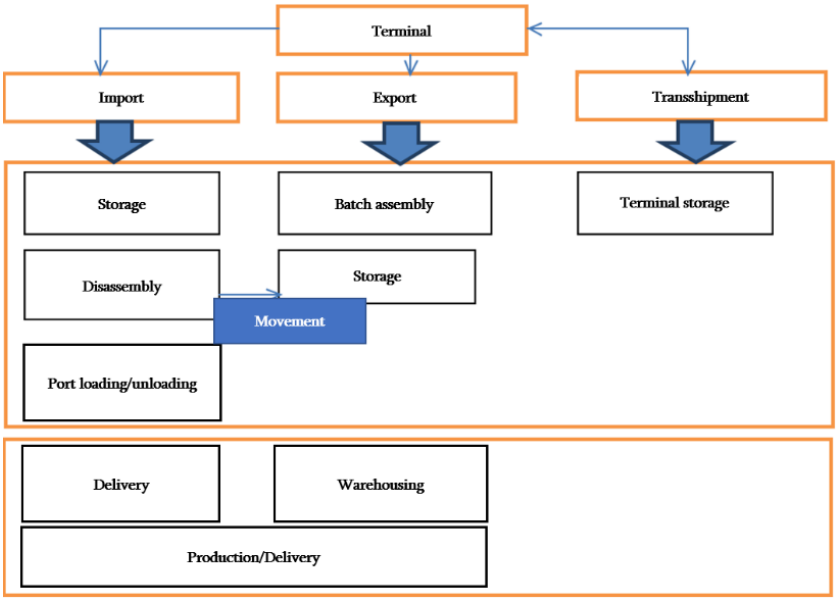


Fig. 7. Types of logistics services in the terminal by cargo direction
(Source: Compiled by the author following the source (Johnston & DiNardo, 2024)

Thanks to the development of port-oriented logistics, additional value is created for the stevedoring services provided by ports, resulting in an increased tax base and job creation in the region.

1. Job creation.

According to the OECD, a 1 million tonne increase in port cargo turnover generates an average of 300 new jobs (European Commission, European ports: An engine for growth, 2012; Ferrari, C., Ports and Regional Development: A European Perspective, OECD Regional Development Working Papers, 2012).

A study conducted by the OECD group led by C. Ferrari also confirms the direct relationship between port cargo turnover and employment levels. The researchers conclude that in a region with an economically active population of 1 million, a one million-tonne increase in port cargo turnover will, in the short term, lead to a rise in employment in the port's cargo concentration zone of 400-600 people. In the long term, the impact is even more significant, potentially resulting in the creation of an additional 7,500 new jobs. The report concludes that the effects of port throughput on job creation also depend on the institutional characteristics of specific ports, with privately owned ports exerting a more significant influence on regional employment than publicly operated ones. However, it is essential to note that the influence of ports on regional employment tends to diminish with the advancement of information technology and the introduction of capital-intensive port equipment.

2. Improving market accessibility.

The reduction in transport costs resulting from port activities enables local producers to procure resources on the world market at lower prices, specialize in industries where the regional economy has a competitive advantage, and access new markets at lower costs. However, if local producers are inefficient, the establishment of a port could, especially in the short term, lead to a decline in local production and an increase in unemployment due to the decreased costs of imported goods. P. Rietveld and P. Nijkamp illustrate the ambiguous impact of transport infrastructure modernization on the regional economy. As an integral part of the regional transport infrastructure, seaports

are included in this framework. The construction or modernization of infrastructure yields positive outcomes for rapidly growing regions and areas greatly benefiting from the scale of production, such as large cities.

3. Establishing prerequisites for locating production in the region.

Ports serve as attractive locations for developing industrial clusters, which have a direct impact on the regional economy. E. Markusen distinguishes four types of industrial districts: (Markusen A. Sticky places in slippery space: A typology of industrial districts / Economic geography - Jul 1996, 72, 3, p. 293)

- Marshallian industrial districts;

These regions are characterized by a business environment formed by small, local companies, with decisions regarding investments and production scale made locally. The labor market is highly mobile, and employees move within the region from one company to another. Within the Italian type of cluster, which complements the Marshallian type, companies operating in the region interact purposefully, exchanging information, production plans, and other relevant details to enhance flexibility in economic activity and mitigate problems of overproduction. A classic example of a Marshallian industrial cluster is found in northern Italy, specializing in the production of design, furniture, and ceramics. (Dijkstra, 2019)

- "Hub and spoke" industrial districts;

These districts form regions in which key companies act as anchors, or hubs, of the regional economy, creating production chains with surrounding supplier firms, known as spokes. Examples include cities such as Seattle and New Jersey in the USA, Toyota City in Japan, Ulsan and Pohang in South Korea, and São José dos Campos in Brazil. The labor force is mobile, but to a lesser extent compared to Marshallian industrial districts; employees tend to be loyal primarily to larger companies within the region.

- Satellite;

In satellite clusters, large enterprises dominate the business structure, with decisions regarding production scale and investments made outside the region. These enterprises often function as branches of transnational companies (TNCs). Resources are primarily sourced externally, with minimal agreements with local suppliers and few orders placed within the region. Personnel exchanges are common between subsidiaries and the head office, but not within the local area. (Weisbrod & Weisbord, 2017)

Examples of such clusters in the United States include Elkhart (automotive components manufacturing) and Gumi (textiles and electronics) in South Korea, as well as Manaus (transport and logistics).

- State-owned;

In a classic state-owned industrial district, the core is a public or non-profit enterprise, such as a military base, a military weapons plant, a weapons testing center, a university, a prison complex, or a government district. The business structure and spatial placement of the cluster are determined not by the economic decisions of private firms, but by political will. A state-owned industrial district is, in many ways, similar to a hub-and-spoke structure, with the city-forming enterprise having several connections to the regional economy, much like satellite clusters. The labor market will vary depending on the type of enterprise: military plants operate in a local and regional market, while universities and research centers serve a national market. Two factors will determine the long-term development of a region of this type:

(1) the development prospects of the parent enterprise and

(2) the extent to which the city-forming enterprise stimulates growth within the region by supporting local suppliers, promoting the development of small and medium businesses, and creating demand for labor and other factors of production in the regional economy.

Examples in the United States include Santa Fe, Albuquerque, San Diego, and Colorado Springs, which have experienced growth due to the presence of military bases, academies, and laboratories. Other

notable examples are Los Angeles, Silicon Valley, and Seattle, which have benefited from the presence of weapons factories. Additionally, cities such as Madison, Ann Arbor, Sacramento, Austin, and Boulder have seen growth due to the presence of state universities. A notable feature of modern ports is the development of industrial zones in pre-existing port areas. Almost all major ports in Europe currently have plans for territorial development. These include the ports of Antwerp, Rotterdam, Hamburg, Wilhelmshaven, Bremerhaven, Le Havre, and in the Baltic Sea, Gdańsk, Riga, Hamina-Kotka, Klaipėda, Ust-Luga, and the Port of St. Petersburg, among others.

4. Environmental impact.

The following environmental impacts of port development are distinguished:

- impact on the coastal ecosystem, fish and mammal populations;
- impact of dredging operations on water currents and water circulation;
- impact on water runoff and groundwater;
- reduction of nitrogen-retaining marshland;
- soil pollution;
- release of pollutants deposited in bottom sediments;
- emissions into the atmosphere from the port and transport activities;
- emissions into water from the port and transport activities;
- accidental spills from cargo, bunker fuel, and other liquids from ships;
- noise;
- visual "pollution of the environment" (appearance, night lighting).

We classify this impact as a direct negative impact of port activities. The above factors should be considered in the environmental impact assessment when determining the construction of a port. (Metreveli & Dakhva, 2022)

5. Load on the road network (deterioration of the road surface).

The load on the regional road network can be attributed to an indirect negative impact. This circumstance is related to the fact that a significant portion of the cargo from the port is exported by road transport. (Metreveli & Ramishvili, From the series of monographs "Globalization and Modern Challenges of Business", 2023)

On trucks, which have a destructive impact on the road surface. For example, in 2015, 56.7% of the hinterland container cargo was exported from the port of Hamburg by road transport, while 41% of the cargo was transported by rail.

Conclusion

In this paper, we considered classical and modern theories of the spatial distribution of economic activity. The key role in determining the location of the enterprise (i.e., the category of place) is played by the category of distance. This requirement is best satisfied by the effects of connections that can be measured in terms of transport costs. Thus, the transport complex has a direct impact on the regional economy.

We determined that the seaport has a direct impact on the region's development. How maritime transport enterprises have an ambiguous effect on regional development: their influence can be both direct and indirect, with both positive and negative, as well as vague, consequences. At the same time, from the perspective of spatial geography, the deepening of globalization and the action of centripetal forces on economic entities have led to ports being characterized by an attractive location for the establishment of industrial production enterprises.

References

1. Aschauer, D. (2018, September). *Is the public capital stock too low? Example for productivity: Building infrastructure*.
2. Barnov, T., Metreveli, M., & Antidze, T. (2024). *Customer demands in accommodation facilities in the direction of Georgian culture*. Tbilisi: Georgian Technical University. https://doi.org/10.36073/978-99
3. Bierman, H., & Smidt, S. (2024). *The capital budgeting decision: Economic analysis and financing of investment projects*. New York, NY: Macmillan Publishing Co., Inc.
4. Clark, C. (1942). *Regional and urban location*. New York, NY.
5. Dijkstra, E. W. (2019). A note on two problems in connection with graphs. *Numerische Mathematik*, (1).
6. Drezen, J., & Stern, N. (2017). The cost–benefit analysis. In A. Auerbach & M. Feldstein (Eds.), *Handbook of public economics* (Vol. II). Amsterdam, Netherlands: North-Holland.
7. Johnston, J., & DiNardo, J. (2024). *Econometric methods*. New York, NY: McGraw-Hill Companies, Inc.
8. Metreveli, M., & Dakhva, V. (2022). Study of the development prospects of ferry services in Georgia and its importance in the maritime, logistics, and tourism industries. In *Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference "Problems of Sustainable Development of the Marine Industry" (PSDMI-2021)*. Retrieved from https://ksma.ks.ua/?page_id=2114 and https://ksma.ks.ua/wp-content/uploads/2021/11/PSDMI-2021.pdf
9. Metreveli, M., & Dolidze, T. (2024). Comparative analysis of marketing communication strategies in the hotel industry: A study of Georgia, Armenia, and Azerbaijan. In *Proceedings of the International Tourism Congress (ITC)*. Tbilisi: Georgian Technical University.
10. Metreveli, M., & Ramishvili, L. (2024). Globalization and ways of booking services for tourists. In *XV International Tourism Congress, EsACT – School of Public Management*. Tbilisi. ISBN 978-972-745-334-4. Retrieved from http://hdl.handle.net/10198/19858
11. Metreveli, M., & Ramishvili, L. (2023). *Globalization and ways of booking tourism services*. Tbilisi: Georgian Technical University. https://doi.org/10.36073/978-9941-28-963-7
12. Pollack, M., & Wiebenson, W. (2020). *Solution of the shortest-route problem*. Vienna, Austria: Ops.Res.
13. Weisbrod, G., & Weisbord, B. (2017). Assessing the economic impact of transportation projects: How to select the appropriate technique for your project. *Transportation Research Circular (No. 477)*.

UDC 332-1
SCOPUS CODE 2001
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-231-243

რეგიონის გარე ურთიერთობები და სატრანსპორტო კომპლექსის როლი მათი წარმატების უზრუნველყოფაში

მარინა მეტრეველი ტურიზმისა და მარკეტინგის დეპარატმენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: metrevelimarina11@gtu.ge

რეცენზენტები:

ლ. კოჭლამაზაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: l.kochlamazashvili@gtu.ge
მ. ჩეჩელაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: m.chechelashvili@gtu.ge

ანოტაცია. XVIII საუკუნის მეორე ნახევარში ა. სმიტი აღნიშნავდა: „რადგან წყლის ტრანსპორტი, იძლევა ახალი ბაზრების ათვისების შესაძლებლობას ნებისმიერი ინდუსტრიისთვის, ვიდრე ეს სახმელეთო ტრანსპორტით არის ხელმისაწვდომი, წარმოების ნებისმიერი სფერო ბუნებრივად იწყებს დანაწევრებას და გაუმჯობესებას, ზღვის სანაპიროებისა და მდინარეების გასწვრივ. ამ ნაწილში, თეორიული ანალიზის საფუძველზე, განვსაზღვრავთ სატრანსპორტო კომპლექსის წვლილს რეგიონის საგარეო ურთიერთობების უზრუნველყოფაში. მრავალი მკვლევარი იძლევა თეორიულ დასაბუთებას სატრანსპორტო კომპლექსის როლის რეგიონულ ეკონომიკურ განვითარებაში და გარე ეკონომიკური ურთიერთობების ჩამოყალიბებაში. ეს თეორიები შეიძლება დაიყოს მათი გამოყენების ფარგლების, საწყისი წინაპირობის, მათემატიკური ხელსაწყოების გამოყენებისა და სხვა ფაქტორების მიხედვით. სტატიაში განვიხილავთ რეგიონში ეკონომიკური საქმიანობის ცენტრის არსებობას, როგორც კლასიფიკაციის საფუძველს. პირველი ჯგუფი წარმოადგენს სივრცითი განლაგების კლასიკურ გერმანულ სკოლას, რომელიც ითვალისწინებს რეგიონული ეკონომიკური აქტივობის კონკრეტულ ცენტრს.

საკვანძო სიტყვები: რეგიონული ურთიერთობები; სატრანსპორტო კომპლექსი; საწარმოების გაადგილება; ტვირთის გადაადგილება.

The date of review 7.04.2025
The date of submission 25.04.2025
Signed for publishing 25.09.2025

UDC 627.8:004.8
SCOPUS CODE 2105
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-244-254

მდინარეების წყლის შემოდინების პროგნოზირება ხელოვნური ინტელექტის საშუალებით

გურამი მირინაშვილი ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: guram.mirinashvili@gse.com.ge

რეცენზენტები:
ი. გორდიაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: gordiashviliirakli02@gtu.ge
თ. ჯიქია, სტუ-ის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: tamar.jikia@gse.com.ge

ანოტაცია. ბოლო პერიოდში ხელოვნური ინტელექტის როლი მკვეთრად გაიზარდა ადამიანების საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში. განსაკუთრებით აქტიურად ხდება მისი ჩართვა მანქანურ საქმიანობებში, სადაც, სტატისტიკური მონაცემების ანალიზის საშუალებით, შესაძლებელია მომავლის განსაზღვრა. ერთ-ერთი ასეთი მიმართულება მდინარეების შემოდინების პროგნოზირებაა, სადაც სტატისტიკის ანალიზი პირდაპირ კავშირშია მომავლის სწორად განსაზღვრაში.

ხელოვნური ინტელექტის დანერგვას ძალიან დიდი სარგებლის მოტანა შეუძლია წყლის რესურსებისათვის. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ უმეტეს პროგრამებში ხელოვნური ინტელექტის შეცდომები ანუ მისი შედეგების არასწორი ინტერპრეტაცია კატასტროფულ შედეგებს არ იწვევს. სანამ ისინი აკმაყოფილებენ მათზე დაკისრებულ უმეტეს მოთხოვნებს, ზოგიერთი წარუმატებლობა საზიანო არ არის. წყლის რესურსების საკითხი, როგორც წესი, უფრო მგრძნობიარეა, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც საქმე წყალდიდობას და გვალვას ეხება. ნაშრომში აღწერილია წინა გამოცდილება ხელოვნური ინტელექტის წყლის რესურსებზე გამოყენების შესახებ, ხაზს უსვამს მათ უპირატესობებს, ზღვრებს და საფრთხეებს.

საკვანძო სიტყვები: მდ. ენგური; მდინარის შემოდინების პროგნოზირება; ტეტისი; ხელოვნური ინტელექტი.

შესავალი

21-ე საუკუნეში არის იშვიათი ფიზიკური მოვლენა, რომლის განმარტება, გადმოცემა ფორმულირებით ან ფორმულირებათა ერთობლიობით ვერ ხდება. სწორედ ამ იშვიათ მოვლენათა ჯგუფს მიეკუთვნება მდინარეების შემოდინების პროგნოზირება, რადგან მდინარის შემოდინებაზე არათუ ერთი ფიზიკური მოვლენა, არამედ, უმეტეს შემთხვევაში, მოვლენათა კასკადი მოქმედებს. აღნიშნული ფაქტორებია: აორთქლება, ჰაერის მასების მოძრაობა, ნალექების მოვლის ინტენსიურობა, მზის რადიაცია, თოვლის მოცულობა, ყინულის სისქე, მუდმივი და დროებითი მყინვარები, მიწისქვეშა წყლების განაწილება, ზედაპირის ტოპოლოგია, ნიადაგის ტენიანობა, ნისლიანობა, ზღვის დინებები და ა.შ. აღნიშნული კვლევა ჩატარდა მდინარე ენგურის აუზზე, სადაც საქართველოს ჰიდროენერგეტიკის როგორც არსებული, ისე პოტენციური რესურსის 50% მოდის. კვლევის მიმდინარეობის დროს შეიქმნა მდინარის შემოდინების პროგნოზირების პროგრამა ,,Tethys", რომელიც ხელოვნური ინტელექტის ბაზაზე სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებასა და პროგნოზირებას ახდენს.

სამუშაოს დასკვნები ფართოდ გამოიყენება სხვა სფეროებში და გზას უხსნის წყლის რესურსების უფრო იაფ, საიმედო და მარტივ მართვას.

ძირითადი ნაწილი

ჰიდროლოგიური პროგნოზირების სისტემებს აქვს მნიშვნელოვანი მონაცემების მოთხოვნები და ეყრდნობა თითქმის რეალურ დროში ინფორმაციის მიმოსვლას. დიდი წყალშემკრები აუზის შემთხვევაში ასევე საინტერესო შეიძლება იყოს პროგნოზებში თანამგზავრებიდან და/ან მეტეოროლოგიური რადარის სისტემებიდან მიღებული სივრცითი ინფორმაცია. მეთოდოლოგიური თვალსაზრისით, პროგნოზირების სისტემების უმეტესობა ეყრდნობა „ჯგუფური პროგნოზირების" კონცეფციას, რომელიც მოკლედ შემდეგნაირად მოქმედებს:

ა) თითქმის რეალურ დროში გროვდება ნიადაგის მონაცემები;

ბ) სინქრონიულია მეტეოროლოგიური პროგნოზების ჯგუფურობა;

გ) ჰიდროლოგიური მოდელი განახლებულია უახლესი, თითქმის რეალურ დროში ნიადაგის მონაცემებით და მუშაობს მეტეოროლოგიური პროგნოზების ჯგუფის თითოეული წევრისთვის. ამ ფაზაში შეიძლება იყოს დამატებითი ქვესაფეხური, მაგალითად:

• ჰიდროლოგიური მოდელის შიგა მდგომარეობა (მაგ., ნიადაგის ტენიანობა) შეიძლება ხელახლა დაკალიბრდეს, რათა კარგად განახორციელოს უახლესი დაკვირვებული პირობები;

• ჰიდროლოგიური მოდელის საწყისი პირობები შეიძლება დაირღვეს, რის შედეგადაც მეტეოროლოგიური პროგნოზის ჯგუფის თითოეული წევრისთვის რამდენიმე დამატებითი გადაანგარიშება (დაკალირება) იქნება აუცილებელი. ამ ქმედების მიზანია ჰიდროლოგიურმა პროგნოზებმა უკეთ წარმოაჩინოს პროგნოზირებადი ცვალებადობა;

დ) ყველა ჰიდროლოგიური მოდელის შედეგები შეჯამებულია და პროგნოზირებადი ცვალებადობა შეფასებული. ამის განხორციელების რამდენიმე გზა არსებობს, მაგალითად:

• თითოეული მოდელის გაშვება შეიძლება ჩაითვალოს თანაბრად სავარაუდო;

• ჯგუფზე უფრო დახვეწილი ცვალებადობის შემდგომი პროცესორების გამოყენებით;

ე) გამოქვეყნებულია ჰიდროლოგიური პროგნოზები.

ეს შრომატევადი პროცესი შეიძლება განმეორდეს დღეში რამდენჯერმე, როგორც წესი, როდესაც ახალი დაკვირვებები გახდება ხელმისაწვდომი. ყველაფრის გათვალისწინებით, ჰიდროლოგიური პროგნოზირების სისტემების დაყენება და შენარჩუნება შეიძლება ძვირი იყოს, რაც მნიშვნელოვან გამოთვლით რესურსებს და კვალიფიციურ ოპერატორებს მოითხოვს. ხელოვნური ინტელექტის მოწყობილობების გამოყენება მომხიბვლელია, რადგან ნაკლებად მოითხოვს პროგრამული კონფიგურაციისა და მოწყობილობის განახლება-გადაკეთებას. მართლაც, ამ ინსტრუმენტებს აქვს ზემოჩამოთვლილი გ, დ და ე საფეხურების გაერთიანების პოტენციალი. ხელოვნური ინტელექტის მოდელს შეუძლია მოგვაწოდოს მზა ჰიდროლოგიური პროგნოზები პირდაპირ დაკვირვებული და მეტეოროლოგიური პროგნოზის მონაცემებიდან, თავიდან აიცილოს ძირითადი სირთულეები, რომლებიც დაკავშირებულია ტიპური ჯგუფური პროგნოზირების მიდგომასთან. ასევე ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ნაკლოვანებებთან, კერძოდ:

• შედარებით გრძელ ისტორიულ მონაცემთა ბაზის საჭიროება, რომელიც აუცილებელია ხელოვნური ინტელექტის მოდელების მორგებისათვის. ამის მიღება შეიძლება ძალიან რთული იყოს, განსაკუთრებით მეტეოროლოგიური პროგნოზები, რომლებიც საწყის მონაცემებად გამოიყენება.

• ხელოვნური ინტელექტის მოდელების შექმნა, რომელიც ხშირად ჩამოუვარდება კარგად მორგებული ან განაწილებული ჰიდროლოგიური მოდელებით შექმნილ პროგრამებს.

• ხელოვნური ინტელექტის ზოგიერთი მოდელი სტატიკურია, რაც ნიშნავს, რომ ისინი წარსულში ახდენენ დაკვირვების გადმოტანას, მაგრამ არ შეიცავს გრძელვადიან ტენდენციებს (მაგ., კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული).

• ხელოვნური ინტელექტის მოდელების ქცევა ექსტრემალური მოვლენების დროს ძნელი სავარაუდოა.

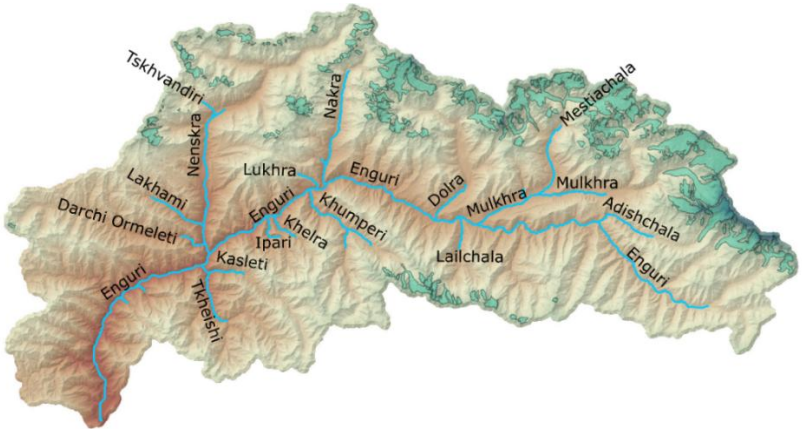
ზემოთ ჩამოთვლილი ნაკლოვანებებიდან ყველაზე პრობლემატურია ხელოვნური ინტელექტის მოდელების ქცევა ექსტრემალური მოვლენების დროს. მართლაც, ხელოვნური ინტელექტის მოდელები ეფუძნება მონაცემებს და განსაზღვრებით ექსტრემალური მოვლენები იშვიათია და წარმოდგენილია ისტორიულ ჩანაწერებში თუ საერთოდ არსებობს. გააანალიზეს მრავალშრიანი პერცეპტრონის (ხელოვნური ნერვული ქსელის ტიპი), დამხმარე ვექტორული რეგრესიისა და უმცირესი კვადრატების მხარდაჭერის ვექტორული რეგრესიის მოდელების ქცევა ექსტრემალური მოვლენების პროგნოზირების ამოცანაში, განმეორების პერიოდებით 10000 წლამდე. აჩვენეს, რომ ეს მოდელები ცუდად იქცევა ტრენინგისთვის გამოყენებული დიაპაზონების მიღმა წარმოდგენილი მონაცემებით. ისინი ასკვნიან, რომ ხელოვნური ინტელექტის მოდელების გამოყენებისას მნიშვნელოვანია, რომ მათი ქცევა კარგად იყოს გაგებული. გარდა ამისა, ეს ეხმარება თუ მოდელები გაწვრთნილია გაურკ-

ვევლობის პროგნოზირებისთვის (ალბათური რეჟიმი), მხოლოდ „საუკეთესო გამოცნობის“ პროგნოზის (დეტერმინისტული რეჟიმი) წარმოების ნაცვლად. თუ გავითვალისწინებთ და შევარბილებთ პოტენციურ ნაკლოვანებებს, ხელოვნური ინტელექტის მოდელები განსაკუთრებით საინტერესო შეიძლება იყოს, როდესაც:

- არსებული კონცეპტუალური ან განაწილებული ჰიდროლოგიური მოდელები არ მუშაობს დამაკმაყოფილებლად (მაგ., კარსტული რეგიონების შემთხვევაში);
- განვითარებისას უნდა იყოს სწრაფი;
- სისტემა უნდა იყოს საკმარისად ადაპტირებადი, რათა ინფორმაცია შეიტანოს სწრაფად მზარდი ნიადაგის ზედაპირის მონიტორინგის ქსელიდან;
- სისტემამ შეიძლება გაიაროს ეტაპობრივი გაფართოება ახალ სფეროებში.

ამ ნამუშევარში გამოყენებულია ხელოვნური ინტელექტის ორი მოდელი, ორივე ალბათური. პარეტოს განუსაზღვრელობის მოდელი გამოიყენება რამდენიმე წლის განმავლობაში, როგორც Tethys პროგნოზირების სისტემის ნაწილი და შეუძლია პროგნოზირებადი გაურკვევლობის ხელახალი წარმოება. ბოლო წლებში ნახტომი მოხდა AI-ს შესაძლებლობებში.

მდ. ენგურის წყალშემკრები აუზის აღწერა და ჰიდროლოგიური ქცევა. მდ. ენგურის წყალშემკრები აუზი მდებარეობს ჩრდილო-დასავლეთ საქართველოში და კავკასიონის მთებიდან (უშგული) შავ ზღვამდე (ანაკლიაში) მოედინება სამხრეთ-დასავლეთით. ნაშრომი ფოკუსირებულია ენგურის კაშხლის ზემო დინების ენგურის წყალშემკრებ აუზზე (სურ. 1). ჯამური 4 060 კმ^2-დან კაშხლის ზემოთ წყალშემკრები მოიცავს დაახლოებით 3 156 კმ^2 ფართობს. წყალშემკრების სიმაღლე დაახლოებით 500-დან 5000 მ-დეა. წყალშემკრები აუზის ფარგლებში მყინვარის საფარი (235 კმ^2) შეესაბამება ზედაპირის 7,5%-ს (სურ. 1-ში მწვანედ დაჩრდილულია). ენგურის კაშხლის ზემოთ მდინარე ენგურის ძირითადი შენაკადებია ნენსკრა, ნაკრა, დოლრა მულხრა და ადიშჭალა მარჯვენა სანაპიროზე და ლაილჭალა, ხუმპერი, ხელრა, იფარი, კასლეთი და თხეიში მარცხენა სანაპიროზე. ამ შენაკადების უმეტესობა მოიცავს არსებულ ან დაგეგმილ ჰიდროელექტროსადგურებს. საშუალო ხარჯი დაახლოებით 150 მ^3/წმ-ია, უფრო დიდი ჩამონადენი წარმოიქმნება ზაფხულში (თოვლისა და მყინვარების დომინირებული ჰიდროლოგიური რეჟიმის გამო). ნალექების საშუალო რაოდენობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება მდებარეობისა და სიმაღლის მიხედვით. მთლიანობაში, ERA5 Land-ის მონაცემთა ბაზის შეფასებით არის 1600 მმ/წელი, რაც მიწის ზემოთ აღირიცხება ხაიშსა (1283 მმ/წელი) და მესტიაში (919 მმ/წელი). რაც შეეხება ტემპერატურას, ERA5 Land იწვევს საშუალო შეფასებას 1.8°C, რაც უფრო დაბალია, ვიდრე ჩანაწერები ლახამიდან (8.7°C). რეგიონის მეტეოროლოგიური სადგურები, როგორც წესი, მდინარის ხეობებთან, დასახლებულ ადგილებთან ახლოსაა. შესაბამისად, მოსალოდნელია შეუსაბამობა ფართობის შეფასებებსა და წერტილოვან გაზომვებს შორის.



სურ. 1. მდინარე ენგურის აუზი და ძირითადი შენაკადები ენგურის კაშხლის ზედა ნაწილში

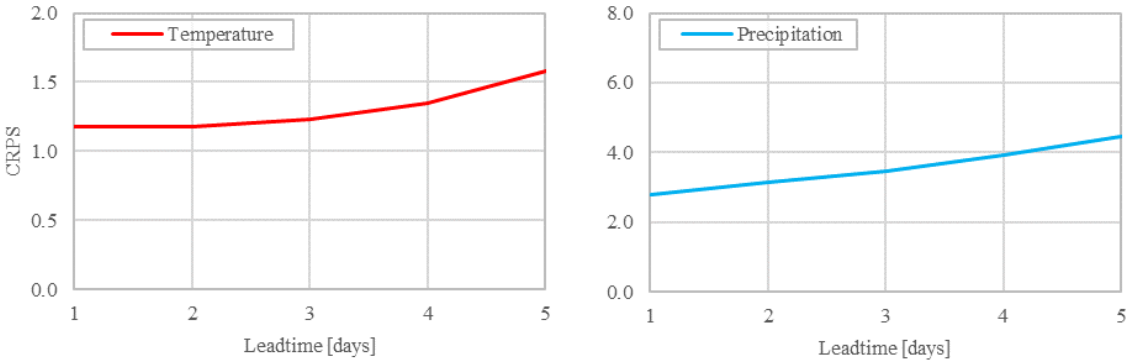
პროგნოზირების მოდელები. განზოგადებული პარეტოს განუსაზღვრელობის ალგორითმი, რომელსაც იყენებს Tethys-ი, არ ითვალისწინებს პროცესის სიმულაციას, სწავლობს ყველაფერს, რაც უნდა იცოდეს ისტორიული მონაცემებიდან. ამის გამო, ცვლადების დიდი მასივის პროგნოზირება შესაძლებელია, თუ არსებობს საკმაოდ გრძელი ისტორიული სერია (სასურველია 10 წელი ან მეტი). მოქმედებს როგორც მრავალმიზნობრივი ოპტიმიზაციის ალგორითმი, რომელიც ავრცელებს რეგრესიის მოდელების ერთობლიობას (მათგან, რომლებიც ყოველთვის პროგნოზირებს დაკვირვებებს ქვემოთ, რომლებიც ყოველთვის პროგნოზირებს ზემოთ), ხოლო თითოეული მოდელის შეცდომას მინიმუმამდე ამცირებს. თითოეული ეს მოდელი არის y = f (X, W) ტიპის დეტერმინისტული ფუნქცია, სადაც X რამდენიმე შეყვანის ცვლადია, რომლებიც გამოიყენება შესაყვანად, ხოლო W არის მოდელის პარამეტრების მატრიცა. ადეკვატური რეგრესიის მოდელის არჩევანი დამოკიდებულია პრობლემაზე. ამ შემთხვევაში აირჩიეს მარტივი მრავალშრიანი ხელოვნური ნერვული ქსელები.

პროგნოზირების შესრულების შეფასება. CRPS (უწყვეტი შეფასებული ალბათობა) და სამართლიანი სტატისტიკური მეტრიკა გამოიყენება ალბათური პროგნოზების სიზუსტის შესაფასებლად, განსაკუთრებით ალბათობის უწყვეტი განაწილების პროგნოზირებისას. CRPS არის საშუალო აბსოლუტური შეცდომის ეკვივალენტური, როდესაც გამოიყენება ჯგუფის ერთ წევრზე, რაც განსაკუთრებით საინტერესოს ხდის ალბათური, შეჯამებული და დეტერმინისტული პროგნოზების შედარებას. CRPS რაოდენობრივად განსაზღვრავს განსხვავებას პროგნოზირებულ-კუმულაციური განაწილების ფუნქციასა და დაკვირვებულ ფუნქციას შორის, რაც უზრუნველყოფს პროგნოზის სანდოობის ყოვლისმომცველ შეფასებას, რომელიც აერთიანებს სანდოობას და გარჩევადობას. ქვედა უწყვეტი ალბათობის მნიშვნელობები მიუთითებს უკეთეს სიზუსტეს, ნულოვანი მნიშვნელობით მიუთითებს სრულ შესაბამისობას პროგნოზირებულ და დაკვირვებულ განაწილებებს შორის. უწყვეტი შეფასებული ალბათობა შეიძლება გამოითვალოს შემდეგნაირად:

$$\mathrm{CRPS} = \frac{1}{T}\sum_t \int_{-\infty}^{\infty} \left[\hat{F}(x) - 1(x - Q_t)\right]^2 dx,$$

სადაც T არის რიცხვების პროგნოზირების საფეხურები; F (x) – პროგნოზირებული CDF; Q_t – დაკვირვებული გამონადენი t საფეხურზე; "1" – Heaviside ნაბიჯის ფუნქცია.

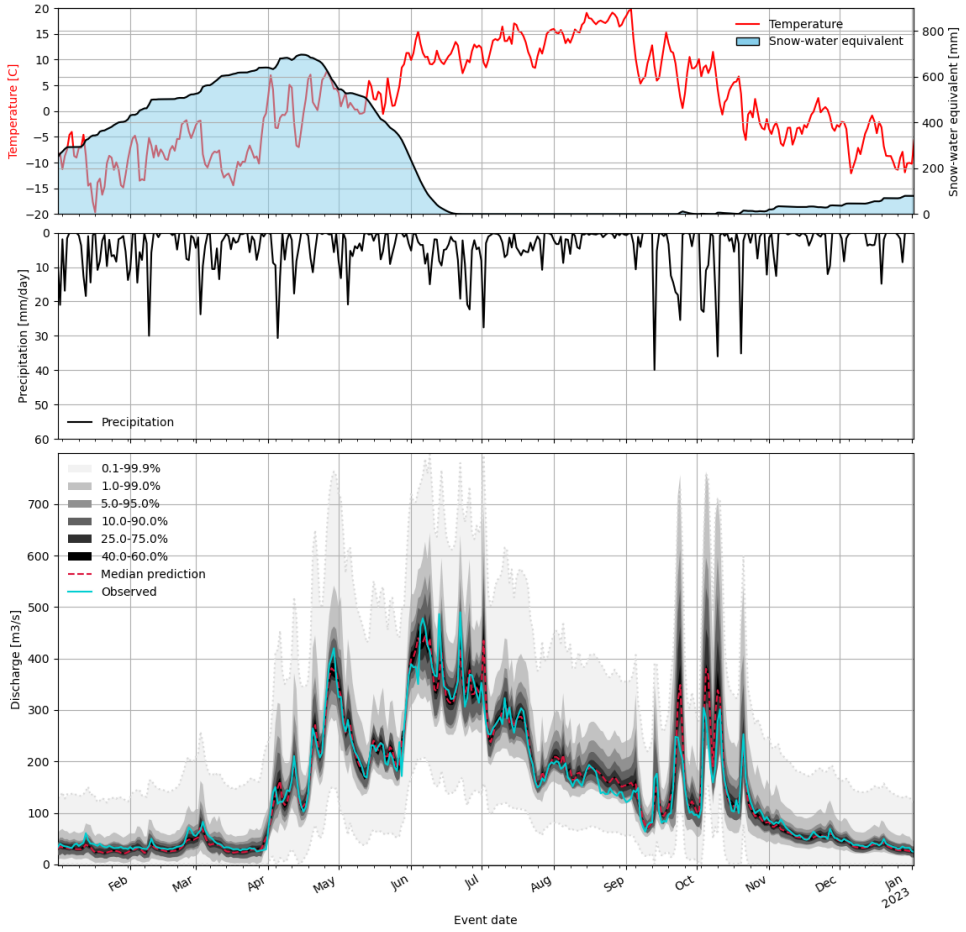
შედეგები და განხილვა. როგორც ზემოთ აღინიშნა, ამ სამუშაოში გამოყენებული მეტეოროლოგიური პროგნოზები დამზადებულია NCEP-ის გლობალური პროგნოზირების სისტემის მიერ. მდინარე ენგურის აუზში, მეტეოროლოგიური სადგურების მწირი ქსელით, GFS-ის გამომავალი შედეგები (ჰაერის ტემპერატურა და ნალექი) შედარებულია ERA5-Land-ის მონაცემებთან. მიუხედავად იმისა, რომ ERA5-Land მონაცემები არ შეიძლება ჩაითვალოს „ნიადაგის“ ჭეშმარიტ შეფასებად, მიზანშეწონილია ვივარაუდოთ, რომ ის ადგილობრივ მეტეოროლოგიას უკეთესად ასახავს, ვიდრე თითქმის რეალურ დროში GFS, განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც პროგნოზირების დრო იზრდება. მე-2 სურათი მნიშვნელოვან ინფორმაციას გვიჩვენებს GFS-სა და ERA5-Land-ს შორის საბაზისო სხვაობასთან დაკავშირებით ენგურის აუზზე, ასევე ტემპერატურის ხარისხის დეგრადაციისა და ნალექების პროგნოზის მზარდი დროით. GFS-ის ონლაინგვერდი ტემპერატურას, ხარისხს 3 დღემდე ინარჩუნებს, ნალექის პროგნოზის შესრულება კი პირველივე დღის შემდეგ კლებას იწყებს.



სურ. 2. GFS-ის პროგნოზებისა და ERA5-Land-ის ხელახალი ანალიზის მონაცემების შედარება ERB-ზე

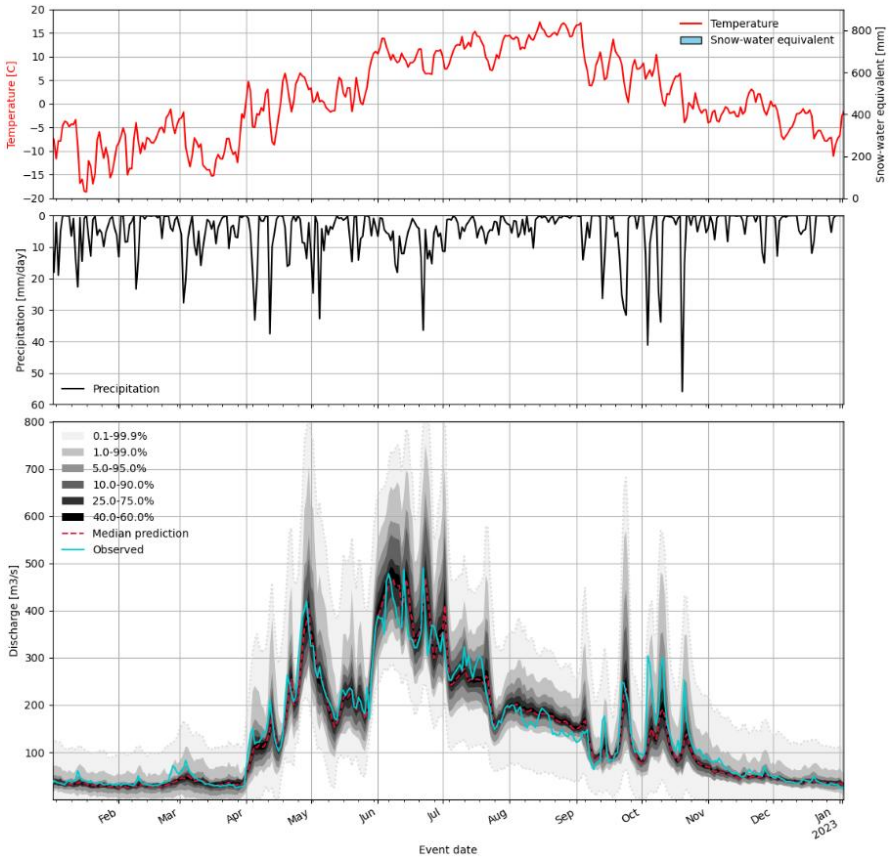
ჰიდროლოგიური პროგნოზების მუშაობა. ყველა მოდელი მომზადდა მონაცემებით 2000 წლის იანვრიდან 2018 წლის სექტემბრამდე და შემოწმდა 2018 წლის ოქტომბრიდან 2023 წლის სექტემბრამდე. პირველ რიგში, ნაჩვენებია ვალიდაცია მთელი წლის განმავლობაში. როგორც მე-3 სურათზე ჩანს, ხელოვნური ინტელექტის თანამედროვე მოდელებს შეუძლია ძალიან კარგად აღბეჭდოს ჰიდროლოგიური პროცესები. ბუნებრივია, პროგნოზები არ არის სრულყოფილი. ეს გამოწვეულია ჰიდროლოგიური პროცესების თანდაყოლილი გაურკვევლობით, იმ ფაქტით, რომ მეტეოროლოგიური ცვლადები იქნა მიღებული, ეს ხელს უშლის განსხვავებას მდინარეების წყალშემკრებებსა და სიმაღლეებს შორის, ზედაპირის დაკვირვების ნაცვლად, მეტეოროლოგიურ მონაცემებზე დაყრდნო-

ბით და, ცხადია, თავად AI მოდელების ნაკლოვანებებით. რთულია იმის თქმა თუ როგორ ხდება ნალექის (ოქტომბრიდან ნოემბრის ჩათვლით) და ტემპერატურის უეცარი მატების (მაისის ბოლოს) გავლენა, დაკალიბრების ანგარიშების გარეშე. გარდა ამისა, შეიძლება აღინიშნოს, როგორ შეესაბამება გაურკვევლობის ზოლები სათანადო დაკვირვებებს.



სურ. 3. 1 დღით ადრე პროგნოზები "ცნობილი" მეტეოროლოგიის გამოყენებით ERA5-Land

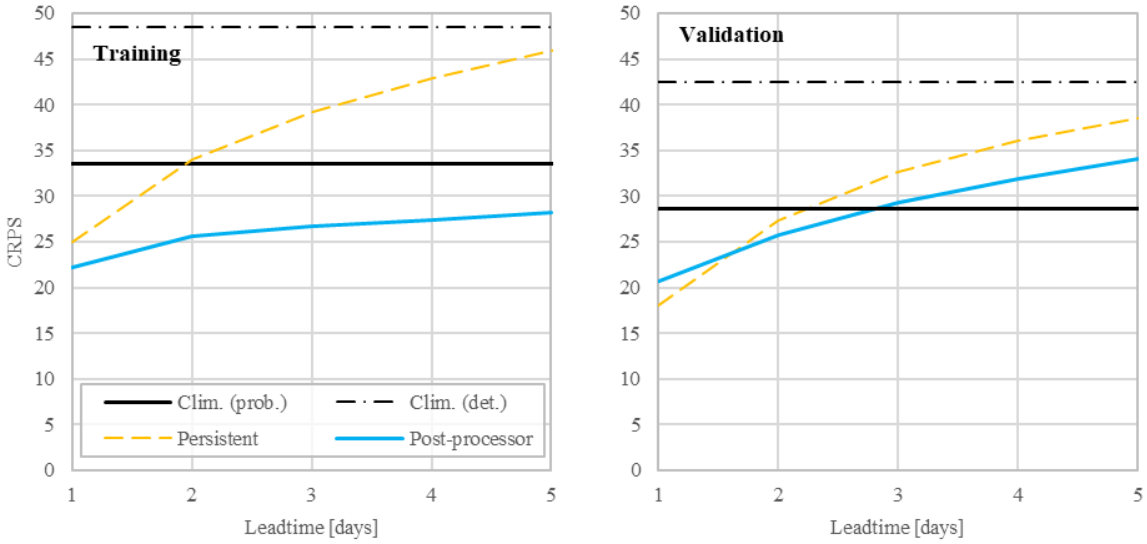
მე-3 სურათი ასახავს ხელახალი ანალიზის მონაცემების გამოყენებას, როგორც შეყვანის მოდელებს, ხოლო მე-4 სურათი – ნამდვილ შესრულებას, რომლის მიღწევაც შესაძლებელია პროგნოზირების სისტემით. პროგნოზირების პირობებში, მოდელები გაწვრთნილი იყო GFS მეტეოროლოგიური პროგნოზებით (რომლის ხარისხი ქვეითდება, როდესაც დრო იზრდება, სურ. 2). გარდა ამისა, არ იყო გამოყენებული თოვლის დაგროვების შესახებ ინფორმაცია (GFS აწარმოებს ინფორმაციას თოვლის წყლის ეკვივალენტის შესახებ, მაგრამ ძალიან განსხვავდება ERA5-Land-ისგან და, შესაბამისად, არ იყო გამოყენებული).



სურ. 4. 1 დღით ადრე TFT პროგნოზები GFS მეტეოროლოგიური პროგნოზების გამოყენებით (თოვლ-წყლის ეკვივალენტის გამოკლებით)

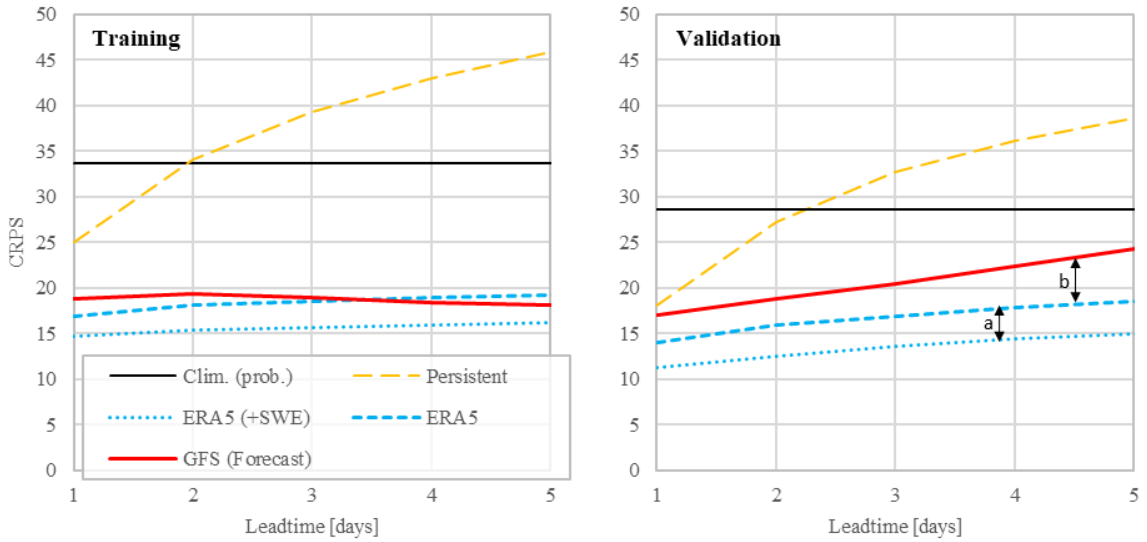
CRPS მეტრიკა გამოიყენებოდა დაგეგმვისა და პროგნოზების ხარისხის შესაფასებლად, სხვადასხვა დროისთვის. მე-5 სურ-ზე ვცდილობთ შევაფასოთ ალბათური პროგნოზების გამოყენების მნიშვნელობა, დეტერმინისტულის ნაცვლად. მასში გაურკვევლობის შემდგომი პროცესორის შედეგები შედარებულია დეტერმინისტულ კლიმატოლოგიასთან (მედიანური ისტორიული განმუხტვა წლის დღის მიხედვით), ალბათურ კლიმატოლოგიასთან (წინა სერია პლუს გაურკვევლობა, გამოითვლება GPU-ით), მდგრადობასა (ბოლო დაკვირვებული მნიშვნელობა ვარაუდობს, რომ გამძლეა) და GPU-ს შედეგებთან, გაურკვევლობის წინასწარი კორექტირება.

გახსოვდეთ, რომ CRPS შეცდომის მეტრიკას შეუძლია შეადაროს დეტერმინისტული და ალბათური პროგნოზები, ნახავთ, რომ მხოლოდ გაურკვევლობის დამატებით შეგიძლიათ CRPS-ის 1/3 „ამოიღოთ“ კლიმატოლოგიიდან, 2 დღის და მეტი პროგნოზისთვის, ეს ტოლია ან უკეთესია, ვიდრე ვარაუდობთ მდგრადობას. გაურკვევლობის შემდგომი პროცესორის გამოყენების შედეგები ავტომატურად დაკავშირებულია, პროგნოზისთვის დამაიმედებელი ჩანდა, მაგრამ დადასტურდა, რომ არასაკმარისი იყო შემოწმების პერიოდისთვის. ეს იყო გადაჭარბებული მორგების სავარაუდო შედეგი.



სურ. 5. დეტერმინისტული და ალბათური მიდგომების მნიშვნელობა

დასასრულ, მე-6 სურათი ასახავს შედეგებს პროგნოზირებაში ერთნაირი და მონაცემთა დაშლის შედეგად. „შემოწმების“ ფოკუსირებით, ყველაზე მნიშვნელოვანია, ვხედავთ, რომ AI პროგნოზები (სრული წითელი მრუდი) აშკარად აღემატება კლიმატოლოგიასა და მდგრადობას, რაც ადასტურებს პროგნოზირების მნიშვნელობას. უფრო მეტიც, შეიძლება ERA5-Land მონაცემები მართლაც აღემატება GFS-ს (ანოტაცია „b“, რომელიც აჩვენებს განსხვავებას CRPS-ში) პროგნოზირების მიზნით. ანოტაცია "a" აღნიშნავს შესრულების ზრდას, რაც მიიღწევა მოდელებისთვის თოვლის შესახებ ინფორმაციის მიწოდებით.



სურ. 6. ეფექტურობის პროგნოზირებაში მონაცემთა დაშლა

დასკვნა

სამუშაო მიზნად ისახავს AI-ის პოტენციალის შესწავლას მდინარის ჩამონადენის პროგნოზირებისთვის, რადგან ისინი შეიძლება იყოს მართებული ალტერნატივა ტრადიციული ჰიდროლოგიური პროგნოზირების მიდგომებისთვის, რომლებიც უფრო ადვილია დასაყენებლად და იაფია მუშაობაში. შედეგები აჩვენებს, რომ AI მოდელები მართლაც პერსპექტიულია. მიუხედავად ამისა, მათი შემდგომი გაუმჯობესება შესაძლებელია რამდენიმე ღონისძიების გატარებით. პირველი არის უკეთესი ხარისხის მეტეოროლოგიური მონაცემების შეყვანა, განსაკუთრებით თოვლში არსებული ინფორმაციის შესახებ. ამ დროს, ჰიდროლოგიური პროგნოზების შემდგომი გაუმჯობესების მიზნით, შესაძლებელია ალტერნატიული მეტეოროლოგიური პროგნოზების შესწავლა (მაგ., ECMWF-დან). პარალელურად დაიწყო ენგურის ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის გაძლიერება, რომელიც მალე უნდა შესრულდეს და რომლის ახლად შეგროვებული მონაცემების შესწავლა გვინდა. AI მოდელის პარამეტრების შემდგომი ტესტირება ასევე შეიძლება ჩატარდეს, რაც პოტენციურად გარკვეულ გაუმჯობესებას გამოიწვევს. ზემოთ წარმოდგენილი შედეგებიდან და ენგურის ჰიდროლოგიის გამოცდილებიდან გამომდინარე, ხელოვნური ინტელექტის ინსტრუმენტებისა და სავარაუდო მიდგომების გამოყენებას აზრი აქვს ისეთ შემთხვევებში, როგორიცაა მდინარე ენგურის აუზი, რომელიც ეხმარება გადაწყვეტილების მიმღებებს და ხელს უწყობს წყლის რესურსების უკეთ მართვას.

ლიტერატურა

1. Muñoz-Sabater, J., Dutra, E., Agustí-Panareda, A., Albergel, C., Arduini, G., Balsamo, G., Boussetta, S., Choulga, M., Harrigan, S., Hersbach, H., & others. (2021). ERA5-Land: A state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications. *Earth System Science Data, 13*(9), 4349–4383. https://doi.org/10.5194/essd-13-4349-2021
2. U.S. National Centers for Environmental Prediction (NCEP). (n.d.). *Global forecasting system documentation*. https://www.emc.ncep.noaa.gov/emc/pages/numerical_forecast_systems/gfs/documentation.php *(Accessed October 1, 2023)*
3. Matos, J. P., Hassan, M. A., Lu, X. X., & Franca, M. J. (2018). Probabilistic prediction and forecast of daily suspended sediment concentration on the Upper Yangtze River. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 123*(8), 1982–2003. https://doi.org/10.1029/2017JF004240

UDC 627.8:004.8
SCOPUS CODE 2105
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-244-254

Forecasting of River Inflow Using Artificial Intelligence

Gurami Mirinashvili Department of Electrical Power Engineering and Electronics, Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: guram.mirinashvili@gse.com.ge

Reviewers:
I. Gordiashvili, Associate Professor, Faculty of Power Engineering, GTU
E-mail: gordiashviliirakli02@gtu.ge
T. Jikia, Associate Professor, Faculty of Power Engineering, GTU
E-mail: tamar.jikia@gse.com.ge

Abstract. Recently, the role of artificial intelligence has increased dramatically in various areas of human activity. It is especially actively involved in machine activities, where statistical data analysis can be used to predict the future. One such area is river flow forecasting, where statistical analysis is directly related to the correct prediction of the future.

The introduction of artificial intelligence can bring great benefits to water resources. It is worth noting the fact that in most programs, errors in artificial intelligence, that is, incorrect interpretation of its results, do not lead to catastrophic consequences. As long as they meet most of the requirements imposed on them, some failures are not harmful. The issue of water resources is usually more sensitive, especially when it comes to floods and droughts. The paper describes previous experience in the application of artificial intelligence to water resources, highlighting their advantages, limitations and threats.

Keywords: Artificial intelligence; Enguri River; River flow prediction; Tethys.

განხილვის თარიღი 15.04.2025
შემოსვლის თარიღი 15.09.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 627.8(479.22) + 621.311.21
SCOPUS CODE 2105
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-255-259

The Effect of Namakhvani HPP on Rioni Cascade HPPs

Gurami Mirinashvili Department of Electrical Power Engineering and Electronics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: guram.mirinashvili@gse.com.ge

Akaki Karseladze Department of Electrical Power Engineering and Electronics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: akaki.karseladze@gse.com.ge

Archil Kokhtashvili Department of Electrical Power Engineering and Electronics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: archil.kokhtashvili@gse.com.ge

Reviewers:
I. Gordiashvili, Associate Professor, Faculty of Energy, GTU
E-mail: gordiashviliirakli02@gtu.ge
T. Jikia, Associate Professor, Faculty of Energy, GTU
E-mail: tamar.jikia@gse.com.ge

Abstract. The Namakhvani HPP project is the largest station of the "Rioni Hydroelectric Power Plant Cascade", located in the river section between the Oni I Dam Project (1125 m.a.s.l) and the Vartsikhe IV HPP (23 m.a.s.l). There are currently four operating hydropower stations in the lower part of the Rioni River: Gumath HPP 1, Gumath HPP 2, and the Rioni and Vartsikhe HPP Cascade (4 HPPs). The Namakhvani Dam is located upstream of the existing HPPs in the Rioni Cascade and, due to its location, the Namakhvani project can have a significant impact on the generation and spill water managment of the existing HPPs in the Rioni Cascade, as these HPPs are run-of-river plants and do not have any ability of regulating water flow. It can also bring great economic benefits to both the region and the country as a whole.

Keywords: Amakhvani hydro power plant; Rioni cascade; Rioni river basin.

Introduction

Georgia has large water resources. The main rivers on which important hydroelectric power plants are built are Enguri, Rion, Aragvi, Mtkvari, Chorokhi, Acharitskali and Tergi. The largest Hydro Power Plant in Georgia is Enguri, with an installed capacity of 1300 MW, and it is also one of the largest power plant in the region. In this report, we review the hydroelectric cascades located on the Rioni River and the impacts of the Namakhvani project on them. At present, we have Rioni, Gumati 1,2 and Vartsikhe hydroelectric cascades on Rioni river. Some of the mentioned HPPs have dams, but they do not have the means of regulation and work on the flow. In

the main case, the generation of a separate HPP does not interfere with other downstream HPPs. The installed capacity of Namakhvani HPP is 433 MW and its annual generation is 1.514 billion kWh. The foundations of this project were laid during the Soviet Union, but due to the situation in the country at the end of the 80s, this project was no longer implemented. From an economic perspective, the Namakhvan HPP could play a significant role in addressing the future energy challenges of Georgia and the region. One of the most important aspects of the region's energy security is electricity, and the electricity generated by the Namakhvan HPP could increase the region's energy security. The proposed hydroelectric power plant should make a significant contribution to local employment, increase tax revenues, and reduce CO2 emissions.

Based on the available statistical data and design data of Namakhvani HPP, let's analyze what effect Namakhvani will have on other HPPs of Rioni valley.

The analysis was conducted to answer two questions:

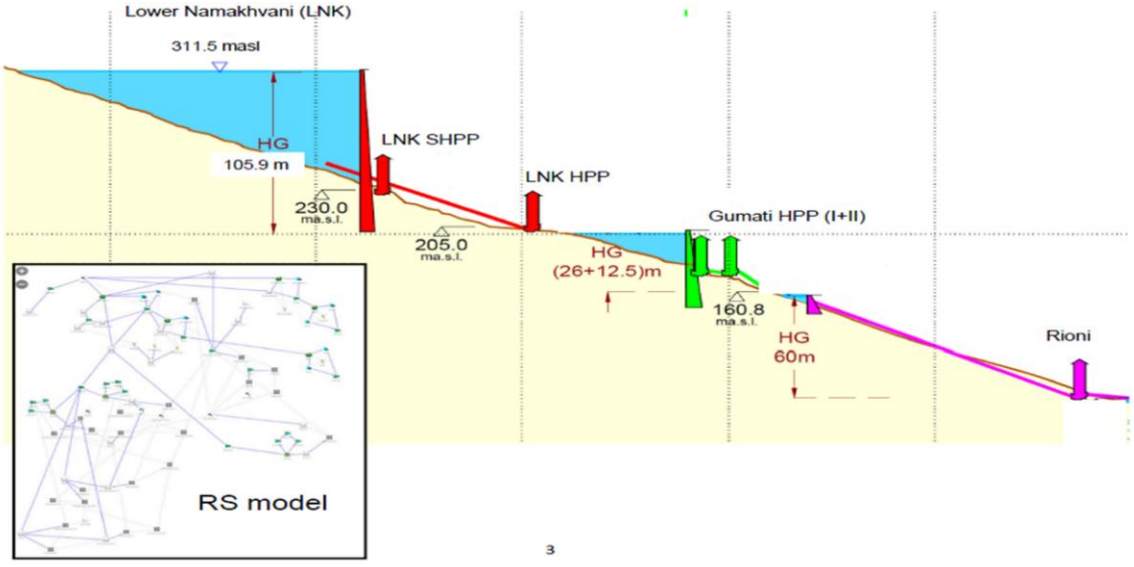
- ✓ Will the Namakhvani Dam reduce the amount of water spilled for Rioni's HPPs during floods?
- ✓ What mode of operation of Namakhvani HPP is optimal for other HPPs of Rioni Cascade?

Main Part

1.1 General overview of Namakhvani HPP project

Hydroelectric power plant cascade project on Rioni River, in western Georgia, in the municipalities of Tsageri (Racha-Lechkhumi and Kvemo Svaneti region) and Tskaltubo (Imereti region). The hydroelectric power plant project includes the construction of two dams and, accordingly, the creation of two water reservoirs. According to Namakhvani HPP cascade project, it is planned to Utilization of Rioni's hydropower potential between 357 m and 205 m above sea level. The project area includes the part of Rioni River valley, which is located between Alpana village of Tsageri municipality and Zhoneti village of Tskaltubo municipality (lower basin of Lajanuri HPP and upper basin of Gumati 1 HPP). According to the project, the cascade of HPPs will include the Upper Namakhvani HPP (also known as "Tvishi HPP") and the Lower Namakhvani HPP (also known as "Namakhvani-Zhoneti HPP"). The total installed capacity of the cascade is 433 MW, including 333 MW of the Lower Namakhvani HPP and 100 MW of the Upper Namakhvani HPP and this hydroelectric power plant will be able to generate 1.5 billion kilowatt hours of electricity per year.

1.2 Visual layout of Namakhvani HPPs and Rioni Cascade HPPs



1.3 View Lower Namakhvani technical data

- ✓ Type of dam: gravity-arched
- ✓ Dam height: 99 meters
- ✓ Height above sea level: (294.5-311.5 m)
- ✓ Reservoir storage: 154.4 million cubic meters (15.16 million kWh)
- ✓ Live storage: 63.4 million m3
- ✓ Type of turbines: 3+1X - Francis
- ✓ Total installed capacity of the station: 333 MW (3X107+12)
- ✓ Average annual generation: 1.17 billion kWh

1.4 Technical data of hydroelectric power plants in Rioni Cascade

Name of the station	Installed capacity MW	Specific cost of water m^3/MW	rated discharge m^3	Annual generation million kWh
Gumati 1	46,7	4,9	214	256
Gumati 2	22,8	3,2	214	138
Rioni	51	2,08	100	325
Vartsikhe	184	7,6	350	992
Sum	**304,5**			**1711**

2. Let's consider 3 options for operating the Kvemo Namakhvani reservoir

- ✓ Free operation of Namakhvani (negative impact on Rioni Cascade HPPs)
- ✓ Coordinated operation with Rioni Cascade HPP (positive impact on Rioni Cascade HPP)
- ✓ Intermediate operation of the reservoir for Namakhvani and Rioni cascades (10-hour peak mode)

2.1 Free operation of Namakhvani station and energy losses

- ✓ The total annual generation of Rioni Cascade HPPs is 1.432 billion kWh
- ✓ Total generation of Rioni cascade with negative influence of Namakhvani 1.155 billion kWh
- ✓ The difference is -276 million kWh
- ✓ Financial difference - 19,200,000 $$$
- ✓ (The difference is calculated financially at 7 cents/kWh.)
- ✓ The total hydrogeneration of the electric system of Georgia (according to 10-year statistics) is 9.17 billion kWh, the energy lost under the influence of Namakhvani is 3% of this number.
- ✓ In total, the self-generated output of the reservoir + the energy lost in the cascade = 1.5-0.276 = 1.224 billion kWh
- ✓ 1,224/9,170*100=13.3%
- ✓ In total, with the negative influence of Namakhvani on the cascade, the total production of hydrogeneration in Georgia will increase by 13.3%

2.2 Total optimization of electrical energy with the positive influence of Namakhvani HPP on Rioni cascade

- ✓ The total annual generation of Rioni Cascade HPPs is 1.432 billion kWh
- ✓ The total output of the Rioni cascade working as a cascade with Namakhvani is 1.798 billion kWh
- ✓ The difference is +366 million kWh
- ✓ Financial difference +25 620 000 $$$
- ✓ (The difference is calculated financially at 7 cents/kWh.)
- ✓ The total hydrogeneration of Georgia's electricity system (with 10-year statistics) is 9.17 billion kWh, the energy optimized by Namakhvani is 4% percent of this number.

- ✓ In total, own generation of Namakhvani + energy optimized in cascade = 1.5 + 0.366 = 1.866 billion kWh
- ✓ 1,866/9,170*100=20.3%
- ✓ In total, with the positive influence of Namakhvani, the total production of hydrogeneration in Georgia will increase by 20.3%

2.3 Total loss of electrical energy with intermediate operation of Namakhvani HPP

- ✓ The total annual generation of Rioni Cascade HPPs is 1.432 billion kWh
- ✓ The total generation of the Rioni cascade with the intermediate influence of Namakhvani is 1.255 billion kWh
- ✓ The difference is -177 million kWh
- ✓ Financial difference - 12 390 000 $$$
- ✓ (The difference is calculated financially at 7 cents/kWh.)
- ✓ The total hydrogeneration of the electric system of Georgia (with 10-year statistics) is 9.17 billion kWh, the energy loss due to the intermediate influence of Namakhvani is 1.9% of this number.
- ✓ In total, the energy lost in the self-production of Namkhvani-Cascade = 1.5-0.177 = 1.323 billion kWh
- ✓ 1,378/9,170*100=14.4%
- ✓ In total, with the intermediate influence of Namakhvani, the total production of hydrogeneration in Georgia will increase by 14.4%

Conclusion

Let's summarize the results from the three options discussed above:

- ✓ During the free operation of Namakhvani, the generation of Rioni Cascade HPPs decreases by -19%, however, with the help of Namakhvani's own generation, the total hydrogeneration of Georgia increases by +13.3%.
- ✓ In case of agreed operation, the generation of Rioni Cascade HPPs increases by +26%, Namakhvani's own generation is added to it, and the total hydrogeneration of Georgia increases by +20.3%.
- ✓ In the case of the intermediate option, the generation of Rioni Cascade HPPs decreases by -12% in total, and with the addition of Namakhvani's own generation, the total hydrogeneration of Georgia increases by +14.4%.

Based on the summary of this information, we can conclude that the Namakhvani project is one of the largest projects for energy in Georgia and this project can radically change the energy sector of Georgia. Therefore, the operation of Namakhvani and similar scale hydro plants should be agreed with the transmission system operator, in order to take into account, the mode of operation of other hydro plants and optimize the hydro sector as a whole, and not just adjust to the interests of one specific station.

UDC 627.8(479.22) + 621.311.21
SCOPUS CODE 2105
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-255-259

ნამახვანი ჰესის გავლენა რიონის კასკადურ ჰესებზე

გურამი მირინაშვილი ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: guram.mirinashvili@gse.com.ge

აკაკი ქარსელაძე ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: akaki.karseladze@gse.com.ge

არჩილ კოხტაშვილი ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: archil.kokhtashvili@gse.com.ge

რეცენზენტები:

ი. გორდიაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: gordiashviliirakli02@gtu.ge

თ. ჯიქია, სტუ-ის ენერგეტიკის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: tamar.jikia@gse.com.ge

ანოტაცია. ნამახვანი ჰესის პროექტი რიონის ჰესების კასკადში ყველაზე დიდი ჰიდროსადგურია, რომელიც განთავსებულია მდინარე რიონის ზედა მონაკვეთზე — ონი I ჰესსა (ზ.დ. 1125 მ) და ვარციხე IV ჰესს (ზ.დ. 23 მ) შორის. ამჟამად რიონის ქვედა დინებაში მოქმედებს ოთხი ჰიდროსადგური: გუმათი I, გუმათი II და რიონისა და ვარციხის ჰესების კასკადი (სულ ოთხი ჰესი). ნამახვანი ჰესის მდებარეობა არსებულ სადგურებზე ზემოთ განაპირობებს მის არსებით გავლენას კასკადში არსებული ჰესების გენერაციისა და წყალგამოშვების მართვაზე, ვინაიდან ეს სადგურები მდინარის გატარების რეჟიმზეა მომართული და წყლის დინების რეგულირების შესაძლებლობა არ გააჩნია. ამასთან, ნამახვანი ჰესის პროექტი მნიშვნელოვან ეკონომიკურ სარგებელს მოიტანს როგორც რეგიონისთვის, ისე ქვეყნის მასშტაბით.

საკვანძო სიტყვები: ნამახვანი ჰესის პროექტი; რიონის ჰესების კასკადი; რიონის აუზი; ჰიდროგენერაცია.

The date of review 23.04.2025
The date of submission 15.04.2025
Signed for publishing 25.09.2025

UDC 624.042.3+539.3+624.046.2+624.041.4
SCOPUS CODE 2201
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-260-269

სხვადასხვა განივკვეთის კოჭების გაანგარიშების საკითხები დრეკად-პლასტიკური რთული დეფორმაციების შემთხვევებში

თამაზ ბაციკაძე საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: t.batsikadze@gtu.ge

ნუგზარ მურღულია საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: n.murghulia@gtu.ge

ჯუმბერ ნიჟარაძე საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: n.murghulia@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. მსხილაძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: n.mskhiladze@gtu.ge

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

ანოტაცია. დრეკად-პლასტიკური დეფორმაციების შემთხვევაში, მართკუთხა განივკვეთის კოჭისათვის, მოცემულია რეალურად მიმდინარე პროცესი სუფთა ღუნვისას ანუ ძაბვასა და დეფორმაციას შორის არაწრფივი დამოკიდებულებაა. როცა $E = 0$, მიღებულია $\frac{M}{I_n} = \frac{F}{R^n} = \frac{\sigma}{y^n}$ პროპორციები, რომლებიც ღუნვის ნამდვილ სურათს გამოხატავს. გამოყვანილია ჩაღუნვის გამოსათვლელი განტოლება და ამოხსნილია კონკრეტული მაგალითი მისი გამოყენებით. სამკუთხა ფორმის განივკვეთის მაგალითზე ნაჩვენებია კოჭის განივკვეთის ფორმის გავლენა მოყვანილ გაანგარიშებებზე.

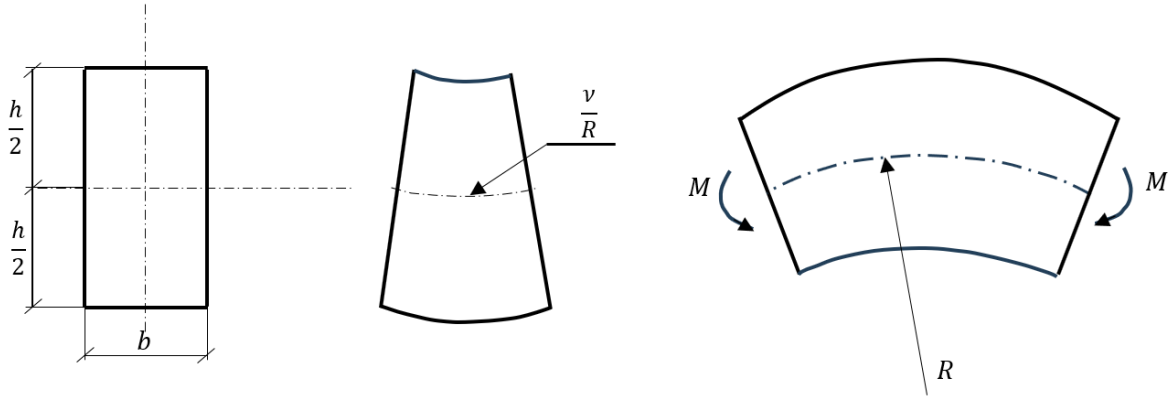
განხილულია ამოცანა, როცა კოჭს აქვს ერთდროულად რთული მოხაზულობის განივკვეთი და რთული დეფორმაციის პირობებში იმყოფება. ირიბი

ღუნვისას მოყვანილია სრული პლასტიკური მომენტის გამოსახულება და დადგენილია მისი მიმართულება ცენტროიდული ფოკუსების საშუალებით.

საკვანძო სიტყვები: არაწრფივი დამოკიდებულება; დრეკად-პლასტიკური დეფორმაცია; ნეიტრალური სიბრტყე; პლასტიკური ღუნვა; სიმრუდის რადიუსი; ჩაღუნვა; ცენტროიდული ფოკუსები; ძაბვა.

შესავალი

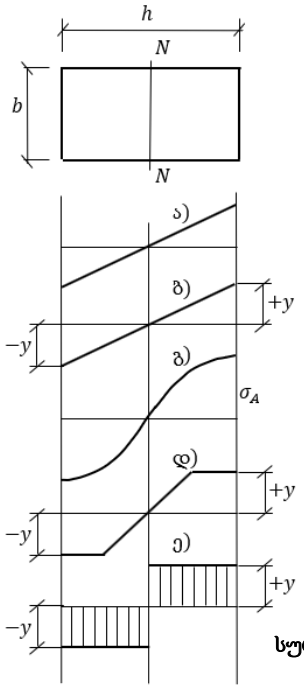
ერთი შეხედვით კოჭის პლასტიკური დეფორმაციების მაგ., ღუნვის ამოცანის გადაწყვეტა თითქოს მარტივად უნდა მოხდეს მათემატიკური ანალიზის საფუძველზე. სინამდვილეში ზუსტი ამონახსნები დღემდე არ არსებობს და ყველა არსებული თეორია გარკვეულ დაშვებებს ეყრდნობა, რომლებიც გარკვეული ხარისხით აზუსტებს ამონახსნებს. ეს თეორიები სასარგებლოა, თუ არ გამოვალთ მიღებული დაშვების საზღვრებიდან და შესაძლებლობების ფარგლებში ექსპერიმენტულად დავაზუსტებთ.



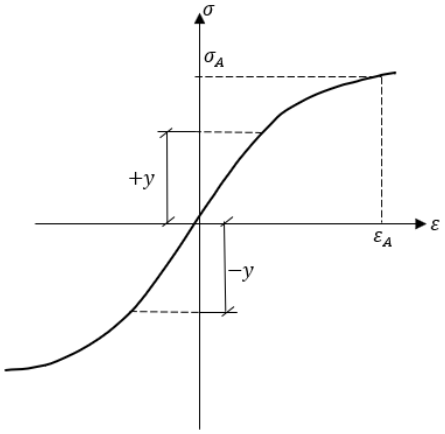
სურ. 1

ეს სირთულეები განვიხილოთ ჯერ კოჭის სუფთა ღუნვის შემთხვევაში (სურ. 1), ე. ი. მღუნავი მომენტი მუდმივია, განივი ძალები არა გვაქვს და დენადობის ზღვარი არ არის მიღწეული, განივკვეთები ბრტყელია. თუ R ნეიტრალური ღერძის სიმრუდის რადიუსია ღუნვის სიბრტყეში, მაშინ მართობულ სიბრტყეში სიმრუდე $\frac{\nu}{R}$ იქნება, სადაც ν პუასონის კოეფიციენტია. დატვირთვის შემდგომი გაზრდით პლასტიკური დეფორმაცია თანდათან გავრცელდება მაქსიმალურად დაშორებული ბოჭკოებიდან შუა სიბრტყისკენ, რის შედეგადაც პუასონის კოეფიციენტი იცვლება განივკვეთის შესაბამისად და დაახლოებით 0,5-ია პლასტიკურ ზონაში. იმისათვის, რომ შევინარჩუნოთ დეფორმაციების აუცილებელი უწყვეტობა დრეკადი და პლასტიკური დეფორმაციების საზღვარზე, უნდა შევინარჩუნოთ ზოგიერთი განივი ძაბვა. ამ სირთულის გადასალახავად ზოგიერთი ავტორი მასალას უკუმშვადად თვლის, ე. ი. $\nu = 0{,}5$ როგორც დრეკადი, ისე პლასტიკური დეფორმაციების პირობებში. ამით მათემატიკური აპარატი მარტივდება, მაგრამ რეალურად ეს დაშვება ნიშნავს განივი ძაბვების

უგულებელყოფას. ამავე დროს დრეკადი სტადიის ფარგლებში კვლავ ძალაში ტოვებენ ბრტყელი კვეთების ჰიპოთეზას (მხები ძაბვები მცირეა ნორმალურთან შედარებით). მაგრამ, ეს ასეა მხოლოდ ისეთ შემთხვევაში, როცა კოჭის სიგრძე გაცილებით აღემატება მისი განივი კვეთის ზომებს. ზუსტად ასეთივეა დაშვებები პლასტიკური ღუნვის დროსაც.



სურ. 2



სურ. 3

როგორც ღუნვის ელემენტარული თეორიიდან ცნობილია, 1-ელ სურ-ზე ნაჩვენებ მართკუთხა კვეთის მქონე კოჭის სუფთა ღუნვის შემთხვევაში, ძაბვები კვეთში ხაზოვნად არის განაწილებული და

$$\sigma_{max} = \frac{M \cdot \frac{h}{2}}{I}, \qquad (1)$$

სადაც I ინერციის ღერძული მომენტია ნეიტრალური ღერძის მიმართ. დავუშვათ, რომ კოჭი დამზადებულია ისეთი მასალისაგან, რომლისთვისაც ძაბვა-დეფორმაციის მრუდები გაჭიმვასა და კუმშვაზე ერთნაირია (სურ. 2).

M მომენტის გაზრდით ძაბვების ხაზოვანი განაწილება შენარჩუნდება, ვიდრე მაქსიმალური ნორმალური ძაბვა არ გაუტოლდება დენადობის ზღვარს $\sigma_{max} = y$ (სურ. 3). M -ის შემდგომი გაზრდით ნეიტრალური ღერძიდან დაშორებულ ბოჭკოებში ძაბვების განაწილება გახდება არახაზოვანი. ფარდობითი დეფორმაცია ნეიტრალური ღერძიდან y მანძილზე მცირე დეფორმაციების დროს არის $e = \frac{y}{R}$. აქ R გაღუნული კოჭის ნეიტრალური ღერძის სიმრუდის რადიუსია. ფარდობითი დეფორმაცია ნეიტრალური ღერძიდან მაქსიმალურად $y = \pm\frac{h}{2}$ დაშორებულ ბოჭკოებში აღვნიშნოთ ε_A, მაშინ მისი შესაბამისი σ_A ძაბვა შეიძლება უშუალოდ ძაბვა-დეფორმაციის დიაგრამიდან ავიღოთ. ამ შემთხვევაში ძაბვების განივკვეთში განაწილების სურათს მივიღებთ, თუ ამ დიაგრამას სიმეტრიულად გადა-

ვიტანთ ჰორიზონტალური ღერძის მიმართ (სურ. 3). ამასთან ერთი ნაწილი (ზედა) შეესაბამება გაჭიმვას, მეორე ქვედა – კუმშვას. აქ მთავარი ის არის, რომ დიაგრამის ე. წ. დადებითი და უარყოფითი ფართობების ტოლობა უზრუნველყოფს კვეთში მოქმედ ნორმალურ ძაბვათა ტოლქმედის ნულთან ტოლობას, ვიდრე კვეთი NN ნეიტრალური ღერძის სიმეტრიულია. ასეთ შემთხვევაში

$$M = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} \sigma \cdot b \cdot y \cdot dy. \qquad (2)$$

ძირითადი ნაწილი

ზემოთ მოყვანილი მსჯელობიდან გამოდინარე, განვიხილოთ რეალურად მიმდინარე პროცესი ანუ ძაბვასა და დეფორმაციას შორის არახაზოვანი დამოკიდებულების შემთხვევა. შემოთავაზებულია შემდეგი დამოკიდებულება ძაბვასა და დეფორმაციას შორის

$$\sigma = E \cdot e + F \cdot e^n; \qquad e = y/R. \qquad (3)$$

მღუნავი მომენტისათვის ვღებულობთ შემდეგ გამოსახულებას:

$$M = \int_{-h/2}^{h/2} \left(\frac{Eby^2}{R} + \frac{Fby^{n+1}}{R^n}\right) dy = \frac{E}{R} I_1 + \frac{F}{R^n} I_n \qquad (4)$$

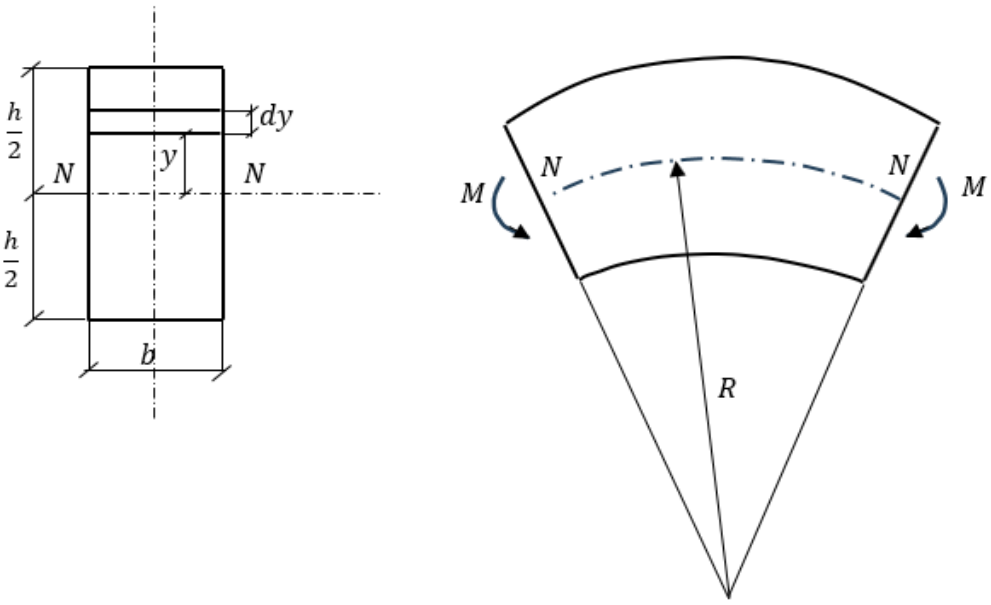
სადაც

$$I_1 = \int_{-h/2}^{h/2} b \cdot y^2 \cdot dy$$

და

$$I_n = \int_{-h/2}^{h/2} b \cdot y^{2n+1} \cdot dy\ . \qquad (5)$$

შესაბამისი აღნიშვნები მოცემულია მე-4 სურ-ზე. ასე, მაგალითად, I_1 კვეთის ინერციის მომენტია;



სურ. 4

I_n – ინტეგრალი, რომელიც შეესაბამება ძაბვა - დეფორმაციის არახაზოვან დამოკიდებულებას და მღუნავი მომენტის რეალურ სიდიდეს აზუსტებს. ახლა ვთქვათ, რომ (3) - ში $E = 0$, მაშინ ოპერაციებით მივიღებთ შემდეგ დამოკიდებულებას:

$$\frac{M}{I_n} = \frac{F}{R^n} = \frac{\sigma}{y^n}. \quad (6)$$

ეს პროპორციები ღუნვის ნამდვილ სურათს გამოხატავს, რადგან თუ n-ს გავუტოლებთ 1-ს ($n = 1$), მივიღებთ იმ მარტივ კერძო შემთხვევას, რომელსაც იყენებენ კოჭის დრეკადი ღუნვის გაანგარიშებისას. რაც შეეხება I_n -ს, მისი გამოსახულება $b = const$ პირობებში იქნება:

$$I_n = \frac{bh^{n+2}}{2^{n+2}(n+2)}. \quad (7)$$

გაანგარიშების შემდეგი ეტაპი ჩაღუნვების გამოთვლაა. განვიხილოთ ზოგადი შემთხვევა: 1) ღუნვის არაწრფივი თეორია; 2) მასალა, რომლისთვისაც ძაბვა-დეფორმაციების მრუდები კუმშვასა და გაჭიმვის დროს სხვადასხვაა. რადგან სიმრუდის რადიუსი პრაქტიკულად საკმარისად დიდია იმისათვის, რომ ფარდობა $\frac{dy}{dx}$ მცირე იყოს, ამიტომ სიმრუდე

$$\frac{1}{R} = \frac{\frac{d^2y}{dx^2}}{\left[1+\left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{3/2}}. \quad (8)$$

ჩაღუნვის გამოსათვლელი განტოლების მისაღებად სიმრუდე (8) -დან შევიტანოთ (6) - ში:

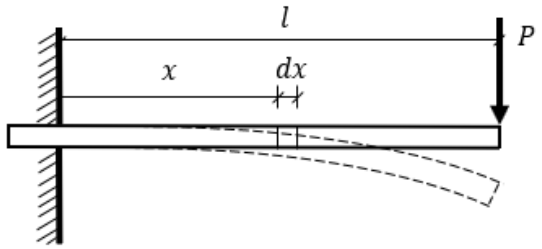
$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(\frac{M}{F\cdot I_n}\right)^{\frac{1}{n}}. \quad (9)$$

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი: ხისტად ჩამაგრებული კონსოლური l სიგრძის კოჭი, რომლის თავისუფალ ბოლოზე მოდებულია P ძალა (სურ. 5). ამ შემთხვევაში მღუნავი მომენტი $M = P(l - x)$ და

$$\frac{dy}{dx} = \frac{-C(l-x)^{\frac{1}{n+1}}}{\left(1+\frac{1}{n}\right)} + B. \quad (10)$$

როცა $x = 0$; $\frac{dy}{dx} = 0$, ამიტომ ინტეგრების მუდმივა

$$B = C \cdot e^{\frac{1}{n+1}} / \left(\frac{1}{n} + 1\right), \quad (11)$$



სურ. 5

სადაც $C = \left(\frac{P}{F\cdot I_n}\right)^{\frac{1}{n}}$. კიდევ ერთხელ გაინტეგრებით მივიღებთ

$$y = \frac{C(l-x)^{\frac{1}{n+2}}}{\left(1+\frac{1}{n}\right)\left(\frac{1}{n}+2\right)} + B \cdot x + D. \quad (12)$$

როცა $x = 0;\ y = 0;\ D = -C \cdot l^{\frac{1}{n+1}} / \left(\frac{1}{n} + 1\right)\left(\frac{1}{n} + 2\right)$.

აქედან გამომდინარე

$$y = \frac{C\cdot l^{\frac{1}{n+2}}}{\left(\frac{1}{n}+1\right)\left(\frac{1}{n}+2\right)}\left[\left(1 - \frac{x}{l}\right)^{\frac{1}{n+2}} + \frac{x}{l}\left(\frac{1}{n} + 2\right) - 1\right]. \quad (13)$$

P ძალით გამოწვეული მაქსიმალური ჩაღუნვა იქნება:

$$W_P = \frac{C\cdot l^{\frac{1}{n+2}}}{\left(\frac{1}{n}+1\right)\left(\frac{1}{n}+2\right)}\left(\frac{1}{n} + 1\right) = P^{\frac{1}{n}} \cdot f. \quad (14)$$

დრეკადი ღუნვის შემთხვევაში $n = 1$ და

$$W_P = \frac{P \cdot l^3}{3EF}.$$

ახლა ვაჩვენოთ, რომ სუპერპოზიციის პრინციპი დასაშვებია მხოლოდ დრეკადი დეფორმაციის შემთხვევაში, ე. ი. როცა $n = 1$. მართლაც, ვთქვათ, კონსოლის თავისუფალ ბოლოზე მოქმედებს კიდევ ერთი P_1 ძალა. მაშინ (14)-დან $W_{P_1} = P_1^{\frac{1}{n}} \cdot f$. ორივე ძალის ერთდროული მოქმედებით გამოწვეული ჩაღუნვა

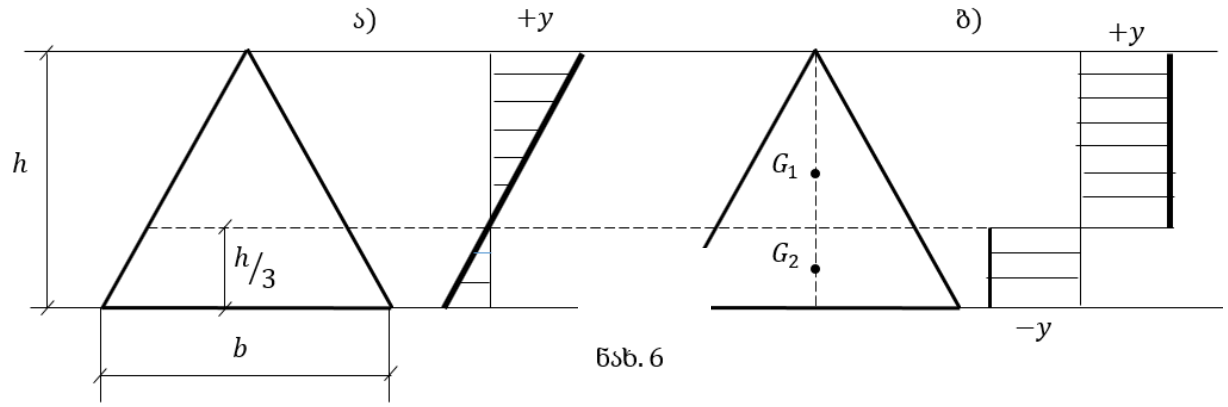
$$W = (P + P_1)^{\frac{1}{n}} \cdot f.$$

შევნიშნოთ, რომ $W \neq W_P + W_{P_1}$ ანუ $(P + P_1)^{\frac{1}{n}} \neq P^{\frac{1}{n}} + P_1{}^{\frac{1}{n}}$, ვიდრე $n \neq 1$ ანუ სუპერპოზიციის პრინციპი მართებულია მხოლოდ კოჭის ღუნვის დრეკადი დეფორმაციების შემთხვევაში.

ახლა ვნახოთ რა გავლენას ახდენს განივკვეთის ფორმა ზემოთ მოყვანილ გაანგარიშებაზე. როგორც ითქვა, მართკუთხა კვეთის მქონე იდეალურად დრეკად-პლასტიკური მასალისაგან დამზადებული კოჭისათვის $M_{პლ}/M_{დრ} = 1{,}5$. $M_{პლ}$ არის მღუნავი მომენტი, რომელიც მთელ კვეთში იწვევს პლასტიკურ დეფორმაციას; $M_{დრ}$ - მღუნავი მომენტი ამავე კვეთში დრეკადი დეფორმაციების პირობებში, გარდა განაპირა ბოჭკოებისა, რომლებშიც უკვე მიღწეულია დენადობის ზღვარი. ამ შეფარდებას ფორმის კოეფიციენტი ეწოდება.

წრიული კვეთის კოჭისათვის r რადიუსით: $M_{პლ} = \frac{4}{3} r^3 \cdot y$ და $M_{დრ} = \frac{\pi}{4} r^3 \cdot y$. ამ შემთხვევაში ფორმის კოეფიციენტი ტოლი იქნება: $\frac{M_{პლ}}{M_{დრ}} = \frac{16}{3\pi} \approx 1{,}7$ ანუ წრიული კვეთის კოჭის შესაძლებლობა, მთელ კვეთში პლასტიკური დეფორმაციების გავრცელების მომენტში მეტია, ვიდრე სტანდარტული 1,5.

გადავიდეთ არასიმეტრიულ განივკვეთებზე. დრეკადი ღუნვის დროს ნეიტრალური სიბრტყე გადის კვეთის ცენტრზე, მაგრამ პლასტიკური დეფორმაციების გამოჩენის შემდეგ ასე აღარ არის. მისი მდებარეობა იცვლება პლასტიკური ფენის ზრდასთან ერთად, მაგრამ, როცა პლასტიკური დეფორმაციები მოიცავს განივკვეთს მთლიანად, მაშინ ნეიტრალური სიბრტყის პოვნა ადვილი თუ, როგორც დრეკადი დეფორმირების შემთხვევაში, განვიხილავთ ძალთა წონასწორობის პირობას. მოცემულ მაგალითში (სუფთა ღუნვა) გამჭიმავ ძალთა ჯამი ნეიტრალური სიბრტყის ერთ მხარეს ტოლი უნდა იყოს მკუმშავ ძალთა ჯამისა ნეიტრალური სიბრტყის მეორე მხარეს. რადგან ნორმალური ძაბვა კვეთში მუდმივია და y-ის ტოლია, წონასწორობის პირობიდან ვღებულობთ: ნეიტრალური სიბრტყის მდებარეობა ისეთი უნდა იყოს, რომ კვეთის ფართობები მის ზემოთ და ქვემოთ ტოლი იყოს.



ნახ. 6

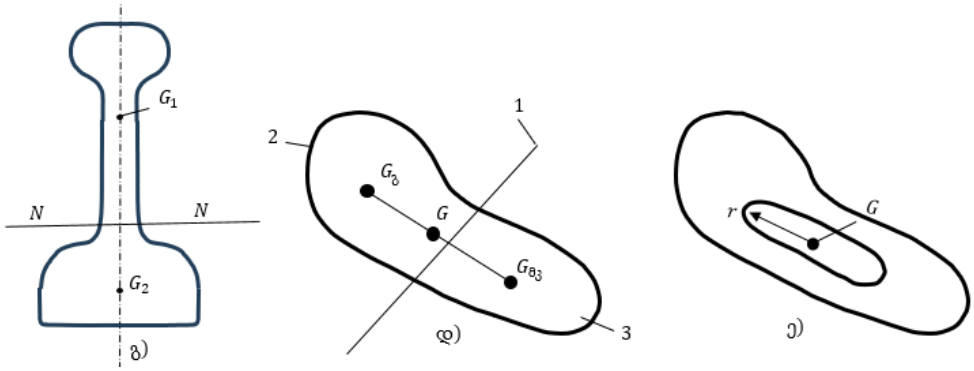
სურ. 6

განვიხილოთ მაგალითი, როცა კოჭის განივკვეთი არის ტოლფერდა სამკუთხედი (სიმაღლე - h; ფუძე - b) (სურ. 6, ა). ასეთ შემთხვევაში ნეიტრალური სიბრტყე ღუნვის დროს ფუძის პარალელურია. სუფთა დრეკადი ღუნვის დროს ნეიტრალური ღერძი ფუძიდან $\frac{h}{3}$ მანძილზე გადის. ადვილია იმის ჩვენება, რომ იმ მომენტში, როცა ღეროს წვერში ძაბვა დენადობის ზღვარს მიაღწევს – $M_{დრ} = y \cdot \frac{bh^2}{24}$. სრული პლასტიკური ღუნვის მიღწევისას ნეიტრალური ღერძი წვეროდან $h/\sqrt{2}$ მანძილით იქნება დაშორებული. შეიძლება დავამტკიცოთ, რომ გამჭიმავი ძაბვების ტოლქმედი გადის ნეიტრალური ღერძის ზემოთ მდებარე სამკუთხედის სიმძიმის ცენტრზე (G_1 წერტილზე), ხოლო მკუმშავი ძაბვების ტოლქმედი ნეიტრალური ღერძის ქვემოთ მდებარე ტრაპეციის სიმძიმის ცენტრზე (G_2 წერტილზე). მღუნავი მომენტი $M_{პლ} = \left(2 - \sqrt{2}\right)\frac{ybh^2}{6}$, ხოლო ფორმის კოეფიციენტი სამკუთხა კვეთისათვის – $4\left(2 - \sqrt{2}\right) \approx 2{,}34$.

ბოლოს განვიხილოთ ამოცანა, როცა ერთდროულად გვაქვს რთული მოხაზულობის განივი კვეთი და რთული დეფორმაცია (ჩვენი კვლევის საგნის მიხედვით ირიბი ღუნვა). 6, გ სურ-ზე ნაჩვენებია რთული განივი კვეთი, რომლის ფართობია A, ხოლო ნეიტრალურ ღერძს მივცეთ ნებისმიერი NN მდებარეობა. თუ კვეთი მთლიანად არის მოცული პლასტიკური დეფორმაციებით, განივი კვეთის მიმართ ძაბვების მართობულობის გამო, ძალთა წონასწორობის პირობიდან გამომდინარე, კვეთის ფართობის $A_{გაჭ}$ ნაწილი, რომელზეც გამჭიმავი ძაბვები მოქმედებს (ნეიტრალური ღერძის ერთ მხარეს) ტოლი უნდა იყოს კვეთის ფართობის $A_{მკ}$ ნაწილისა, რომელზეც მკუმშავი ძაბვები მოქმედებს (ნეიტრალური ღერძის მეორე მხარე). წონასწორობის პირობაა

$$y \cdot A_{გაჭ} - y \cdot A_{მკ} = 0; \quad \text{ე. ი. } A_{გაჭ} = A_{მკ}.$$

ნეიტრალური ღერძის მდებარეობა, ყოველი მოცემული მიმართულებისათვის, მოიძებნება მოცემული კვეთის ბისექტრისების ჯგუფიდან. როგორც სურათიდან ჩანს, გამჭიმავი ძაბვების ტოლქმედი $y \cdot A_{გაჭ}$ გადის $A_{გაჭ}$ ფართობის $G_{გაჭ}$ ცენტრზე, ხოლო მკუმშავი ძაბვების $y \cdot A_{მკ}$ ტოლქმედი – $A_{მკ}$ ფართობის $G_{მკ}$ ცენტრზე. აქედან გამომდინარე, კვეთში აღძრული სრული პლასტიკური მომენტი $M_{პლ} = r \cdot A \cdot y$. ამ მომენტის მიმართულება $G_{გაჭ}G_{მკ}$ მონაკვეთის მართობულია. სურათიდან $G_{გაჭ}G_{მკ} = 2r$ და ამ მონაკვეთის შუა წერტილი იქნება მთლიანი კვეთის ცენტრი G. $G_{გაჭ}$ და $G_{მკ}$ ფოკუსებს ეწოდება ცენტროიდული ფოკუსები (სურ. 6, გ, დ, ე).



სურ. 7

თუ ისინი ცნობილია, $M_{ჯლ}$ ნებისმიერი ღერძისათვის ადვილად მოიძებნება, რადგან r მონაკვეთი G-დან ფოკუსამდე მომენტის მიმართულების მართობულია. ამის შემდეგ ცენტრალური ფოკუსების მრუდის მხები განსაზღვრავს ნეიტრალური ღერძის მიმართულებას. ეს მსჯელობა იქიდან გამომდინარეობს, რომ ცენტროიდულ ფოკუსებს შორის მონაკვეთი ასევე მღუნავი მომენტის მიმართულების მართობულია.

დასკვნა

შემოთავაზებულია შემდეგი დამოკიდებულება ძაბვასა და დეფორმაციას შორის: $\sigma = E \cdot e + F \cdot e^n$, სადაც $e = y/R$. შესაბამისად, მღუნავი მომენტისათვის მიღებულია გამოსახულება

$$M = \int_{-h/2}^{h/2} \left(\frac{Eby^2}{R} + \frac{Fby^{n+1}}{R^n}\right) dy = \frac{E}{R} I_1 + \frac{F}{R^n} I_n.$$

როცა $E = 0$, მიიღება შემდეგი დამოკიდებულება:

$$\frac{M}{I_n} = \frac{F}{R^n} = \frac{\sigma}{y^n},$$

რომლებიც ღუნვის რეალურ სურათს გამოხატავს, ვინაიდან, როცა $n = 1$, მიიღება მარტივი კერძო შემთხვევა, რომელიც გამოიყენება კოჭის დრეკადი ღუნვის გაანგარიშებისას.

ხისტად ჩამაგრებული კონსოლური l სიგრძის კოჭისათვის, რომლის თავისუფალ ბოლოზე მოდებულია P ძალა, მიღებულია ჩაღუნვების განმსაზღვრელი ფორმულა:

$$y = \frac{C \cdot l^{\frac{1}{n+2}}}{\left(\frac{1}{n}+1\right)\left(\frac{1}{n}+2\right)} \left[\left(1 - \frac{x}{l}\right)^{\frac{1}{n+2}} + \frac{x}{l}\left(\frac{1}{n} + 2\right) - 1\right];$$

მაქსიმალური ჩაღუნვა

$$W_P = \frac{C \cdot l^{\frac{1}{n+2}}}{\left(\frac{1}{n}+1\right)\left(\frac{1}{n}+2\right)}\left(\frac{1}{n} + 1\right) = P^{\frac{1}{n}} \cdot f.$$

დრეკადი ღუნვის შემთხვევაში ანუ როცა $n = 1$, ჩაღუნვა $W_P = \frac{P \cdot l^3}{3EF}$.

კოჭის სამკუთხა ფორმის განივკვეთში სრული პლასტიკური ღუნვის მიღწევისას ნეიტრალური ღერძი წვეროს $h/\sqrt{2}$ მანძილით დაშორდება და მღუნავი მომენტი $M_{ჯლ} = \left(2 - \sqrt{2}\right)\frac{ybh^2}{6}$ იქნება, ე.ი. ფორმის კოეფიციენტი სამკუთხა კვეთისათვის $4\left(2 - \sqrt{2}\right) \approx 2{,}34$ -ის ტოლია.

სხვა რთული მოხაზულობის განივკვეთებისათვის, რთული დეფორმაციის პირობებში, დადგენილია პლასტიკური მომენტის გამოსახულება და მიმართულება ცენტროიდული ფოკუსების გამოყენებით.

ლიტერატურა

1. Malinin, N. N. (1975). *Prikladnaya teoriya plastichnosti i polzuchesti* [Applied theory of plasticity and creep]. Moscow: Mashinostroenie.
2. Hill, R. (1956). *Matematicheskaya teoriya plastichnosti* [The mathematical theory of plasticity]. Moscow: GITTL.
3. Batsikadze, T., Kvaratskhelia, A., & Mazaghua, Z. (2014). *Drekadobis, plastikulobis da tsotsvadobis teoriis mokle kursi* [A short course in theories of elasticity, plasticity and creep]. Tbilisi: Georgian Technical University Press.
4. Batsikadze, T., & Nizharadze, J. (2022). Lit'onis plastikuri denadobis gamomtsvevi tsnevis ganmarteba [Determination of pressure causing plastic flow in metals]. *Sametsniero-teqnikuri zhurnali "Mshenebloba" [Scientific-technical journal "Construction"]*, 3(63), Georgian Technical University.
5. Batsikadze, T., Murgulia, N., & Nizharadze, J. (2022). Denadobis teoriis gantolebebis gamokvana plastikuri potentsialis gamoyenebit [Derivation of the equations of the plasticity theory using the plastic potential]. *Sametsniero-teqnikuri zhurnali "Mshenebloba" [Scientific-technical journal "Construction"]*, 4(64), Georgian Technical University.

UDC 624.042.3+539.3+624.046.2+624.041.4
SCOPUS CODE 2201
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-260-269

Issues of Calculating of Beams With Various Cross - Sections in the Case of Complex Elastic-Plastic Deformations

Tamaz Batsikadze Department of Engineering Mechanics and Technical Expertise of Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: t.batsikadze@gtu.ge

Nugzar Murghulia Department of Engineering Mechanics and Technical Expertise of Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: n.murghulia@gtu.ge

Jumber Nizharadze Department of Engineering Mechanics and Technical Expertise of Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: n.murghulia@gtu.ge

Reviewers:

N. Mskhiladze Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: n.mskhiladze@gtu.ge

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

Abstract. in the case of elastic - plastic deformations the real process is considered for the beam of rectangular cross section, that is, a nonlinear dependence between stress and deformation at pure bend. When $E = 0$, proportions $\frac{M}{I_n} = \frac{F}{R^n} = \frac{\sigma}{y^n}$ were obtained, which express a real picture of bending.

The calculated equation of deflection is derived, and a concrete example with its use has been resolved.

On the example of a triangular cross section, the effect of the form of the cross section on the given calculations is shown.

The task is considered when the beam at the same time has a cross section of a complex shape and be in conditions of complex deformation. At the oblique bending, an expression of the full plastic moment is given and its direction is established by the centroid focuses..

Keywords: Deflection; Elastic - Plastic deformation; Neutral plane; Plastic bend; Radius of curvature; Stress; nonlinear dependence; The centroid focuses.

განხილვის თარიღი 14.10.2024
შემოსვლის თარიღი 10.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 591.4:629.7.02
SCOPUS CODE 2202
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-270-275

მფრინავი არსებებისა და საფრენი აპარატების საფრენოსნო მახასიათებლების მსგავსების ანალიზი

ზურაბ მჭედლიშვილი საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: zurab.mch@mail.ru

რამინ ზუკაკიშვილი მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: ramini.zukakishvili@gmail.com

გიორგი გრატიაშვილი ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ბ
E-mail: g.gratiashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. სანაძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: sanadzegivi05@gtu.ge

თ. ჩხაიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.chxaidze@gtu.ge

ანოტაცია. ადამიანთა უმეტესობას მიაჩნია, რომ ფრინველებისა და თვითმფრინავების, ნემსიყლაპიების, ვერტმფრენებისა და დელტაპლანების ფრენები ერთმანეთის მსგავსია. სპეციალისტები კი მათი სერიოზული ანალიზით თითქმის არ არიან დაკავებულნი. ამის მიუხედავად ჰაერფრენის ფუძემდებლების ნიკოლაი ეგორის ძე ჟუკოვსკისა და ოტო ლილიენტალის ნაშრომები იწყებოდა სწორედ ფრინველების ფრენის შესწავლით. უფრო სწორად, იმის შესწავლით თუ როგორ წარმოიქმნება პლანირებადი ფრთის ამწევი ძალა. ასეთი კვლევების შედეგად 1904 წელს მიიღეს ფრინველის ფრთის მსგავსი საფრენი აპარატების ფრთების ოპტიმალური პროფილები.

საკვანძო სიტყვები: ამწევი ძალა; მასა; პროფილი; ფრინველი; ფრთა.

შესავალი

ასეთ პროფილებს ეწოდება ჟუკოვსკის პროფილები და მათი ამწევი ძალის შეფარდება ჰაერის წინაღობის ძალასთან არის მაქსიმალური, ხოლო ჰაერის წინააღობის ძალა საკმაოდ მცირეა. ისინი მართლაც იდეალურია ფრენის მცირე სიჩქარისათვის (რამდენიმე ათეული მეტრი წამში), რაც ფრინველებისთვისაა დამახასიათებელი და სრულებითაც არ არის ოპტიმალური ზებგერითი სიჩქარით მოძრავი თანამედროვე თვითმფრინავებისათვის.

რაც შეეხება მწერებს, მათ ფრთებს არ გააჩნიათ პროფილი და ბრტყელი ფორმა აქვთ. ზოგიერთი სახეობის მწერს (კერძოდ კრაზანასა და ფუტკარს) არა ორი, არამედ ოთხი ფრთა აქვთ.

სრულიად განსხვავებულია აგრეთვე სხვადასხვა საფრენი ობიექტის ფრთების ზომები. მარტო მწერების ფრთების ზომები შეიძლება განსხვავდებოდეს 1000 - ჯერ. დაახლოებით ამდენჯერვე შეიძლება განსხვავდებოდეს ფრინველების (კოლიბრიდან არწივამდე) ფრთების ზომები და სხვადასხვა თვითმფრინავის ფრთების ზომებიც. ყველაზე მცირე მწერებისა და ყველაზე დიდი საფრენი აპარატები ზომების განსხვავებები აღწევს რამდენიმე ასეულ ათასს.

მასშტაბების ასეთი გაბნევის შემთხვევაში სრულიად შესაძლებელია წარმოიშვას რაოდენობიდან ხარისხში გადასვლის ეფექტი. საფრენ მახასიათებლებს შორის არსებული დამოკიდებულებები, რომლებიც გამოსადეგია მცირე მფრინავი ობიექტებისათვის, შეიძლება სრულიად გამოუსადეგარი აღმოჩნდეს დიდი მფრინავი ობიექტებისათვის. აქედან გამომდინარე სრულიად დასაშვებია, რომ აქამდე სწორედ ამიტომ არ ხდებოდა ჰაერზე მძიმე მფრინავი ობიექტების ერთიანი მსგავსების კრიტერიუმების ძიება. მაგრამ მაინც, რაღაც საერთო აქვთ. როგორც ბუნებრივ, ისე ხელოვნურ მფრინავ ობიექტებს. ესაა პირველ რიგში წონა, შემდეგ კი გარკვეული ტიპის ფრთების აუცილებელი არსებობა, რომლებიც აუცილებლად ხასიათდება მათი გაქანებით ან ფართობით.

ძირითადი ნაწილი

შევეცადოთ შემოვიტანოთ რაღაც მსგავსების კრიტერიუმი, ის აუცილებლად უნდა შეიცავდეს ამ მახასიათებლებს. კერძოდ ასეთ განუზომელ და ფარდობით კრიტერიუმს შეიძლება წარმოადგენდეს დაყვანილი აფრიანობა:

$$K = S^{1/2} \Big/ (G/\gamma)^{1/3}, \qquad (1)$$

სადაც G არის ობიექტის წონა, S – ფრთების ფართობი, ხოლო γ –აირის სიმკვრივე $^{\partial}/_{\text{სმ}^3}$. ამ კრიტერიუმის გაანგარიშებამ სხვადასხვა მფრინავი ობიექტისათვის, გვაჩვენა საინტერესო შედეგები. კერძოდ აღმოჩნდა, რომ მფრინავი ობიექტების წონების მთელს დიაპაზონში K კრიტერიუმის მნიშვნელობები მდებარეობს მცირე არეში (ზოლში): პეპლებისათვის ეს კრიტერიუმი არ აღემატება – 7,2-ს; პლანერების მოდელებისათვის – 9,0-ს; ხოლო პლანერებისათვის – 8,0-ს. ეს ნიშნავს, რომ მიუხედავად ამ ობიექტების წონებს შორის უზარმაზარი განსხვავებებისა (მილიარდჯერ!), მათი აფრიანობების მნიშვნელობებს შორის რაოდენობრივი სხვაობები საკმაოდ მცირეა. ის იცვლება არაუმეტეს 5-ჯერ. ამასთან ერთად აფრიანობის კრიტერიუმების ცვალებადობის არე შეიძლება დაიყოს რამდენიმე უბნად ისე, რომ ყოველი მათგანი ახასიათებდეს სხვადა-

სხვა მფრინავი ობიექტის ფრენის განსაკუთრებულ სტილს.

ისეთ მფრინავ ობიექტებს, რომელთა აფრიანობის კრიტერიუმები მდებარეობს $1,7 \div 3,0$-მდე დიაპაზონში (ბუზი, ფუტკარი, იხვი და თვითმფრინავი გამანადგურებლები), აქვს ერთი საერთო ნიშანთვისება: მათი ფრენა სწრაფია, ისენი არ იყენებენ ცორვით ფრენას და არ ერიდებიან ფრენას ქარის საწინააღმდეგოდ.

მწერებისა და ფრინველების უმეტესობას მცირედან მოზრდილამდე, აგრეთვე თვითმფრინავების (გამანადგურებლების გარდა), აფრიანობის მნიშვნელობები $3,5 - 5,0$ ფარგლებშია. მათი ფრენა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ქარზე და ჰაერის აღმავალ ნაკადებზე. მაგალითად, პლანერების აფრიანობა $K = 4,75$ და უფრო მეტსაც, ნემსიყლაპიებისთვის კი $K = 4,6$, მათ ფრენას ხანდახან აქვს ცორვითი ხასიათი. ცორვით ფრენას იყენებენ ასევე ყორნები რომელთა $K = 4,3$.

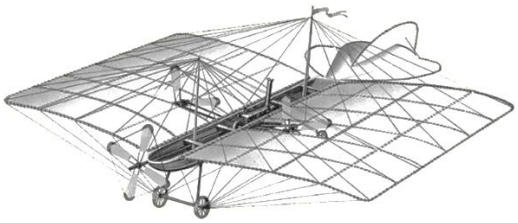
ისეთი ობიექტები რომელთა $K = 5,07,3$ (პეპლები, თოლიები, სვავები, არწივები, პლანერები) დაფრინავენ ძირითადად ცორვითი ფრენით და მათი მოძრაობა დამოკიდებულია ქარის მიმართულებასა და სიჩქარეზე.

K-ს ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს პეპლებს, ფრინველებისთვის ის უფრო ნაკლებია, კერძოდ ყველაზე დიდი K-ს მნიშვნელობა აქვს გუგულს $K = 6,6$. ნიშანდობლივია, რომ ტყის ბინადარი ფრინველებისა და მწერების უმეტეს ნაწილს K აქვს გაცილებით დიდი, ვიდრე მათივე წონის ღია სივრცეში ბინადარ მწერებსა და ფრინველებს.

დიდი აფრიანობა აქვს თვითმფრინავების მცირე მფრინავ მოდელებს $K = 9,0$, რომელთა ფრენა მცირე ქარის შემთხვევაშიც რთულდება, ხოლო დიდი ქარის დროს – საერთოდ შეუძლებელია.

ვერტმფრენების აფრიანობის მნიშვნელობა $K = 7,3 - 9,3$, ე.ი. მნიშვნელოვნად დიდი ვიდრე ნებისმიერი ტიპის თვითმფრინავისა და პლანერების. მაგრამ ეს არ ეხება ადრინდელი კონსტრუქციის თვითმფრინავებსა და ვერტმფრენებს, რომლებსაც K-ს მნიშვნელობები აღმოაჩნდათ მნიშვნელოვნად დიდი ვიდრე თანამედროვე თვითმფრინავებს. მაგალითად, მოჟაისკის თვითმფრინავის $K = 19,7$.

ასეთი დიდი აფრიანობის შემთხვევაში თვითმფრინავი შეიძლება გადაყირავდეს მცირე ქარის დროსაც, რაც მოსდიოდა მოჟაისკის თვითმფრინავს (სურ. 1). ამის გამო ის ვერ აფრინდა, ასევე ვერ აფრინდა იურევის ვერტმფრენიც 1913 წელს, რომლის $K = 20$.



სურ. 1

ფრენისათვის გამოდგა ის კონსტრუქციები, რომელთა K იყო მიახლოებული თანამედროვესთან. მათ შორის იყო ოთხძრავიანი სიკორსკის თვითმფრინავი (რუსკი ვიტიაზი) რომელმაც იფრინა 1913 წელს და მისი $K = 6,7$. ამ ავიაკონსტრუქტორის შემდეგი თვითმფრინავი ილია მურომეცი (სურ. 2), აფრინდა 1914 წელს და მისი $K = 6,7$. 1910 წელს შექმნილ დოკუჩევის ბიპლანის $K = 8,3$.

სურ. 2

შეიძლება ითქვას, რომ იმდროინდელი თვითმფრინავებისათვის დამახასიათებელი K-ს მნიშვნელობები დაკავშირებულია თანამედროვე თვითმფრინავებთან შედარებით დაბალ ენერგოშეიარაღებასთან. მიუხედავად იმისა, რომ მომდევნო წლებში უწყვეტად იზრდებოდა მაქსიმალური სიჩქარე, ძრავების კუთრი სიმძლავრე (ერთეულ მასაზე) და ფრთაზე კუთრი დატვირთვა – P/S კბ/მ^2, ამის შედეგად მცირდებოდა K-ს მნიშვნელობები, რომლებმაც ამ მომენტისათვის უკვე მიაღწიეს ოპტიმალურ მნიშვნელობებს.

შესაძლებელია K-ს დიდი მნიშვნელობების მიღება ფრენის განსაკუთრებული პირობების შემთხვევებში. მაქსიმალური აფრიანობა (R=20) აქვს ოთახის მცირე მფრინავ მოდელებს, და რომლებიც მზადდება ზემსუბუქი მასალებისაგან, მათი წონა შეადგენს სულ რამდენიმე გრამს. ღია ცის ქვეშ ასეთი ობიექტების ფრენა შეუძლებელია: მათ ფრენაზე დიდად შეიძლება იმოქმედოს მცირე ნიავმაც კი. მაგალითად, დელტაპლანებისათვის $K = 10$, ხოლო პარაშუტებისათვის $K = 12$. არაა გასაკვირი, რომ ზოგიერთ შემთხვევაში პარაშუტისტი ჩამოშვების მაგივრად, ამომავალი ნაკადების ზემოქმედებით მაღლა ადის.

პარადოქსულად შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ კოღოს, რომლის სიჩქარეცაა ნახევარი მეტრი წამში მიწასთან ახლოს და ტვირთმზიდ თვითმფრინავ ილ 76-ს, რომელიც მიფრინავს 900 კმ/წმ სიჩქარით 12000 მეტრ სიმაღლეზე, დაახლოებით ერთი და იგივე აფრიანობის რიცხვი აქვთ. ზებგერითი თვითმფრინავები ანელებენ თავის სიჩქარეს მინიმუმამდე იმისათვის, რომ დაეშვან აეროდრომზე, ამ შემთხვევაში K კრიტერიუმი გამოსახავს შეფარდებას საფრენი აპარატის მასასა და მის მიერ ჰაერის ქვემოთ ჩამოტყორცნილ მასას შორის, რომლის ხარჯზეც იქმნება საფრენ აპარატზე მოქმედი ამწევი ძალა. ამ თვალსაზრისით K სიდიდით განისაზღვრება საფრენი აპარატის ხარისხი.

შეიძლება ითქვას, რომ შემოთავაზებული მფრინავი ობიექტების მსგავსების კრიტერიუმი, როგორიცაა აფრიანობა არ არის ერთადერთი შესაძლებელი ვარიანტი. ცოცხალ ბუნებაში ფრენები შეიძლება ხასიათდებოდეს ფრთების ქნევის სიხშირითაც. ცნობილია ასევე, რომ რაც უფრო პატარაა ფრინველი ან მწერი, მით უფრო მეტია ფრთების ქნევის სიხშირე, მაგალითად კოღო ერთ წამში ფრთებს |500-ჯერ აქნევს, ბუზი 140–190-ჯერ, ბელურა–13-ჯერ, ყვავი–4-ჯერ და ა. შ.

შეიძლება ითქვას, რომ ფრთების ქნევის სიხშირე ფრთების გაქანების უკუპროპორციულია.

დასკვნა

ავიაციის ისტორიაში მოიძებნება საკმარისი მაგალითები, როდესაც ადამიანი ფრენის პრობლემის გადაწყვეტას ახდენდა ფრინველების ფრენის მიბაძვის გზით. აქვს თუ არა აზრი დღეს, როდესაც

ავიაციაში მიღწეულია კოლოსალური წარმატებები, დავუბრუნდეთ ცოცხალი არსებების ფრენის შესწავლას. საქმე ისაა, რომ ფრინველებისა და სხვა მფრინავი არსებების საფრენი აპარატი უფრო ეკონომიურია ვიდრე თვითმფრინავის, იმიტომ რომ ფრინველის ფრთის მიერ შექმნილი გამწევი ძალა საშუალებას იძლევა უზრუნველყოფილ იქნეს ფრენის უფრო მეტი მარგი ქმედების კოეფიციენტი თვითმფრინავთან შედარებით. ფრთების ქნევით გამოწვეული ფრენა ძალზე რთული მოვლენაა. მფრინავი არსებების ფრთების დრეკადობა და მასთან დაკავშირებული ჰაერის ნაკადის რხევების გამოყენება ფრენის დროს შეიცავს დამატებით შესაძლებლობებს საფრენი აპარატების საფრენოსნო მახასიათებლების გასაუმჯობესებლად, რისი ანალიზიც გაკეთებულია მოცემულ ნაშრომში.

ლიტერატურა

1. Tikhonravov, M. K. (1949). *The flight of birds and machines with flapping wings*. Moscow: Oborongiz. *(In Russian)*
2. Vinogradov, A. N. (1951). *Aerodynamics of soaring birds*. Moscow. *(In Russian)*
3. Vinokurov, A. A. (1951). *Aerodynamics of soaring birds*. Moscow. *(In Russian)*
4. Kaznevsky, V. P. (1955). *Aerodynamics in nature and in technology*. Moscow. *(In Russian)*
5. Krasnov, N. F. (1984). *Aerodynamics in questions and problems*. Moscow: Mashinostroenie. *(In Russian)*

UDC 591.4:629.7.02
SCOPUS CODE 2202
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-270-275

Analysis of the Similarities Between the Flight Characteristics of Flying Creatures and Aerial Vehicles

Zurab Mchedlishvili Department of Engineering Graphics and Technical Mechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68a, M. Kostava str.
E-mail: zurab.mch@mail.ru

Ramin Zukakishvili Department of Mechanical Engineering and Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68a, M. Kostava str.
E-mail: ramini.zukakishvili@gmail.com

Giorgi Gratiashvili nstitute of Structures, Special Systems and Engineering Maintenance, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: g.gratiashvili@gtu.ge

Reviewers:
G. Sanadze, Prof. Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: sanadzegivi05@gtu.ge
T. Chkhaidze, Prof. Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: t.chxaidze@gtu.ge

Abstract. Most people shield similar flights of birds and airplanes, dragonflies, helicopters and hang gliders, but specialists have little interest in their serious analysis.

Despite this, the work of the founders of aeronautics Nikolai Yegorovich Zhukovsky and Otto Lilienthal began precisely with the study of bird flights. More precisely, from the study of how the lifting force of the gliding wing arises. More precisely, from the study of how the lifting force of the gliding wing arises. As a result of such work in 1904, they obtained optimal profiles similar to the wings of birds.

Keywords: Bird; Lifting force; Mass; Profile; Wing.

განხილვის თარიღი 14.02.2025
შემოსვლის თარიღი 18.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 591.4:629.7.02
SCOPUS CODE 2202
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-276-287

მქნევარმფრენის (ორნიტოპტერის) თეორიისა და შექმნის საკითხისადმი

ზურაბ მჭედლიშვილი საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ა]
E-mail: zurab.mch@mail.ru

რამინ ზუკაკიშვილი მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ა]
E-mail: ramini.zukakishvili@gmail.com

გიორგი გრატიაშვილი ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: g.gratiashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. სანაძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: sanadzegivi05@gtu.ge

თ. ჩხაიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.chxaidze@gtu.ge

ანოტაცია. დედამიწაზე მობინადრე არსებების ორი მესამედი სივრცეში გადაადგილებისას, იყენებს ქნევით ფრთებს. ფრთების ანალოგიური და მასზე აგებული საფრენი აპარატის შექმნა ადამიანისათვის აღმოჩნდა ძალზე რთული ამოცანა. დაფრინავენ მხოლოდ მცირე მოდელები, ხოლო პილოტირებული მქნევარმფრენით ჰაერში აფრენა ჯერჯერობით იშვიათად თუ ვინმემ მოახერხა, მიუხედავად იმისა, რომ ამასთან დაკავშირებით ბევრი მცდელობა იყო. ჩვენს ნაშრომში მოცემულია ადამიანის მიერ შექმნილი ასეთი აპარატების თეორიული ანალიზი და მოყვანილია ქნევითი ფრენის მექანიკის ზოგიერთი საკითხი.

საკვანძო სიტყვები: ამწევი ძალა; მასა; პროფილი; ფრთა; ფრინველი.

შესავალი

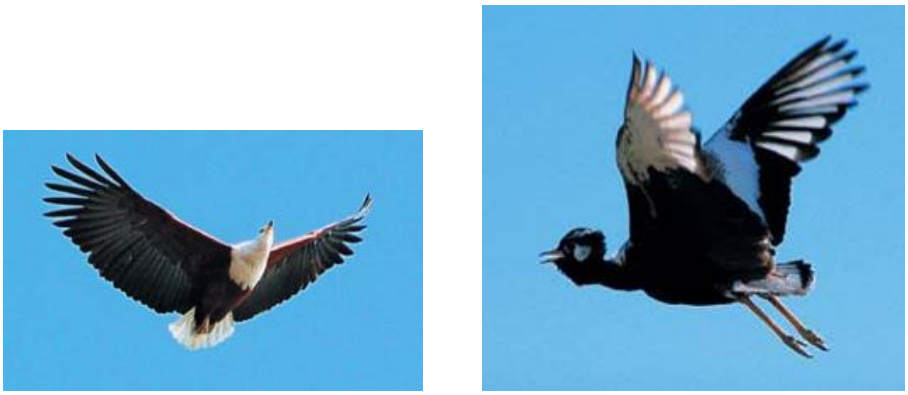
ერთი შეხედვით ფრინველისა და მწერის მიერ შესრულებული ქნევითი ფრენის პროცესის წარმო-

სახვა ძალზე მარტივია. როდესაც ადამიანებმა პირველად გადაწყვიტეს ფრენა ისინი აწყობდნენ მოძრავი ფრთების მქონე საფრენ აპარატებს (ორნიტოპტერებს), ფრთები მოძრაობდა ადამიანის კუნთების ძალის მეშვეობით. ამ საქმის პიონერი გახლდათ XV-XVI საუკუნეების მეცნიერი და ხელოვანი: ლეონარდო და ვინჩი, რომელმაც ფრინველებზე დაკვირვების საფუძველზე პირველმა ააგო ორნიტოპტერი და შეეცადა ადამიანი ჰაერში აეფრინა, მაგრამ ეს მცდელობა მარცხით დასრულდა. აეროდინამიკისა და ფრენის დინამიკის კანონების უცოდინარობამ კიდევ მრავალ მეცნიერსა და ენთუზიასტს შეუშალა ხელი ჰაერში აეწია მათ მიერ შექმნილი ჰაერზე მძიმე საფრენი აპარატები.

ჰაერფრენის ფუძემდებლების ნიკოლაი ეგორის ძე ჟუკოვსკისა და ოტო ლილიენტალის თავდაპირველი ნაშრომები ეფუძნებოდა ფრინველთა ფრენაზე დაკვირვებას და მათი ფრთების აგებულების გამოკვლევებს. კერძოდ იმასა თუ როგორ იქმნება პლანირებული ფრთის ამწევი ძალა. ასეთი გამოკვლევების შედეგი გახდა 1904 წელს თეორიულად მიღებული ფრთების ოპტიმალური პროფილები, რომლებიც ახლოსაა ფრინველის ფრთის პროფილთან. ასეთი პროფილების (ჟუკოვსკის პროფილები) ამწევი ძალის ფარდობა ფრონტალური წინაღობის ძალასთან მაქსიმალურია. ისინი იდეალურია შედარებით დაბალი სიჩქარეებისათვის (რამდენიმე ათეული მეტრი წამში), რომლებიც ახასიათებს ფრინველთა ფრენას, ხოლო სრულებითაც არ არის ოპტიმალური დიდი სიჩქარეებისათვის, რომლებითაც დაფრინავენ თანამედროვე თვითმფრინავები. რაც შეეხება მწერებს, მათ ფრთებს არ გააჩნიათ პროფილი და ისინი ბრტყელი ფორმისაა. ზოგიერთ მწერს თითოეულ მხარეს აქვს ორ-ორი, სამ-სამი ცალი ფრთა.

ძირითადი ნაწილი

სრულად განსხვავდება მფრინავი არსებების ფრთების ფორმები და ზომები. მარტო სხვადასხვა სახეობის მწერებისათვის ისინი სიდიდით შეიძლება განსხვავდებოდნენ 1000-ჯერ. მიახლოებით ამდენჯერვე განსვავდება ფრინველებისა (კოლიბრიდან ამერიკულ კონდორამდე და ალბატროსამდე) და სხვადასხვა თვითმფრინავის ფრთების ზომები. ხოლო ფრთების სიდიდეთა სხვაობა ყველაზე მცირე მწერებისა და ყველაზე დიდ თვითმფრინავებს შორის შეიძლება შეადგენდეს რამდენიმე ასეულ ათასს.

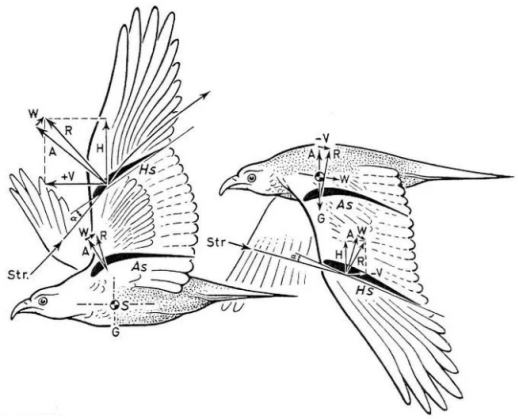


სურ. 1. სხადასხვა სახეობის ფრინველების ფრთების კონსტრუქცია

აეროდინამიკური დამოკიდებულებები რომლებიც მართებულია მცირე მფრინავი ობიექტებისათვის, შეიძლება საერთოდ არ გამოდგეს დიდებისათვის. სრულიად აშკარაა რომ დღევანდლამდე არ არსებობდა მსგავსების ერთიანი კრიტერიუმები ჰაერზე მძიმე ყველა მფრინავი ობიექტისათვის, რაც თავისთავად აფერხებდა ეფექტური პილოტირებული ორნიტოპტერის შექმნას.

საქმე ისაა, რომ ორნიტოპტერმა უნდა განახორციელოს ფრინველის ფრენის იმიტირება. ფრინველის ფრენა ემყარება იმავე აეროდინამიკურ პრინციპებს, რასაც ხელოვნური საფრენი აპარატის ფრენა. ფრინველი არის არსობრივად ცოცხალი თვითმფრინავი, იგი იყენებს ფრთის, პროპელერის, ფრთაწინა და ფრთაუკანას მსგავს მოწყობილობებს, რომლებიც მას მისი ევოლუციის 150- მილიონწლიანმა პროცესმა შესძინა და რომლებიც მას ეხმარება აფრენისა და მიწაზე დაჯდომის დროს.

დაჩქარებული კინოგადაღებების მეშვეობით დადგინდა, რომ ფრინველი არ უბიძგებს თავის თავს წინ, ფრთების საწინააღმდეგო მიმართულებით ჰაერის მასებზე მიწოლის მეშვეობით. როდესაც ის ფრთებს უშვებს ქვემოთ ერთდროულად ის მათ გადააადგილებს წინ, ფრენის მიმართულებით და არა უკან. იმ დროს, როცა ფრინველი მაღლა სწევს ფრთებს, იგი არ კარგავს ფრენის სიმაღლეს, არამედ მდოვრედ გადაადგილდება ერთ დონეზე. ფრთა ამ შემთხვევაში მუშაობს არა მარტო თვითმფრინავის ფრთასავით, არამედ ვერტმფრენის ნიჩაბივითაც (სურ. 1).



სურ. 2. ფრინველის ფრთების მოძრაობის სქემა

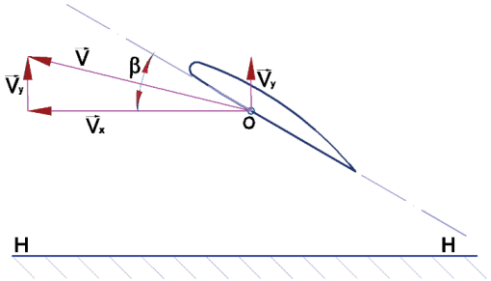
ნებისმიერი საფრენი აპარატის ფრენისათვის საჭიროა ამწევი და წევის ძალები. როგორც ცნობილია, თვითმფრინავისათვის ეს ძალები იქმნება ერთმანეთისაგან განცალკევებულად: ამწევი ძალა ფრთების, ხოლო წევის ძალა ხრახნის ან რეაქტიული ძრავების მეშვეობით.

ფრინველი და მწერი, ამწევ და წევის ძალებს წარმოშობს ერთობლივად, მქნევარა ფრთების მეშვეობით. ნახსენები ძალების შესაქმნელად ფრინველი (მწერი) აქნევს ფრთას და ერთდროულად აბრუნებს მას მისი გრძივი ღერძის გარშემო. ეს მობრუნება ფრინველს სჭირდება იმისათვის, რომ შექმნას ჰაერის ნაკადის მიმართ ფრთის სხვადასხვა შეტევის

კუთხეები. ფრთის სრული ქნევა იყოფა ორ ფაზად: ქნევა ზევით და ქნევა ქვევით.

იყო გავრცელებული მცდარი აზრი, რომ ფრინველის ფრთა სასარგებლო მუშაობას ასრულებს მხოლოდ ქვემოთ დაქნევისას, ხოლო ზემოთ აქნევა ენერგეტიკული თვალსაზრისით უსარგებლოა. ჩვენ დავინახავთ, რომ ზემოთ აქნევითაც სრულდება სასარგებლო მუშაობა და წარმოიქმნა ამწევი ძალა.

ჰორიზონტალური ფრენის დროს ფრთების ქნევა ახლოსაა ვერტიკალურთან. ფრთის მოძრაობა ჰაერის მიმართ განიხილება როგორც ორი მიმართულებით მოძრაობის ტოლქმედი: ფრთის მოძრაობა ვერტიკალურ სიბრტყეში და ფრთის წინსვლითი მოძრაობა ფრინველის კორპუსთან ერთად ჰორიზონტალურ სიბრტყეში.



სურ. 3

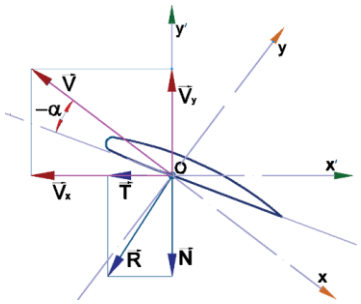
მე-3 სურ-ზე გამოსახულია ფრინველის ფრთის პროფილი. პროფილი დახრილია ჰორიზონტალური სიბრტყის მიმართ დადებითი β კუთხით. ფრთას აქვს ვერტიკალური $\overrightarrow{V_y}$ სიჩქარე, რომელიც პერპენდიკულარულია HH ჰორიზონტალური სიბრტყის და ჰორიზონტალური $\overrightarrow{V_x}$ სიჩქარე, რომელიც ამავე სიბრტყის პარალელურია. ჯამური სიჩქარის ვექტორი და მოდული გამოისახება ფორმულებით:

$$\vec{V} = \overrightarrow{V_y} + \overrightarrow{V_x} \qquad (1)$$

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \qquad 2)$$

ფრთის შეტევის კუთხე სრული სიჩქარის ვექტორის მიმართ აღვნიშნოთ α-თი. შეტევის კუთხე შეიძლება იყოს ისეთი, რომ ფრთას ჰქონდეს ნაკადისადმი დადებითი რეაქცია ან ისეთი, რომ რეაქცია იყოს უარყოფითი. შეტევის ნულოვან კუთხედ ითვლება ისეთი, როდესაც $C_y = 0$. კუთხის ამისთანა ათვლისას ცხადია, დადებითი შეტევის კეთხის შემთხვევაში ჰაერის მიმართ ფრთის რეაქცია დადებითია, ხოლო უარყოფითი α-ს შემთხვევაში – ყოველთვის უარყოფითია.

ვაჩვენოთ ის შემთხვევები, როცა თუ შეტევის კუთხე უარყოფითია, მაშინ ფრთა წარმოქმნის გამწევ ძალას, ხოლო თუ ეს კუთხე დადებითია, მაშინ ის წარმოქმნის წინაღობის ძალას.



სურ. 4

1-ელი შემთხვევა, როდესაც α კუთხე უარყოფითია (სურ. 4) .

ამ შემთხვევაში გვექნება

V_y – ფრთის ქნევის სიჩქარე.

V_x – ფრინველის ფრენის სიჩქარე.

V – ფრთის სრული სიჩქარე.

R – ფრთაზე მოქმედი ჯამური აეროდინამიკური ძალა.

თუ ამ ძალას დავშლით ორ მდგენელად, სიჩქარის ვექტორის მიმართულებით და მის პერპენდიკულარულად, მივიღებთ:

$$R = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3)$$

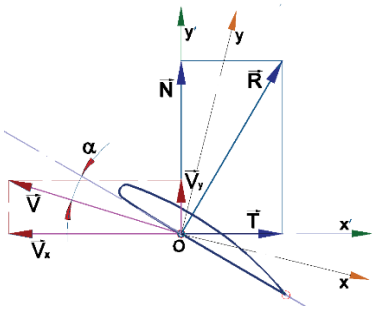
სადაც P არის ფრინველის ფრთის ამწევი ძალა, ხოლო Q – ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა.

თუ დავშლით სრულ ჯამურ ძალას x' ღერძის მიმართულებით, რომელიც პარალელურია V_x-ის და y'-ის მიმართულებით, რომელიც ამ სიჩქარის პერპენდიკულარულია, მივიღებთ:

$$R = \sqrt{N^2 + T^2} \quad (4)$$

სადაც T არის ფრინველზე მოქმედი წინ გამწევი ძალა, ხოლო N – ნორმალური ძალა, რომელიც უშვებს ფრთას ქვემოთ.

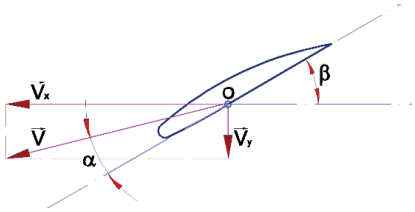
მე-2 შემთხვევა, როცა α კუთხე არის დადებითი (სურ. 5). ამ დროს N ძალა ეწევა ფრთას ზემოთ, ხოლო T ძალა – უკან.



სურ. 5

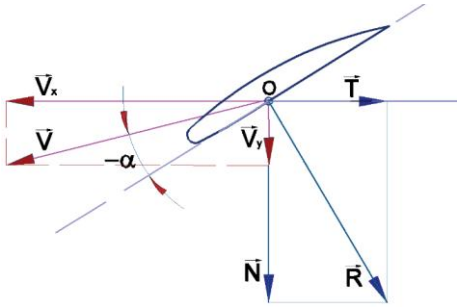
ქნევა ქვემოთ

ამ დროს ფრთის პროფილი ჰორიზონტალური სიბრტყის მიმართ ორიენტირებულია უარყოფითი კუთხით და V_x ქნევის სიჩქარე მიმართულია ქვემოთ (სურ. 6). აქაც შესაძლებელია ფრთის მოძრაობის ორი შემთხვევა:



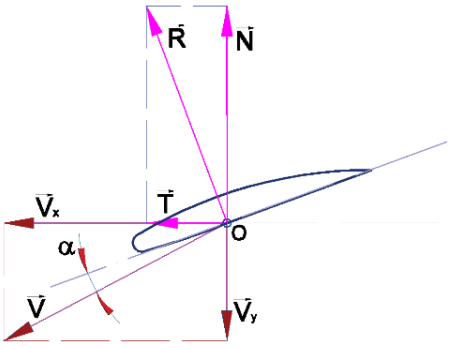
სურ. 6

1-ელი შემთხვევა, როცა შეტევის α კუთხე არის უარყოფითი (სურ. 7). თუ დავშლით ძალას წინა შემთხვევაში არჩეული ღერძების მიმართულებით, მივიღებთ N ძალას, რომელიც ჩამოუშვებს ფრთას, და T ძალას, რომელიც ფრთას ეწევა უკან.



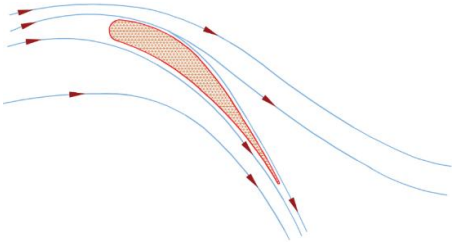
სურ. 7

მე-2 შემთხვევა როცა α კუთხე არის დადებითი (სურ. 8). თუ დავშლით ძალას წინა შემთხვევაში არჩეული, ფრინველზე ბმული ღერძების მიმართულებით (სურ. 10), მივიღებთ $\vec{N}$ ძალას, რომელიც ეწევა ფრთას ზემოთ, და $\vec{T}$ ძალას, რომელიც უბიძგებს ფრთას წინ.

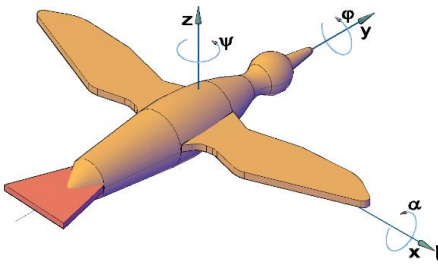


სურ. 8

განხილულიდან ჩანს, რომ ფრინველი იღებს ამწევ ძალას როგორც ფრთის ქვემოთ დაშვების, ისე მისი ზემოთ აწევის შემთხვევაში.



სურ. 9. ფრინველის ფრთის პროფილის გარსდენა ჰაერის ნაკადით



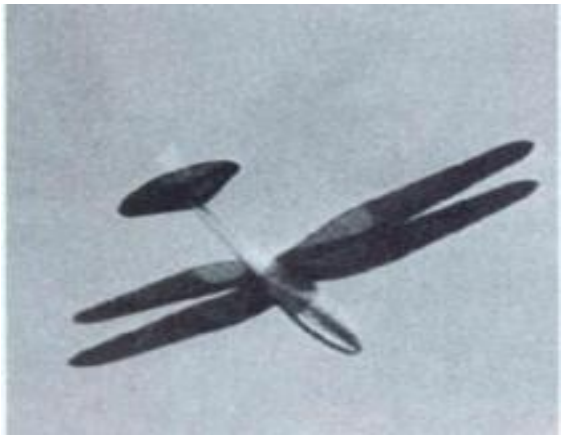
სურ. 10. ფრინველზე ბმული საკოორდინატო სისტემა

ახლა გავაკეთოდ იმ ორნიტოპტერების კონსტრუქციების მოკლე მიმოხილვა, რომლებიც შეიქმნა სხვადასხვა დროს.

მე-11 სურათზე გამოსახულია ბ. ი. ჩერნავსკის მიერ 1921 წელს აგებული ორნიტოპტერი. მქნევარ-მფრენი წარმოადგენდა ბიპლანს, რომელიც მოძრაობდა პილოტის ფეხების კუნთების ძალის მეშვეობით. ამ აპარატის საფრენოსნო გამოცდისას, მნიშვნელოვანი შედეგები მიღწეული ვერ იქნა. კონსტრუქტორმა დროებით მიანება თავი პროექტზე მუშაობას და მას დაუბრუნდა 13 წლის შემდეგ, როდესაც შექმნა ორნიტოპტერი БИЧ-16 (სურ. 12).

სურ. 11

სურ. 12

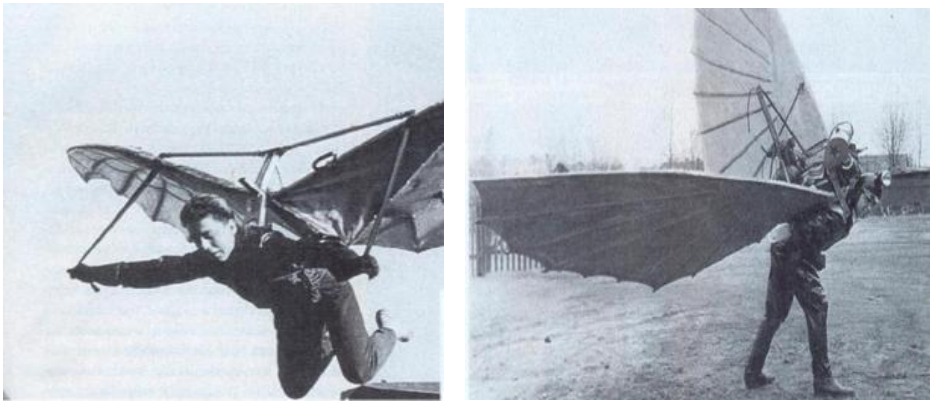


სურ. 13

ეს მოდელი წარმოადგენდა მონოპლანს, რომლის ფრთებიც მოძრაობდა წინას ანალოგიურად ფეხის პედლების მეშვეობით. ამ აპარატის კონსტრუქციამაც ვერ გაამართლა და ჩერნავსკი 1937 წელს შეუდგა შემდეგი ორნიტოპტერის БИЧ-18-ის შექმნას (სურ.13). აპარატს ჰქონდა ისეთივე, როგორც პლანერს, ფიუზელაჟი, მაგრამ ფრთების კონსტრუქცია იყო სულ სხვანაირი, ისინი წყვილ-წყვილად იყო შეერთებული საერთო საკისარზე, რომლებიც ფეხის პედლებს მოჰყავდა ქნევით მოძრაობაში. ეს აპარატი გამოსცადეს და გამოცდებმა აჩვენა დამაკმაყოფილებელი შედეგები, რის შემდეგაც კონსტრუქტორი გაურკვეველი მიზეზების გამო მქნევარაფრთიანი აპარატების შექმნას აღარ დაბრუნებია.

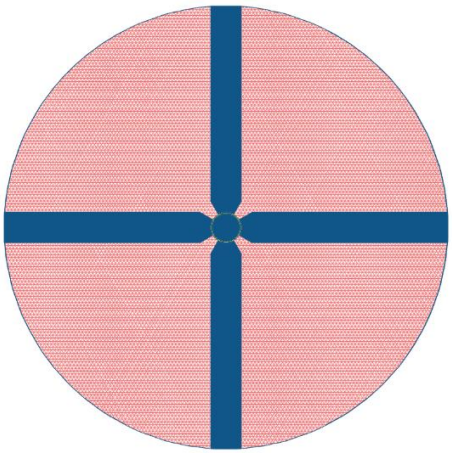
არ შეიძლება გვერდი ავუაროთ ჩვენი თანამემამულის ალექსი ვლადიმერის ძე შიუკოვის საკონსტრუქტორო შემოქმედებას. იგი იყო სამხედრო მფრინავი და ეკავა მაღალი სამხედრო თანამდებობები, მან 1908 წელს თბილისში მახათას მთიდან განახორციელა რამდენიმე გაფრენა მისივე კონსტრუქციის სხვადასხვა პლანერის მეშვეობით, რომელთაგან ერთ-ერთი წარმოადგენდა მქნევარმფრენს (ორნიტოპტერს). ფრენებმა წარმატებით ჩაიარა. მახათას მთაზე ფრენებიდან ნახევარი საუკუნის შემდეგ,

მოსკოვთან ახლოს ტუშინოს აეროდრომზე ა. ვ. შიუკოვმა წარმოადგინა თავისი ახალი კონსტრუქციის მოტორული ორნიტოპტერი დასახელებით: ША-1. საფრენი აპარატი დაპროექტებული იყო „იხვის“ სქემით, მისი სიმაღლის საჭე მდებარეობდა 6 მ სიგრძის ფრთების წინ ხოლო მიმართულების საჭე და მარეგულირებელი – მათ უკან. აპარატი იწონიდა 300 კგ-ს. საცდელი ფრენისას იგი ავიდა ჰაერში რამდენიმე მეტრით, მაგრამ მისი ძალოვანი სქემის რამდენიმე დეტალი გატყდა არასაკმარისი სიმტკიცის გამო, რის შედეგადაც აპარატმა ფრენა ვეღარ განაგრძო. ამის შემდეგ, ერთ დღეს, თვითმფრინავების სადგომ ანგარში გაჩნდა ხანძარი და ა. ვ. შიუკოვის ორნიტოპტერი დაიწვა. კონსტრუქტორმა ვეღარ მოახერხა ამ საფრენი აპარატის აღდგენა და ორნიტოპტერით ფრენა მას მხოლოდ ოცნებად დარჩა. ასევე წარუმატებლად დასრულდა სხვა კონსტრუქტორების მიერ შექმნილი პილოტირებული ორნიტოპტერების ფრენებიც (სურ. 14). წარმატებით დაფრინავენ მხოლოდ მცირე ზომის უპილოტო ექსპერიმენტული ორნიტოპტერები (სურ. 15), რომლებზედაც ატარებენ ისეთი აპარატების საფრენოსნო ექსპერიმენტებს, რაც დიდი საპილოტო მოდელების შექმნისათვისაა აუცილებელი.

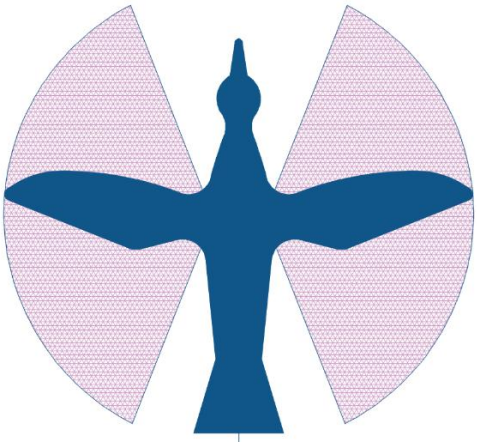


სურ.14

სურ. 15. ექსპერიმენტული უპილოტო ორნიტოპტერი



სურ. 16. ვერტმფრენის ნიჩბების მუშაობის აქტიური ზონა



სურ. 17. ფრინველის ფრთების მუშაობის აქტიური ზონა

საპილოტო მოდელისა და რეალური ორნიტოპტერის დაპროექტების მიზნით აუცილებელია გაკეთდეს ასეთი საფრენი აპარატის ფრენის ენერგეტიკული შეფასებები. როგორც ცნობილია ძალა, რომელიც მოქმედებს საფრენ აპარატზე ჰაერის მხრიდან, შეიძლება დაიყოს ორ მდგენელად: F_y ამწევ ძალად, რომელიც საფრენი აპარატის მოძრაობის v სიჩქარის პერპენდიკულარულია და F_x ჰაერის წინაღობის ძალად რომელიც ამ სიჩქარის პარალელურია. ცხადია, რომ რაც უფრო მეტია ამწევი ძალა, მით უფრო ნაკლებია ჰაერის წინაღობის ძალა და მით უფრო კარგად ასრულებს საფრენი აპარატი თავის ფუნქციას ტვირთის აწევისა და გადატანისას, ე. ი. მით უფრო ხარისხიანია საფრენი აპარატი. ხარისხი გამოისახება შემდეგი დამოკიდებულებით: $K = F_y/F_x$. მუდმივი სიჩქარით ჰორიზონტალური ფრენისას ამწევი ძალა აწონასწორებს სიმძიმის ძალას, ხოლო ძრავას წევის ძალა – ჰაერის წინაღობის ძალას.

თანაბარი ჰორიზონტალური ფრენისას $F_x v = N\eta_{ამწ}$. თუ გამოვსახავთ F_x წინაღმდეგობის ძალას

$F_y = mg$ ამწევი ძალისა და K ხარისხის მეშვეობით, მივიღებთ:

$$\frac{mgv}{K} = N \cdot \eta_{ამძ.} \quad (5)$$

სიდიდე $N \cdot \eta_{ამძ.}$ არის სიმძლავრე, ანუ ამძრავის მიერ ერთ წამში წინააღმდეგობის ძალების საპირისპიროდ შესრულებული მუშაობა. წარმოვიდგინოთ, რომ დროის ნებისმიერ ერთეულში ამძრავი ხარჯავს საწვავის ერთსა და იმავე რაოდენობას ($[\mu] = კგ/წმ$). მაშინ dt დროის შუალედში საწვავის მასის ცვლილება იქნება $dm = -\mu \cdot dt$ კგ. თუ გავყოფთ (5) განტოლების ორივე ნაწილს $\mu = -dm/dt$ -ზე გვექნება:

$$-\frac{mgv}{K} \cdot \frac{dt}{dm} = \frac{N \cdot \eta_{ამძ}}{\mu} \quad (6)$$

თუკი $dx = v \cdot dt$ არის უსასრულოდ მცირე გადაადგილება ჰორიზონტალური მიმართულებით, მაშინ განტოლებას, რომელიც ასახავს საწვავის მასის ელემენტარულ ცვლილებას ტრაექტორიის გასწვრივ, ექნება შემდეგი სახე:

$$dx = -\frac{K \cdot N \cdot \eta_{ამძ}}{\mu \cdot g} \cdot \frac{dm}{m} \quad (7)$$

თუკი ამ განტოლებას გავაინტეგრირებთ სტარტის წერტილიდან ($x = 0, m = m_0$) ფრენის ბოლომდე ($x = L, m = m_0 - m_{საწ.}$), მივიღებთ:

$$L = -\frac{K \cdot N}{\mu \cdot g} \cdot ln\left(1 + \frac{m_{საწ.}}{m_0}\right) \quad (8)$$

დროის ერთეულში ფრთის მიერ ჩამოტყორცნილი ჰაერის მასის კინეტიკური ენერგიის ცვლილება იქნება:

$$N = m_s\left(\frac{v_2^2}{2} - 0\right) = m_s \cdot \frac{v_2^2}{2} \quad (9)$$

ორნიტოპტერის მუშა ორგანო შეიძლება განვიხილოთ როგორც ვენტილატორი, რომელიც გადალახავს წნევის ცვლილებას და ქმნის ამწევ ძალას. ეს წნევის ცვლილება განდევნის ზემოდან შემოწოვილ ჰაერს ძირს v_1 სიჩქარით რისთვისაც საჭირო სიმძლავრე:

$$N = G \cdot v_1 \quad (10)$$

იმის გათვალისწინებით, რომ

$$G = m_s \cdot v_2 \quad (11)$$

ენერგიის ორივე გამოსახულებიდან შეგვიძლია მივიღოთ:

$$m_s \cdot \frac{v_2^2}{2} = m_s \cdot v_1 \cdot v_2 \quad (12)$$

აქედან გამომდინარე:

$$v_2 = 2v_1 \quad (13)$$

შემდეგ შეგვიძლია განვსაზღვროთ თუ როგორ გამოითვლება სიმძლავრე, რომელიც აუცილებელია საფრენი აპარატის N/G წონის ერთეულის ჰაერში დასაჭერად.

განტოლებიდან

$$G = 2\rho s v_1^2 \quad (14)$$

გამოვსახავთ $v_1 - s$

$$v_1 = \sqrt{G/2\rho s}. \quad (15)$$

ჩავსვამთ ამ განტოლებას N/G გამოსახულებაში და მივიღებთ:

$$\frac{N}{G} = \frac{1}{2\rho} \cdot \sqrt{\frac{G}{s}} \quad (16)$$

დასკვნა

ორნიტოპტერის ფრენის ტექნიკა შედგება მისი ფრთების აწევისა და დაშვებისაგან, რაც ხორციელდება სხვადასხვა სიჩქარითა და ქნევის ამპლიტუდით. ფრთის რხევითი მოძრაობის სიჩქარეები და ამპლიტუდები იცვლება საფრენი აპარატის ფრენის რეჟიმის მიხედვით. ცხადია, რომ ნებისმიერი რხევითი მოძრაობა არ ხდის შესაძლებელს განხორციელდეს საფრენი აპარატის ფრენა. თითქმის ორნიტოპტერის ყველა კონსტრუქტორი ცდილობს მოი-

გონოს თავისი აზრით ფრთის ქნევის საუკეთესო რეჟიმი. ორნიტოპტერის კონსტრუირებისას საჭიროა უპირველესად გაკეთდეს ფრინველის ფრთის მოძრაობის ანალიზი და შემდეგ გეზი იყოს აღებული ამ მოძრაობების სრულყოფისაკენ. ჩვენს ნაშრომში გაკეთებულია ფრთის მოძრაობის სიჩქარეებისა და მასზე მოდებული ძალთა სისტემის ანალიზი და შემდეგ მიღებულია საჭირო ფორმულები, რომლებიც განსაზღვრავს ორნიტოპტერის ფრენისას მისი ამძრავის ენერგეტიკულ დანახარჯებს.

ლიტერატურა

1. Tikhonravov, M. K. (1949). *The flight of birds and machines with flapping wings*. Moscow: Oborongiz. *(In Russian)*
2. Vinogradov, A. N. (1951). *Aerodynamics of soaring birds*. Moscow. *(In Russian)*
3. Vinokurov, A. A. (1951). *Aerodynamics of soaring birds*. Moscow. *(In Russian)*
4. Kaznevsky, V. P. (1955). *Aerodynamics in nature and in technology*. Moscow. *(In Russian)*
5. Krasnov, N. F. (1984). *Aerodynamics in questions and problems*. Moscow: Mashinostroenie. *(In Russian)*

UDC 591.4:629.7.02
SCOPUS CODE 2202
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-276-287

To the question of theories and the creation of a mahalet (ornithopter)

Zurab Mchedlishvili Department of Engineering Graphics and Technical Mechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68a, M. Kostava str.
E-mail: zurab.mch@mail.ru

Ramin Zukakishvili Department of Mechanical Engineering and Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68a, M. Kostava str.
E-mail: ramini.zukakishvili@gmail.com

Giorgi Gratiashvili nstitute of Structures, Special Systems and Engineering Maintenance, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: g.gratiashvili@gtu.ge

Reviewers:
G. Sanadze, Prof. Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: sanadzegivi05@gtu.ge
T. Chkhaidze, Prof. Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: t.chxaidze@gtu.ge

Abstract. Two-thirds of creatures living on earth use flapping wings. Creating similar wings and aircraft based on them for humans has proven to be a very difficult task. Only small models fly, but rarely anyone managed to fly into the air with manned machalets. Despite he fact that many attempts have been made to this end. In our work, a theoretical analysis of such devices created by man was made and some issues of flapping flight were considered.

Keywords: Bird; Lift; Mass; Profile; Wing.

განხილვის თარიღი 26.02.2025
შემოსვლის თარიღი 31.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 625.712.65
SCOPUS CODE 2205
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-288-294

Selection of Optimal Road Pavement Design Methods Based on the Quality of Road Construction Materials

Petre Nadirashvili Department of Roads, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

Nugzar Rurua Department of Roads, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: n.rurua@gtu.ge

Khvicha Iremashvili Department of Roads, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: iremashvilikhvicha05@gtu.ge

Reviewers:
M. Shishinashvili, Associate Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: m.shishinashvili@gtu.ge
G. Cubinidze, Assistant Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: g.chubinidze@gtu.ge

Abstract.

The main objectives of improving the reliability of roads and highways are to increase the durability of the road pavement structure, as well as its wear resistance. During design, it is important to determine the quality of the road construction materials used to ensure the required strength of the road pavement structure, which are resistant to plastic deformation and wear. In terms of operational reliability criteria, It is necessary to pay attention to the bearing capacity in relation to the impact of transport loads and the maintainability of road structures. Depending on the quality of road construction materials, it is recommended to use them selectively in the structural layers of the road pavement, so as to maximally take into account, on the one hand, the requirements of strength and reliability, and on the other hand, economic affordability.

Based on the above, the article presents the principles for selecting optimal road pavement design methods that provide the necessary operational characteristics and reliability over the service life under predetermined traffic volume conditions at a minimum cost.

Keywords: Road Pavement; Service Life; Structural layer; Structure.

Introduction

Pavement design is essentially an empirical science based on practical experience. The empirical-mechanical and engineering design system provides a unified pavement analysis procedure for evaluating existing pavements and predicting deterioration. The design procedure explained here is an empirical-mechanical one, combining elements of modeling with performance observations in determining the required pavement thickness for a set of design conditions. The empirical-mechanical and engineering design system is based on elementary physics and determines the stressed-deformed state of the pavement in terms of the normal and shear strength indicators under the impact of wheel loads. The empirical part of the design uses pavement operational reliability criteria to predict service life based on actual field performance observation. The layer thickness obtained from the above procedures should be considered as a minimum requirement and should not take into account construction tolerances. This is especially important in the case of layers of modified material.

Main Part

Design of Road Materials

For existing road pavements, test pits represent one of the common investigation methods to determine the thickness and type of the various pavement layers and to assess the condition of the sub-grade. Samples from each layer of the pavement and sub-grade can be taken for visual inspection and collected for subsequent laboratory testing. As a guideline, it is recommended to make two control pits every one KM, alternately on both sides of the roadway.

The Dynamic Cone Penetrometer (DCP) test is designed to provide the rapid in-situ measurement of the structural properties of existing road pavements and sub-grades. The DCP test results can be compared with laboratory test results. The DCP testing frequency is usually every 100 meters, but a testing interval of 200 meters can be sufficient.

Practitioners are encouraged to refer to the „TRL's Overseas Road Note 8, A User's Manual for A Program to Analyse Dynamic Cone Penetrometer Data", for a detailed discussion of DCP data analysis obtained from testing. Using data obtained from DCP and CBR tests, it is possible to determine the pavement thickness and quality of road construction materials. An example of dynamic cone penetrometer analysis is shown below in Figure 1.

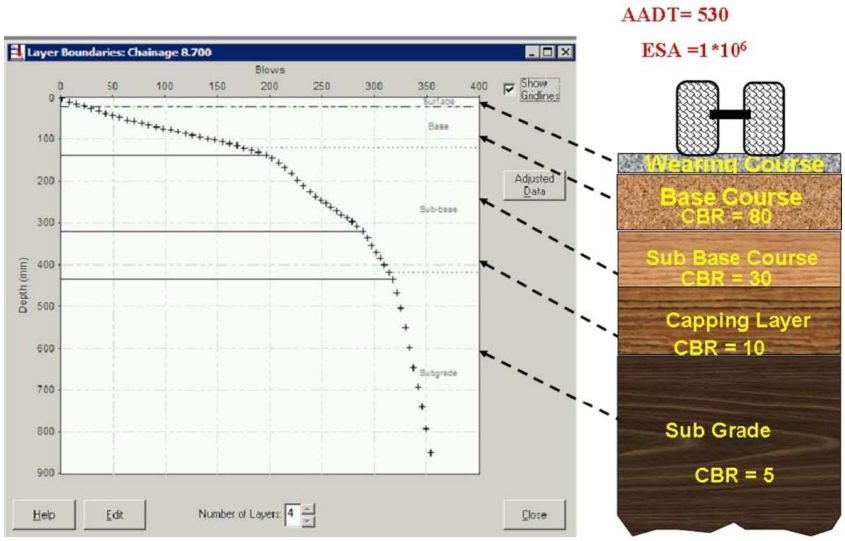


Fig. 1: Dynamic Cone Penetrometer Analysis Sample

In general, the use of improved sub-grade layers has the following advantages: provides additional protection during heavy axle loads; protects underlying earthworks; provides a running surface for traffic; promotes compaction of upper pavement layers; provides a homogenous sub-grade strength; acts as a drainage filter layer and is available for more economical use of materials.

Performance Characteristics of Road Pavement Layers

The thickness of unbonded base, sub-base, capping layer and sub-grade material specified in the design shall provide sufficient normal and shear strength, as shown in Figure 2, to support the expected load during the design service life of the pavement.

Surface design is based on providing a surfacing that is adequately durable to deformation under traffic loads, is resistant to atmospheric influences, has adequate skid resistance, is adequately smooth and is sufficiently wear-resistant during the design life of the pavement.

The optimal number of layers depends on the required stability, smoothness, and economy. Road pavements can come in a multitude of configurations and variations. For road design purposes, it is sufficient to consider some of the generally accepted solutions used to provide major all-weather access roads in the area. Roads can be categorized according to the main construction materials used in the pavement: earth; gravel or aggregate; bituminous mixes; concrete, and stone or brick.

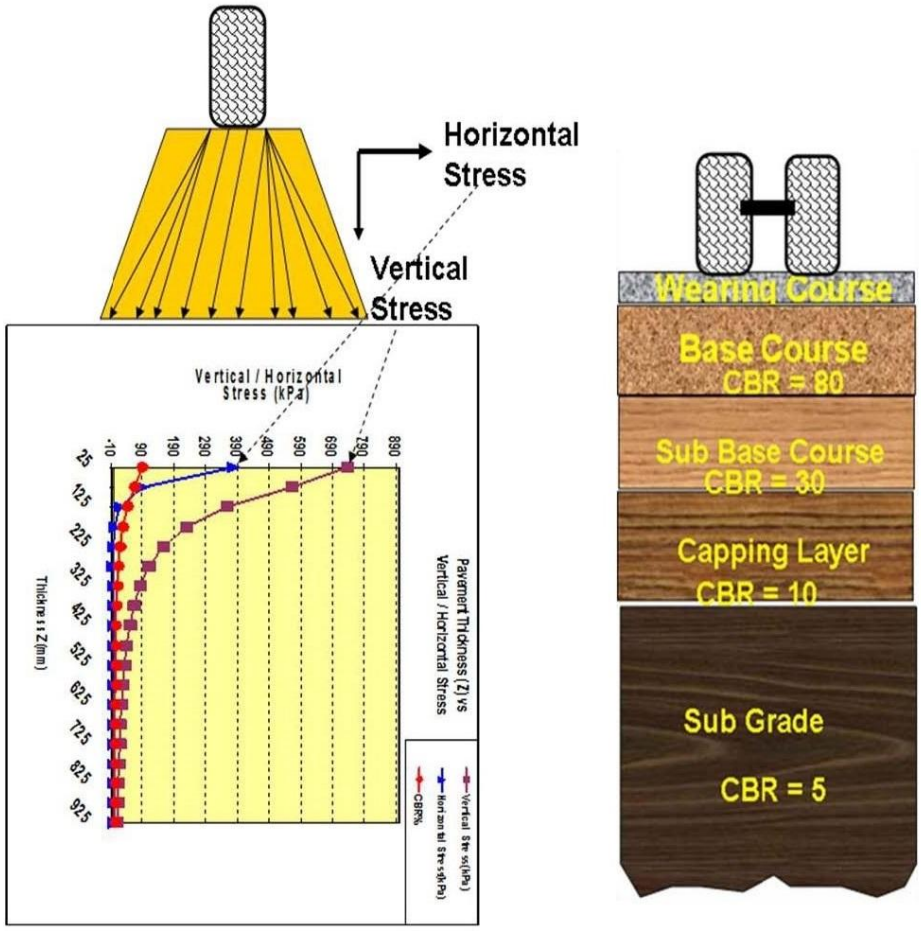


Fig. 2: Normal and shear strength characteristics of pavement layers

The main steps to be followed in carrying out a design for a road pavement include:

- Estimating the volume of traffic and the cumulative number of standard axles that will use the road during the selected design life;
- Estimating the strength of the sub-grade soil over which the road is to be built;
- Selecting the most economical combination of pavement materials and layer thicknesses that will provide satisfactory service over the design life of the pavement.

Vehicle classification is an important aspect of traffic volume assessment (as well as equivalent axle load assessment). Vehicle types are typically defined according to the following breakdown (For reporting purposes, the breakdown can be further simplified and expressed in vehicle classes):

- Cars;
- (2) 4-Wheel Drive Vehicles;
- Small Buses;
- Medium and Large-size Buses;
- Small Trucks and Pickups;
- Medium Trucks; and
- Large, 2-Axle Truck.

Most often, traffic data will initially be available to the designer in terms of volumes, i.e., Average Annual Daily Traffic (AADT) for each vehicle class. It is noted that motorcycles and small cars do not contribute significantly to structural damage to roads. The AADT is defined as the total annual traffic summed in both directions and divided by 365. It is usually obtained by recording actual traffic volumes over a shorter period, from which the AADT is then estimated. Adjustments are usually required between the AADT based on recent traffic counts and the AADT during the first year of service. These adjustments can be made using growth factors. It is recommended that traffic counts to establish an average annual traffic figure for a particular site comply with the following practices:

The count is conducted over seven consecutive days. Some days are counted for a full 24 hours, preferably with at least one 24-hour count on a weekday and one on a weekend. A sixteen-hour count should be sufficient for the remaining days. Counting should be avoided during periods when the intensity of travel for short periods of time is abnormal due to wage payments, public holidays, etc. If possible, the seven-day count should be repeated several times throughout the year.

Future traffic volume is divided into the following three categories: traffic that would pass along an existing road or route even if no pavement improvements or rehabilitation works were provided; additional traffic caused by road improvements; Traffic that is changed from another route (or mode of transportation) due to improvements to the project road, but still travels between the same origin and destination.

The cumulative traffic for each class of vehicle is multiplied by the average number of equivalent standard axles of vehicles in that class to calculate the cumulative total number of equivalent standard axles over the life of the road. The Equivalence Factor (per axle) is defined as the pavement damaging effect of an axle in relation to the damage created by a standard axle which has a load of 10 tonnes. ESA (equivalent standard axle) is a standard axle load of 10 metric tons (or 100 kN). All axle loads are converted to equivalent standard axle loads (ESA) and pavement design is usually based on the total combined ESA value that the pavement will be expected to support over its design life.

The number of equivalent standard axles is related to the axle load as follows:

ESA = (P/10000)n (for loads in kg) or ESA = (P/100)n (for loads in kN) Where ESA = number of equivalent standard axles;

P=axle load (in kg or kN) and n = damage exponent.

The accumulated ESAs for each class for the design period are obtained by multiplying the cumulative traffic. The total cumulative standard axle load of all vehicle classes is obtained by adding the values for all classes.

Traffic on narrow roads is more channelized than on wide two-lane roads. In such cases, the effective traffic load is greater than for wide roads. Design traffic volume

can also be a significant proportion of total traffic on roads, sometimes 20 to 40% of total traffic, and should be taken into account in the design of the wearing course. For high-volume roads detailed traffic analysis is warranted because environmental and traffic loading factors generally determine the performance of roads.

The main steps that must be taken when implementing a road pavement design include the following:

- estimating the amount of traffic and the cumulative number of standard axles that will use the road over the selected design life;
- assessing the strength of the sub-grade soil over which the road is to be built;
- selecting the most economical option of pavement materials and layer thicknesses that will provide satisfactory service over the design life of the pavement, taking into account local conditions of climate, traffic, available local materials and other environmental factors.

Based on the above, the main objective is to design an appropriate pavement structure with sufficient load-bearing capacity to accommodate the expected traffic during its design life at a given end-of-life service level.

Conclusion

The suitability of road pavement design methods can be assessed by taking into account the following factors:

The design traffic must be accurately determined to ensure the Equivalent Standard Axle (ESA) load range;

The design of the sub-grade should take advantage of a number of durable construction materials that are prevalent in large areas of the region;

Material classes should be represented in sufficient quantity to cover the full range and variety of properties of naturally occurring residual weathered rocks that occur extensively in the region;

Materials specifications should be based on proven field performance characteristics in relation to such factors as traffic volume, sub-grade design class, pavement design class and geo-climatic zone;

Depending on the quality of road construction materials, their selection should be made for optimal use in the structural layers of the road pavement, in order to maximally meet the requirements of durability and reliability, while remaining economically affordable.

References

1. AASHTO. (2001). *Standard method of test for moisture-density relations of soils* (AASHTO T 180). American Association of State Highway and Transportation Officials.
2. Austroads. (1992). *Pavement design guide* (Publication No. AP-17/92). Australia.
3. International Labour Organization (ILO). (2008). *Building rural roads*. Bjorn Johannessen.
4. Kluwer Academic Publishers. (1998). *Pavement management for airports, roads and parking lots*. Shain, MY, USA.
5. Overseas Road Note 8: A user's manual for program to analyse dynamic cone penetrometer data. (1990). TRL Limited. Crowthorne, United Kingdom.
6. Shell International Petroleum Company, Ltd. (1978). *Shell pavement design manual: Asphalt pavements and overlays for road traffic*. London, England.
7. Transport Research Laboratory (TRL), Ministry of Public Works and Transport. (2009). *Low volume rural road environmentally optimized design manual*.
8. TRL Overseas Road Note 16: Principles of low-cost road engineering in mountainous regions. (1997).

9. TNZ Publications, TRANSIT. (1997). *Pavement design guide*. New Zealand.
10. U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration (FHWA), Office of Asset Management. (1999). *Asset management primer*.
11. TRB. (1996). *Stabilization of slope by removal and repairing the potential unstable blocks*.

UDC 625.712.65
SCOPUS CODE 2205
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-288-294

საგზაო სამოსის დაპროექტების ოპტიმალური მეთოდების შერჩევა გამოყენებული საგზაო-სამშენებლო მასალების ხარისხის გათვალისწინებით

პეტრე ნადირაშვილი საგზაო დეპარატმენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: p.nadirashvili@gtu.ge

ნუგზარ რურუა საგზაო დეპარატმენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: n.rurua@gtu.ge

ხვიჩა ირემაშვილი საგზაო დეპარატმენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: iremashvilikhvicha05@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. შიშინაშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: m.shishinashvili@gtu.ge
გ. ჩუბინიძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის ასისტენტ პროფესორი
E-mail: g.chubinidze@gtu.ge

ანოტაცია. საგზაო სამოსის კონსტრუქციის სიმტიცე და ცვეთისადმი მდგრადობა არის საავტომობილო მაგისტრალებისა და გზების საიმედოობის გაზრდის ძირითადი ამოცანა. საგზაო სამოსის დაპროექტებისას კონსტრუქციის საჭირო სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია გამოყენებული საგზაო-სამშენებლო მასალების ხარისხის განსაზღვრა, რომლებიც მდგრადია პლასტიკური დეფორმაციისა და ცვეთის მიმართ. საექსპლუატაციო კრიტერიუმების თვალსაზრისით, ასევე აუცილებელია ყურადღება მიექცეს სატრანსპორტო დატვირთვების ზემოქმედების მიმართ მდგრადობას და გზის კონსტრუქციების მოვლა-შენახვის პირობებს. საგზაო-სამშენებლო მასალების ხარისხის შესაბამისად მი-

ზანშეწონილია საგზაო სამოსის კონსტრუქციულ ფენებში მათი შერჩევით გამოყენება ისე, რომ მაქსიმალურად იქნეს გათვალისწინებული, ერთი მხრივ, სიმტკიცის და საიმედოობის, ხოლო, მეორე მხრივ ეკონომიურობის მოთხოვნები.

აღნიშნულიდან გამომდინარე სტატიაში წარმოგდგენილია საგზაო სამოსის ისეთი ოპტიმალური კონსტრუქციების შერჩევის პრინციპები, რომელიც მოძრაობის მოცემული ინტენსივობის პირობებში უზრუნველყოფს საჭირო საექსპლუატაციო თვისებებს და საიმედოებას მომსახურების ვადის პერიოდში მინიმალური ღირებულების გათვალისწინებით.

საკვანძო სიტყვები: კონსტრუქციული ფენა; მომსახურების ვადა; საგზაო სამოსი; სტრუქტურა.

The date of review 04.04.2025
The date of submission 10.04.2025
Signed for publishing 25.09.2025

UDC 697
SCOPUS CODE 2210
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-295--302

ახალი კონტეინერი ხილისა და კენკრის ცივად ტრანსპორტირებისათვის

ამირან ლაზარაშვილი
მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: aka.lazarashvili@gmail.com

გივი გოლეთიანი
მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: g.goletiani@yahoo.com

ზურაბ ლაზარაშვილი
მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: z.lazarashvili@gtu.ge

გივი გუგულაშვილი
მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

თენგიზ რუხაძე
მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: rukhadzetengo@gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. ნათბილაძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: n.natbiladze@gtu.ge

ნ. ბუთხუზი, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: n.butkhuzi@gtu.ge

ანოტაცია. სასურსათო პროდუქტების დამამზადებლიდან მომხმარებლამდე მიწოდების აუცილებელი რგოლი ტრანსპორტირებაა. სხვადასხვა სახის სატრანსპორტო საშუალებების მიმოხილვა გვიჩვენებს, რომ ტრანსპორტირების პროცესში გადასაზიდი პროდუქტის ხარისხის გაუარესების ძირითადი მიზეზი ერთი სატრანსპორტო საშუალებიდან მეო-

რეში გადატვირთვაა, რა დროსაც ირღვევა ამ პროდუქტის შენახვის ოპტიმალური კლიმატური გარემო. აღნიშნული მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით შემოთავაზებულია სასურსათო პროდუქტების მოთავსება ინდივიდუალური სამაცივრო დანადგარით აღჭურვილ სპეციალურ სატრანსპორტო კონტეინერში. ტრანსპორტირების ნებისმიერი სქემის გამოყენების მიუხედავად, დამამზადებელი საწარმოს მიერ კონტეინერში ჩატვირთული და დაკეტილი პროდუქტი განუწყვეტლივ იმყოფება დადგენილი ოპტიმალური რეჟიმის პირობებში, რომელსაც მოხმარებელი გახსნის ტრანსპორტირების სრული ციკლის დასრულების შემდეგ.

საკვანძო სიტყვები: კონტეინერი; მაცივარი; მომხმარებელი; მწარმოებელი; სასურსათო პროდუქტი.

შესავალი

თანამედროვე პირობებში სასურსათო პროდუქტების ტრანსპორტირება საკმაოდ ფართოდ გამოიყენება [1]. გადასაზიდ ძირითად სასურსათო პროდუქტებს მიეკუთვნება: ხორცი და ხორცპროდუქტები, თევზი და თევზპროდუქტები, რძისა და ძეხვეულის პროდუქცია, ხილი, ბოსტნეული, კენკრა და მწვანილი. სხვა სახის სატრანსპორტო ტვირთისაგან განსხვავებით, სასურსათო პროდუქტები გამოირჩევა სინაზით, რბილი კონსისტენციით, არომატით, სუნით, სუსტი მედეგობით გარემოს პირობების ცვლილებისადმი და სხვა. ამიტომ ასეთი პროდუქტების ტრანსპორტირება, მათი ხარისხის შენარჩუნებისათვის, განსაკუთრებული პირობების დაცვას მოითხოვს, როგორიცაა ტრანსპორტირებისას განსაკუთრებული კლიმატური პირობების შექმნის აუცილებლობა (განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ტემპერატურას, ტენიანობას, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს) [2]. ამასთან გასათვალისწინებელია, რომ ყოველი განსხვავებული პროდუქტისათვის კლიმატის განმსაზღვრელი პარამეტრების მნიშვნელობები უმეტეს შემთხვევაში განსხვავებულია [3, 4]. მნიშვნელოვანია ასევე განსხვავებული პროდუქტების ცალ-ცალკე შენახვის აუცილებლობა. სასურსათო პროდუქტების უმრავლესობა ერთმანეთისაგან განსხვავდება სუნით და არომატით. წარმოიქმნება იმის საფრთხე, რომ ტრანსპორტირების პროცესში სუნი და არომატი ერთი პროდუქტიდან მეორეს გადაეცემა, რაც, უმეტეს შემთხვევაში, დაუშვებელია. ამიტომ აუცილებელი ხდება სხვადასხვა კატეგორიის პროდუქტების სატრანსპორტო საშუალების სხვადასხვა, ერთმანეთისაგან ჰერმეტულად გამოყოფილ სექციებში მოთავსება. მნიშვნელოვანია სასურსათო პროდუქტების შეფუთვა ტრანსპორტირებისას. ეს აუცილებელია პროდუქტის გარემოს ზემოქმედებისაგან (მექანიკური, სითბური, ბიოლოგიური, ქიმიური და სხვა) დასაცავად [5].

სასურსათო პროდუქტების ტრანსპორტირებისათვის დღეს პრაქტიკულად ყველა სახის სატრანსპორტო საშუალება გამოიყენება.

საავიაციო ტრანსპორტი სასურსათო პროდუქტების გადაზიდვის ყველაზე სწრაფი საშუალებაა, რომელიც ხდება დიდ მანძილზე ქალაქებს, ქვეყნებსა და კონტინენტებს შორის. ამ ტრანსპორტის დადებით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს, რომ მინი-

მალურია პროდუქტზე მოქმედი ბიძგები და რყევები, არ არსებობს დენით მომარაგების პრობლემა, რაც ტრანსპორტირების პროცესში მაცივრების გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა.

აღსანიშნავია, რომ თვითმფრინავის ტვირთამწეობა შეზღუდულია, თუმცა სასურსათო პროდუქტების საავიაციო ტრანსპორტირებასთან დაკავშირებული ძირითადი უარყოფითი მხარეა სასურსათო საწარმოდან აეროპორტამდე და მიმღები აეროპორტიდან მომხმარებლამდე დამატებითი სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენების აუცილებლობა. ეს ართულებს და აძვირებს ისედაც ძვირი საავიაციო ტრანსპორტის გამოყენებას და, რაც უფრო მნიშვნელოვანია, აუარესებს სასურსათო პროდუქტების ხარისხს.

კონტინენტებს შორის ტვირთის დიდი მასების ტრანსპორტირების საუკეთესო საშუალება საზღვაო ტრანსპორტია. აქ არ არსებობს დენით მომარაგების პრობლემა, რაც, გემების დიდი ტვირთამწეობის გათვალისწინებით, დიდი სამაცივრო დანადგარების განლაგების საშუალებას იძლევა, რომლებშიც სასურსათო პროდუქტები ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ინახება. მნიშვნელოვანია, რომ მაცივრების კონდენსატორების გასაცივებლად შესაძლებელია ზღვის წყლის გამოყენება.

საზღვაო გადაზიდვების უარყოფითი მხარეა დრო, რომელიც დაკავშირებულია გემების მცირე სიჩქარესთან. პროდუქტი ხანგრძლივად იმყოფება დედამიწის ცხელი ან ცივი განედების პირობებში, რაც დამატებით მოთხოვნებს აყენებს გემებზე განლაგებული მაცივრების მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმის მიმართ. ზღვის ღელვის ან შტორმის შემთხვევაში ხშირია პროდუქტზე მოქმედი ბიძგები და რყევები, რაც აუცილებლად უნდა იქნეს გათვალისწინებული კვების პროდუქტების ხომალდზე განლაგებისას. საზღვაო გადაზიდვების უარყოფითი მხარეა ასევე დამატებითი სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენების აუცილებლობა სასურსათო საწარმოდან საზღვაო პორტამდე და პორტიდან მომხმარებლამდე. ეს აძვირებს ტრანსპორტირებას და ადიდებს პროდუქტის თვითღირებულებას და ამასთან სასურსათო პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნების პირობებს მნიშვნელოვნად აუარესებს.

სარკინიგზო ტრანსპორტის გამოყენება მხოლოდ ხმელეთზეა შესაძლებელი და ისიც რკინიგზის არსებობის შემთხვევაში. სასურსათო პროდუქტების გადაზიდვისათვის ტრანსპორტირების ეს სახეობა მოხერხებულია, რადგან აქ არ არსებობს ელექტროენერგიით მომარაგების პრობლემა და, შესაბამისად, მაცივრების გამოყენება შესაძლებელია.

სარკინიგზო ტრანსპორტის უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს მოძრაობის, განსაკუთრებით დაძვრისა და გაჩერების დროს პროდუქტზე მოქმედი ბიძგები და რყევები, რაც ცუდად აისახება სურსათის ხარისხზე. უარყოფითი მხარეა აგრეთვე დამატებითი სატრანსპორტო საშუალებების გამოყენების აუცილებლობა ტვირთის საწარმოდან რკინიგზის სადგურამდე და სადგურიდან მომხმარებლამდე გადატანისათვის, რაც სურსათის შემთხვევაში მისი ხარისხის გაუარესების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიზეზია.

სასურსათო პროდუქტების გადაზიდვისათვის მოხერხებული და იაფი საშუალებაა საავტომობილო ტრანსპორტი. მისი გამოყენებით შესაძლებელია ტვირთის გადატანა ქალაქის შიგნით, ქალა-

ქებსა და ქვეყნებს შორის. ტრანსპორტის ეს სახეობა არ გამოირჩევა განსაკუთრებული ტვირთამწეობით და სიჩქარით. უარყოფითი მხარეა ავტომობილის მოძრაობის, გაჩერების და დაძვრისას წარმოქმნილი ბიძგები და რყევები, რომლებიც უარყოფითად მოქმედებს გადასაზიდი პროდუქციის ხარისხზე [6].

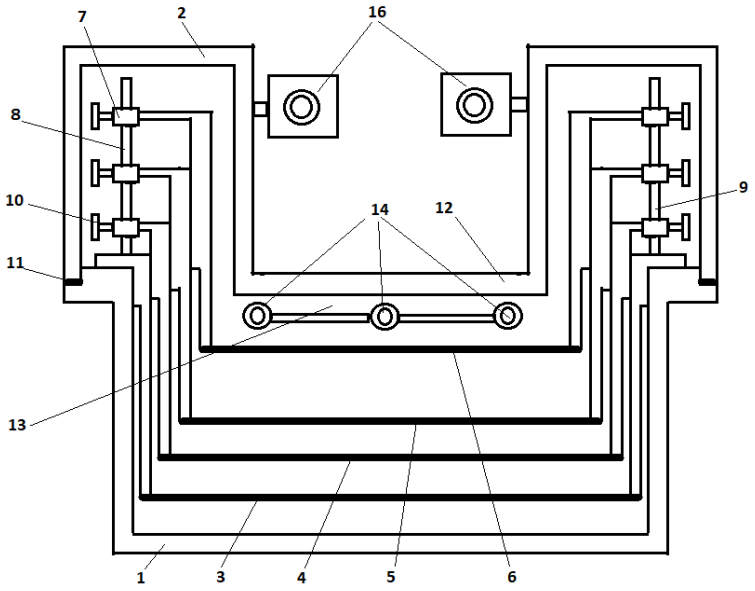
საავტომობილო ტრანსპორტის დადებით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის გარემოება, რომ იგი არაა დამოკიდებული სპეციალური გზის (მაგალითად, რკინიგზის) არსებობაზე. მას თავისუფლად შეუძლია გადაადგილება სხვადასხვა ხარისხის გზაზე და, საჭიროების შემთხვევაში, უგზოობის პირობებშიც კი. მაგრამ საავტომობილო ტრანსპორტის უმნიშვნელოვანესი უპირატესობაა ის გარემოება, რომ მას შეუძლია ტვირთის ტრანსპორტირება უშუალოდ დამამზადებელი საწარმოდან მომხმარებლამდე, შუალედური გადატვირთვების გარეშე. ეს ძალზე მნიშვნელოვანი უპირატესობაა, რადგან ტრანსპორტის ერთი სახეობიდან მეორეზე გადატვირთვის შემთხვევაში ყოველთვის ადგილი აქვს სასურსათო პროდუქტის შენახვის რეჟიმული პარამეტრების (კლიმატური გარემოს) დარღვევას, რაც ყოველთვის უარყოფითად მოქმედებს პროდუქტის ხარისხზე. ისიც აღსანიშნავია, რომ საავიაციო, საზღვაო და სარკინიგზო გადაზიდვების შემთხვევაში სატრანსპორტო საშუალებებამდე ტვირთის მიტანა სწორედ ავტომობილით ხორციელდება.

როგორც ვხედავთ, სატრანსპორტო საშუალების შერჩევა ძირითადად ტექნიკურ პირობებზეა (გადაზიდვის მანძილი და სიჩქარე, ღირებულება) დამოკიდებული, ხოლო პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნების ძირითადი პირობა ამ სასურსათო პროდუქტების ოპტიმალურ მდგომარეობაში ტრანსპორტირებაა.

ძირითადი ნაწილი

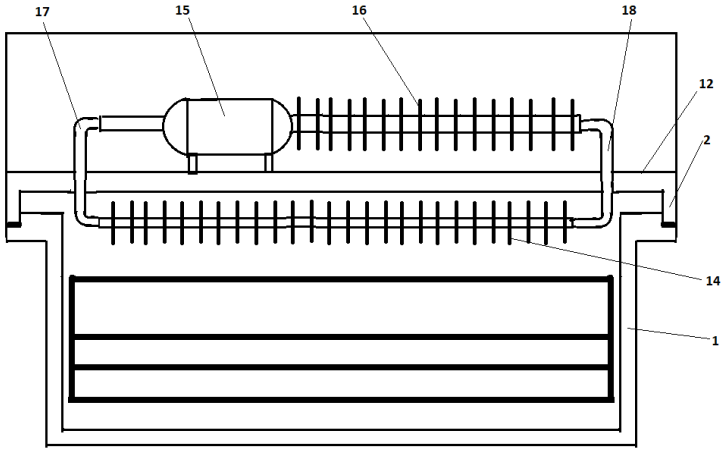
პროდუქტი დამამზადებლიდან მომხმარებელს მიეწოდება, რისი აუცილებელი შუალედური რგოლია სატრანსპორტო საშუალება. დამამზადებელი და მომხმარებელი მარტივად უზრუნველყოფენ ნედლეულისა და პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნებისათვის საჭირო ყველა პირობას, რისთვისაც აღჭურვილი არიან ყველა სათანადო მოწყობილობით. ამიტომ ტრანსპორტირების პროცესში პროდუქტის ხარისხის გაუარესების მიზეზი ძირითადად არის ტრანსპორტის ერთი სახეობიდან მეორეში გადატვირთვა ან ტრანსპორტირების არასათანადო პირობები. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ტრანსპორტირების პროცესში პროდუქტის ხარისხის შენარჩუნებისათვის შემოთავაზებულია პროდუქტის განთავსება და ტრანსპორტირების მთელი დროის განმავლობაში დატოვება სპეციალურ კონტეინერში, რომლის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია 1-ელ და მე-2 სურათებზე.

სასურსათო პროდუქტების სატრანსპორტო კონტეინერი შეიცავს კორპუსს 1 და მის სახურავს 2. კორპუსიც და სახურავიც 2 დამზადებულია თბოსაიზოლაციო მასალისაგან, რაც უზრუნველყოფს შიგა მოცულობის გარემოსთან თბოგადაცემის მაქსიმალურად შემცირებას. კორპუსში ხდება გადასაზიდი პროდუქტის ჩატვირთვა. ამისათვის კორპუსში ჩაიდგმება ორი ან მეტი ქვედი 3, 4, 5, 6. ყოველი ქვედი შესრულებულია პერფორირებული ძირის მქონე ვერტიკალური კედლების სახით, რომლებსაც ზედა ნაწილში აქვს ნახვრეტებიანი თათები 7. ყველაზე ქვედა ქვესადები 3 ჩაიდგმება კორპუსის 1 შიგნით, ხოლო ყოველი მომდევნო ქვედი (მაგალითად 4) ჩაიდგმება მის ქვეშ განლაგებულ ქვედში (ამ შემთხვევაში 3).



სურ. 1. ხილისა და კენკრის სატრანსპორტო კონტეინერის განივკვეთი

ქვესადებების ერთმანეთში ჩადგმის უზრუნველყოფისათვის მათ შორის დატოვებულია მინიმალური ზომის ღრეჩოები, რომლებიც უზრუნველყოფს, ერთი მხრივ, ზედა ქვესადების ქვედაში მარტივად და თავისუფლად ჩასმას და, მეორე მხრივ, გამორიცხავს გრძივი ან განივი მიმართულებით მათ თავისუფალ გადაადგილებას ერთმანეთის მიმართ. ყველაზე ქვემოთ განლაგებული ქვესადების 3 გარდა, ყოველი მომდევნო ქვესადები დასმულია კორპუსის 1 გვერდით კედლებზე განლაგებულ ოთხ ცალ დგარზე 8, 9. დგარებზე ქვესადების თათებს 7 შეუძლია თავისუფალი გადაადგილება ვერტიკალური მიმართულებით, ხოლო მათი სასურველ ადგილზე ფიქსირება ხდება თათებზე გაკეთებული ფიქსატორების 10 დახმარებით. თათების და მათზე დამაგრებული ქვესადების გვერდითი კედლების გადაადგილებით დგარების 8, 9 გრძივი მიმართულებით შესაძლებელია ნებისმიერი ქვესადების ვერტიკალური გადაადგილება და მეზობელ ქვესადებებს შორის მანძილის (ღეჩოს) რეგულირება.



სურ. 2. ხილისა და კენკრის სატრანსპორტო კონტეინერის გვერდხედი

კონტეინერის კორპუსსა და სახურავს შორის განლაგებულია გამამკვრივებელი საფენი 11, რომელიც მათ ჰერმეტულ შეერთებას უზრუნველყოფს.

კონტეინერის სახურავი 2 ისეთი ფორმისაა, რომ გარედან სრულად ფარავს დგარებს 8, 9 მთელ სიმაღლეზე, ხოლო განივი მიმართულებით მისი ცენტრალური ნაწილი 12 ჩაზნექილია ისეთი ზომით, რომ ყველაზე ზემოთ განლაგებულ ქვესადებთან 6 ინარჩუნებს ოპტიმალურ ღრეჩოს 13. აღნიშნულ ღრეჩოში 13 განლაგებულია სამაცივრო დანადგარის საორთქლებელი 14. სახურავის 2 ჩაზნექილ ნაწილზე 12 განლაგებულია სამაცივრო დანადგარის კომპრესორი 15 და კონდენსატორი 16. სამაცივრო დანადგარის საორთქლებელი 14 მილით 17 დაკავშირებულია კომპრესორთან 15, ხოლო კაპილარული მილით 18 – კონდენსატორთან 16. ამასთან, სამაცივრო დანადგარის ყველა აღნიშნული ელემენტი მთლიანად ჩაფლულია სახურავის 2 ჩაზნექილ ნაწილში 12, რაც იძლევა წარმოდგენილ კონტეინერზე მეორე, მსგავსი კონტეინერის დადგმის შესაძლებლობას.

კონტეინერის ზომები შეირჩევა კონსტრუქციულად იმ პირობის გათვალისწინებით, რომ მოხერხებული იყოს მისი განლაგება როგორც ავტომობილის პლატფორმაზე, ისე მატარებლის ვაგონში, საზღვაო ან საავიაციო ტრანსპორტში.

მოწყობილობა შემდეგნაირად მუშაობს:

გადასაზიდი პროდუქტი ჩაიტვირთება კონტეინერის კორპუსში. ამისათვის ჯერ კორპუსში 1 ჩაიდგმება ყველაზე ქვედა ქვესადები 3, რომელშიც წინასწარ უკვე ჩაყრილია გადასაზიდი პროდუქტის (მაგალითად, კენკრა) ერთი ან რამდენიმე ფენა. შემდეგ კორპუსში ჩაიდგმება ქვემოდან მეორე ქვესადები 4 ისე, რომ სულ ქვედა ქვესადებზე 3 დაყრილ პროდუქტსა და მის ზემოდან განლაგებული ქვესადების 4 ქვედა ზედაპირს შორის დარჩეს მინიმალური ღრეჩო, რომელიც ხელს შეუშლის სატრანსპორტო საშუალების ბიძგებით გამოწვეულ პროდუქტის ნაყოფების გადაადგილებას და, ამასთან, არ მოახდენს მათ დაჭყლეტას. ქვესადების 4 ვერტიკალური გადაადგილება და საჭირო სიდიდის ღრეჩოს რეგულირება მიიღწევა დგარებზე თათების სათანადო გადაადგილებით, რის შემდეგ ხდება მიღწეული მდებარეობის ფიქსირება, აღნიშნულ თათებზე გაკეთებული ფიქსატორების 10 დახმარებით.

ამის შემდეგ გადასაზიდი პროდუქტის ახალი ულუფა იყრება მეორე ქვესადებზე 4 რამდენიმე ფენად (საჭიროების მიხედვით). პროდუქტის აღნიშნული ფენების თავზე კვლავ განლაგდება ახალი ქვესადები 5, რომელიც გამორიცხავს ქვესადებზე 4 დაყრილი პროდუქტის თავისუფალ მოძრაობას ან დაჭყლეტას. თუ საჭიროა კონტეინერში პროდუქტის მესამე ფენის მოთავსება, მაშინ უკვე ამ ქვესადებზე 5 ხდება პროდუქტის საჭირო რაოდენობის მოთავსება და მის თავზე მოძრაობისაგან დამცავი შემდეგი ქვესადების 6 განლაგება.

როდესაც პროდუქტი კონტეინერში მთლიანად ჩაიტვირთება, კორპუსს სახურავი ჰერმეტულად დაეხურება. შემდეგ სამაცივრო დანადგარი ჩაირთვება, რომელიც ჩვეულებრივი სამაცივრო ციკლის განხორციელების ხარჯზე კორპუსის შიგნით მოთავსებულ პროდუქტს აცივებს და გაცივებულ მდგომარეობაში ტოვებს: კომპრესორი 15 დაჭირხნის მაცივარ-აგენტის ორთქლს კონდენსატორში 16, საიდანაც კონდენსირებული მაცივარ-აგენტი კაპილა-

რული მილის 18 გავლით მოხვდება კორპუსის შიგნით განლაგებულ საორთქლებელში 14. აქ ხდება მაცივარ-აგენტის აორთქლება კორპუსის შიგნით არსებული პროდუქტის სითბოს ხარჯზე. წარმოქმნილი ორთქლი მილის 17 გავლით შეიწოვება კომპრესორის 15 მიერ, რომელიც მას კვლავ დაჭირხნის კონდენსატორში 16. საორთქლებელში მაცივარ-აგენტის აორთქლება ხდება იმ სითბოს ხარჯზე, რომელიც ართმეულია კორპუსის შიგნით მოთავსებული პროდუქტიდან, რაც უზრუნველყოფს ამ პროდუქტის გაცივებას. საზომ-საკონტროლო ხელსაწყოები უზრუნველყოფს სამაცივრო დანადგარის მუშაობის ისეთ რეჟიმს, რომ კორპუსში არსებული პროდუქტი მუდმივად ინარჩუნებს მისთვის საჭირო ოპტიმალურ ტემპერატურას.

დასკვნა

პროდუქტის დამამზადებელ საწარმოში ხდება ნედლეულის გასუფთავება, დახარისხება, დაკალიბრება და სატრანსპორტო კონტეინერში ჩატვირთვა. ამის შემდეგ კონტეინერის სამაცივრო აგრეგატი უზრუნველყოფს ჩატვირთული პროდუქტის გაცივებას და გაცივებულ მდგომარეობაში შენახვას ტრანსპორტირების მთელი დროის განმავლობაში. დამამზადებელი საწარმოდან კონტეინერი შეიძლება ჩაიტვირთოს ავტომობილში, სარკინიგზო, საზღვაო ან საავიაციო ტრანსპორტში. ტრანსპორტირების მთელი დროის განმავლობაში გამორიცხულია პროდუქტის ერთი კონტეინერიდან მეორეში გადატვირთვის საჭიროება. პროდუქტი განუწყვეტლივ იმყოფება ერთ კონტეინერში საკუთარი სამაცივრო აგრეგატის ზემოქმედების პირობებში, რაც უზრუნველყოფს მისი ხარისხის მაქსიმალურ შენარჩუნებას. ამ შემთხვევაში ერთი სატრანსპორტო საშუალებიდან მეორეში გადატანისას მოითხოვება მხოლოდ ელექტრული კვების წყაროს შეცვლა, სატრანსპორტო საშუალების ცვლილების შესაბამისად. ელექტრული კვების წყაროს შეცვლის ხანგრძლივობა კი გაცილებით მცირეა იმ დროსთან შედარებით, რა დროის განმავლობაშიც სამაცივრო აგრეგატი ინარჩუნებს კორპუსის შიგა მოცულობაში მიღწეული ტემპერატურის მნიშვნელობას.

ლიტერატურა

1. Megrelidze, T., Ghvachliani, V., Gugulashvili, T., Megrelidze, G., Gugulashvili, L., & Gugulashvili, G. (2010). *Vehicle refrigeration equipment* (Georgian Patent No. GE P 5075 B). F25B 27/02, B60P 3/20.
2. Megrelidze, T., Japaridze, Z., Goletiani, G., Gugulashvili, G., Beruashvili, G., & Isakadze, T. (2016). *Basics of designing a refrigeration unit.* Tbilisi: Technical University.
3. Japaridze, Z., & Gugulashvili, G. (2022). *Technological devices of food enterprises: Electronic version of the lecture course* [CD-6986]. Tbilisi: Technical University, Central Library of GTU.
4. Isakadze, T., Lazarashvili, Z., & Gugulashvili, G. (2023). Motor transport with refrigeration equipment. *Proceedings of Georgian Technical University*, (2), 528.
5. Goletiani, G., Isakadze, T., & Gugulashvili, G. (2019). Hydro aerosol technology of cold processing of fruits and vegetables. *Proceedings of Georgian Technical University*, (3), 513.
6. Megrelidze, T., Isakadze, T., & Gugulashvili, G. (2017). Universal cabinet refrigerator-conditioner. *Proceedings of Georgian Technical University*, (1), 503.

UDC 697
SCOPUS CODE 2210
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-295--302

New Container for Refrigerated Transportation of Fruits and Berries

Amiran Lazarashvili Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: aka.lazarashvili@gmail.com

Givi Goletiani Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: g.goletiani@yahoo.com

Zurab Lazarashvili Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: z.lazarashvili@gtu.ge

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

Tengiz Rukhadze Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: rukhadzetengo@gmail.com

Reviewers:

N. Natbiladze, Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: n.natbiladze@gtu.ge

N. Butkhuzi Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: n.butkhuzi@gtu.ge

Abstract. The most important link in the transfer of food products from manufacturer to consumer is transportation. An examination of various types of vehicles shows that the main reason for the deterioration in the quality of transported food products is their reloading from one type of transport to another, which violates optimal storage conditions. In order to prevent deterioration in the quality of products during transportation, it is proposed to place them in special transport containers equipped with individual refrigeration units. Regardless of the scheme used and means of transportation in a particular case, the product loaded and closed into a container by the manufacturer is constantly, during the entire transportation time, under the conditions of optimal storage parameters established by the manufacturer. The container is opened by the consumer only after the complete completion of the transportation cycle.

Keywords: Consumer; Container; Food products; Manufacturer; Refrigerator.

განხილვის თარიღი 28.10.2024
შემოსვლის თარიღი 12.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 66.045
SCOPUS CODE 2210
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-303-308

წაგრძელებული ფორმის მქონე ნედლეულის გასაყინავი მოწყობილობა

ამირან ლაზარაშვილი მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: aka.lazarashvili@gmail.com

გივი გოლეთიანი მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: g.goletiani@yahoo.com

ზურაბ ლაზარაშვილი მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: z.lazarashvili@gtu.ge

გივი გუგულაშვილი მექანიკის ინჟინერიისა და სამრეწველო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68ა
E-mail: givi.gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

ვ. ქირია, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: v.qiria@gtu.ge

ზ. მჭედლიშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემებისა და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: z.mchedlishvili@gtu.ge

ანოტაცია. მცენარეული ნედლეულის ხანგრძლივი შენახვის პროცესში მისი ხარისხის მაქსიმალურად შენარჩუნების საუკეთესო საშუალებაა გაყინვა მოდულირებული კრისტალების ტექნოლოგიით, რომელიც სწრაფი გაყინვის პარალელურად პროდუქტზე ბგერითი ტალღების ზემოქმედებას გულისხმობს. ასეთი მეთოდით გაყინვისათვის კი აუცილებელი ხდება ახალი ტექნოლოგიური მოწყობილობის დამუშავება, რომელიც მორგებული იქნება ნედლეულის კონკრეტულ სახეობაზე, რადგან ეს ნედლეული ძალზე მრავალფეროვანია როგორც ბიოქიმიური შედგენილობით, ისე ფიზიკური მდგომარეობით (წონით, ფორმებით, სიმწიფის ხარისხით

და სხვა). წარმოდგენილია, მოდულირებული კრისტალების ტექნოლოგიით, გასაყინავი მოწყობილობის პრინციპული სქემა, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იყოს წაგრძელებული ფორმის მქონე მცენარეული ნედლეულის გაყინვისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ბგერითი ტალღები; გაყინვა; მოდულირებული კრისტალების ტექნოლოგია; მცენარეული ნედლეული; ხარისხის შენარჩუნება.

შესავალი

სასურსათო პროდუქტების, მათ შორის მცენარეული ნედლეულის შენახვის საუკეთესო საშუალება მათი შრობა ან გაყინვაა. შრობის პროცესი დაკავშირებულია ნედლეულის მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებასთან, რაც განაპირობებს მასში არსებული სასარგებლო ელემენტების, განსაკუთრებით ფერმენტებისა და ვიტამინების არასასურველ ცვლილებებს. ეს კი, საბოლოო ჯამში, მნიშვნელოვნად აუარესებს პროდუქციის ხარისხს [1, 2].

შრობისაგან განსხვავებით, გაყინვის შემთხვევაში ნედლეულში მიმდინარე ცვლილებები გაცილებით ნაკლებია, რის გამო დღეისათვის ნედლეულის ხანგრძლივი შენახვის საუკეთესო საშუალებად ეს მეთოდი ითვლება [3, 4]. ნედლეულის გაყინვა უკვე სიახლეს აღარ წარმოადგენს, თუმცა გაყინვის პროცესის შესწავლა და სათანადო მოწყობილობის დამუშავება დღემდე გრძელდება [5, 6]. ამ თვალსაზრისით საინტერესოა გაყინვა მოდულირებული კრისტალების ტექნოლოგიით [7], რომლის არსი მდგომარეობს ძალზე სწრაფი გაყინვის პირობებში პროდუქტზე აკუსტიკური ტალღების ზემოქმედებაში. მრავალი კვლევის შედეგად დადგენილია, რომ ჩვეულებრივი სწრაფი გაყინვის შემთხვევაში გასაყინავი პროდუქტის უჯრედებსა და მათ შორის სივრცეებში წარმოიქმნება ისეთი ზომის ყინულის კრისტალები, რომლებიც გალღობის პროცესში რეკრისტალიზაციის შედეგად იზრდება და მექანიკურად აზიანებს პროდუქტის უჯრედების გარსს. ამის გამო, გალღობის შემდეგ ადგილი აქვს პროდუქტის მასის მნიშვნელოვან დანაკარგებს (წვენის სახით), ასევე ხარისხის განმსაზღვრელი ფერის, გემოს, არომატის და სხვათა ცვლილებებს. აკუსტიკური ტალღების გამოყენების შემთხვევაში კი გაყინვის შედეგად წარმოქმნილი კრისტალების ზომები იმდენად მცირეა უჯრედების ზომებზე, რომ რეკრისტალიზაციით განპირობებული გაზრდის შემთხვევაშიც კი ვეღარ აზიანებს ამ უჯრედების კედლებს და პროდუქტი გალღობის შემდეგ თითქმის არ განსხვავდება გაყინვამდე არსებული მდგომარეობისგან. ასეთი მეთოდით სასურსათო პროდუქტების, მათ შორის მცენარეული ნედლეულის დამუშავებისათვის საჭირო ხდება ახალი მოწყობილობები, რომლებიც მეთოდის სრულყოფილად რეალიზაციის შესაძლებლობას მოგვცემს და უზრუნველყოფს საბოლოო პროდუქტის ხარისხის მაქსიმალურად შენარჩუნების შესაძლებლობას.

ძირითადი ნაწილი

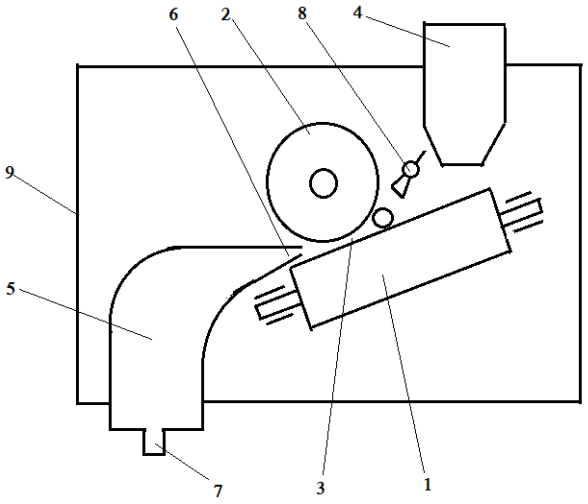
პროდუქტების გაცივება და გაყინვა თბოგადაცემის პროცესებს მიეკუთვნება, რომლის ინტენსიფიკაციის ძირითადი საშუალება პროდუქტის მოძრაობაა თბოგადამცემი გარემოს მიმართ. თბოგა-

დამცემი გარემო ანუ მუშა აგენტი, უმეტეს შემთხვევაში, ჰაერია. დღეისათვის გამოყენებულ მრავალ კონსტრუქციაში გასაყინავი პროდუქტი უძრავ მდგომარეობაში იმყოფება, ხოლო მუშა აგენტი გამსჭვალავს ამ უძრავი პროდუქტის ფენას. ასეთი დამუშავება ხასიათდება თბოგადაცემისა და გაყინვის პროცესის ძალზე დაბალი ეფექტურობით.

მუშა აგენტსა და პროდუქტს შორის თბოგადაცემის გაუმჯობესების საუკეთესო საშუალებაა ერთმანეთის მიმართ მათი ფარდობითი გადაადგილება. ასეთი ეფექტი მიიღწევა, მაგალითად, მდუღარე ან ფლუიდიზებულ ფენაში პროდუქტების დამუშავების შემთხვევაში, რომელიც პროდუქტის ყოველი ცალკეული ნაწილაკებისათვის მუშა აგენტის მიერ სრული გარშემოვლის ხარჯზე ხასიათდება ძალზე დიდი თბოგადაცემის ეფექტით. სწორედ ამიტომ, ასეთი დამუშავება საკმაოდ ეფექტურად გამოიყენება კვების მრეწველობაში. მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ კვების მრეწველობაში არსებობს მრავალი ისეთი სასურსათო ნედლეული, რომელთა ფსევდოგათხევადებულ ფენაში გადაყვანა და დამუშავება, მათი ზომებიდან და ფორმებიდან გამომდინარე, პრაქტიკულად ძალზე ძნელია და, რიგ შემთხვევებში, შეუძლებელიცაა.

სფერული ფორმის მქონე პროდუქტებისათვის მოძრაობის (ბრუნვის) მინიჭება შედარებით მარტივია. მაგრამ აგრარული პროდუქტების მნიშვნელოვანი ნაწილი არის არა სფერული (ან მასთან მიახლოებული), არამედ წაგრძელებული ფორმის, რაც განაპირობებს ასეთი პროდუქტების ბრუნვისათვის განსხვავებული კონსტრუქციული გადაწყვეტილების მიღების აუცილებლობას. მუშა აგენტით ისეთი წაგრძელებული ფორმის პროდუქტების დამუშავება, როგორიცაა, მაგალითად, კიტრი, სტაფილო, ბადრიჯანი, ნესვი და სხვა, შეიძლება გამოყენებული იყოს მათი ბრუნვით გრძივი ღერძის გარშემო.

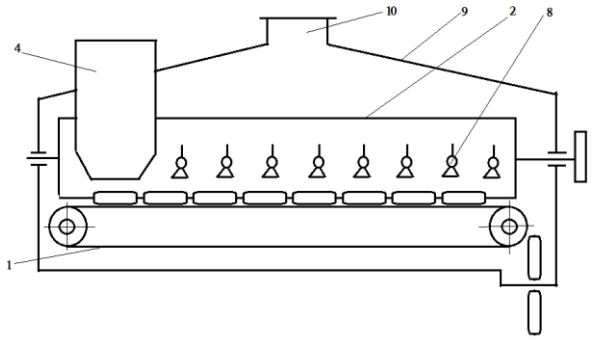
წაგრძელებული ფორმის მქონე სასურსათო ნედლეულის მაღალი ეფექტურობით გასაყინავი მოწყობილობის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია 1-ელ და მე-2 სურათებზე.



სურ. 1. წაგრძელებული ფორმის მქონე ნედლეულის გასაყინავი მოწყობილობის პრინციპული სქემა (განივი ხედი)

მოწყობილობის ძირითადი მუშა ელემენტია ჰორიზონტალური ლენტური ტრანსპორტიორი 1, რომელიც განივი მიმართულებით დახრილადაა განლაგებული. ტრანსპორტიორის დახრილი ქვედა ნაწილის თავზე განლაგებულია ცილინდრული დოლი 2 ისე, რომ მათ შორის დატოვებულია მუდმივი ღრეჩო 3. ამ ღრეჩოს სიდიდე აიღება პროდუქტის დიამეტრის მიხედვით - ღრეჩოს სიდიდე ნაკლები უნდა იყოს გასაყინავი პროდუქტის დიამეტრზე. დოლისა და ლენტური ტრანსპორტიორის სიგრძეები ერთმანეთის ტოლია. ლენტური ტრანსპორტი-

ორის ჩატვირთვის მხრიდან განლაგებულია ჩამტვირთავი ბუნკერი 4, საიდანაც ხდება გასაყინავი ნედლეულის ჩატვირთვა ტრანსპორტიორსა და დოლს შორის. ტრანსპორტიორის დახრილი ქვედა ნაწილის თავზე განლაგებულია მუშა აგენტის (ცივი ჰაერის) მიმყვანი კამერა 5, რომლის ჰაერის გამომშვები არხი 6 ტრანსპორტიორისა და დოლის სიგრძის ტოლია და მიმართულია მათ შორის არსებული ღრეჩოს 3 ღერძისაკენ. კამერას 5 აქვს მუშა აგენტის მიმყვანი მილყელი 7. ტრანსპორტიორსა და დოლს შორის არსებული ღრეჩოს 3 გასწვრივ მუშა აგენტის მიმყვანი არხის საპირისპირო მხრიდან მის მიმდებარედ მოთავსებულია აკუსტიკური ბგერების გენერატორები 8, რომლებიც ღრეჩოს მთელ სიგრძეზე გარკვეული ბიჯითაა ერთმანეთისაგან დაშორებული. მოწყობილობა განლაგებულია კორპუსში 9, რომელსაც აქვს ნამუშევარი აგენტის შემკრები და გამომყვანი მილყელი 10.



სურ. 2. წაგრძელებული ფორმის მქონე ნედლეულის გასაყინავი მოწყობილობის პრინციპული სქემა (გრძივი ხედი)

მოწყობილობა შემდეგნაირად მუშაობს:

ჩაირთვება ამძრავი, რომელიც უზრუნველყოფს ლენტური ტრანსპორტიორისა და ცილინდრული დოლის მოძრაობაში მოყვანას. ლენტური ტრანსპორტიორის ჰორიზონტალური მიმართულებით მოძრაობის პარალელურად ცილინდრული დოლი ბრუნავს ტრანსპორტიორის ლენტისადმი მართობული მიმართულებით. ამის შემდეგ იწყება ბუნკერიდან გასაყინავი ნედლეულის მიწოდება ტრანსპორტიორის ლენტზე ისე, რომ ნედლეულის ნაწილაკების გრძივი ღერძი განლაგებული იყოს ტრანსპორტიორის გასწვრივ. აღნიშნული წაგრძელებული ფორმის მქონე პროდუქტი მოხვდება ლენტსა და დოლს შორის და გადაადგილდება ტრანსპორტიორის გამომტვირთი ნაწილისაკენ. ამ დროს ნედლეულის ყოველი ნაწილაკი მოთავსებულია ტრანსპორტიორის ლენტსა და ცილინდრულ დოლს შორის. შესაბამისად, ამ ელემენტების მოძრაობა განაპირობებს, ერთი მხრივ, ნედლეულის გადაადგილებას ტრანსპორტიორის ლენტთან ერთად მისი გამოსასვლელი ნაწილისაკენ, ხოლო, მეორე მხრივ, ნაწილაკების ბრუნვას საკუთარი ღერძის გარშემო, ცილინდრული დოლის ზედაპირთან შეხების გამო. ასეთი კომბინირებული მოძრაობის პირობებში პროდუქტის ყოველ ნაწილაკზე მუშა აგენტი (ცივი ჰაერის) ზემოქმედებს, რომელიც მის სწრაფად გაყინვას განაპირობებს. ამასთან, პროდუქტის ყოველი ნაწილაკის იმ ზედაპირზე, რომელიც ამ მომენტში არ იმყოფება მუშა აგენტის ზემოქმედების არეში, ზემოქმედებს გენერატორებიდან 8 გამომავალი აკუსტიკური ბგერები, რაც ხელს უწყობს პროდუქტში ძალზე მცირე ზომის ყინულის კრისტალების წარმოქმნას და, შესაბამისად, გაყინვისას პროდუქტის ხარისხის მაქსიმალურად შენარჩუნებას. ტრანსპორტიორის გამოსატვირთი ბოლოს მიღწევის შემდეგ უკვე გაყინული პროდუქტი გამოდის მოწყობილობიდან და შესანახად იგზავ-

ნება -18^{0}C ტემპერატურის მქონე მაცივარში. მოწყობილობის კონსტრუქცია უზრუნველყოფს, რომ პროდუქტის ყოველ ნაწილაკზე მუშა აგენტის ზემოქმედება ხდება ერთი მხრიდან (ღრეჩოს 3 გავლით), ხოლო აკუსტიკური ბგერების ზემოქმედება იმავე ღრეჩოსათვის – მეორე მხრიდან. ეს უზრუნველყოფს, რომ აკუსტიკური ბგერებისა და მუშა აგენტის ზემოქმედება ერთმანეთს არ ემთხვა და, შესაბამისად, ადგილი არ აქვს მათ მიერ ერთმანეთზე უარყოფით გავლენას.

დასკვნა

წარმოდგენილ მოწყობილობაში შესაძლებელია როგორც სფეროსებრი, ისე წაგრძელებული ფორმის მქონე აგრარული ნედლეულის გაცივება და გაყინვა. თბოგადაცემის პროცესის მაღალ ინტენსივობას უზრუნველყოფს ნედლეულის განუწყვეტელი ბრუნვა სითბოს გადამცემი მუშა აგენტის მიმართ. გაყინვის თვალსაზრისით, ძალზე მნიშვნელოვანია გაყინვის პროცესში გენერატორების მიერ გენერირებული აკუსტიკური ტალღების ზემოქმედება პროდუქტზე, რაც განაპირობებს პროდუქტის უჯრედებში ძალზე მცირე ზომის ყინულის კრისტალების წარმოქმნას და შედეგად გაყინული პროდუქტის მასის, ფერის, გემოსა და არომატის შენარჩუნებას. მნიშვნელოვანია აგრეთვე წარმოდგენილი მოწყობილობის მარტივი კონსტრუქცია, დამზადებისა და ექსპლუატაციის სიმარტივე.

ლიტერატურა

1. Lazarashvili, A., Goletiani, G., & Isakadze, T. (2024). *Acoustic shock freezing device*. Proceedings of Georgian Technical University, (3), 533. Tbilisi: Technical University.
2. Megrelidze, T., Gakhokidze, R., Gugulashvili, G., Sadaghashvili, E., & Grdzelishvili, G. (2013). *Thermophysical properties of food products during cold processing*. Tbilisi: Technical University.
3. Goletiani, G., Lazarashvili, Z., Isakadze, T., & Gugulashvili, G. (2022). *Design of a cold storage facility for food products* [Electronic lecture course]. Tbilisi: Technical University. Central Library of GTU. CD-6914.
4. Megrelidze, T., Goletiani, G., Gugulashvili, G., Isakadze, T., & Beruashvili, G. (2018). *Food products refrigeration technology* [Electronic lecture course]. Tbilisi: Technical University. Central Library of GTU. CD-4968.
5. Grover, Y., & Nedi, P. S. (2023). Recent developments in freezing of fruits and vegetables: Striving for controlled ice nucleation and crystallization with enhanced freezing rates. *Review Article*, Department of Fruit and Vegetable Technology, CSIR-CFTRI, Mysuru, India.
6. Cheng, X., Zhang, M., Xu, B., Adhikari, B., & Sun, J. (n.d.). The principles of ultrasound and its application in freezing-related processes of food materials. *A Review*. State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuhu, Anhui, China.
7. Nelson, K. H. (1953). *Study of the freezing of sea water* (PhD thesis). University of Washington.

UDC 66.045
SCOPUS CODE 2210
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-303-308

Device for Freezing Elongated Vegetable Raw Materials

Amiran Lazarashvili Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: aka.lazarashvili@gmail.com

Givi Goletiani Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: g.goletiani@yahoo.com

Zurab Lazarashvili Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: z.lazarashvili@gtu.ge

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

Tengiz Rukhadze Department of Mechanical Engineering and Industrial Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[a], M. Kostava str.
E-mail: rukhadzetengo@gmail.com

Reviewers:
V. Qiria, Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: v.qiria@gtu.ge
Z. Mchedlishvili, Associate Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: z.mchedlishvili@gtu.ge

Abstract. To maximize the preservation of the quality of plant raw materials during long-term storage, the best way is freezing using modulated crystal technology, which involves exposure to acoustic waves in parallel with rapid freezing. To implement this method, it becomes necessary to develop new equipment suitable for a specific type of product due to the fact that agricultural products are quite diverse both in terms of biochemical composition and physical state (weight, shape, quality of maturity, etc.). A schematic diagram of a new device for freezing with modulated crystal technology is presented, which can be used for freezing elongated agricultural raw materials

Keywords: Acoustic waves; Freezing; Maintaining quality; Modulated crystal technology; Vegetable raw materials.

განხილვის თარიღი 28.10.2024
შემოსვლის თარიღი 12.02.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 2213
SCOPUS CODE 2213
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-309-316

შრომის უსაფრთხოების ახალი ეტაპი – ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაცია სამუშაო გარემოში

ნიკოლოზ შავერდაშვილი შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო მდგომარეობის მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: nikoloz298@gmail.com

ნანა რაზმაძე შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო მდგომარეობის მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: n.razmadze@gtu.ge

ნინო რატიანი შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგებო მდგომარეობის მართვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: n.ratiani@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. კუნჭულია, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.kunchulia@gtu.ge

დ. ბუცხრიკიძე, სტუ-ის სატრანსპორტო სისტემების და მექანიკის ინჟინერიის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: d.butskhrikidze@gtu.ge

ანოტაცია. კვლევა აჩვენებს, რომ ხელოვნური ინტელექტი არა მხოლოდ ტექნოლოგიური ინოვაცია, არამედ მენეჯმენტის სტრატეგიული ინსტრუმენტიცაა. მოცემულ სტატიაში განიხილება ხელოვნური ინტელექტის (AI) როლი კომპანიის თანამშრომელთა შრომის უსაფრთხოების გაუმჯობესების მიმართულებით. წარმოდგენილია თანამედროვე ტექნოლოგიური მიდგომები, რისკების პროგნოზირების მეთოდები, რეალურ დროში მონიტორინგის სისტემები და ციფრული ტრენინგების მოდელები. მოყვანილია წამყვანი საერთაშორისო კომპანიების მაგალითები.

საკვანძო სიტყვები: მონაცემთა ანალიზი; რისკების მენეჯმენტი; ტექნოლოგიური პროგრესი; შრომის უსაფრთხოება; ხელოვნური ინტელექტი.

შესავალი

ხელოვნური ინტელექტი (ინგლ. Artificial Intelligence, შემოკლებით **AI**) არის ტექნოლოგია, რომელიც საშუალებას აძლევს კომპიუტერებსა და სხვა მოწყობილობებს შეასრულონ ისეთი ამოცანები, რომელიც მიზნად ისახავს ადამიანის ინტელექტის გაგებას და ჩვეულებრივ, მოითხოვს ადამიანის ინტელექტს. მაგალითად:

- ინფორმაციის გაანალიზება და დასკვნების გამოტანა;
- საუბრის ან ტექსტის გაგება და გენერირება;
- გამოსახულებების ამოცნობა;
- გადაწყვეტილებების მიღება;
- სწავლა წარსული გამოცდილებიდან (ე.წ. „machine learning“).

ხელოვნური ინტელექტის (AI) იდეა ჯერ კიდევ მე-20 საუკუნის დასაწყისში გაჩნდა, მაგრამ AI-ის ოფიციალური დაბადების წლად 1956 წელი ითვლება.

1956 წელი – ტერმინის წარმოშობა:

- აშშ-ში, დარტმუთის უნივერსიტეტში ჩატარდა სამეცნიერო სამუშაო სემინარი, სადაც პირველად გაჩნდა ტერმინი “ხელოვნური ინტელექტი” (Artificial Intelligence);
- სემინარის ორგანიზატორი იყო ჯონ მაკკართი (John McCarthy) — მას ხშირად “ხელოვნური ინტელექტის მამად” მიიჩნევენ.

XX ს-ის 50–60-იანები:

- შეიქმნა პირველი პრიმიტიული AI პროგრამები (მაგალითად, ლოგიკური ამოცანების გადაჭრისთვის);
- ალან ტიურინგმა შემოგვთავაზა “ტიურინგის ტესტი”, რომლითაც შეიძლება შეფასდეს, რამდენად “ინტელექტუალურია” მანქანა.

1997 წელი:

- IBM-ის სუპერკომპიუტერმა Deep Blue-მ სძლია მსოფლიოს ჩემპიონს ჭადრაკში – გარი კასპაროვს.

XXI ს-ის 10-იანები – თანამედროვე AI-ის აღზევება:

- დიდი მონაცემების (Big Data), ძლიერი კომპიუტერების და ღრმა სწავლის (Deep Learning) წყალობით AI-მ მკვეთრი წინსვლა განიცადა;
- Google, Facebook, Microsoft და სხვა გიგანტები აქტიურად ჩაერთვნენ AI-ის განვითარებაში.

AI-ის ფუძემდებელი ეტაპი 1956 წელს დაიწყო, თუმცა მისი სერიოზული გამოყენება და პოპულარობა ბოლო 10–15 წელს განახლებულმა ტექნოლოგიებმა რეალურად შესაძლებელი გახადა.

ძირითადი ნაწილი

ხელოვნური ინტელექტი (AI - Artificial Intelligence) **XXI** საუკუნის ერთ-ერთ ყველაზე გარდამტეხ ტექნოლოგიურ მიღწევად იქცა. მისი არსი არის ის, რომ სისტემას შეუძლია ადამიანის ინტელექტუალური ფუნქციების – ანალიზის, სწავლის, გადაწყვეტილების მიღებისა და პრობლემის გადაჭრის იმიტაცია. მიუხედავად იმისა, რომ AI-ის ძირითადი კონცეფცია რამდენიმე ათწლეულს ითვლის, მისი პრაქტიკული გამოყენება და გავლენა ეკონომიკაზე, სოციალურ სტრუქტურებსა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე განსაკუთრებით თვალსაჩინო გახდა ბოლო წლების განმავლობაში.

თანამედროვე საწარმოო და მომსახურების სექტორებში ადამიანური რესურსის უსაფრთხოება და ჯანმრთელობის დაცვა ერთ-ერთ ცენტრალურ გამოწვევად რჩება. ტექნოლოგიური პროგრესი, განსაკუთრებით ხელოვნური ინტელექტის (AI) ინტეგრაცია, ცვლის უსაფრთხოების და ჯანმრთელობის მართვის ტრადიციულ მოდელებს. AI-ის საშუალებით შესაძლებელი გახდა რეალურ დროში მონაცემთა ანალიზი, რისკების პროგნოზირება და დროული რეაგირება, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს უბედური შემთხვევების, გადაღლილობის და სტრესული ფაქტორების რისკებს. იმ პირობებში, როცა სამუშაო გარემოში ადამიანთა ჯანმრთელობაზე მოქმედი ფაქტორები სულ უფრო კომპლექსური ხდება, ხელოვნური ინტელექტი იქცა ეფექტური მართვისა და პრევენციის მძლავრ ინსტრუმენტად.

გარდა ამისა, შრომის უსაფრთხოების საკითხები უკვე აღარ შემოიფარგლება მხოლოდ ფიზიკური საფრთხეებით. მზარდია ფსიქიკური ჯანმრთელობის, ბიოეთიკისა და პერსონალური მონაცემების დაცვის რისკებიც, რაც კიდევ უფრო ზრდის AI-სადმი ინტერესს როგორც დამსაქმებელთა, ისე სახელმწიფო ინსტიტუტების მხრიდან. შესაბამისად, ამ თემაზე კვლევა არა მხოლოდ პრაქტიკულად, არამედ პოლიტიკურად და სამართლებრივადაც აქტუალურია.

ხელოვნური ინტელექტის ერთ-ერთი ძლიერი მხარეა მისი მრავალდარგობრივი ინტეგრაციის უნარი. ის გამოიყენება როგორც სამრეწველო პროცესებში, ისე სამართლებრივ ანალიზში, განათლებაში და ყველაზე მნიშვნელოვანი – ადამიანზე ორიენტირებულ დარგებში, როგორიცაა შრომის უსაფრთხოება და ჯანმრთელობის დაცვა. ტექნოლოგიური ტრანსფორმაციის პროცესში AI ხორციელდება როგორც ცალკეული ავტომატიზებული ელემენტების სახით (მაგალითად, რობოტები საწარმოო ხაზზე), ისე როგორც კომპლექსური ანალიტიკური მოდელები, რომლებიც ახდენენ რისკების პროგნოზირებასა და ადრეულ გაფრთხილებას [1].

ამ სისტემების მოქმედება ეფუძნება მონაცემებზე დაყრდნობილ ფუნქციონირებას – რაც უფრო მაღალია ინფორმაციის ხარისხი და მოცულობა, მით უფრო ზუსტია პროგნოზი ან გადაწყვეტილება. ეს მახასიათებელი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია შრომის უსაფრთხოების სფეროში, სადაც განუწყვეტელი მონიტორინგი და დროული რეაგირება განსაზღვრავს სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის შენარჩუნების შესაძლებლობას. მაგალითად, მანქანური სწავლის მოდელები შეძლებს საფრთხის სწრაფად იდენტიფიცირებას და რეაგირებას ისე, რომ მინიმუმამდე დაიყვანოს ადამიანური ფაქტორიდან გამომდინარე შეცდომები .

შრომის უსაფრთხოება ყოველთვის წარმოადგენდა ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამოწვევას მრეწველობისა და მძიმე შრომის სეგმენტებში, სადაც ადამიანის ჯანმრთელობა და სიცოცხლე პირდაპირ არის დამოკიდებული გარემოს რისკებზე. ამ გამოწვევის საპასუხოდ, თანამედროვე ტექნოლოგიური პროგრესი და ხელოვნური ინტელექტის (AI) ინტეგრაცია არსებითად ცვლის უსაფრთხოების მენეჯმენტის მიდგომებს. იმის ნაცვლად, რომ უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ემყარებოდეს მხოლოდ ადამიანის დაკვირვებასა და გამოცდილებას, დღეს რეალურ დროში მოქმედი AI სისტემები ქმნის გარემოს, სადაც საფრთხე დროულად აღმოჩენი-

ლია, შეფასებულია და შესაძლებელია მისი პრევენცია.

AI-ის მიერ შრომის უსაფრთხოების მხარდაჭერა იწყება მონაცემების შეგროვებით. თანამედროვე სენსორები და ვიდეოანალიტიკური სისტემები, რომლებსაც მართავს მანქანური სწავლება, აკვირდება სამუშაო გარემოს, აღიქვამს მოძრაობის ტრაექტორიებს, აიდენტიფიცირებს არასწორ მოქმედებებს და ააქტიურებს გაფრთხილებას ჯერ კიდევ მანამ, სანამ მოხდება რეალური დაზიანება. ეს მექანიზმები მნიშვნელოვნად ამცირებს რეაქციის დროს და უზრუნველყოფს იმ წერტილოვან რეაგირებას, რასაც ადამიანის კონტროლი ყოველთვის ვერ ახერხებს. ამ კონტექსტში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კავშირი ავტომატიზაციასა და ადამიანურ კონტროლს შორის – სისტემა არ ცვლის ადამიანს, არამედ ეხმარება მას, რათა მეტი სიზუსტით იმოქმედოს.

მნიშვნელოვანი უპირატესობა AI-ის გამოყენებისას არის რისკების პროგნოზირება და სტატისტიკური ანალიზი. დიდი რაოდენობით ისტორიული მონაცემების დამუშავებით, AI ალგორითმები აფასებენ, სად და როდის არის უბედური შემთხვევის ყველაზე დიდი ალბათობა. ეს შესაძლებელს ხდის პრევენციული ქმედებების დაგეგმვას, მაგალითად, ისეთი ამოცანების გადანაწილებას, რომლებიც დამქირავებლისთვის ცნობილია როგორც მაღალი რისკის შემცველი. ეს მიდგომა ემყარება არა მხოლოდ ტექნოლოგიურ ინოვაციას, არამედ მტკიცებულებებზე დაფუძნებულ მენეჯმენტს [1].

AI ასევე იძლევა შესაძლებლობას საწარმოებში შეიქმნას ციფრული ტრენინგები და სიმულაციები, სადაც თანამშრომლები სწავლობენ რეალურ გარემოში მოქმედების წესებს, რაც ამცირებს მომავალი შეცდომების ალბათობას და ზრდის უსაფრთხოების კულტურას ორგანიზაციაში. ეს ტრენინგები ხშირად გამოიყენება მძიმე მრეწველობის, ენერგეტიკის და ლოგისტიკის სფეროებში, სადაც მცირე შეცდომასაც კი შესაძლოა მოჰყვეს სერიოზული შედეგი [13].

ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრაცია შრომის უსაფრთხოებასა და ჯანმრთელობის დაცვაში არ არის მხოლოდ თეორიული მოდელი — ის უკვე რეალურად ფუნქციონირებს მსოფლიოს წამყვან კომპანიებში.

Amazon-ი იყენებს AI ტექნოლოგიებს დასაქმებულთა ფიზიკური დატვირთვის მონიტორინგისთვის. სპეციალური სენსორები და მონაცემთა ანალიზის მოდელები აფასებენ თითოეული თანამშრომლის ყოველდღიურ მოძრაობასა და ძალისხმევას, რათა გამოირიცხოს გადაჭარბებული დატვირთვა, რაც ხშირად იწვევს ქრონიკულ ტკივილებსა და დაზიანებებს [1]. ეს ტექნოლოგია კომპანიისთვის დისკომფორტისა და უმოქმედობის შემცირებას, ხოლო დასაქმებულისთვის ჯანმრთელობის შენარჩუნებას ნიშნავს.

Soter Analutics ხელოვნურ ინტელექტზე დამყარებული ვიდეო-აუდიო სამეტვალყურეო მოწყობილობის კომპანიის მეშვეობით (პერსონალური მოწყობილობები + გამოსახულების ანალიზი) თანამშრომლები აერთიანებენ OSHA–ს წესების შესრულებას; 90-ზე მეტი კომპანია იყენებს მათ გადაწყვეტას (IKEA, Coca-Cola, DHL).

ჯანდაცვის სექტორშიც ვხვდებით წარმატებულ

მაგალითებს. კლინიკებში, როგორიცაა **Mayo Clinic** და **Cleveland Clinic**, AI გამოიყენება როგორც კლინიკური გადაწყვეტილების მხარდამჭერი სისტემა. თანამშრომლების ჯანმრთელობის მონაცემებზე დაყრდნობით, სისტემა აფასებს რისკებს – მაგალითად, გულის შეტევის ან დიაბეტის განვითარების ალბათობას და თანამშრომლებს სთავაზობს წინასწარ სამედიცინო კონსულტაციებს, ან საჭირო სამოქმედო გეგმის ფორმირებას [11].

ტექნოლოგიური პროგრესი არ არის თავისთავად მიზანი, – ის არის მექანიზმი, რომელიც უნდა ემსახურებოდეს ადამიანის კეთილდღეობას, ღირსებას და უსაფრთხოებას.

შეიძლება ითქვას, რომ ხელოვნური ინტელექტი ქმნის მრავალმხრივ შესაძლებლობებს როგორც შრომის უსაფრთხოების, ისე ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვის სფეროში. რეალურ დროში მონაცემთა შეგროვება, სიღრმისეული ანალიზი, ავტომატური გაფრთხილებები და რისკების პროგნოზირება განაპირობებს იმას, რომ AI უკვე იქცა გადამწყვეტ ფაქტორად მუშაკთა სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში.

ტექნოლოგია ხელს უწყობს ტრენინგების გაუმჯობესებას, პროცესების ოპტიმიზაციას და სამუშაო კულტურის ამაღლებას. წარმატებული კორპორატიული მაგალითების ანალიზი ცხადყოფს, რომ AI არ არის მხოლოდ ტექნიკური ინოვაცია, ის წარმოადგენს კომპანიების მენეჯმენტის სტრატეგიულ კომპონენტს.

დასკვნა

განხილულია ხელოვნური ინტელექტის მნიშვნელობა შრომის უსაფრთხოებასა და ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვაში. სხვადასხვა თეორიული, პრაქტიკული და სამართლებრივი კუთხით გაანალიზდა AI-ის ინტეგრაციის რეალური შედეგები, პერსპექტივები და გამოწვევები. კვლევამ აჩვენა, რომ ტექნოლოგიური პროგრესი არ არის თავისთავად მიზანი – ის არის მექანიზმი, რომელიც უნდა ემსახურებოდეს ადამიანის კეთილდღეობას, ღირსებას და უსაფრთხოებას.

შეიძლება ითქვას, რომ ხელოვნური ინტელექტი ქმნის მრავალმხრივ შესაძლებლობას როგორც შრომის უსაფრთხოების, ისე ადამიანის ჯანმრთელობის დაცვის სფეროში. რეალურ დროში მონაცემთა შეგროვება, სიღრმისეული ანალიზი, ავტომატური გაფრთხილებები და რისკების პროგნოზირება განაპირობებს იმას, რომ AI უკვე იქცა გადამწყვეტ ფაქტორად მუშაკთა სიცოცხლისა და ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში. ამასთანავე, ტექნოლოგია ხელს უწყობს ტრენინგების გაუმჯობესებას, პროცესების ოპტიმიზაციას და სამუშაო კულტურის ამაღლებას. წარმატებული კორპორატიული მაგალითების ანალიზი ცხადყოფს, რომ AI არ არის მხოლოდ ტექნიკური ინოვაცია, ის წარმოადგენს მენეჯმენტის სტრატეგიულ კომპონენტს. თუმცა, ნაშრომმა ასევე დაადასტურა, რომ ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებას თან სდევს სერიოზული ეთიკური, სამართლებრივი და სოციალური კითხვები. განსაკუთრებით კრიტიკულია პერსონალური მონაცემების დაცვა, პასუხისმგებლობის გამიჯვნა ტექნიკური შეცდომების შემთხვევაში და ტექნოლოგიაზე თანაბარი წვდომა სხვადასხვა სეგმენტისთვის. თუ AI სისტემები არ იქნება გამჭვირვალე და სამართლებრივად გამართული, მათი პოტენციალი შესაძლოა გადაიქ-

ცეს არა დაცვის, არამედ კონტროლისა და ჩაგვრის ინსტრუმენტად.

- AI-ის აქვს პოტენციალი მნიშვნელოვნად გააუმჯობესოს შრომის უსაფრთხოება და ჯანმრთელობის დაცვა, მაგრამ მხოლოდ მაშინ, როცა მას თან ახლავს მკაფიო სამართლებრივი ჩარჩო და ეთიკური მიდგომა.
- წარმატებული პრაქტიკა აჩვენებს, რომ ტექნოლოგიის ინტეგრაცია უშუალოდ კავშირშია მენეჯმენტის ხედვასთან, თანამშრომელთა ჩართულობასთან და განათლებასთან.
- ტექნოლოგიამ კი არ უნდა ჩაანაცვლოს ადამიანი, არამედ უნდა გააძლიეროს მისი შესაძლებლობები, ეს არის ეფექტური თანამშრომლობის მოდელი.

ლიტერატურა

1. Aldosari, B., Aldosari, H., & Alanazi, A. (2025). Challenges of artificial intelligence in medicine. In *Building the future of health intelligence* (Vol. 308, pp. 230–237). IOS Press. https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI250039
2. Ausaf, H., & Khan, M. (2025). Threats by artificial intelligence to human health and human existence. *Human Rights Law Review*. https://humanrightlawreview.in/wp-content/uploads/2025/03/Threats-by-Artificial-Intelligence-to-Human-Health-and-Human-Existence.pdf
3. EBU PVSYST. (2025). Risk assessments in occupational health and safety for power substations. *Conference Proceedings*. https://search.proquest.com/openview/69c346020e7b7fde1c768d29a85be94d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1536338
4. FARMACEUTICE, Ș. (2025). Legal perspectives on AI and risk in public health. *Științe Juridice și Administrative*. https://search.proquest.com/openview/18b1551adc487ccee747a2b15719767f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026879
5. Gomase, V. S., Ghatule, A. P., & Sharma, R. (2025). Cybersecurity and compliance in clinical trials: The role of artificial intelligence in secure healthcare management. *PubMed*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40277117/
6. Klein, S., & Campisi, L. M. (2025). From over the pond: The European Union's comprehensive AI legislation comes to America. *The Brief*. https://search.proquest.com/openview/feb08e459ba892b8936dd6c2b5e0fed1/1?pq-origsite=gscholar&cbl=17556
7. Pandas, S., Sasneha, S., & Nayak, P. (2025). Role of enhanced visual cryptography algorithm in cybersecurity. In *Machine learning and artificial intelligence* (pp. 141–158). Springer. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=YY5ZEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA141
8. Papasani, P. K., & Papasani, R. T. (2025). The use of artificial intelligence and data analytics in nutrition. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net/profile/Pavan-Kumar-

Papasani/publication/390907621_The_use_of_Artificial_Intelligence_and_data_analytics_in_nutrition/links/6802716ebfbe974b23ab3f6c/The-use-of-Artificial-Intelligence-and-data-analytics-in-nutrition.pdf

9. Ren, P., Chen, Z., Chen, S., Lu, Y., & Chen, Q. (2025). Integration of Raman spectroscopy and machine learning for highly efficient identification of plastics. *SSRN Electronic Journal*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5194565
10. Singh, S., Kaur, P., Kaur, I., Singh, G., & Kaur, S. (2025). A predictive framework using advanced machine learning approaches for measuring and analyzing the impact of synthetic agrochemicals on human health. *Scientific Reports*. https://www.nature.com/articles/s41598-025-00509-1
11. Somireddy, S. (2025). AI-driven diagnostics: The role of machine learning in healthcare. *International Medical Research Journal Review*. https://imrjr.com/wp-content/uploads/2025/04/IMRJR.2025.020408.pdf
12. Tusconi, M., & Dursun, S. M. (2025). Violence and mental health. Focus on schizophrenia spectrum and psychotic disorders. *Frontiers in Psychiatry*. https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsyt.2025.1618000/abstract
13. Zhong, X., She, J., & Wu, X. (2024). Tech for social good: Artificial intelligence and workplace safety. *Technology in Society*. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2024.102745

UDC 004 + 65.01
SCOPUS CODE 2213
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-309-316

A New Stage of Occupational Safety: Integration of Artificial Intelligence in the Work Environment

Nikoloz Shaverdashvili Department of Engineering Safty and Emerngency Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: nikoloz298@gmail.com

Nana Razmadze Department of Engineering Safty and Emerngency Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: n.razmadze@gtu.ge

Nino Ratiani Department of Engineering Safty and Emerngency Management, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75, M. Kostava str.
E-mail: n.ratiani@gtu.ge

Reviewers:
T. Kunchulia, Prof., Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: t.kunchulia@gtu.ge
D. Butskhrikidze, Associate Professor, Faculty of Transport Systems and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: d.butskhrikidze@gtu.ge

Abstract. This article discusses the role of Artificial Intelligence (AI) in improving occupational safety for employees in companies. It explores modern technological approaches, risk prediction methods, real-time monitoring systems, and digital training models. Examples from leading international companies are provided. The study demonstrates that AI serves not only as a technological innovation but also as a strategic management tool.

Keywords:
Artificial intelligence; Data analysis; Occupational safety; Risk management; Technological advancement.

განხილვის თარიღი 18.06.2025
შემოსვლის თარიღი 24.06.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 504
SCOPUS CODE 2301
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-317-330

განათლება მთის მდგრადი განვითარებისათვის საერთაშორისო კონტექსტი და საქართველოს გამოცდილება

თამარ ქობლიანიძე მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: tamar.koblianidze@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. ჯანიკაშვილი, სტუ-ის ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტის პროფესორი
E-mail: mikheiljanikashvili@gmail.com

მ. ფირანაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: m.firanashvili@gtu.ge

ანოტაცია. მთებს ადამიანის ცხოვრებაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. მთებთან დაკავშირებული საკითხების შესწავლა უმნიშვნელოვანესია. ამ მიმართულებით ბოლო ორ ათწლეულში მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი მეცნიერთა ინტერესი. განსაკუთრებით აქტუალურია მთების მდგრადობის პრობლემატიკა. მთის შესწავლას განსაკუთრებული ელფერი შესძინა მდგრადი განვითარების მიზნებმა. ხაზგასმულია გაეროს გენერალური ასამბლეის 2022 წლის 14 დეკემბრის რეზოლუცია, რომლებიც მთების მდგრად განვითარებას ეხება და რომელზედაც

პასუხისმგებლობას სახელმწიფოები იღებს. მთიანი ტერიტორიების მდგრადი მომავალი უკავშირდება მათ გარდაქმნას ინოვაციური და ამბიციური მიდგომებით. განხილულია იუნესკოს ჩარჩო პროგრამა ESD2030 „განათლება მდგრადი განვითარებისათვის 2030“ და განათლების შესაძლებლობები მთის მდგრადი განვითარებისთვის, რისთვისაც გაანალიზებულია სწავლების ქართული და უცხოური გამოცდილება გარემოსმცოდნეობის და მთის სწავლების მიმართულებით. ამასთანავე, ანალიზი მოიცავს როგორ ფორმალურ, ისე არაფორმალურ განათლებას საქართველოს მასშტაბით. განსაკუთრებული ყურადღებაა გამახვილებული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის საქმიანობასა და მოქმედ საგანმანათლებლო პროგრამებზე.

საკვანძო სიტყვები: განათლება; მდგრადი განვითარების მიზნები; საგანმანთლებლო პროგრამები; საერთაშორისო გამოცდილება.

შესავალი

მთებს ადამიანის ცხოვრებაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს. ბიოლოგიური და გეოლოგიური განსაკუთრებულობა, მტკნარი წყლის რესურსები, თერმული წყაროების სიმრავლე და ადგილობრივი თემების კულტურული მრავალფეროვნება მთიანი ტერიტორიების უნიკალურობის განმსაზღვრელია: კლიმატის ცვლილების, მიწის გამოფიტვისა და დეგრადაციის გამო, მაღალმთიანი რეგიონები ბუნებრივი კატასტროფების საფრთხის წინაშე დგას [1]. ამდენად, მთებთან დაკავშირებული საკითხების შესწავლა უმნიშვნელოვანესია. ამ მიმართულებით ბოლო ორ ათწლეულში მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი მეცნიერთა ინტერესი. განსაკუთრებით აქტუალურია მთების მდგრადობის პრობლემა. მთის შესწავლას განსაკუთრებული ელფერი შესძინა მდგრადი განვითარების მიზნებმა. მიზნების უმეტესობა პირდაპირ უკავშირდება მთის პრობლემატიკას.

გაეროს გენერალური ასამბლეის 2022 წლის 14 დეკემბრის #77/172 რეზოლუცია [2] სახელმწიფოებს მოუწოდებს მიიღონ გრძელვადიანი ხედვა და ინტეგრირებული მიდგომები, მოახდინონ მდგრადი განვითარების ეროვნულ სტრატეგიებში მთის ტერიტორიების სპეციფიკური პროგრამების ინტეგრირება, გააძლიერონ ძალისხმევა სიღარიბის აღმოსაფხვრელად ყველა ფორმით და განზომილებით, მოაგვარონ მთიანი ტერიტორიების სასურსათო უსაფრთხოება, ხელი შეუწყონ ბიომრავალფეროვნების დაცვას და მდგრად გამოყენებას ინტეგრირებული ლანდშაფტის მიდგომებით (გარემოს მენეჯმენტი, მათ შორის წყლისა და მიწის მენეჯმენტი წყალგამყოფებში და ტყის მდგრად მართვაში). ხაზგასმულია, რომ კლიმატის ცვლილებისადმი მდგრადობის გაზრდას შეუძლია პირობები შექმნას მთის მდგრადი განვითარებისთვის, ადგილობრივი მთის მოსახლეობის საარსებო წყაროს გაუმჯობესებისა და მთის რესურსების მდგრადი გამოყენებისათვის. რეზოლუცია წევრ სახელმწიფოებს რეკომენდაციებს აძლევს და საერთაშორისო ორგანიზაციებსა და სხვა დაინტერესებულ მხარეებს მდგრადი მთის განვითარებასთან დაკავშირებით სთავაზობს, მიიღონ ზო-

მები ბიომრავალფეროვნების დაკარგვის და მიწისა და ნიადაგის დეგრადაციის შენელების და აღდგენის მიზნით, რაც ხელს შეუწყობს მდგრადი განვითარების მიზნების მიღწევას.

რეზოლუციის 27-ე მუხლი სახელმწიფოებს, ყველა დაინტერესებულ მხარეს და საერთაშორისო საზოგადოებას მოუწოდებს გამოიჩინონ მეტი ძალისხმევა, რათა:

- შეინარჩუნონ მთის ეკოსისტემები და გააუმჯობესონ მთის ადგილობრივი მოსახლეობის კეთილდღეობა;
- წაახალისონ მთის ინფრასტრუქტურაში ინვესტიციები, რომლებიც დაკავშირებულია ტრანსპორტსა და საინფორმაციო/საკომუნიკაციო ტექნოლოგიებთან;
- მხარი დაუჭირონ განათლების, კულტურის, ცოდნისა და შესაძლებლობების განვითარების პროგრამებს (მთიანი რაიონების ადგილობრივი მოსახლეობისა და სხვა დაინტერესებული მხარეების ინტერესების გათვალისწინებით);
- გაზარდონ მთის მდგრადი განვითარების მიმართულებით ახალგაზრდობის როლი განათლების მიღებისა და სასწავლო მომზადების მეშვეობით.

ძირითადი ნაწილი

მთიანი ტერიტორიების მდგრადი მომავალი უკავშირდება მათ გარდაქმნას ინოვაციური და ამბიციური მიდგომებით. ეკონომიკური, სოციალური და გარემოსდაცვითი მდგრადობის კომბინაციით შეგვიძლია შევინარჩუნოთ მომავლის მთების უნიკალური გარემო, განვავითაროთ ახალი პერსპექტიული სექტორები და გავაუმჯობესოთ მთის მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხი. ეს კი უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს მთავრობის, კერძო სექტორის და საზოგადოების კოლაბორაციით, რაც გადაწყვეტილებების მიღებისას წინ წამოსწევს პიროვნულ პასუხისმგებლობას და მოგვცემს საზოგადოების მდგრადობის, უკეთესობისკენ შეცვლილ დამოკიდებულებას.

მდგრადი განვითარებისათვის განათლება მდგრადი განვითარების მიზნის მიღწევის ძირითადი ინსტრუმენტია. ნიშანდობლივია, რომ განათლება თავად მდგრადი განვითარების მე-4 მიზანია, რომელიც ემსახურება „ინკლუზიური, თანაბარი და ხარისხიანი განათლების უზრუნველყოფასა და მთელი სიცოცხლის განმავლობაში სწავლის შესაძლებლობების ხელშეწყობას ყველა ადამიანისათვის“. განათლება მდგრადი განვითარებისთვის (ESD) საზოგადოების პრიორიტეტი გახდა. იუნესკომ შეიმუშავა ჩარჩო პროგრამა ESD2030 „განათლება მდგრადი განვითარებისათვის 2030“ [3] („უფრო სამართლიანი და მდგრადი სამყარო 17 SDG-ის მიღწევის გზით“), რომელიც დაფუძნებულია 3 ძირითად ტრანსფორმაციულ კონცეფციაზე: 1) მოქმედება, 2) სტრუქტურული ცვლილებები და 3) ტექნოლოგიური მომავალი. განათლება მდგრადი განვითარებისათვის (ESD) ინტეგრირებული უნდა იქნეს გლობალურ, რეგიონალურ და ეროვნულ დონეზე განათლებისა და მდგრადი განვითარების პოლიტიკის სფეროებში.

ამ სამი ვექტორის შესაბამისად, ESD2030 ჩარჩო განსაზღვრავს მოქმედების 5 პრიორიტეტულ სფეროს: პოლიტიკას, განათლებას და ტრენინგს, მასწავლებლებს, ახალგაზრდობას და თემებს/საზოგა-

დოებებს, როგორც მდგრადი განვითარებისთვის მოქმედების ადგილს. ვფიქრობთ, განათლება მდგრადი განვითარებისათვის მიწოდებული უნდა იქნეს ყველა შესაძლო ასაკობრივი ჯგუფისთვის, დაწყებითი განათლებიდან სიცოცხლის ბოლომდე. აღსანიშნავია ადრეული ასაკიდან სწავლების განსაკუთრებული მნიშვნელობა, რაც მდგრადი განვითარების კონცეფციისადმი შეგნებული პიროვნების აღზრდაში ჩაგდებული მარცვალი იქნება.

ჩვენ მიერ შესწავლილ იქნა მდგრადი განვითარებისა და მთის მდგრადი განვითარების მიმართულებებით განათლების შესაძლებლობები მსოფლიო მასშტაბით. მთავარი დასაყრდენი იყო 2020 წლის რეიტინგულ სამეცნიერო გამოცემაში დაბეჭდილი ნაშრომი [4], რომელშიც მკვლევრებმა გამოავლინეს მთის სწავლების მრავალი შესაძლებლობა, როგორც განათლება მთის მდგრადი განვითარებისა (Education Sustainable Mountain Development ESMD) და ESD-სთვის. ანალიზი მოიცავდა 28 პროგრამას მთელი მსოფლიოდან. ანალიზმა აჩვენა, რომ განათლების მიღების შესაძლებლობას უზრუნველყოფს უნივერსიტეტები, კვლევითი ორგანიზაციები/ინსტიტუტები ან არასამთავრობო ორგანიზაციები. განათლების მიწოდება ხდება განცალკევებულად ან თანამშრომლობით, ხოლო სწავლებისა და სწავლის (TL) პარამეტრები მოიცავს რეგულარულ ვერბალურ ლექციებს, ონლაინკურსებს და ინტენსიურ ლექციებს საველე სამუშაოებთან ერთად. მკვლევრებმა სასწავლო პროგრამები დაყვეს 6 ტიპად (ცხრილი 1).

ამ ანალიზში ვერ მოხვდებოდა საგანმანათლებლო პროგრამები, სეზონური სკოლები და ტრენინგკურსები, რომლებიც 2020 წლის შემდგომ შემოვიდა მსოფლიო საგანმანათლებლო ბაზარზე, ასევე მთის პარტნიორობის მონაცემთა ბაზაში დაფიქსირებული საგანმანათლებლო პროგრამები, რომლებიც 2023 წლიდან ფუნქციონირებს [5].

საერთაშორისო გამოცდილებიდან აღსანიშნავია მილანის უნივერსიტეტის UNIMONT-ის კვლევითი ცენტრის სამაგისტრო საგანმანთლებლო პროგრამა "მთიანი ტერიტორიების შეფასება (ვალორიზაცია) და მდგრადი განვითარება" [6], რომელიც 2023 წლიდან მოქმედებს და ხორციელდება ედოლოს მთებში (ცენტრალური ალპების მთიანი მუნიციპალიტეტი). პროგრამა ინგლისურ ენაზეა, მოიცავს 120 კრედიტს და იძლევა კვალიფიკაციას „მეტყევეობა და გარემო“.

ცხრილი 1

მთის მდგრადი განვითარების კუთხით არსებული საგანმანთლებლო პროგრამის ტიპები მსოფლიოში

#	საგანმანთლებლო პროგრამის ტიპი	კოდი	რაოდენობა
1	საგანმანათლებლო ხარისხის მქონე პროგრამები და სპეციალიზაციები საგანმანათლებლო პროგრამების ფარგლებში, რომლებიც უზრუნველყოფილია ინდივიდუალური უნივერსიტეტების/კოლეჯების მიერ	A1	10
2	რეგულარული ინტენსიური კურსები, მათ შორის საველე კომპონენტი, როგორიცაა საზაფხულო ან ზამთრის სკოლა	B 1	6

გაგრძლება

3	ერთიანი ცენტრი, რომელიც აორგანიზებს *ა) მრავალ რელევანტურ ხარისხებს და ტრენინგ-კურსებს* *ბ) საგანმანათლებლო ხარისხის მქონე პროგრამებს,* რომლებიც მიწოდებულია უნივერსიტეტების ჯგუფის მიერ	C 1 C 2	3
4	ონლაინსასწავლო პროგრამები ან საგანმანათლებლო ხარისხის მქონე პროგრამები	D 1	3
5	გარემოს კონსერვაციის ან საველე განათლების სკოლები, რომლებიც ორგანიზებულია არასამთავრობო ორგანიზაციების მიერ	E 1	2
6	კვლევითი ინსტიტუტები (ან ობსერვატორიები)	F 1	4
	ჯამი		**28**

ცხრილი შედგენილია ავტორის მიერ ლიტერატურული წყაროს [4] მონაცემებზე დაყრდნობით

მილანის უნივერსიტეტის UNIMONT-ის კვლევით ცენტრში სწავლება აერთიანებს მრავალფეროვან ცოდნას და უნარებს, რომლებიც აუცილებელია მთის ტერიტორიების სპეციფიკის მკაფიო განსაზღვრისათვის. შესაბამისად, კურსდამთავრებულს შეეძლება თავისი წვლილი შეიტანოს მთიანი ტერიტორიების პროდუქტების და/ან სერვისების შექმნაში, რომელსაც ექნება ეკონომიკური და სოციალური ღირებულება, მთების სპეციფიკური რესურსებიდან (მათ შორის ტყის რესურსებიდან) გამომდინარე. ამასთანავე, მათი საქმიანობის ბაზისი იქნება მდგრადობის პრინციპების დაცვა და გლობალური და ლოკალური პროცესების გათვალისწინება (კლიმატის ცვლილება, დეპოპულაცია და სხვა); ტრანსდისციპლინური ცოდნითა და უნარებით აღჭურვილი სპეციალისტები ხელს შეუწყობენ მთიანი არეალების კონკრეტული რესურსების მდგრად გამოყენებას და გაუმჯობესებას ეკონომიკის ისეთ სტრატეგიულ სექტორებში, როგორიცაა ტურიზმი (მაგ., მწვანე მარშრუტების და ბილიკების დაგეგმვა და პოპულარიზაცია, გავრცელება და ეკოლოგიური განათლება გარემოს შესახებ), განახლებადი ენერგიების სექტორი, ბიორესურსები და მთის აგრობიომრავალფეროვნება, წრიული ეკონომიკა, ტრადიციული ადგილობრივი მოკლე მიწოდების ჯაჭვები და სხვა.

მნიშვნელოვან ძალისხმევას ავითარებს The Grassroots Institute, რომელიც გვთავაზობს სხვადასხვა საგანმანათლებლო მოკლე და საშუალოვადიან გადასამზადებელ საგანმანათლებლო პროგრამებს (სასერტიფიკაციო კურსებს), საზაფხულო სკოლებს და ლექციებს [7]. The Grassroots Institute იღწვის აკადემიური და პრაქტიკული სრულყოფილებისთვის და ერთმანეთთან აკავშირებს გლობალურ ქმედებებსა და ცვლილებებს. ცდილობს ფართო საზოგადოებას – პროფესიონალებს, ახალგაზრდა კურსდამთავრებულებს, პოსტდოქტორანტებს და დაინტერესებულ პირებს მიაწოდოს საგანმანათლებლო პროგრამები, რომლებიც მოიცავს პრაქტიკულ სავარჯიშოებს, საველე გამოცდილებებს, პროექტზე მუშაობისა და სტაჟირების ძლიერ კომპონენტებს. უნიკალური საგანმანათლებლო პროგრამები ინოვა-

ციურია და მიეწოდება ონლაინ ან ჰიბრიდულ რეჟიმებში. აღსანიშნავია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პარტნიორობა აღნიშნულ პროექტში.

მდგრადი განვითარების მიზნების მისაღწევად საქართველომ საკმაოდ აქტიურად დაიწყო მუშაობა ჯერ კიდევ 2012 წლიდან, როდესაც გარემოსდაცვითი განათლების ჩარჩო პროგრამის შექმნის მიზნით დაამტკიცა „გარემოსდაცვითი განათლება მდგრადი განვითარებისთვის: საქართველოს 2012-2014 წწ. ეროვნული სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა“ბ მოგვიანებით შემუშავებულ იქნა „გარემოსდაცვითი განათლება მდგრადი განვითარებისათვის: გამჭოლი სტანდარტი“ [8]. მას შემდეგ ინტენსიურად მიმდინარეობს განათლების მიწოდება როგორც ფორმალური (formal) და არაფორმალური განათლების მიმართულებით (non-formal), ისე გარემოსდაცვითი ცნობიერების სხვა საშუალებებით (informal education);

ამ კუთხით აღსანიშნავია საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს საჯარო სამართლის იურიდიული პირის „გარემოსდაცვითი ინფორმაციისა და განათლების ცენტრის“, როგორც სახელმწიფო ინსტიტუციის საქმიანობა [9]. იგი მოიცავს სხვადასხვა დოკუმენტის შემუშავებას, ასევე საგანმანათლებლო სასერტიფიკატო კურსების, საგანმანათლებლო პროგრამების, ლექციების, კონკურსების და სხვადასხვა საველე აქტივობის ორგანიზებასა და განხორციელებას, ექსპერტთა მონაცემების თავმოყრას.

საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების კუთხით მოქმედებს არაერთი ორგანიზაცია, რომელიც გარემოს ეკოლოგიური მდგრადობის კუთხით მუშაობს: „სენი“, „მწვანე ალტერნატივა“, „რემისია“, „ენერგოეფექტურობის ცენტრი“, „გარემო და განვითარება“ და სხვა. ამასთანავე, მთიანი ტერიტორიების მიმართულებით კვლევებს, სხვადასხვა ტრენინგს, ერთობლივ ზაფხულის სკოლებს ატარებს შემდეგი ორგანიზაციები: მთის რეგიონების მდგრადი განვითარების კავკასიის ქსელი (მდგრადი კავკასია), კავკასიის რეგიონული გარემოსდაცვითი ცენტრი და სამეცნიერო ქსელი კავკასიის მთის რეგიონისთვის.[10, 11, 12, 13].

აღნიშვნის ღირსია საქართველოში ახლად ჩამოყალიბებული საერთაშორისო პლატფორმა „მდგრადობის აკადემია“[14], რომლის მიზანია წვლილი შეიტანოს საქართველოში მდგრადობის მეცნიერების განვითარებასა და გაძლიერებაში, ასევე მდგრადობის მიღწევაში მდგრადი განვითარებისათვის განათლების (ESD) მეშვეობით; უზრუნველყოს საზოგადოების ცნობიერების ამაღლება და ამ მიმართულებით კონფერენციების, სემინარების, კონკურსებისა და თემატური ღონისძიებების ჩატარება. აკადემიამ უკვე განახორციელა რამდენიმე მოკლევადიანი სასერტიფიკატო კურსი.

მდგრადი განვითარების განათლების კუთხით მნიშვნელოვანია უმაღლესი განათლების სისტემის საქმიანობა. ჩვენ მიერ გაანალიზდა ქვეყნის 5 წამყვანი უნივერსიტეტის ვებგვერდებზე განთავსებული ინფორმაცია საგანმანათლებლო სამაგისტრო პროგრამების შესახებ, რომლებიც, ვფიქრობთ, გარკვეულ კავშირშია მდგრად განვითარებასა და მთის გარემოსთან (იხ. ცხრილი 2). [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22].

საერთაშორისო კონტექსტში, სამხრეთ კავკასიასა და ქართულ საგანმანათლებლო სივრცეში უნიკა-

ლურ პროგრამებს ახორციელებს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტი. 2020 წლიდან საქართველოს მთავრობის მხარდაჭერით 4 საბაკალავრო საგანმანათლებლო პროგრამა მოქმედებს (სწავლების ენა ქართული, 240 კრედიტი) და სახელმწიფოს მხრიდან სრულად დაფინანსებულ/პრიორიტეტულ პროგრამებს წარმოადგენს :

- მთის სოფლის გარემოს მდგრადი განვითარება. მისანიჭებელი ხარისხი გარემოსმცოდნეობის ბაკალავრი;
- მთის მდგრადი ტურიზმი და მასპინძლობის მენეჯმენტი. მისანიჭებელი ხარისხი ტურიზმის ბაკალავრი;
- მთიანი რეგიონების ორგანული ფერმერული სისტემების მართვა. მისანიჭებელი ხარისხი მენეჯმენტის ბაკალავრი;
- ბუნებრივი საფრთხეები, მდგრადი გარემო და დაცვა. მისანიჭებელი ხარისხი ინჟინერიის ბაკალავრი გარემოს ინჟინერიაში.

ცხრილი 2

უმაღლესი საგანმანათლებლო პროგრამები გარემოს მდგრადი განვითარების კუთხით საქართველოში

#	უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულება/პროგრამის სახელწოდება და მისანიჭებელი ხარისხი	აღწერილობა	შესატყვისი საბაკალავრო პროგრამა
1	საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი/გარემოსდაცვითი ინჟინერია - გარემოს ინჟინერიის მაგისტრი	პროგრამის მიზანია: • გარემოსდაცვითი ინჟინერიის მაგისტრის მომზადება, რომელსაც ექნება ღრმა, სისტემური ცოდნა გარემოს დაცვის პრობლემების გადაწყვეტის ახალი, ორიგინალური გზების ძიების, გარემოსდაცვითი თანამედროვე ტექნოლოგიების განხორციელებისათვის; • თანამედროვე შრომის ბაზრის მოთხოვნების შესაბამისი კომპეტენციების მქონე სპეციალისტის მომზადება, რომელიც ორიენტირებული იქნება გარემოს დაცვის კანონმდებლობების და კონვენციების, რაციონალური ბუნებათსარგებლობის ღონისძიებების, ეკოლოგო–ეკონომიკური ეფექტურობის დაცვის, აგრეთვე ნარჩენების მართვისა და გარემოსდაცვითი მენეჯმენტის სწორი წარმართვით; • გარემოსდაცვითი ინჟინერიის სფეროში პრობლემებისა და მათი ღირებულებებისადმი დამოკიდებულების შეფასება, პრევენციულ ღონისძიებებში თანამონაწილეობა, ახალი ღირებულებების დასამკვიდრებლად სწრაფვა და სათანადო უნარების გამომუშავება	ახორციელებს გარემოსდაცვითი ინჟინერიის საბაკალავრო პროგრამასაც

2	თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი/ფიზიკური გეოგრაფია და გარემოს მდგრადი განვითარება - გეოგრაფიის მაგისტრი	სამაგისტრო პროგრამა შედგება ორი მოდულისაგან: • ფიზიკური გეოგრაფია, ნიადაგური რესურსები და გარემოს მდგრადი განვითარება; .წყლის რესურსების, მეტეოროლოგიური პროცესებისა და სანაპირო ზონის ინტეგრირებული მართვა; პროგრამის მიზნებია: მისცეს მაგისტრს თანამედროვე მიღწევათა შესაბამისი საფუძვლიანი განათლება გეოგრაფიაში; გამოუმუშაოს სამეცნიერო კვლევისა და სხვადასხვა გეოგრაფიულ და გარემოსდაცვით პრობლემათა გადაჭრის მეთოდების გამოყენების უნარი და ამით ხელი შეუწყოს გეოგრაფიაში კვლევითი და ინოვაციური პოტენციალის განვითარებას; ხელი შეუწყოს საზოგადოებისთვის აქტუალური პრობლემების გადაწყვეტას - ბუნებისა და საზოგადოების (რელიეფი, კლიმატი, შიგა წყლები, ნიადაგები და სხვა) ურთიერთკავშირის შეფასებას და გარემოს მდგრადი განვითარების უზრუნველყოფას	ახორციელებს ეკოლოგიის საბაკალავრო პროგრამასაც
3	ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი / ეკოლოგია - მეცნიერების მაგისტრი ეკოლოგიაში	პროგრამის მიზანია მოამზადოს მაღალკვალიფიციური მკვლევრები ეკოლოგიის დარგში, რომლებიც იქნებიან კონკურენტუნარიანნი როგორც დასაქმების ბაზარზე, ისე სწავლის შემდგომ საფეხურზე: მსმენელები შესაბამის ხარისხს იღებენ თუ სავალდებულო საგნებთან ერთად აითვისებენ ცხოველთა ეკოლოგიის, მცენარეთა ეკოლოგიის და მდგრადი განვითარების ბლოკების მიმართულებით, მინიმალური კრედიტების გარკვეულ რაოდენობას. კურსდამთავრებულები შეძლებენ თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით კვლევის დამოუკიდებლად დაგეგმვას და განხორციელებას ცხოველთა ეკოლოგიის, მცენარეთა ეკოლოგიის ან გარემოსდაცვითი მიმართულებით; ეფექტურ კომუნიკაციას პროფესიულ და აკადემიურ საზოგადოებასთან; და აღჭურვილი იქნებიან ანალიტიკური და გადაწყვეტილებების მიღების უნარებით	ახორციელებს ეკოლოგიის საბაკალავრო პროგრამასაც
4	აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი / გარემოს დაცვის ტექნოლოგიები - მეცნიერების მაგისტრი	პროგრამის მიზანია მოამზადოს თანამედროვე შრომის ბაზრის მოთხოვნების შესაბამისი კომპეტენციების მქონე სპეციალისტი გარემოს დაცვის ტექნოლოგიის სფეროში, რომლებსაც - ექნებათ ღრმა და სისტემური ცოდნა: ა)გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიის სხვადასხვა სფეროში (ჰაერის დაცვა, წყლის მენეჯმენტი, ნარჩენების მართვა, შრომის უსაფრთხოება და სხვა), ბ)გარემოს დაცვის პოლიტიკურ-სამართლებრივი და საზოგადოებრივი ღონისძიებების შესახებ.	ახორციელებს ეკოლოგიის საბაკალავრო პროგრამასაც

	გარემოს ინჟინერიაში	- შეძლებენ: ა)კომპლექსური პრობლემების გადაჭრასა და დასაბუთებული დასკვნების გამოტანას, ბ)გარემოსდაცვითი ტექნოლოგიების ახალი და ორიგინალური იდეების შემუშავებას, გ)საკუთარი პროფესიული ცოდნის გაზიარებას და სხვების პროფესიულ განვითარებაზე ზრუნვას	
4	შოთა რუსთაველის სახელობის ბათუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი / 1. ფიზიკური გეოგრაფია და გარემოს მდგრადი განვითარება - ფიზიკური გეოგრაფიის მაგისტრი 2. ეკოლოგია - ეკოლოგიის მაგისტრი	პროგრამის მიზნები: 1. ღრმა და სისტემური ცოდნის შეძენა გეოგრაფიულ გარსში მიმდინარე მოვლენების შესახებ, ბუნებრივ-გეოგრაფიული პროცესების სივრცით-დროითი თავისებურებების, ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე ცვლილებებისა და არსებული გეოეკოლოგიური პრობლემების გაცნობიერება; ✓ თეორიული ცოდნის საფუძველზე, ველზე მუშაობისას შეეძლება ბუნებრივ გარემოში მიმდინარე ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პროცესებზე დაკვირვება, ხელსაწყოების გამოყენება, მასალების შეგროვება-გაანალიზება, ბუნებრივ გარემოზე მონიტორინგი და მიღებული მონაცემების საფუძველზე დასკვნის გაკეთება. აგრეთვე შეძლებს ჩაატაროს კვლევები ველზე, მასალების დამუშავებისას შეაფასოს ლანდშაფტის პოტენციალი, გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ხარისხი და დაადგინოს ეკოლოგიური მდგრადობა საზოგადოების განვითარების უზრუნველსაყოფად; ✓ ეთიკური პრინციპების დაცვით დამოუკიდებლად შეძლებს შეაფასოს თავისი და სხვების დამოკიდებულება რაციონალური ბუნებათსარგებლობის ძირითადი პრინციპების დამკვიდრებაში, ასევე მიღებული ცოდნის საფუძველზე კომპლექსური ან მულტიდისციპლინური სამუშაო გარემოს მართვას და პროფესიულ განვითარებაზე პასუხისმგებლობის აღებას 2. ✓ თანამედროვე ეკოლოგიური განათლების მოთხოვნების შესაბამისი ღრმა და საფუძვლიანი თეორიული ცოდნის და პრაქტიკული ჩვევების მქონე კადრების მომზადება, რომელიც შეძლებს, მიღებული თეორიული ცოდნის გამოყენებას პრაქტიკულ და სამეცნიერო-კვლევით საქმიანობაში; ✓ მაღალი ეთიკური ღირებულებების მქონე სპეციალისტის აღზრდა, რომელიც შეძლებს კოლეგებთან ეფექტურ თანამშრომლობას, ურბანულ, სოციალურ, თანასაზოგადოებებისა და პოპულაციების ეკოლოგიური პრობლემების გადაჭრაში საკუთარი წვლილის შეტანას; ✓ თანამედროვე სრულფასოვანი სპეციალისტის მომზადებას, რომელიც შეძლებს საკვლევი სინჯების აღებას,	ახორციელებს ეკოლოგიის საბაკალავრო პროგრამასაც

		საანალიზოდ მომზადებას, სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით ანალიზების ჩატარებას და მიღებული შედეგების განზოგადებას	
5	GIPA ჯიპა - საქართველოს საზოგადოებრივ საქმეთა ინსტიტუტი / გარემოსდაცვითი მენეჯმენტი და პოლიტიკა - გარემოს დაცვის მაგისტრის აკადემიური ხარისხი	პროგრამა უზრუნველყოფს გარემოს დაცვის მენეჯმენტის საკითხების სისტემურ შესწავლას და მართვის ინსტრუმენტების ათვისებას მენეჯერული, სამართლებრივი და ეკონომიკური ასპექტების გათვალისწინებით; უზრუნველყოფს სიღრმისეული ცოდნის, უნარების, პასუხისმგებლობისა და ავტონომიურობის გამომუშავებას გარემოს დაცვისა და კონსერვაციის, გარემოსდაცვითი მართვის სისტემისა და მისი ინსტრუმენტების, მწვანე და ცირკულარული ეკონომიკის, მენეჯმენტისა და ადმინისტრირების მიმართულებით. შეიქმნა 2016 წელს გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის მიერ დაფინანსებული პროექტის ფარგლებში საქართველოს საზოგადოებრივ საქმეთა ინსტიტუტის, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს და სსიპ გარემოსდაცვითი ინფორმაციისა და განათლების ცენტრის თანამშრომლობით	არ აქვს

ცხრილი შედგენილია ავტორის მიერ ვებგვერდებზე მოპოვებულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით

მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტის პროგრამები ინტერდისციპლინული ფორმატისაა და აერთიანებს სწავლებას როგორც მთისმცოდნეობის და მდგრადი განვითარების კუთხით, ისევ მისანიჭებელი ხარისხისთვის აუცილებელი კომპეტენციების მიმართულებით. სწავლება მოიცავს სავალდებულო და არჩევით სასწავლო კურსებს, სასწავლო-საველე გასვლებს, პრაქტიკის კომპონენტებს. სასწავლო კურსების ერთი ნაწილი გამჭოლია და რამდენიმე პროგრამაზე ისწავლება. აღსანიშნავია, რომ ფაკულტეტის სტუდენტთა კონტიგენტი მუდმივად მზარდია; აბიტურიენტებს შორის განსაკუთრებით დიდი პოპულარობით სარგებლობს პროგრამა: „მთის მდგრადი ტურიზმი და მასპინძლობის მენეჯმენტი“.

ახალგაზრდა ფაკულტეტზე ინტენსიურად მიმდინარეობს მუშაობა ახალი საგანმანათლებლო პროგრამების შემუშავებაზე; უკვე მომზადებულია და აკრედიტაციის ეტაპზეა სამაგისტრო პროგრამა „გარემოს მდგრადი განვითარების მენეჯმენტი“ (სწავლების ენა ქართული, 120 კრედიტი), პროგრამის მიზანია მოამზადოს მდგრადი განვითარების მიზნების მისაღწევად არსებული თეორიებისა და ინოვაციების ღრმა, სისტემატური, დიდაქტიკური და ინტერდისციპლინური ცოდნის მქონე სტუდენტი, რომელსაც შეუძლია მიიღოს ინფორმირებული გადაწყვეტილებები და იმოქმედოს პასუხისმგებლობით გარემოს მდგრადობის, ეკონომიკური სიცოცხლისუნარიანობისა და სამართლიანი საზოგადოების უზრუნველსაყოფად, რომელიც დააკმაყოფილებს დღევანდელი და მომავალი თაობების საჭიროებებს.

მკვლევართა ჯგუფი CIF საგრანტო დაფინანსების ჩარჩოში მუშაობს პროექტზე ,,საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის „მთიანი ტერიტორიების მდგრადი განვი-

თარება“ შექმნა მთის უნივერსიტეტთან (მილანის უნივერსიტეტის კვლევითი ცენტრი) თანამშრომლობით“, რომელიც ინგლისურენოვანი პროგრამის მომზადებაზეა ორიენტირებული. პროექტის ფარგლებში დაგეგმილია ჰიბრიდულ რეჟიმში საერთაშორისო სამეცნიერო ფორუმის ორგანიზება "მთის მდგრადი განვითარების სწავლება - მდგრადი განვითარების მიზნების მიღწევის ინოვაციური მიდგომები აკადემიურ სივრცეში" და საერთაშორისო სტუდენტური სკოლის "მთის მდგრადი განვითარების სწავლება" ორგანიზება. ამ ღონისძიებების განხორციელება უზრუნველყოფილია მდგრადი განვითარების ცენტრის შექმნით, უახლესი მოდელის დრონსა და გეოსაინფორმაციო სისტემებზე წვდომის შესაძლებლობით.

ასევე, სახელმწიფოს დაკვეთით მომზადებულია მოკლევადიანი პროფესიული გადამზადების ქართულენოვანი პროგრამა „ტყის დაცვა რეინჯერებში“ და „გეოსაინფორმაციო სისტემების სპეციალისტი“.

ფაკულტეტის საქმიანობა მჭიდროდ არის გადაჯაჭვული წყალთა მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის საქმიანობასთან. უახლოეს ხანებში მათთან ერთად სადოქტორო პროგრამის შემუშავებაც იგეგმება. აღსანიშნავია ფაკულტეტის ჩართულობა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო კონკურსებში.

უმნიშვნელოვანესია გლობალურ და რეგიონალურ დონეებზე საგანმანათლებლო და სამეცნიერო დაწესებულებების თანამშრომლობის გაძლიერება, რათა კვლევების შედეგებისა და დასკვნების გაანალიზებით შემუშავდეს სამოქმედო გეგმები საერთაშორისო, რეგიონალურ და ეროვნულ დონეებზე.

გაფორმებული მემორანდუმების ჩარჩოში აქტიურად თანამშრომლობს ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებთან, მოსწავლე-ახალგაზრდობას იწვევს სხვადასხვა კონკურსსა და კონფერენციაზე. ამჟამად ფაკულტეტის ადმინისტრაციული და აკადემიური პერსონალი სტუდენტებთან ერთად წალკის მუნიციპალიტეტის მაღალმთიან სოფელ ახალშენის საჯარო სკოლაში ახორციელებს პროექტს: სამეცნიერო კვლევითი კლუბის „უმცროსი მეცნიერები მთის მდგრადი განვითარებისათვის“ დაარსება. პროექტი დააფინანსა შოთა რუსთაველის ეროვნულმა სამეცნიერო ფონდმა.

ფაკულტეტის აკადემიური პერსონალი საბაკალავრო პროგრამების სტუდენტებთან ერთად მუშაობს მდგრადი განვითარების პრობლემაზე. საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების მიზნით ეწყობა რეგიონული სემინარები. პროფესორ-მასწავლებლები და სტუდენტები ჩართული არიან სასოფლო-სამეურნეო ექსტენციებსა და სხვადასხვა ექსპერიმენტში, რაც გამიზნულია ინოვაციური და კლიმატგონივრული ტექნოლოგიების დანერგვის, წარმოების მოცულობის და კონკურენტუნარიანობის გაზრდისა და მთაში ცხოვრების საერთო დონის ამაღლებისთვის.

ფაკულტეტი 2024 წლიდან გაეროს სასურსათო ორგანიზაციის მოხალისეობრივი ალიანსის „მთის პარტნიორობის“ წევრია, რაც ფაკულტეტს მრავალფეროვან შესაძლებლობებს სთავაზობს. აღსანიშნავია, რომ ალიანსი პარტნიორების ერთადერთი ნებაყოფლობითი გაერთიანებაა, რომელიც მიზნად ისახავს მთის მოსახლეობის ცხოვრების გაუმჯობესებას და მთის გარემოს დაცვას მთელ მსოფლიოში. მთის პარტნიორობას შემუშავებული აქვს მთიანი

რაიონების მდგრადი განვითარების დღის წესრიგი და სამოქმედო გეგმა 2030 წლამდე პერიოდისათვის.

დასკვნა

მდგრადი განვითარება მომავლის ვექტორია, რომელსაც მხარს უჭერს საერთაშორისო საზოგადოება. მთიანი ტერიტორიების მდგრადი მომავალი უკავშირდება მათ გარდაქმნას ინოვაციური და ამბიციური მიდგომებით. ეკონომიკური, სოციალური და გარემოსდაცვითი მდგრადობის კომბინაციით შეგვიძლია შევინარჩუნოთ მომავლის მთების უნიკალური გარემო, განვავითაროთ ახალი პერსპექტიული სექტორები და გავაუმჯობესოთ მთის მოსახლეობის ცხოვრების ხარისხი.

მდგრადი განვითარებისათვის განათლება მდგრადი განვითარების მიზნების მიღწევის ძირითადი ინსტრუმენტია. განათლების შესაძლებლობები მთის მდგრადი განვითარებისთვის ფრიად აქტუალური და აუცილებელია. გარემოსმცოდნეობის და მთის სწავლების მიმართულებით ჩვენ მიერ გაანალიზებული ქართული და უცხოური გამოცდილება ადასტურებს, რომ მნიშვნელოვანია როგორც ფორმალური, ისე არაფორმალური განათლება. საქართველოში ფორმალური განათლება უზრუნველყოფილია სამთავრობო უწყებების, არასამთავრობო ორგანიზაციებისა და ონლაინპლატფორმების საშუალებით. გარემოსმცოდნეობის მიმართულებით ფორმალურ განათლებას უზრუნველყოფს უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებების საბაკალავრო და სამაგისტრო პროგრამები. საგანმანათლებლო სივრცეში გამორჩეული და უნიკალურია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მთის მდგრადი განვითარების ფაკულტეტზე მოქმედი საბაკალავრო პროგრამები, სადაც სწავლა სახელმწიფოს მიერ სრულად ფინანსდება. ამასთანავე, ფაკულტეტი აქტიურად მოღვაწეობს არაფორმალური განათლების კუთხითაც. უცხოური გამოცდილების საფუძველზე, საქართველოს სახელმწიფოებრივი ვალდებულებებიდან და საზოგადოების გაზრდილი ინტერესებიდან გამომდინარე, ფაკულტეტი მუშაობს ახალი საგანმანათლებლო სამაგისტრო პროგრამების შემუშავებასა და პროფესიული გადამზადების/სასერტიფიკატო კურსების შექმნაზე გარემოსმცოდნეობის მიმართულებით. უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება გლობალურ და რეგიონალურ დონეებზე საგანმანათლებლო და სამეცნიერო დაწესებულებების თანამშრომლობის გაძლიერებას, რათა კვლევების შედეგებისა და დასკვნების გაანალიზებით შემუშავდეს სამოქმედო გეგმები საერთაშორისო, რეგიონალურ და ეროვნულ დონეებზე.

ლიტერატურა

1. Elizbarashvili, N., Meeseni, H., Khoetsiani, A., & Meladze, G. (2018). *Sustainable development and resource management in mountain regions*. Danik.
2. Environmental Information and Education Centre. (2015). *Environmental education for sustainable development: Cross-cutting standard*. https://eiec.gov.ge/Ge/Search?text=%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%AD%E1%83%9D%E1

%83%9A%E1%83%98+%E1%83%A1%E1%83%A2%E1%83%90%E1%83%9C%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%A2%E1%83%98

3. Independent Institute for Environmental Issues (UfU e.V.). (2021). *Civil space for participation in climate policy in Georgia*. https://rec-caucasus.org/publication/samoqalaqo-sivrtse-klimatis-politikashi-monatsileobisthvis-saqarthveloshi/
4. UNESCO. (n.d.). *Education for sustainable development 2030*. https://www.unesco.org/en/sustainable-development/education/toolbox
5. United Nations. (2022, December 14). *Sustainable mountain development: Resolution adopted by the General Assembly on 14 December 2022, 77/172*. https://www.un.org/en/ga/77/resolutions.shtml
6. Ueno, K., Balsiger, J., & Price, M. F. (2020). Education for sustainable mountain development: Preliminary insights from a web-based survey of opportunities. *Mountain Research and Development, 40*(4). https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-20-00026.1
7. Food and Agriculture Organization. (n.d.). *Mountain education database*. https://www.fao.org/mountain-partnership/our-work/capacity-development/mountain-education-database/en
8. UNIMONT. (n.d.). *Master's degree course*. https://www.unimontagna.it/en/education/masters-degree-course/
9. Grassroots Institute. (n.d.). *Homepage*. https://grassrootsinstitute.ca/
10. Georgian Technical University. (n.d.). *Bachelor's program – Geography*. https://gtu.ge/apply/bachelor/mtis/geo.php
11. Georgian Technical University. (n.d.). *Master's program – Climate change and sustainable development*. https://gtu.ge/apply/masters/ctmf/geo.php
12. Tbilisi State University. (n.d.). *Faculty of Exact and Natural Sciences*. https://www.tsu.ge/ka/faculty/%E1%83%96%E1%83%A3%E1%83%A1%E1%83%A2%20%E1%83%93%E1%83%90%20%E1%83%A1%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%A3%E1%83%9C%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%A1%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%97%E1%83%A7%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%9D%20%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%AA%E1%83%9C%E1%83%98%E1%83%94%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%90%E1%83%97%E1%83%90%20%E1%83%A4%E1%83%90%E1%83%99%E1%83%A3%E1%83%9A%E1%83%A2%E1%83%94%E1%83%97%E1%83%98/2:contentReference[oaicite:50]
13. Ilia State University. (n.d.). *Ecology program*. https://iliauni.edu.ge/ge/iliauni/AcademicDepartments/sainjinro-fakulteti-270/programebi-310/sabunebismetyvelo-fakultetis-samagistro-programebi/ekologia:contentReference[oaicite:53]
14. Batumi State University. (n.d.). *Program: Environmental management and policy*. https://bsu.edu.ge/sub-11/program/3/index.html:contentReference[oaicite:56]
15. Georgian Institute of Public Affairs. (n.d.). *Program: Environmental management and policy*. https://gipa.ge/geo/program/show/garemosdatsviti-menedjmenti-da-politika:contentReference[oaicite:59]

UDC 504
SCOPUS CODE 2301
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-317-330

Education For Sustainable Mountain Development - International Context and Georgian Experience

Tamar Koblianidze Faculty of Sustainable Mountain development, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: tamar.koblianidze@gtu.ge

Reviewers:

M. Janikashvili, Professor, Institute of Buildings, Special Systems and Engineering Support, CTU
E-mail: m.firanashvili@gtu.ge

M. Piranishvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: mikheiljanikashvili@gmail.com

Abstract. Mountains play a vital role in human life, and the study of mountain-related issues has become increasingly important. Over the past two decades, scientific interest in this area has grown significantly, with particular attention to the sustainability of mountain regions. The Sustainable Development Goals (SDGs) have emphasized the importance of studying mountain areas, further highlighted by the UN General Assembly resolution of December 14, 2022, which addresses the sustainable development of mountains and places responsibility on states.

A sustainable future for mountain regions is linked to their transformation through innovative and ambitious approaches. This article explores the UNESCO Framework Programme "Education for Sustainable Development 2030" and examines educational opportunities that support the sustainable development of mountain areas. The analysis includes Georgian and international teaching experiences in both environmental sciences and mountain studies, covering both formal and non-formal education throughout Georgia.

Special attention is given to the activities and current educational programs of the Faculty of Sustainable Mountain Development at Georgian Technical University.

Keywords: Education; Educational programs; international experience; Sustainable development goals.

განხილვის თარიღი 14.04.2025
შემოსვლის თარიღი 15.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 624:693.54
SCOPUS CODE 2501
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-331-335

მხურვალმედეგი ბეტონები დაბალი და მაღალტემპერატული აგრეგატებისთვის

თამარ ესაძე სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: t.esadze@gtu.ge

ხათუნა ლეჟავა სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: kh.lejava@gtu.ge

რეცენზენტები:

ზ. ქარუმიძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: z.karumidze@gtu.ge

რ. ჟღენტი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: rjgenti@yahoo.com

ანოტაცია. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის დაჩქარება მეტად აქტუალური ამოცანაა საშენი მასალების წარმოების დარგში, რაც ითვალისწინებს ახალი ტექნოლოგიებისა და პერსპექტიული მასალების დანერგვას, ადგილობრივი ნედლეულისა და წარმოების ნარჩენების ფართო გამოყენებას; სამშენებლო მასალების წარმოებისას თბოენერგეტიკული და მატერიალური რესურსების ეკონომიას; პროდუქციის ხრისხის გაზრდას.

ბოლო რამდენიმე ათეული წლის განმალობაში, მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში, თბური აგრეგატების ექსპლუატაციისას ფართოდ გამოიყენება მხურვალმედეგი ბეტონები არსებული ძვირად ღირებული და დეფიციტური ცეცხლგამძლე მასალების ნაცვლად.

მიღებულ იქნა მხურვალმედეგი ბეტონები (დაბალ- და მაღალტემპერატურული თბური აგრეგატებისთვის) – მაღალეფექტური ამოსაგები მასალა, სადაც გამოყენებული იყო ადგილობრივი ნედლეული (წიდები) და საწარმოო ნარჩენები (მინის ლეწი, შამოტის ლეწი), რაც შესაძლებელს ხდის მასალების ტრანსპორტირებისთვის აუცილებელი მნიშვნელოვანი თანხების ეკონომიას. ვულკანური წიდები კი გამოიყენეს, როგორც მჭიდაში ასევე ბეტონში, რამაც გამოიწვია მასალის მცირეკომპონენტიანობა, ტექნოლოგიის გამარტივება და ნაკეთობის თვითღირებულების შემცირება.

საკვანძო სიტყვები: მხურვალმედეგი ბეტონი; სილიკონ-ნატრიუმიანი კომპოზიციური მჭიდა; სილიკატ-ლოდი.

შესავალი

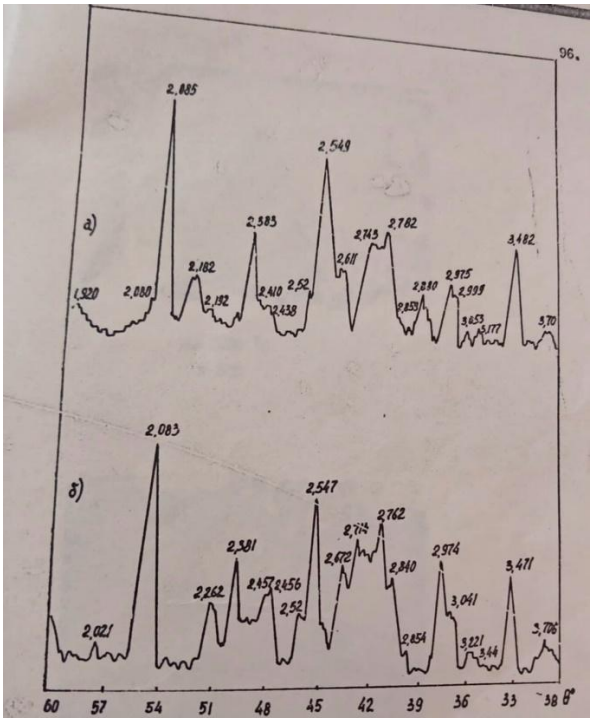
სამშენებლო სექტორი ერთ-ერთი დინამიკური და სწრაფად მზარდია. სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის ტემპების დაჩქარება ძალზე აქტუალური ამოცანაა საშენი მასალების წარმოების დარგში. იგი ითვალისწინებს ახალი ტექნოლოგიებისა და პერსპექტიული მასალების დანერგვას, პროდუქციის ხარისხის ამაღლებას, ადგილობრივი ნედლეულისა და წარმოების ნარჩენების ფართო გამოყენებას, სამშენებლო მასალების წარმოებისას თბოენერგეტიკული და მატერიალური რესურსების ეკონომიას. მასალების ახალი, უფრო დახვეწილი თვისებები საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ ისინი არა როგორც ტრადიციული მასალების შემცვლელი, არამედ როგორც მშენებლობის ხარისხის ასამაღლებელი საშუალება, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური და მხატვრულ-დეკორატიული თვისებები.

ძირითადი ნაწილი

ბოლო რამდენიმე ათეული წლის განმავლობაში მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში, თბურ აგრეგატებსა და ექსპლუატაციის საქმეში წარმატებით გამოიყენება მხურვალმედეგი ბეტონები არსებული ძვირად ღირებული და დეფიციტური ცეცხლგამძლე მასალების ნაცვლად. მათ გამოყენებას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მეტალურგიული, ცემენტის, მინისა და კერამიკის მრეწველობისათვის. ცეცხლგამძლე ცალობითი გამომწვარი ნაკეთობისგან შესრულებული ამონაგი (ჩვეულებრივ ეს არის შამოტის აგური) 4–5 თვის განმავლობაში გამოდის მწყობრიდან ე.ი. წარმოებაში მუდმივად მიმდინარეობს ვაგონეტების ამონაგის აღდგენაზე ძვირად ღირებული და დიდი მოცულობის სამუშაოები; მცირდება საწარმოს მწარმოებლობა; იზრდება ძვირად ღირებული და დეფიციტური ცეცხლგამძლე მასალების ხარჯი, რომელთა შემოტანა საქართველოში სხვა რეგიონებიდან ხდება, რაც პროდუქციას მნიშვნელოვნად აძვირებს.

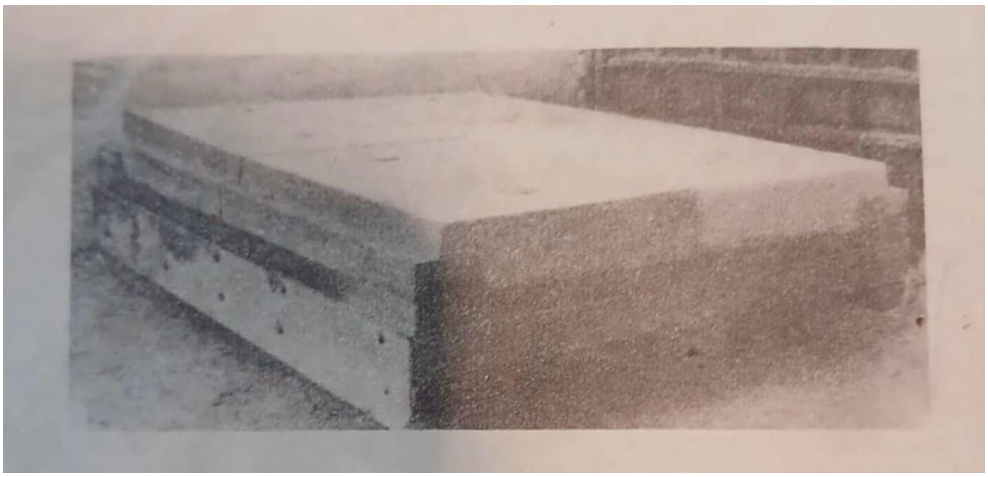
ჩვენ დავამზადეთ მხურვალმედეგი ბეტონები დაბალტემპერატურული და მაღალტემპერატურული ღუმლების ამოსაგებად ადგილობრივი ნედლეულისა და მინის ნარჩენების ბაზაზე, რამაც მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა მათ ღირებულებაზე. ასეთი ბეტონების ტექნოლოგია არ საჭიროებს ყველაზე ძვირად ღირებულ და რთულ პროცესს – გამოწვას; საექსპლუატაციო თვისებებს იძენს მუშაობის პროცესში მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებისას; არის დიდგაბარიტიანი ფასონური ნაკეთობების დამზადების საშუალება, რაც ნაკერების რაოდენობას მინიმუმამდე ამცირებს; ასევე – საშუალებაა მივიღოთ წინასწარ დაგეგმილი თვისებების ბეტონები ყოველგვარი თბური აგრეგატისა და მათი ცალკეული ნაწილებისათვის აგრესიული გარემოს მახასიათებლების და მუშაობის პირობების მიხედვით; შემკვრელად სილიკატ-ლოდის გამოყენება თხევადი მინის ნაცვლად გამორიცხავს ისეთ ენერგოტევად ოპერაციას, როგორიცაა სილიკატ-ლოდიდან თხევადი მინის მიღება; საშუალებას იძლევა შემცირდეს სადუღაბო წყლის რაოდენობა, რაც უზრუნველყოფს შემკვრელის კოჰეზიური სიმტკიცის მნიშვნელოვან მომატებას, ამცირებს სილიკატ-ლოდის ხარჯს, რის გამოც მატულობს ბეტონის გამოყენების ტემპერატურა, შესაძლებელია ბეტონის

მშრალი ნარევის ცენრალიზებულად დამზადება, მისი ტრანსპორტირება ნებისმიერ მანძილზე და ბეტონის მომზადება უშუალოდ მომხმარებელთან; შემკვრელის შემადგენლობაში გამოყენებული ადგილობრივი ვულკანური წიდები ასევე გამოყენებულ იქნა როგორც შემვსები, რამაც გამოიწვია მასალების მცირეკომპონენტიანობა, ტექნოლოგიის გამარტივება და ნაკეთობის თვითღირებულების შემცირება, ხოლო მჭიდის და შემვსების ერთნაირი შედგენილობა იძლევა გარანტიას, რომ ტემპერატურის ცვლილებისას შინაგანი დაძაბულობები არ იქნება დიდი, განსაკუთრებით საკონტაქტო ფენებში, რაც იწვევს მასალის თერმომდგრადობის მომატებას; ერთი მხრივ წიდის მაღალი ფორიანობა აუმჯობესებს მასალის თბოფიზიკურ მაჩვენებლებს და მეორე მხრივ კომპონენტები – Al_2O_3, CaO, MgO და სხვა, რომლებიც შედიან წიდაში მაღალ ტემპერატურებზე აქტიურ კაჟმიწასთან წარმოქმნიან ცეცხლგამძლე ნაერთებს: $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$; $CaO \cdot 2SiO_2$; და $MgO \cdot 2SiO_2$; ცეცხლგამძლეობის გაზრდის მიზნით გამოყენებულ იქნა შამოტის ლეწი (საწარმოო ნარჩენი) რომელიც, ზრდის სიმტკიცეს, ცეცხლგამძლეობას, ამცირებს ჩაჯდომას. იგი წარმოდგენილია მულიტის კრისტალური ფაზით და კრისტობალიტით. შამოტის შედგენილობაში არსებული სილიკატური მინა ქიმიურად არამდგრად მდგომარეობაშია, რომელიც ტუტე გარემოში აქტიურდება და მონაწილეობს უფრო მეტად მდგრადი ალუმინსილიკატური კრისტალების წარმოქმნაში რასაც მიჰყავს სისტემა ცეცხლგამძლეობის გაზრდამდე.



სურ. 1. მჭიდას რენტგენოგრამა თერმოდამუშავების შემდეგ

ბეტონის შედგენილობისა და შემვსების გრანულომეტრიის ოპტიმიზაციისათვის გამოვიყენეთ მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდი. მტკიცე წებვადი კონტაქტები სილიკატნატრიუმიან კომპოზიციურ მჭიდაში შეიძლება შეიქმნას შემდეგ პირობებში: სილიკატ-ლოდის წვრილად დაფქული ნაწილაკების თანაბარი განაწილება; ამ ნაწილაკების დასველება წებვადი აფსკის წარმოსაქმნელად მათ ზედაპირზე; გამკვრივება დაყალიბებისას; თერმოდამუშავება (200^{0}C), რაც უზრუნველყოფს სილიკატ-ლოდის გალღობას, გაუწყლოებას და სისტემის გამყარებას; დადგინდა ბეტონში წყლის რაოდენობა; თერმოდამუშავების რეჟიმი, დაყალიბების მეთოდი და რეჟიმი გამოიცადა საწარმოო პირობებში.



სურ. 2. აგურის გამოსაწვავი ღუმლის ვაგონეტი

დასკვნა

მიღებული იქნა მსუბუქი და მძიმე მხურვალმედეგი ბეტონები – მაღალეფექტური ამოსაგები მასალა ადგილობრივი ნედლეულისა და საწარმოო ნარჩენების გამოყენებით, რაც ამცირებს მათ თვითღირებულებას, მასალების ტრანსპორტირებისათვის საჭირო თანხების ეკონომიის ხარჯზე.

ლიტერატურა

1. Nadiradze, (2014). *Building materials and products*. Technical University Publishing House.
2. Esadze, T., & Lezhava, Kh. (2021). *Building materials and products: Laboratory works*. Technical University Publishing House.
3. Chikovani, (2017). *Concretes, technical requirements, test methods in compliance with European construction standards*. Technical University Publishing House.
4. Gorlov, Yu., Merkin, A., Zeifman, M., & Toturbiev, B. (1986). *Heat-resistant concretes based on compositions of natural technogenic glasses*. Moscow: Stroyizdat.
5. Bardy, K., & Ghoenim, N. (1982). How temperature affects viscosity of some alumino-sodium silicate glasses. *Glass and Ceramics Research Bulletin*, *vol/issue if available*, *page numbers if available*.

UDC 624:693.54
SCOPUS CODE 2501
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-331-335

Heat-resistant Concretes for Low and High-temperature Aggregates

Tamar Esadze Department of Civil and Industrial Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: t.esadze@gtu.ge

Khatuna Lejava Department of Civil and Industrial Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68[b], M. Kostava str.
E-mail: kh.lejava@gtu.ge

Reviewers:
Z. Karumidze, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: z.karumidze@gtu.ge
R. Zhghenti, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: rjgenti@yahoo.com

Abstract. Accelerating scientific and technical progress is a very urgent task in the field of building materials production,

in the field, which includes the introduction of new technologies and promising materials, the widespread use of local raw materials and production waste; the saving of thermal energy and material resources during the production of building materials; and the increase in the cost of products.

Over the past few decades, in many countries around the world, refractory concretes have been widely used in the operation of thermal aggregates instead of existing expensive and scarce refractory materials.

Heat-resistant concretes (for low and high-temperature thermal aggregates) were obtained, which are highly efficient building materials, using local raw materials (slag) and industrial waste (glass cullet, chamotte cullet).

This makes it possible to save significant amounts of money on the transportation of materials. Volcanic slag was used as an admixture in concrete, which resulted in a smaller component of the material, simplification of the technology, and a reduction in the cost of the product.

Keywords: Refractory concrete; Silicate-stone; Silicon-sodium composite mortar.

განხილვის თარიღი 31.03.2025
შემოსვლის თარიღი 11.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 2.2.1
SCOPUS CODE 2503
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-336-343

მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტების მიღება ვაკუუმური ინფუზიის ტექნოლოგიით, მაღალენტროპიული ფხვნილებითა და ბოჭკოებით გაძლიერებული მატრიცით

დავით წვერავა პოლიმერული კომპოზიტების და მაღალტექნოლოგიური მასალების ლაბორატორია, გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0186, თბილისი, ე. მინდელის 7
E-mail: datotsverava@gmail.com

რეცენზენტები:

მ. ჯანიკაშვილი, სტუ-ის ნაგებობების, სპეციალური სისტემებისა და საინჟინრო უზრუნველყოფის ინსტიტუტის პროფესორი
E-mail: mjanikashvili@gmail.com

ს. კვინიკაძე, სტუ-ის გრიგოლ წულუკიძის სამთო ინსტიტუტის პოლიმერული კომპოზიტებისა და მაღალტექნოლოგიური მასალების ლაბორატორიის უფროსი, მთავარი მეცნიერი თანამშრომელი
E-mail: sophi.kvinikadze@gmail.com

ანოტაცია. მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტური მასალების კლასი თხელი ალუმინის ფურცლებისა და ეპოქსიდური კომპოზიტური ფენებისგან შედგება. მათი ერთ-ერთი გავრცელებული ნაირსახეობაა ბოჭკოვანი ქსოვილებით (არამიდი და სხვა) დაარმატურებული მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტი. ამ მასალებს, სხვა ანალოგებთან შედარებით, აქვს დაბალი კუთრი წონა, გაუმჯობესებული ანტიკოროზიული თვისებები, დაღლილობასა და დარტყმის მიმართ წინააღმდეგობა. ამასთან ერთად, აქტიურად მიმდინარეობს კვლევები მათი თვისებების სრულყოფისა და გაუმჯობესების მიმართულებით. კომპლექსური ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესების ერთ-ერთი მეთოდი, რომელიც აქტიური კვლევის ფაზაშია, არის სტრუქტურაში ფუნქციური მეტალური ნანოფხნილების დამატება. მეტალური ნანოფხვნილების შემავსებლებს შორის განსაკუთრებით პერსპექტიულად მიიჩნევა მაღალენტროპიული ნანოფხვნილები.

განხილულია ალუმინისა და ეპოქსიდური ფისის ბაზაზე, არამიდით გაძლიერებული და FeWNiTiAl მაღალენტროპიული ფხვნილებით შევსებული, მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტების, ვაკუუმურ-ინ-

ფუზიური მეთოდით მიღების ტექნოლოგია და მიღებული ნიმუშების ზოგიერთი მექანიკური მახასიათებელი.

საკვანძო სიტყვები: მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტი; დამაარმატურებელი ქსოვილი; მაღალენტროპიული ფხვნილი; ვაკუუმ-ინფუზია; დარტყმამედეგობა.

შესავალი

კომპლექსური ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების მქონე ახალ მასალებზე მზარდი მოთხოვნები განაპირობებს სამეცნიერო კვლევების ინტენსიურობას, მათი თვისებების დაპროექტებისა და წარმოების ტექნოლოგიების შექმნის მიმართულებით. მასალების ფართო სპექტრში განსაკუთრებული თვისებების გამოვლინების შესაძლებლობებით მოწინავე ადგილი უკავია კომპოზიტებს, რომელთა წარმოების მოცულობა სულ უფრო იზრდება. კომპოზიტურ მასალებს შორის ერთ-ერთი პერსპექტიული მიმართულებაა მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტები. მათ შორის ბოლო 25 წლის განმავლობაში მსოფლიო მასშტაბით ინტენსიურად მიმდინარეობს კვლევები, რომლებიც დაკავშირებულია მრავალფენოვანი მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტის შექმნასთან [1-13]. ასეთი კომპოზიტები სხვადასხვა მასალისგან დამზადებული, თხელი ფირფიტების კონსოლიდირებული სტრუქტურაა (ლამინატი). ლამინატის ზედა და ქვედა ფენა (შრე) მეტალისგან მზადდება. უმეტეს შემთხვევაში იყენებენ ალუმინს, ტიტანს, მაგნიუმს ან/და მათი შენადნობების თხელ ფირებს (დაახლოებით 0.5 მმ სისქით). შუა ფენების სახით კი წარმოდგენილია პოლიმერები, რომელთა მატრიცა გაძლიერებულია სხვადასხვა სახის ბოჭკოებით/ფიბრებით. დამაარმატურებელ სტრუქტურებად ხშირად იყენებენ არამიდისა და მინის ბოჭკოებისგან დამზადებულ ქსოვილებს. არამიდით დამაარმატურებელი კომპოზიტები ცნობილია Arall-ის, ხოლო მეორე სახის კომპოზიტები – Glare-ს სახელწოდებით. მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტები გამოირჩევა მუშაობის მაღალი უნარით დინამიკურ დატვირთვებზე, დარტყმითი ენერგიის მაღალი ჩახშობის უნარით და ბალისტიკური ზემოქმედების მიმართ კარგი მედეგობით. ეს კომპოზიტები ძირითადად გამოიყენება თვითმფრინავთმშენებლობაში. ინფორმაცია მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტების, როგორც მსუბუქი ავტოსატრანსპორტო საშუალებების, საჯავშნე მასალად გამოყენების შესახებ, შედარებით მწირია, დღეისათვის დაგროვილ გამოცდილებაზე დაყრდნობით, რომელიც დაკავშირებულია ორგანოპლასტიკების შექმნასა და მათ გამოცდასთან დარტყმამედეგობაზე.

ამასთან ერთად, ლიტერატურაში არსებობს მრავალი შრომა, პოლიმერული მატრიცის ნანოფხვნილებით გაძლიერების შესახებ [14-16], მათ შორის აღსანიშნავია ბაზალტის ულტრადისპერსიული ფხვნილებით პოლიმერული მატრიცის გაძლიერების სამუშაოები, რომლებიც ჩატარებულია საქართველოში, სამთო ინსტიტუტში [17-18]. აღნიშნული კვლევების შედეგადაც დადასტურდა ულტრადისპერსიული ფხვნილებით კომპოზიტის სტრუქტურის მოდიფიცირება-გაუმჯობესების კარგი პოტენციალი. ულტრადისპერსიული მასალების კვლევების მიმართულებით, ბოლო პერიოდში, განსაკუთრებული ინტერესის საგანია მაღალენტროპიუ-

ლი შენადნობების ფხვნილები. ამ მიმართულებით კვლევები მიმდინარეობს აგრეთვე სამთო ინსტიტუტში, შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის #FR-21-6556 პროექტის სამუშაო გეგმით. აღნიშნული კვლევის მიზანია FeWNiTiAl მაღალენტროპიული ფხვნილებისა და მოცულობითი კომპოზიტების მიღება მაღალენერგეტიკულ წისქვილში, მექანიკური ლეგირებით და აფეთქებით კომპაქტირებით. ამდენად, არსებული რესურსებისა და გამოცდილების გათვალისწინებით, აღწერილი სამუშაოს მიზანია არამიდის ქსოვილით დაარმატურებული მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტური ლამინატების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების გაუმჯობესება (ან ახალი თვისებების მინიჭება): FeWNiTiAl ულტრადისპერსიული მაღალენტროპიული ფხვნილების შეყვანით პოლიმერულ მატრიცაში; ულტრადისპერსიული ფხვნილებითა და ბოჭკოებით გაძლიერებული მატრიცის მქონე მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტების სატესტო ნიმუშების დამზადება და დარტყმამედეგობაზე მათი გამოცდა „ჩარპის ურნალზე“. ამგვარად, დასმული პრობლემა შეიძლება ფორმულირდეს შემდეგნაირად: ულტრადისპერსიული FeWNiTiAl მაღალენტროპიული ფხვნილებით გაძლიერებული მატრიცის მქონე ახალი თაობის მეტალ-პოლიმერული ლამინატის შექმნა ორიგინალური ტექნოლოგიური ხერხების გამოყენებით.

ძირითადი ნაწილი

კვლევაში საწყის კომპონენტებად შერჩეულ იქნა: მეტალურ ფუძედ – ალუმინის 0.5მმ სისქის ფურცელი; არამიდის ქსოვილი, სხვადასხვა სტრუქტურით და ზედაპირული სიმკვრივით (200 და 350 გ/მ^2, Kelvar s 800d-P145 A200 და Kelvar s 800d-T160 A350); პოლიმერულ მატრიცად (ფენების ძირითად შემაკავშირებლად (ადჰეზივი) – ორკომპონენტიანი ეპოქსიდური ფისი; შემავსებლად – Fe-W-Ni -Ti -Al სისტემის მაღალენტროპიული ფხვნილების მიკრომექანიკური ნარევი.

მაღალენტროპიული ფხვნილების მიღება

მაღალენტროპიული ფხვნილების სინთეზი განხორციელდა მაღალენერგეტიკულ პლანეტარულ ნანოწისქვილში. ამ მიზნით მომზადდა 15%Fe-45%W7%Al-12%Ti-15%Ni-3%C-3%B (მასური კონცენტრაციით) კომპოზიციის მიკრომექანიკური ნარევი, რომელიც დამუშავდა FRITSH-ის მაღალენერგეტიკულ პლანეტარულ ნანოწისქვილში (სურ.1). დამუშავების რეჟიმი: მასა - 6 გ; ბრუნთა რიცხვი - 500 ბრ/წთ; ბურთულებისა და ფხვნილის მასების თანაფარდობა: 10:1; ჯამური დრო – 36 სთ (30 წთ უწყვეტი დაფქვა; 10 წთ დაყოვნება; რევერსიულად). დამუშავების პროცესში განხორციელდა ჰომოგენიზაცია და მაღალენტროპიული ნანოკომპოზიტის სინთეზი.

ა) ბ)

სურ.1. მაღალენტროპიული კაზმი, 15%-Fe; 45%-W; 7%-Al; 12%-Ti; 15%-Ni; 3%-C; 3%-B

ა) ნანოწისქვილი, ბ) დოლურაში ჩატვირთული კაზმი ბურთულებთან ერთად

შემკვრელი მასალა

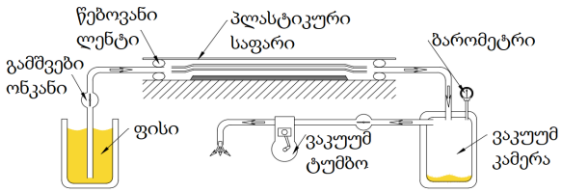
ვაკუუმური ინფუზიის გამოყენებისას მთავარი მნიშვნელობა შემკვრელ მასალას ენიჭება. ამისთვის, როგორც წესი, გამოიყენება დაბალი სიბლანტის ფისები (100-250 მპა·წ), ვინაიდან კომპოზიტში (ბოჭკოებში) ფისის დენადობის უზრუნველყოფა ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა ქსოვილის გაჯერებული გაჟღენთისთვის. ამდენად, სიბლანტის მცირე ცვლილებამ (ზრდის მიმართულებით) შეიძლება გამოიწვიოს ინფუზიის შეფერხება. კვლევებით დადგინდა, რომ მატრიცაში მაღალენტროპიული ფხვნილის შეყვანით იზრდებოდა ფისის სიბლანტე, ამიტომ მნიშვნელოვანია ფისის მოდიფიცირებისას განისაზღვროს ფხვნილის ის ოპტიმალური შემცველობა, რაც არ გამოიწვევს პოლიმერული მატრიცის სიბლანტის მნიშვნელოვან მატებას. ექსპერიმენტებში გამოყენებულ იქნა მატრიცა, რომლის სიბლანტე მოდიფიცირებამდე იყო 120 მპა·წმ (თურქული წარმოების ეპოქსიდური ფისი - PREMIUM Epoxy Resin AB Glue). მოდიფიცირების შემდეგ იგი სრულად აკმაყოფილებდა წაყენებულ ტექნოლოგიურ მოთხოვნებს.

ვაკუუმ-ინფუზიის ტექნოლოგია

ტექნოლოგიური მოსაზრებების გათვალისწინებით საწყის ეტაპზე დამზადდა პოლიმერული მატრიცა, რომელსაც ემატებოდა მაღალენტროპიული ნანოფხვნილი, 2%-იანი მასური შემცველობით. პარალელურად ხორციელდებოდა ნარევის ჰომოგენიზაცია. 60 მმ დიამეტრისა და 4მმ სისქის დისკოს ფორმის ნიმუშების დასამზადებლად გამოყენებულ იქნა ვაკუუმური ინფუზიის მეთოდი, რომლის სქემა ნაჩვენებია მე-2 სურ-ზე. ვაკუუმური ინფუზიის ტექნოლოგია საჭიროებს შემდეგ მოსამზადებელ სამუშაოებს: ვაკუუმური კამერის მომზადება – წებოვანი ლენტებით შეკრული ორი გლუვზედაპირიანი პლატფორმა, რომელთა შორის მოთავსებულია ბოჭკოვანი ქსოვილი. კამერის ერთი ბოლო მილით უკავშირდება თხევად/ბლანტ მდგომარეობაში მყოფ პოლიმერ/ნანოფხვნილის სუსპენზიას,

ხოლო მეორე ბოლო ვაკუუმურ კამერას, რომელიც, თავის მხრივ, მიმდევრობით ჩართულია ვაკუუმურ ტუმბოსთან. პირველ სტადიაზე ტუმბოს მეშვეობით ხდება სუსპენზიის დეგაზაცია. მეორე ეტაპზე ვაკუუმის ხარჯზე უარყოფითი წნევის შედეგად (10^{-3} ტორი) ხდება კამერაში ქსოვილის შეკუმშვა და მიმდინარეობს დაკვირვება ნახევარი საათის განმავლობაში, ვაკუუმის შენარჩუნების ხარისხის დასადგენად. კამერაში სტაბილური ვაკუუმის მიღწევისას, იხსნება ონკანი და რეზერვუარიდან სუსპენზია გადაედინება კამერაში განთავსებული მილის მეშვეობით, რომელიც მთელ სიგრძეზე დასერილია სპირალურად და გარს უვლის ქსოვილების ფენას. ფისი/სუსპენზია შეედინება კამერაში ისე, რომ სრულიად ითვისებს შიგა სივრცეს, რაც საშუალებას იძლევა ფისის/სუსპენზიის მიერ ქსოვილის გაჟღენთის კარგ ერთგვაროვნებას მთელ ქსოვილში.

ნანოფხვნილებით შევსებული პოლიმერული მატრიცა გაჟღენთავს ქსოვილს და შეასრულებს შემკვრელის ფუნქციას, ერთმანეთთან დააკავშირებს ალუმინს და დამაარმატურებელი არამიდის ბოჭკოებს. სრული გამყარების შემდეგ კი მიიღება მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტი.



სურ. 2. ვაკუუმური ინფუზიის სქემა

არამიდის ქსოვილით დამაარმატურებელი და მაღალენტროპიული შენადნობების ულტრადისპერსიული ფხვნილებით გაძლიერებული მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტები, რომლებიც დამზადდა ვაკუუმურ-ინფუზიური ტექნოლოგიით წარმოდგენილია მე-3 სურ-ზე.

სურ. 3. ვაკუუმურ-ინფუზიური ტექნოლოგიით დამზადებული კომპოზიტები

დასკვნა

ექსპერიმენტულად დადგინდა, რომ ვაკუუმური ინფუზიის ტექნოლოგიით შესაძლებელია დამზადდეს ჰიბრიდული ბოჭკოებით გაძლიერებული მეტალ-პოლიმერული კომპოზიტი, მაღალენტროპიული ნანოფხვნილებით შევსებული მატრიცით.

ნანოფხვნილებით პოლიმერული მატრიცის შევსებისას საჭიროა წინასწარ დადგინდეს მყარი შემავსებლის გავლენა სუსპენზიის სიბლანტეზე და, საჭიროების მიხედვით, განხორციელდეს მატრიცის მოდიფიცირება.

საჭიროა ჩატარდეს კვლევები კონკრეტულ პოლიმერულ მატრიცაში მყარი მაღალენტროპიული შემავსებლის ოპტიმალური კონცენტრაციის დასადგენად და ფუძეშრესთან (ალუმინი) ადჰეზიის გავლენის შესასწავლად.

მადლიერება!

კვლევა განხორციელდა „შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული ფონდის“ (SRNSFG) მხარდაჭერით [გრანტი FR-21-6556]

ლიტერატურა

1. Das, R., Chanda, A., Brechou, J., & Banerjee, A. (n.d.). *Dynamic deformation, damage and fracture in composite materials and structures*. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100080-9.00017-8
2. Sinmazçelik, T., Avcu, E., Bora, M. O., & Çoban, O. (2011). A review: Fibre metal laminates, background, bonding types and applied test methods. *Materials & Design, 32*(7), 3671–3685. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.03.035
3. Vlot, A., & Gunnink, J. W. (2011). *Fibre metal laminates: An introduction*. Springer Science & Business Media.
4. Sadighi, M., Alderliesten, R. C., & Benedictus, R. (2012). Impact resistance of fiber–metal laminates: A review. *International Journal of Impact Engineering, 49*, 77–90. https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2011.10.009
5. Vaghoubi, A. S., & Liaw, B. M. (2012). Thickness influence on ballistic impact behaviors of GLARE5 fiber-metal laminated beams: Experimental and numerical studies. *Composite Structures, 94*(8), 2585–2598. https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2012.03.026
6. Hoo Fatt, M. S., Ouyang, E. Y., & Castagna, A. (2003). Ballistic impact of GLARE™ fiber-metal laminates. *Composite Structures, 61*(1–2), 73–88. https://doi.org/10.1016/S0263-8223(03)00031-3
7. Langdon, G. S., Nurick, G. N., Jacob, N., & Simmons, V. (2009). Response of GLARE panels to blast loading. *Engineering Structures, 31*(12), 3116–3120. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2009.07.006
8. Starikov, R. (2013). Assessment of impact response of fiber metal laminates. *International Journal of Impact Engineering, 59*, 38–45. https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2013.03.008
9. Langdon, G. S., Nurick, G. N., Karagiozova, D., & Cantwell, W. J. (2010). Fiber–metal panels subjected to blast loading. In B. Dattaguru & E. S. Dwarakadasa (Eds.), *Dynamic failure of materials and structures* (pp. 269–296). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0332-4_12
10. Langdon, G. S., Nurick, G. N., Jacob, N., & Simmons, V. (2007). Localized blast loading of fibre-metal laminates with polyamide matrix. *Composites Part B: Engineering, 38*(7–8), 902–913. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2006.11.002

11. Vo, T. P., Guan, Z. W., Cantwell, W. J., & Schleyer, G. (2013). Modeling of the low-impulse blast behavior of fibre metal laminates based on different aluminum alloys. *Composites Part B: Engineering, 44*(1), 141–151. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2012.06.003
12. Soutis, C., Hodzic, A., & Fairlie, R. (2011). Modeling the structural response of GLARE panels to blast load. *Composite Structures, 94*(1), 267–276. https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2011.07.010
13. Das, R., Chanda, A., Brechou, J., & Banerjee, A. (n.d.). Impact behavior of fibre–metal laminates. In *Dynamic deformation, damage and fracture in composite materials and structures*. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100080-9.00017-8
14. Moses, A., Karthikeyan, K., & Balamurugan, K. (2023). Ball milling process variables optimization for high-entropy alloy development using design of experiment and genetic algorithm. *Powder Technology, 427*. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2023.118810
15. Venkatesh Murthy, R., & Shantharaja, M. (n.d.). Influence of FeCoNiMnCr high-entropy alloy particulate fillers on morphology and mechanical behaviour of epoxy composites. *[Journal name missing—add if known]*
16. Chen, Z., Ren, X., Wang, P., & Ge, C. (2023). Design and experimental investigation of the high-entropy alloys AlCrFeNiCu and AlCrFeNbMo. *Journal of Materials Research and Technology, 26*, 3118–3135. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.01.076
17. Chikhradze, N., Marquis, F. D. S., & Abashidze, G. (2015). Hybrid fiber and nanopowder reinforced composites for wind turbine blades. *Journal of Materials Research and Technology, 4*(1), 60–67. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2015.01.002
18. Chikhradze, N., Abashidze, G., Tsverava, D., & Kvinikadze, S. (2024). Fabrication of protective composite structures by infusion technology to resist the blast wave. *Inżynieria Mineralna, 1*(1), 287–292. https://doi.org/10.29227/IM-2024-01-31

UDC 2.2.1
SCOPUS CODE 2503
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-336-343

Production of Metal-Polymer Composites Using Vacuum Infusion Technology weith High-Entropy Powders and Fiber-Reinforced Matrix

Davit Tsverava Laboratory of Polymeric Composites and High-Tech Materials, Grigol Tsulukidze Mining Institute, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia, 0186, E. Mindeli 7
E-mail: datotsverava@gmail.com

Reviewers:
M. Janikashvili, Professor, Institute of buildings, Special Systems and Engineering Support, GTU
E-mail: mjanikashvili@gmail.com
S. Kvinikadze, Head of the Laboratory of Polymeric Composites and High-Tech Materials, Chief Researcher, Grigol Tsulukidze Mining Institute, GTU
E-mail: sophi.kvinikadze@gmail.com

Abstract. The class of metal-polymer composite materials consists of thin aluminum sheets and epoxy composite layers. One of the widely used types is fiber-reinforced metal-polymer composites, reinforced with fabrics such as aramid and others. Compared to similar materials, these composites offer lower specific weight, improved anti-corrosion properties, and enhanced resistance to fatigue and impact. Additionally, ongoing research aims to refine and improve their properties further.

One of the methods currently under active investigation for enhancing the complex physical-mechanical properties of these materials is the incorporation of functional metallic nanoparticles into their structure. Among various metallic nanoparticle fillers, high-entropy nanoparticles are considered particularly promising.

This paper discusses the vacuum infusion technology used for producing metal-polymer composites based on aluminum and epoxy resin, reinforced with aramid fibers and filled with FeWNiTiAl high-entropy powders. Furthermore, it examines certain mechanical properties of the obtained samples.

Keywords: High-entropy powder; Impact resistance; Metal-polymer composite; Reinforcing fabric; Vacuum infusion.

განხილვის თარიღი 03.03.2025
შემოსვლის თარიღი 05.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 008
SCOPUS CODE 2604
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-344-351

წრიული ფოროვანი დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილი გამტარი სითხის დინების სტაციონარული ამოცანა მაგნიტური ველის გათვალისწინებით

ლევან ჯიქიძე საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: l.jikidze@gtu.ge

ვარდენ ცუცქირიძე მათემატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: b.tsutskiridze@mail.ru

ლიანა ქვარცხავა საინჟინრო მექანიკისა და მშენებლობის ტექნიკური ექსპერტიზის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68[ბ]
E-mail: kvartskhavaliana01@gtu.ge

რეცენზენტები:

ტ. კვიციანი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: tarielk@mail.ru

ზ. ციცქიშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: z.tsitskishvili@gtu.ge

ანოტაცია. ნაშრომში შესწავლილია ელექტროგამტარ სითხეში წრიული ფოროვანი დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილი დინების სტაციონარული ამოცანა დისკოში იმავე სითხის შეჟონვის სიჩქარის მუდმივი მნიშვნელობისათვის, ერთგვაროვანი მაგნიტური ველის გათვალისწინებით.

ამოცანის შესასწავლად გამოყენებულია მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდი, რომელიც ცნობილია გრინის ფუნქციისა და მცირე პარამეტრის მეთოდის სახელწოდებით. განხილულ შემთხვევაში მცირე პარამეტრი რეინოლდსის რიცხვია. მაგნიტურ ველში ელექტროგამტარი სითხის მოძრაობის ნავიე-სტოქსის კერძოწარმოებულებიანი არაწრფივი დიფერენციალური განტოლებათა სისტემა კარმანის განზოგადებული ჩასმების გამოყენებით დაყვანილია ჩვეულებრივ არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემაზე, რომელთა ამოხსნებს ვეძებთ უსასრულო მწკრივების სახით რეინოლდსის რიცხვის მცირე მნიშვნელობებისათვის.

ამოცანის ამოხსნა გრინის ფუნქციის გამოყენებით დაყვანილია ინტეგრალურ-დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნაზე. აგებულია შესაბამისი ამოცანის გრინის ფუნქცია და მიღებულია რეკურენტული ფორმულები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია გამოვთვალოთ ამონახსნები ნებისმიერი მიახლოებით. ცხადი სახით გამოთვლილია პირველი ორი მიახლოება.

გამოთვლილია სითხის დინების ფიზიკური მახასიათებლები და მიღებულია გამოსახულებები სითხის სიჩქარის კომპონენტებისათვის, ასევე მიღებულია გამოსახულება დისკოზე წნევის განაწილებისათვის. გამოთვლილია ფირფიტის ბრუნვის წინაღობის მომენტი.

საკვანძო სიტყვები: გრინის ფუნქცია; დინება; დიფერენციალური განტოლება; ელექტროგამტარობა; კარმანის ჩასმები; მაგნიტური ველი; ფორიანობა; შეჟონვის სიჩქარე.

შესავალი

მბრუნავი დისკოს მახლობლობაში სითხის სტაციონარული დინება შესწავლილი იყო კარმანის [1] მიერ, რომელმაც დასმული ამოცანის ამოსახსნელად გამოიყენა თავისი ცნობილი გარდაქმნები, რომელთა საშუალებითაც სითხის მოძრაობის ნავიე-სტოქსის არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა დაიყვანა ჩვეულებრივ არაწრფივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემაზე. მოგვიანებით კოკრენის [2] მიერ მიღებული იყო კარმანის ამოცანის ასიმპტოტური ამოხსნები, რომელთა ანალიზი იყო ბევრად უფრო მარტივი და მიღებული იყო მეტად ღირებული ინფორმაცია. ყოველივე ამან კი განხილულ ამოცანას შესძინა მნიშვნელოვანი თეორიული ღირებულება. ბენტონმა [3] გააუმჯობესა კოკრენის მიერ მიღებული შედეგები და ამოხსნა არასტაციონარული ამოცანა. მან ასევე დაასაბუთა, რომ სტაციონარული ამოცანის ამოხსნა შეიძლება მიღებული იყოს დროზე დამოკიდებული პროცესების დახმარებით.

ნებისმიერი ნივთიერება (სხეული), რომელსაც აქვს ხვრეტები ან ფორები, რომელიც სითხეს საშუალებას აძლევს გაიაროს მასში, წარმოადგენს ფოროვან გარემოს. ეს მასალები შეიძლება დამზადებული იყოს ხელოვნურად კონკრეტული მიზნებისათვის (კერამიკა, ქაფი), ან შეიძლება იყოს ბუნებრივი, როგორიცაა ნიადაგები, ქანები და ბიოლოგიური ქსოვილები. მრავალი დისციპლინა, მათ შორის გეოლოგია, ჰიდროლოგია, ნავთობის ინჟინერია, გარემოსდაცვითი მეცნიერება და ბიოსამედიცინო ინჟინერია, დიდწილად დამოკიდებულია ფოროვან გარემოში სითხის ნაკადის მოძრაობის შესწავლაზე. აქედან გამომდინარე, თავისთავად ცხადია, რომ პრაქტიკული თვალსაზრისით საინტერესოა ისეთი ამოცანების შესწავლა, რომლებიც დაკავშირებულია სითხით გარსდენადი ფოროვანი სხეულების მოძრაობასთან. სტიუარტი [4] იყო ერთ-ერთი პირველი იმ მეცნიერთაგან, რომელმაც შეისწავლა ფოროვანი წრიული დისკოს ზედაპირიდან სითხის გამოჟონვის (შეჟონვის) სიჩქარის გავლენა დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილ სითხის ნაკადზე. კუიკენმა [5] შეისწავლა ფოროვან დისკოში სითხის თანაბარი შეჟონვის გავლენა დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილ სითხის დინებაზე. ოკენდონმა [6] ასიმპტოტური მეთოდის გამოყენებით შეისწავლა მბრუნავი ფოროვანი

დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილი სითხის დინება გაჟონვის სიჩქარის მცირე მნიშვნელობებისათვის.

მრავალი მეცნიერის ინტერესის საგანია ელექტროგამტარი სითხის დინებასთან დაკავშირებული ისეთი სტაციონარული და არასტაციონარული ამოცანების შესწავლა, როცა გარსდენადი ფოროვანი სხეულების ზედაპირების მახლობლობაში გათვალისწინებულია სუსტი ან ძლიერი მაგნიტური ველის ზემოქმედება. რაომ და გუპთამ [7] განაზოგადეს სტიუარტის ამოცანა მაგნიტური ველის შემთხვევაში გაჟონვის რეინოლდსის რიცხვის დიდი მნიშვნელობებისათვის. ამ მიმართულებით მრავალი შრომა აქვს გამოქვეყნებული ჯ.შარიქაძეს [9], ლ. ჯიქიძეს, ვ.ცუცქირიძესა და ე. ელერდაშვილს. [10], [11].

ძირითადი ნაწილი

წინამდებარე ნაშრომში მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით (გრინის ფუნქციისა და მცირე პარამეტრის მეთოდი) შესწავლილია წრიული ფოროვანი დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილი ელექტროგამტარი სითხის დინების სტაციონარული ამოცანა მაგნიტური ველის გათვალისწინებით, დისკოში იმავე სითხის შეჟონვის სიჩქარის მუდმივი მნიშვნელობისათვის.

ვთქვათ R რადიუსის ფოროვანი წრიული დისკო ბრუნავს ელექტროგამტარ სითხეში დისკოს O ცენტრზე მის მართობულად გამავალი Oz ღერძის გარშემო ω კუთხური სიჩქარით, დისკოში ხდება იმავე სითხის შეჟონვა მუდმივი $\vec{\upsilon}_w$ სიჩქარით და დისკოს მართობულად მოქმედებს ერთგვაროვანი $\vec{B}$ მაგნიტური ველი. ამოცანის მიზანია დისკოს მახლობლობაში სითხის დინების ხასიათის შესწავლა და სითხის ყველა ფიზიკური მახასიათებლის განსაზღვრა.

ვისარგებლოთ მაგნიტურ ველში გამტარი სითხის სტაციონარული მოძრაობის ნავიე-სტოქსის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით, რომელსაც აქვს შემდეგი სახე:

$$\begin{cases} \upsilon_r \dfrac{\partial \upsilon_r}{\partial r} + \upsilon_z \dfrac{\partial \upsilon_r}{\partial z} - \dfrac{\upsilon_\varphi^2}{r} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial r} + \nu\left(\dfrac{\partial^2 \upsilon_r}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \upsilon_r}{\partial r} + \dfrac{\partial^2 \upsilon_r}{\partial z^2} - \dfrac{\upsilon_r}{r^2}\right) - \dfrac{\sigma B^2}{\rho}\upsilon_r, \\ \upsilon_r \dfrac{\partial \upsilon_\varphi}{\partial r} + \upsilon_z \dfrac{\partial \upsilon_\varphi}{\partial z} + \dfrac{\upsilon_r \upsilon_\varphi}{r} = \nu\left(\dfrac{\partial^2 \upsilon_\varphi}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \upsilon_\varphi}{\partial r} + \dfrac{\partial^2 \upsilon_\varphi}{\partial z^2} - \dfrac{\upsilon_\varphi}{r^2}\right) - \dfrac{\sigma B^2}{\rho}\upsilon_\varphi, \\ \upsilon_r \dfrac{\partial \upsilon_z}{\partial r} + \upsilon_z \dfrac{\partial \upsilon_z}{\partial z} = -\dfrac{1}{\rho}\dfrac{\partial p}{\partial z} + \nu\left(\dfrac{\partial^2 \upsilon_z}{\partial r^2} + \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial \upsilon_z}{\partial r} + \dfrac{\partial^2 \upsilon_z}{\partial z^2}\right), \\ \dfrac{\partial \upsilon_r}{\partial r} + \dfrac{\upsilon_r}{r} + \dfrac{\partial \upsilon_z}{\partial z} = 0. \end{cases} \tag{1}$$

(1) სისტემა უნდა ამოიხსნას შემდეგ სასაზღვრო პირობებში:

$$\begin{cases} z = 0,\ \upsilon_r = 0,\ \upsilon_\varphi = a\omega r,\ \upsilon_z = \upsilon_w, \\ z = \infty,\ \upsilon_r = 0,\ \upsilon_\varphi = 0. \end{cases} \tag{2}$$

მექანიკური მოსაზრებებიდან გამომდინარე, შემოვიტანოთ ახალი ფუნქციები და (1) განტოლებათა სისტემაში გამოვიყენოთ კარმანის შემდეგი სახის განზოგადებული ჩასმები:

$$\begin{cases} \upsilon_r(r,z)=\omega r f(\eta),\ \upsilon_\varphi(r,z)=\omega r q(\eta),\ \upsilon_z(z)=\sqrt{\nu\omega}\,g(\eta), \\ \upsilon_w=\sqrt{\nu\omega}\,u_w,\ p(z)=-\rho\nu\omega P(\eta),\ \eta=\dfrac{z}{R}. \end{cases} \tag{3}$$

შედეგად მივიღებთ ახალ განტოლებათა სისტემას და სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{cases} \dfrac{d^2f}{d\eta^2}-m^2 f=\sqrt{R_e}\,g\dfrac{df}{d\eta}+R_e\left(f^2-q^2\right), \\ \dfrac{d^2q}{d\eta^2}-m^2 q=\sqrt{R_e}\,g\dfrac{dq}{d\eta}+R_e\left(2fq\right), \\ \dfrac{dP}{d\eta}=g\dfrac{dg}{d\eta}-\dfrac{1}{\sqrt{R_e}}\dfrac{d^2g}{d\eta^2}, \\ 2\sqrt{R_e}f+\dfrac{dg}{d\eta}=0, \end{cases} \tag{4}$$

$$\begin{cases} \eta=0,\ f=0,\ q=a,\ g=u_w, \\ \eta=\infty,\ f=0,\ q=0, \end{cases} \tag{5}$$

სადაც $m^2=\dfrac{\sigma B}{\rho\omega}$ - მაგნიტური ურთიერთქმედების რიცხვია, $R_e=\dfrac{\omega R^2}{\nu}$ - რეინოლდსის რიცხვი, a კი – ბრუნვის პარამეტრი.

(4), (5) ამოცანის ამოხსნა გრინის ფუნქციის გამოყენებით შეიძლება დავიყვანოთ შემდეგი ინტეგრალურ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნაზე

$$\begin{cases} f=\displaystyle\int_0^\infty\left[\sqrt{R_e}\,g\frac{df}{d\eta}+R_e\left(f^2-q^2\right)\right]G(\eta,\zeta)d\zeta, \\ q=\displaystyle\int_0^\infty\left[\sqrt{R_e}\,g\frac{dq}{d\eta}+R_e\left(2fq\right)\right]G(\eta,\zeta)d\zeta, \\ g=-\sqrt{R_e}\displaystyle\int_0^\eta(2f)d\zeta, \end{cases} \tag{6}$$

სადაც $G(\eta,\zeta)$ არის შემდეგი ამოცანის შესაბამისი გრინის ფუნქცია

$$\frac{d^2G}{d\eta^2}-m^2G=0,\ G(0)=0,\ G(\infty)=0$$

და აქვს შემდეგი სახე:

$$G(\eta,\zeta)=\begin{cases} G_1=\dfrac{e^{-m\eta}-e^{m\eta}}{2m}e^{-m\zeta}, & 0\le\eta<\zeta, \\ G_2=\dfrac{e^{-m\zeta}-e^{m\zeta}}{2m}e^{-m\eta}, & \zeta<\eta<\infty. \end{cases} \tag{7}$$

ვეძებოთ (6) სისტემის ამონახსნები უსასრულო მწკრივების სახით რეინოლდსის რიცხვის მცირე მნიშვნელობებისათვის:

$$f=\sum_{k=0}^{\infty}R_e^{\frac{k}{2}+1}f_k,\ \ q=\sum_{k=0}^{\infty}R_e^{\frac{k}{2}}q_k,\ \ g=u_w+\sum_{k=0}^{\infty}R_e^{\frac{k+3}{2}}g_k. \tag{8}$$

თუ (8) მწკრივებს ჩავსვამთ (6) განტოლებათა სისტემაში და ერთმანეთს გავუტოლებთ რეინოლდსის რიცხვის ერთნაირი ხარისხების წინ მდგომ კოეფიციენტებს, მივიღებთ შემდეგ რეკურენტულ ფორმულებს:

$$f_0=\int_0^{\infty}\left(-q_0^2\right)G(\eta,\zeta)d\zeta,$$

$$f_j=\int_0^{\infty}\left(u_w\frac{df_{j-1}}{d\zeta}-\sum_{\alpha=0}^{j}q_\alpha q_{j-\alpha}\right)G(\eta,\zeta)d\zeta,\ \ j=1,2,3$$

$$f_j=\int_0^{\infty}\left[u_w\frac{df_{j-1}}{d\zeta}+\sum_{\alpha=0}^{j-4}\left(g_{j-\alpha-4}\frac{df_\alpha}{d\zeta}+f_\alpha f_{j-\alpha-4}\right)-\sum_{\alpha=1}^{j-1}q_\alpha q_{j-\alpha}\right]G(\eta,\zeta)d\zeta,\ \ j\geq 4,$$

$$q_0=A(\eta),$$

$$q_j=\int_0^{\infty}\left(u_w\frac{dq_{j-1}}{d\zeta}\right)G(\eta,\zeta)d\zeta,\ \ j=1,2,3,$$

$$q_j=\int_0^{\infty}\left(u_w\frac{dq_{j-1}}{d\zeta}+2f_{j-4}q_{j-4}\right)G(\eta,\zeta)d\zeta,\ \ j=4,$$

$$q_j=\int_0^{\infty}\left[u_w\frac{dq_{j-1}}{d\zeta}+\sum_{\alpha=0}^{j-4}\left(g_\alpha\frac{dq_{j-\alpha-4}}{d\zeta}+2f_{j-4}q_{j-4}\right)\right]G(\eta,\zeta)d\zeta,\ \ j\geq 5,$$

$$g_j=-2\int_0^{\eta}f_j(\zeta)d\zeta,\ \ j\geq 0,$$

სადაც $A(\eta)$ არის $\frac{d^2A}{d\eta^2}-m^2=0,\ \ A(0)=a,\ \ A(\infty)=0$ ამოცანის ამონახსნი.

თუ დავკმაყოფილდებით (8) მწკრივების პირველი ორი მიახლოებით, მაშინ სითხის სიჩქარის კომპონენტებისათვის მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებებს:

$$\upsilon_r=\frac{\omega r a^2}{18m^3}R_e\left\{-6m\left(e^{-m\eta}-1\right)e^{-m\eta}-\upsilon_w R\left[\left(2+3m\eta\right)\left(2e^{-m\eta}-1\right)-2\right]e^{-m\eta}\right\},$$

$$\upsilon_\varphi=\frac{\omega r a}{2}\left(2+\frac{R\upsilon_w}{\nu}\eta\right)e^{-m\eta},$$

$$\upsilon_z=\upsilon_w+\frac{a^2}{18m^4}\left\{-6m\omega RR_e\left(e^{-m\eta}-1\right)^2+\upsilon_w R_e^2\left[-7\left(e^{-m\eta}-1\right)^2+6m\eta\left(e^{-m\eta}-1\right)e^{-m\eta}\right]\right\},$$

წნევა კი განისაზღვრება შემდეგი ტოლობის საფუძველზე

$$p=p_0+\nu\omega\rho\left(\frac{g^2}{2}-\frac{1}{\sqrt{R_e}}\frac{dg}{d\eta}\right),$$

სადაც $g = \frac{1}{\sqrt{\nu\omega}}\left\{\upsilon_w + \frac{a^2}{18m^4}\left\{-6m\omega RR_e\left(e^{-m\eta}-1\right)^2 + \upsilon_w R_e^2\left[-7\left(e^{-m\eta}-1\right)^2 + 6m\eta\left(e^{-m\eta}-1\right)e^{-m\eta}\right]\right\}\right\}$, p_0 კი წნევის საწყისი მნიშვნელობაა დისკოზე.

თუ გამოვითვლით სითხეში დისკოზე მოქმედი ბრუნვის წინააღმდეგობის ძალების მომენტს, მივიღებთ შემდეგ გამოსახულებას:

$$M = \frac{\pi R^2 a}{4}\left(2m\omega R - \upsilon_w R_e\right).$$

დასკვნა

ჩვენ მიერ ამოცანის შესასწავლად გამოყენებული მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდის (გრინის ფუნქციისა და მცირე პარამეტრის მეთოდი), საშუალებით შესაძლებელია საძიებელი ფუნქციების განსაზღვრა ნებისმიერი მიახლოებით. ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით ადვილი შესამჩნევია დისკოს ბრუნვით წარმოქმნილ სითხის დინების ფიზიკურ მახასიათებლებზე ბრუნვის კუთხური სიჩქარის, ბრუნვის პარამეტრის, გაჟონვის სიჩქარის, რეინოლდსის რიცხვისა და დისკოს რადიუსის გავლენა.

ლიტერატურა

1. Kármán, T. von. (1921). Über laminare und turbulente Reibung. *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik (ZAMM)*, *1*(4), 233–235.
2. Cochran, W. G. (1934). The flow due to a rotating disk. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, *30*(3), 365–375.
3. Benton, E. R. (1966). On the flow due to a rotating disk. *Journal of Fluid Mechanics*, *24*(4), 781–800.
4. Stuart, J. T. (1954). On the effects of uniform suction on the steady flow due to a rotating disk. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, *7*, 446–449.
5. Kuiken, H. K. (1971). The effect of normal blowing on the flow near a rotating disk of infinite extent. *Journal of Fluid Mechanics*, *47*(4), 789–798.
6. Ockendon, H. (1972). An asymptotic solution for steady flow above an infinite rotating disk with suction. *Quarterly Journal of Mechanics and Applied Mathematics*, *25*, 291–301.
7. Rao, U. S., & Gupta, A. S. (1966). Hydromagnetic flow due to a rotating disc subjected to large suction. *Journal of the Physical Society of Japan*, *21*, 2390.
8. Sharikadze, J. V. (2003). *Approximate methods for solving some basic mathematical problems of magnetohydrodynamics* (Doctoral dissertation). [In Russian].
9. Jikidze, L., Tsutskiridze, V., & Elerdashvili, E. (2021). Nonstationary flow of conducting fluid squeezed between two parallel rotating porous disks taking into account the weak magnetic field and heat transfer with variable suction velocity. *Building. Scientific-Technical Journal*, *2*(58), 99–103. [In Georgian].
10. Tsutskiridze, V., Jikidze, L., Elerdashvili, E., & Tsutskiridze, M. (2022). Magnetohydrodynamic channel flow under time-dependent pressure gradient. *Problems of Mechanics: International Scientific Journal*, *4*(89), 43–49.

11. Jikidze, L., Tsutskiridze, V., & Elerdashvili, E. (2023). Stationary problem of rotation of a circular porous plate in an electrically conductive fluid for large values of the suction velocity with heat transfer with respect to a weak magnetic field and Joule heat. *Georgian Technical University: Collection of Scientific Works*, *3*(529), 123–132. [In Georgian].
12. Slezkin, N. A., & Targ, S. M. (1946). The generalized equations of Reynolds. *Reports of the Academy of Sciences of the USSR*, *54*(3), 205–208. [In Russian].
13. Targ, S. M. (1951). *Basic problems of the theory of laminar flows*. Moscow-Leningrad. [In Russian].

UDC 008
SCOPUS CODE 2604
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-344-351

Stationary Problem of the Flow of a Conductive Fluid Generated by the Rotation of a Circular Porous Disk Taking into Account the Magnetic Field

Levan Jikidze — Department of Engineering Mechanics and Technical Expertise of Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68b, M. Kostava str.
E-mail: l.jikidze@gtu.ge

Varden Tsutskiridze — Department of Mathematics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: b.tsutskiridze@mail.ru

Liana Kvartskhava — Department of Engineering Mechanics and Technical Expertise of Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68b, M. Kostava str.
E-mail: kvartskhavaliana01@gtu.ge

Reviewers:
T. Kvitsiani, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: tarielk@mail.ru
Z.Tsitskishvili, Assosiate Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: z.tsitskishvili@gtu.ge

Abstract. The paper studies the stationary problem of the flow generated by the rotation of a circular porous disk in an electrically conductive fluid, taking into account a uniform magnetic field for a constant value of the suction velocity of the same fluid in the disk.

To study the problem, the method of successive approximations, known as the Green's function and the small parameter method, is used. In the considered case, the small parameter is the Reynolds number. The system of nonlinear differential equations with partial derivatives of the Navier-Stokes equation of the motion of an electrically

conductive fluid in a magnetic field is reduced to a system of ordinary nonlinear differential equations using generalized Karman insertions, the solutions of which are sought in the form of infinite series for small values of the Reynolds number.

The solution of the problem using the Green's function is reduced to the solution of integral-differential equations. The Green's function of the corresponding problem is constructed and recurrent formulas are obtained, by means of which it is possible to calculate solutions in any approximation. The first two approximations are calculated explicitly.

The physical characteristics of the fluid flow are calculated and the expressions for the components of the fluid velocity are obtained, as well as the expression for the pressure distribution on the disk. The moment of resistance to the rotation of the plate is calculated.

Keywords: Differential equation; Electrical conductivity; Flow; Green's function; Karman insertions; Magnetic field; Porosity; Suction velosity.

განხილვის თარიღი 19.03.2025
შემოსვლის თარიღი 25.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC [808.5:17]
SCOPUS CODE 3315
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-352-364

მჭევრმეტყველების ფენომენის გააზრებისთვის

ვაჟა პაპასკირი ქართული ფილოლოგიისა და მედიატექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: v.papaskiri@gtu.ge

რეცენზენტები:

მ. შელეგია, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებებათა ფაკულტეტის, ასოცირებული პროფესორი
E-mail: mamukashelegia@yahoo.com

ლ. ქათამაძე, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებებათა ფაკულტეტის, ასოცირებული პროფესორი
E-mail: qatamadzelia12@gtu.ge

ანოტაცია. სამყაროში ღმერთმა კომუნიკაციის უნარი უპირველესად ადამიანს მიანიჭა, ამდენად იგი „ვალდებულია“ შესაფერისად „გამოიყენოს“ ღვთითბოძებული ნიჭი. რაც უფრო ჩქარა მოირღვევა ადამიანთა მთელი თაობების მიერ შექმნილი „უხეირო აზრთა“ შეფარვის „უნიკალური ხელოვნება“, მით უფრო სწრაფად ვეზიარებით და დავეწაფებით გულწრფელობის ოკეანეს.

კომუნიკატორს მარად უნდა ახსოვდეს და უკვირდებოდეს იმას, თუ რა ძნელია „საკუთარი თავის“ შეცნობა და, რაოდენ „მწირია“ მისი შესაძლებლობები სხვათა ბუნებისა და ქმედებების გასაანალიზებლად.

ფიქრი და დაკვირვება, აზრი და გონება მოწესრიგებული კომუნიკაციის საუკეთესო საფუძველია, რადგანაც ის, რაც ნაფიქრალია, მარადიული მშვენიერებითაა დაღდასმული. კომუნიკაციური ურთიერთობისას უპრიანია სწორედ მათ დავემყაროთ, რადგანაც ნებისმიერი ქმედებისას ყველაზე ლოგიკურ გზას სწორედ მათზე დაყრდნობითა და თანადგომით ვპოულობთ. ის, ვინც ფლობს ბრძნულად აზროვნებისა და ღრმად დაფიქრების „ტექნოლოგიას“, აზრმიტანებულ რიტორიკასა და დინჯ, მშვიდ განსჯას, არასდროს აღიარებს, როგორც საკუთარ, ისე განსხვავებულ აზრს, ერთადერთ და შეუვალ ჭეშმარიტებად.

კომუნიკაციის უპირველესი იდეა სიკეთის სამსახურია. ემსახურო მას ნიშნავს, - იყო ჭეშმარიტად კომუნიკაბელური, „სხვათა ჭირის“ გამზიარებელი, მსოფლმხედველობითა და მისწრაფებებით თავისუფალი, მიუკერძოებელი და სიკეთისადმი უაღრესად მიდრეკილი ადამიანი.

ნებისმიერ აზრს, განსაკუთრებით კი ნაუცბათევს, მომწიფება სჭირდება, უმჯობეია იგი „მანამ დაღვინდეს“, სანამ ბაგეთა საზღვრებს გასცდება. ყოველი კომუნიკატორი ნებისმიერ ჩვენგანში, მისი ნააზრევის სასურველ ნავსაყუდელს ხედავს.

ნებისმიერი ურთიერთობისას კომუნიკაცია ვალდებულია მაღალი ზნეობის ფილოსოფია წაიმძღვაროს, რომელსაც ადამიანი „მხოლოდ განსწავლულობით“ ვერასდროს დაეუფლება, რადგანაც ეთიკური – საუკუნეებით ნაძერწი მორალური მენტალიტეტი – მეტწილად, განსწავლულობით შემეცნებულთან ერთად, ქვეცნობიერისა და გენეტიკურის პეროგატივაცაა.

საკვანძო სიტყვები: აზროვნება და დაკვირვება; გულწრფელობა; ზნეობა და ეთიკა; კომუნიკაცია; მორალური მენტალიტეტი; რიტორიკა; საზოგადოებრივი პასუხისმგებლობა; სიკეთის მსახურება; ფილოსოფია; ქვეცნობიერი და გენეტიკა; შეცნობა საკუთარი თავისა და სხვების.

შესავალი

ენამჭევრობა, უპირველეს ყოვლისა, დარწმუნების ხელოვნებაა. ქვეყნად არაფერია ისე მაცდური, როგორც ჩვენი, საკუთარი, ორატორული შესაძლებლობების წარმოჩენა. მეტყველება ხომ მრავალ, სხვადასხვა მიზეზთა, უპირველესად კი, სულიერი ტკივილისა და აღტაცების გარეგნული გამოვლენაა, ამიტომაც ადამიანი არასდროს „უშვებს ხელიდან“ შესაძლებლობას (შემთხვევას) რიტორიკული „გაბრწყინებისათვის“, რომელშიც თავს იყრის მეტყველებითი არტისტიზმის მრავალი ნიუანსი: „შიშველი“ სიმართლის გამაოგნებელი ზემოქმედება და ტკივილებისაგან „დაფერფლილი“ სულის „ღია ჭრილობები“. როდესაც ვისმენთ ორატორის, „ვნებებისაგან გათანგულ“ ფრაზებს, თითქოს გვავიწყდება რეალური გარემო და ვემსგავსებით იმ მონუსხულ მაყურებელს, რომელიც დიდი ხელოვანისაგან, სცენაზე გათამაშებული ტრაგედიის გავლენის ქვეშ იმყოფება.

მჭევრი ანუ მჭევრმეტყველი, ეს არის გამორჩეული მეტყველებით აღჭურვილი „მსახიობი“, რომელიც მთელი თავისი შინაგანი თუ გარეგანი დახვეწილობით წარმოაჩენს: ადამიანური ვნებების, სურვილებისა თუ მისწრაფებების უკიდეგანო ფილოსოფიურ სიღრმესა და ჯადოსნური შეფერილობებით აღსავსე ნეტარებას. აშკარაა, რომ ნებისმიერი ორატორი ადამიანური ემოციების გაძლიერებითა და შესუსტებით წარმოსახავს იმ დადებითი თუ უარყოფითი მოვლენების მნიშვნელობას, რომელიც ამ უკანასკნელმა შესთავაზა საზოგადოებას განსასჯელად. იმავდროულად, ორატორი თავისი „ზებუნებრივი“ მეტყველებით ადამიანისათვის აღმაფრენისა თუ უკიდურესი პესიმიზმის მიმნიჭებელიცაა. ორატორმა უნდა უზრუნველყოს მაღალი ხელმისაწვდომობა ნებისმიერ ფაქტთან თუ მოვლენასთან და თავისი უბადლო ხელოვნებით „ჩამოაყალიბოს“ მისთვის სასურველი სამყარო. ამ მიზნის აღსასრულებლად რიტორი იყენებს სხვადასხვა ტრადი-

ციულ თუ ნოვატორულ მეთოდებს, რომლებიც საბოლოდ ქმნიან იმ სასურველ გარემოს, რომლის ხორცშესხმაც ჩაფიქრებული ჰქონდა.

ძირითადი ნაწილი

რიტორის მეტყველებამ ძალუმად უნდა „შეაღწიოს“ ადამიანის ფსიქოლოგიურ სამყაროში, რათა გამოიწვიოს და უზრუვნველყოს, ამ უკანასკნელისათვის, სასურველი „ცვლილებები“ და მოიპოვოს ასეთივე, მძლავრი მხარდაჭერა საზოგადოებისაგან. ორატორი უნდა ფლობდეს ნიჭს ისეთი სიტყვათწყობის შეთხზვისა, რომელსაც ხელეწიფება განსაკუთრებული, შესაფერისი მგრძნობელობით აღსავსე გარემოცვის გამოხატვა. სწორედ ამით, ეს უკანასკნელი, ახერხებს სულით ხორცამდე აღგვავსოს მწუხარებითა თუ სიხარულით, ეჭვიანობითა თუ თანადგომით, ცბიერებითა თუ ჰეროიკული შემართებით, მოულოდნელი შეცბუნებითა თუ „შესაშური“ გულგრილობით. ორატორი სწორედ, გონებრივი შესაძლებლობებითა და მასთან შერწყმული მეტყველების უდიდესი ნიჭით, სხვადასხვა სინთეზური ფორმით აღწევს მსმენელის მომხრობას, „ღრმად ჩამარხული“ იდეებისა და რწმენის ცვალებადობას, იგი იძულებულს გვხდის: „გაგვიღვივოს“ ან შეგვისუსტოს სინანულის გრძნობა, მოგვირღვიოს დაპირისპირება ვინმეს ან რაიმეს მიმართ, ეჭვქვეშ დააყენოს და ძალუმად შეგვირყიოს აზრი მავანთა და მავანთა მიმართ, სრულიად მოულოდნელად „შეგვაყვაროს“ დაუძინებელი ოპონენტი ან პირიქით...

საწინააღმდეგო იდეის ოსტატურად გაბათილებაც და ბრძნულად უარყოფაც ნამდვილ ორატორულ ნიჭს მოითხოვს. „განცდების ჩვენება“, ზოგჯერ მრავლისმეტყველ „მდუმარებასაც“ მოიცავს და ზოგჯერაც საკუთარი აზრის ხმაურიან ფიქსირებასაც. თუმცა „უხეში“ ზეწოლა მსმენელზე ვერასდროს იქნება დამატებითი სარწმუნო დეტალების მიმწოდებელი.

ადამიანს ოდითგანვე აინტერესებდა თუ რატომ ხიბლავდა მას სიტყვაკაზმული მეტყველება, რა იყო მასში ისეთი, რომელიც მასზე ასე მოქმედებდა. ეს ინტერესი დღემდე გრძელდება და არ არსებობს ერთიანი აზრი იმის შესახებ, თუ რა შინაგანი და გარეგანი ფაქტორები განსაზღვრავს მას. რა უნდა მივიჩიონთ ორატორისათვის განსაკუთრებული თვისებების მიმნიჭებლად, გარდა კლასიკური ცოდნისა: ალბათ, შესაბამისი ხასიათის შექმნა სამეტყველო პროცესში, ასეთივე განწყობის „მოპოვება“, ან სულაც, სათქმელის მისაწოდებლად უპრიანი დროის შერჩევა. ამ უკანასკნელს უნდა ჰქონდეს სათქმელის, პრობლემის ვიწრო ჩარჩოებიდან გამოყვანის ოსტატობა და შეეძლოს პოეტური, გულშიჩამწვდომი დეტალებით ძერწვა. ნამდვილი ორატორისაგან ადამიანი ნანახის, აწ უკვე მრავალგზის ხილულის თუ ნაგრძნობის „უსულგულო და უსახურ“ ასლებს კი არ უნდა ისმენდეს, არამედ სრულიად განსხვავებულ და, თანაც, ყველაზე ჭეშმარიტ შეფასებებს, ყველაზე მართებული კუთხიდან.

„ამოჩემებული“ თვალსაზრისის მიმართ ორატორმა განსხვავებული სტრატეგია უნდა შეარჩიოს, რაც, უპირველეს ყოვლისა, ნიშნავს აწ უკვე არსებულ თავლსაზრისში ჭეშმარიტი სიახლის შეტანას და მტკიცედ ჩამოყალიბებულ რწმენაში ნაპრალის გაჩენას. სწორედ ამაზე უნდა დაფუძნდეს ორატორისათვის სასურველი გარემოს შექმნა. საზოგადოებაში აწ უკვე მტკიცედ არსებული აზრის საბოლო-

ოდ უარყოფისათვის, ზემოთ დასახალებელი „ბიძგები“ აუცილებლობას წარმოადგენს. ამ დროს ყველაზე უპრიანია „კონტრასტის ეფექტის“ გამოყენება და ხილული, სიტუაციური ფონისათვის სწორად მორგება.

ორატორისათვის სასურველი გარემო არამხოლოდ ვერბალური ფორმით გამოიხატება. იმავდროულად, მნიშვნელოვანია მოზომილი და ამა თუ იმ მდგომარეობის შესაფერისი სახითმეტყველება, რომლის კონტროლიც და მართებულად გამოყენებაც უუმჯობესებს ორატორს გარემოს სასურველი მიზნის მისაღწევად. სამეტყველო და „გარეგნული ინტელექტი“ მჭევრმეტყველს უდავოდ „მაღალ ქულებს“ ანიჭებს. ორატორი, ახალ, განსხვავებულ რწმენას ქმნის, ამით კი სადისკუსიო საკითხისადმი სრულიად ახლებურ და განსხვავებულ მიდგომას გვთავაზობს. იგი წარმოგვიდგენს შეფასებისა და რეალობის აღქმის ახალ პროცესებს, უფრო სწორად მის ახლებურ მოდელს, რომელსაც უნიკალური მეტყველებით აფიქსირებს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ადამიანზე ზემოქმედების განსაკუთრებული წვლილი მოდის რიტორის მეტყველებით უნარებსა და შესაბამისად გამოყებეულ გარეგნულ ეფექტებზე, თუნდაც ისეთზე, როგორიცაა: გარეგნობა, დახვეწილი იერი, დახვეწილი ჩაცმულობა და ასეთივე იერ-სახე თავად ორატორისა. საყოველთაოდ ცნობილია, რომ რიტორი ჭეშმარიტებას, ანუ სიბრძნეს განსხვავებული თვალთახედვით აღიქვამს და ის, რაც სხვა დროს სრულიად „ჩვეულებრივი და მისაღები“ ფორმით ცნობილი იყო ჩვენთვის – მსმენელისთვის, სულ სხვა, სრულიად განსხვავებულ გრძნობებს და იდეებს აღძრავენ. მჭევრის მიზანი ფაქტის, სათქმელის „მშრალი“ დასურათხატება კი არ უნდა იყოს, არამედ იმ ფაქტის, ყველაზე მთავარი და საგულისხმო იდეის სწორად ამოცნობა და განჭვრეტა იმისა, რასაც, ეს უკანასკნელი შემდეგში გამოიწვევს. მჭევრის ხელში ესა თუ ის რეალობა იძენს განსხვავებულ აქტივობას და, იმავდროულად, განსაკუთრებულად ყურადსაღები ხდება. ზოგჯერ ეს აზრი, მეტყველების აქამდე უცნობი და უნიკალური მეტყველების ფორმითაა შემოსილი, რითაც საზოგადოებაზე ზემოქმედების უნიკალურ საშუალებას იძენს.

ორატორი ფაქტის შეფასებისას სხვადასხვა კუთხით წარმოაჩენს მოვლენის განვითარების შესაძლებლობას, მისი სიტყვის ძლიერება რეალური მდგომარეობის აღწერის და მისი შესაძლო განვითარებისა და დინამიკის ხელშესახებად აღქმაშია, რაც სარწმუნოს ხდის იმ პერსპექტივებს, რომელიც, თითქოს, მანამდე უხილავი ჩანდა. ის ცოდნა და მოძღვრება, რომელიც მოემართება ოქოპირი მთხრობელისაგან ერთდროულადაა: არასასურველი სიტუაციიდან უდავო გამოსავალიც, მომავლის ნათელი პერსპექტივაც და მიუკერძოებელი პირუთვნელობაც. სწორედ ეს აგრძნობინებს აუდიტორიას ორატორის სიტყვის ძლიერებას. ორატორი არსის ასახვისას მჭევრმეტყველებას ანუ სიტყვიერების ხელოვნებას იშველიებს. ამით აღწევს ის სრულქმნილებას. სიტყვით გამოსვლისას იგი იყენებს, როგორც უნიკალურ, კლასიკურ მოდელებს, ისე, მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელ სიტყვათწყობას და სათქმელის პროპორციულად მიწოდების ხერხს, ზემოთ ჩამოთვლილი მეთოდები ისევე სჭირდება გამართულ მეტყველებას, როგორც ადამიანის სხეულის ენის ზედმიწევნით ცოდნა სჭირდებოდათ ანტიკური ეპოქის უბადლო ოსტატებს სიტყვათა

განლაგებასა და ენის ლექსიკურ სიმდიდრეზეა დამოკიდებული სიტყვის ძალუმი ბუნება, რომელსაც ორატორი, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სწორი ჯერადობით აწვდის მსმენელს. უდავოა ის ფაქტი, რომ ორატორის სიტყვა მრავალი აუცილებელი კომპონენტისაგან შედგება, რომელთა შორის მთავარია ენა, თავისი მრავალფეროვანი ლექსიკით და ლოგიკურ-გრამატიკული ფორმებით. მჭევრობისას უმნიშვნელოვანესი თავად რიტორია, რომლისგანაც მოემართება ეს უნიკალური მეტყველება. ასე რომ, როცა ვაქებთ ორატორს, არსებითად ხოტბას ვასხამთ იმ ენას, რომელზეც ის მეტყველებს, თუმცა, ეს უკანასკნელი ხშირად „ჩრდილში ექცევა“ და დაფნის გვირგვინის მთელ წილს, ორატორს ვადგამთ თავზე. აშკარაა, რომ სიტყვაკაზმული მეტყველება „სამოთხეს აღებს“ დედამიწაზე. ყოველმხრივ შეზავებული და ჰარმონიული მეტყველება უდავოდ დიდ შრომას მოითხოვს, მანამ, სანამ ის ჩვენს საარზოვნო ფუნქციას მიეწოდება.

მეტყველების ხერხებიდან განსაკუთრებულია სიტყვის კონტრასტული აგების მოდელი, ეს უკანასკნელი საშუალებას იძლევა მსმენელთან მაქსიმალურად ახლოს მივიტანოთ სხვადასხვა შედარებაზე აგებული სარწმუნო მტკიცებები, უფრო ფართო გავხადოთ გადმოსაცემი აზრის მასშტაბები.

მთხრობელის ანუ ოქოპირის უპირატესობა ისაა, რომ იგი „თავისუფალია“ ამა თუ იმ თემის შერჩევისა და საჯაროდ გამოტანისას, მას აქვს სხვადასხვა მეტყველებითი ხერხი აზრის გადმოსაცემად, მათ შორის, უპირატესს თავად ირჩევს, შეუძლია, უპირველესად, საკითხის ისტორიას მიმართოს და ამგვარი წიაღსვლით შეამზადოს და გაამდიდროს ნიადაგი მთავარი თემის განსახილველად, ასევე ძალუმს პირდაპირ, ყოველგვარი შესავლის გარეშე, დაიწყოს მსჯელობა მთავარ საკითხზე, შეუძლია გაამწვავოს სიუჟეტი მნიშვნელოვანი ეპიზოდებით; შეუძლია „მშვიდი“ შესავალი ოსტატურად გადაზარდოს „მეხთა ტყორცნაში“; შეუძლია ისაუბროს მინიშნებით ან გააშიშვლოს მთავარი სათქმელი და ა.შ., მაგრამ მანერა ინდივიდუალური თხრობისა, ნებისმიერ, ზემოჩამოთვლილ სიტუაციაში, უნდა შეინარჩუნოს, სიტყვიერი სამკაულები კი მაქსიმალურად ბუნებრივი და მარტივად აღსაქმელი სჯობს. სადავოა ის ფაქტი თუ რამდენად უხდება ორატორის მჭევრობას „გადამეტებული“ სინატიფე, სილბო ან მელანქოლიური პასაჟები, თუმცა საჭიროებისას, ნებისმიერი მათგანის მოზომილად ჩართვამ, არ მგონია უარყოფითი გავლენა იქონიოს მეტყველების საერთო სურათზე.

მთავარ სათქმელთან ერთად, არაერთ შემთხვევაში, ორატორს შეუძლია აქცენტი მიმართოს ისეთ მეორეხარისხოვან დეტალებზეც, სადაც, უფრო კარგად ჩანს პერსონაჟის ან სხვა რომელიმე ეპიზოდის სული, რაც შესაძლებლობას მისცემს მას, შექმნას მყარი ნიადაგი უფრო დიდი, მასშტაბური ნახტომისათვის. აშკარაა, რომ განცდის გამოწვევა, არაერთ შემთხვევაში, უმნიშველო დეტალსაც მშვენივრად ძალუძს. მეტყველებისას განსაკუთრებით სახიფათოა ორაზროვნება. ეს უკანასკნელი აუცილებლად უნდა განვასხვაოთ ენამოსწრებულობისაგან, რომელიც, ასევე, რთულად გამოსაყენებელია მეტყველებაში.

ფრაზების მოხერხებული წყობა, ასევე მოპოვება სიტყვათა ისეთი რიგისა, სადაც ხმოვნებისა და თანხმოვნების ჰარმონიული გადანაწილებაა თვალსაცემი, საშუალებას აძლევს ორატორს ლაღად და შე-

უფერხებლად წარმოთქვას სასურველი ფრაზა. ქართული ბუნებრივი ფრაზის ამგვარი გამოყენება (ქვემდებარისა და შემასმენელის, წინადადების სხვა წევრების სწორი, რიგობითი მონაცვლეობა) აადვილებს ორატორის მიზანს – გაახმოვანოს აზრი ნათლად, და თანაც ყოველგვარი ზედმეტი დაძაბვის გარეშე. სიტყვა, რომელიც უხსოვარი დროიდან კოდირებულია ადამიანის მიერ, გარკვეული განლაგებისას, ქმნის აზრის განსხვავებულ სამოსს, რაც უფრო სრულყოფილია ეს სამოსი, მით უფრო დიდია გემოვნება და სრულყოფილება მისი შემოქმედისა.

რიტორისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი აქსესუარია გამჭოლი ანუ წინასწარი ხედვა, რას გულისხმობს იგი?! უპირველესად იმის ამოცნობას, თუ როგორია აუდიტორიის ან თუნდაც ერთი მსმენელის განწყობა იმ საკითხის მიმართ, რომლის შესახებაც ის აპირებს საუბარს და თუ მან ეს სწორად შეძლო, ნიშნავს, რომ მან პირველი წარმატება უკვე, სიტყვის დაწყებამდე, მოიპოვა, რომელიც, სურვილის შემთხვევაში, „სრულად განაიარაღებს“ აუდიტორიას.

ადამიანის სახე, განსაკუთრებით კი თვალები, ორატორის მეტყველებისას ერთ-ერთი მთავარი სამიზნე ხდება, თუნდაც იმიტომ, რომ ადამიანის შინაგანი ემოციის ჩვენებას სხეულის დაფარული ნაწილები, სრულად მოკლებულნი არიან. ალბათ, ამიტომ ქმნიდნენ ანტიკურ ხანაში მხატვრები და, განსაკუთრებით კი, მოქანდაკეები უმეტესად შიშველ სხეულებს. ისინი სხეულის ენით, სხეულის თითოეული დეტალით ხატავდნენ სასურველ სურათს, სიმშვიდესაც და უკიდურეს დაძაბულობასაც. რას გვეუბნება ლაოკოონის დიდებული ქმნილება?! ვერავინ იტყვის, რომ აქ სხეულის მხოლოდ რომელიმე ნაწილი ცალკე „მუშაობს“ მნახველზე. ეს მთლიანი კომპოზიციაა, სადაც შიშველი სხეულიც და ნაწილობრივ შემოსილიც, ერთდროულად და ერთობლივი ძალით მოქმედებს ჩვენზე. თუმცა პრიორიტეტი, ამ საოცარ ქმნილებაში აზრის გამოხატვისას და ემოციურად გადმოცემისას, სხეულის შიშველ დეტალებს ეკისრება. დავაკვირდეთ ლუვრისა და ვერსალის ან სხვა რომელიმე დიდებული სასახლის საგამოფენო დარბაზებს, სადაც ვხედავთ, თუ რაოდენ მრავლადაა წარმოდგენილი შიშველი სხეული, რაც, უპირველეს ყოვლისა, მიანიშნებს იმაზე, რომ ხელოვნების ჯადოქრებს კარგად ჰქონდათ გააზრებული ის ფაქტი, რომელზედაც წინარე სტრიქონებში ვისაუბრეთ. დავაკვირდეთ იმ ფაქტს, რომ თვით მადონა ლიტას ძერწვისას, იტალიელი დიდოსტატი ლეონარდო და ვინჩი მთავარ აქცენტს მის სახესა და ხელებისკენ მიმართავს, თუნდაც რომ მადონას სახე სრულიადაც დაფარული ჰქონდეს, მისი თლილი თითები იმდენ ინფორმაციას შეიცავს მისი პატრონის შესახებ, რომ არავის ეპარება ეჭვი ავტორის ხელოვნების გულწრფელობაში, ამ ღვთიური ხასიათის გადმოცემისას.

ყოველი დიდი ოსტატი, რა თქმა უნდა, ბუნების (განგების) მიერაა განებივრებული, ამ მხრივ არც მჭევრმეტყველნი გამორჩენია შემოქმედს. შეიძლება ითქვას, რომ ისინი ამ კუთხით გამორჩეულნიც კი არიან. ის, ვისაც თავი რიტორად წარმოუდგენია „ვალდებულია“ იფიქროს ადამიანთა „მარადიულ ტკივილებზე“, რომელთაც საზღვარი არ აქვს, „ჩაუღრმავდეს“ ჭეშმარიტებისა და სამართლიანობის მსახურებას, დასჯერდეს იმას, რაც მისთვის ღვთი-

თბომებულია და „ ნუ წაეპოტინება“ იმაზე მეტს, რაც მისთვის, მისსავე მთავარ გონს „აუკრძალავს“.

სიტყვის წარმოთქმისას ორატორის მიზანია თანამოწმედ და თანამოზიარედ გაიხადოს ადამიანთა გარკვეული მასა, ჯგუფი ან ინდივიდი, თუმცა ეს პროცესი, არასდროს მიმდინარეობს მკაცრად განსაზღვრული და მწყობრად აკინძული სისტემით. მთავარია საუბრისას, მხედველობიდან არასდროს გამოგვრჩეს ის მთავარი და წამმართველი, რომელმაც დუმილი დაგვარღვევინა. რიგ შემთხვევაში, თვით გაცხოველებული პოლემიკისას, შეიძლება გადავაწყდეთ სრულად ახალ, ხელმოსაკიდ იდეას, რომელმაც შეიძლება ისე გაგვიტაცოს, რომ ასგზის ნაფიქრალი და მოზომილი, სრულად შეცვალოთ. მჭევრის ლექსკური საუნჯე უნდა იყოს თანაბარი წონადობისა და სიძლიერის სიტყვებით „საბოძვარულევი“. მართებულად მეტყველი ვალდებულია სწორად მოარგოს სიტყვიერი სამოსელი ყოველ ეპიზოდს. მას უსწრაფესად უნდა შეეძლოს შესაფერის სიტყვათა ლაშქრის მოხმობაც და შესაბამისი სიტუაციის შერჩევაც. უპირველეს ყოვლისა, რიტორი ფილოსოფიურ აზრს და ფილოსოფოსებს უნდა მეგობრობდეს. მათ წინაშე „ქედმოდრეკილება“ სრულს ქმნის მის მეტყველებას და მტკიცე საყრდენს უქმნის მეტყველების ზომიერებასა და კეთილგონიერებას.

ვისაც კი ენა ამოგვადგმევინა უფალმა, მჭევრმეტყველებით გატაცების სურვილიც იქვე დაახვედრა. ეს უკანასკნელი იმდენად ღრმადაა ადამიანში გამჯდარი, რომ თითქმის არავის სძალუძს დაიოკოს სურვილი ოქოპირობისა და, უპირველესად, საკუთარ თავს „გამოუტყდეს“ მის მწირ რიტორიკულ შესაძლებლობებში. მეტყველებით „ნეტარება“, სიამოვნების ერთ-ერთი კატეგორიაა, რომელიც თავისი მიმზიდველობითა და მაცდურობით ყველა ეპოქაში ქურუმთაგან მრავალს იკრებდა. გონიერი არსებები ანუ ადამიანები, სამწუხაროდ, არც თუ ისე იშვიათად, ფიქრზე მეტად, ლაპარაკს უთმობენ მეტ დროს. ამქვეყნად ჯერ არავის უნახავს ზედმეტად „მორატრატე“ ბრძენი. მეტყველება შესაძლებლობის გამოვლენაა, თანაც ისეთის, რომელიც მუდმივად თან დაატარებს მისი პატრონის გონებრივი შესაძლებლობის უტყუარ ნიშნებს, „უკიდეგანოდ ამეტყველებულ“, ნებისმიერ ჩვენგანზე. მოხალისე რიტორები ნაკლებად უფიქრდებიან იმ ფაქტს, რომ ფუჭი მეტყველებით, გარშემომყოფთ უფრო აზიანებენ, ვიდრე საკუთარ თავს. ამგვარ მოხალისეთაგან არავინ ფიქრობს ჭეშმარიტ გონთან თანაზიარობაზე, ერთი სიტყვით, მათთვის ეს პროცესი ჟინის მოკვლისა და განტვირთვის საშუალებადაა ქცეული. მრავალი დარწმუნებულია, რომ მისი მეტყველება უზადოა ანუ საოცრად უნაკლო, რაც ანიჭებს მათ ღრმად დარწმუნებულობას თავის „ორატორულ შესაძლებლობებში“. აი, რატომ ვერ ვმეტყველებთ აზრთან თანაზიარობით, რატომ აკლია ჩვენს მეტყველებას მოზომილი საუბარი. „ბედნიერია ის“, რომელიც ჭეშმარიტ რიტორიკას მიჰყვება და შემეცნებული აქვს, რომ ბრძნულად მეტყველებას ხანგრძლივი და დაუღლელი წვრთნა სჭირდება.

მეტყველება მართებულად გაგებულ ინტერესებს უნდა ემსახურებოდეს. „შეუსაბამო მეტყველება“, უპირველეს ყოვლისა, ნიშნავს ისეთს, რომელიც ფიქრით და განსჯით არაა ნასაზრდოები. ესაა მეტყველება, რომელიც სავსეა მცდარი წარმოდგენებით ან ვიწრო ინდივიდუალური ინტერესებით. მეტყველების უპირველესი მტერი გადმოსაცემი

აზრისა და სათქმელის ბუნდოვნებაა, უფრო სწორად ბუნდოვანი წარმოდგენა იმ საკითხზე, რომელზეც ვმსჯელობთ, ამ ფაქტს ვერ გადაფარავს, ვერც ერთი სამეტყველო ფანდი, ვერც ერთი ეპიზოდური ჩანართი, პირიქით, ყოველგვარ აზრს მოკლებული წიაღსვლები, მხოლოდ და მხოლოდ, აშიშვლებენ „ხაფანგში მომწყვდეული“ მჭევრის უბადრუკ შესაძლებლობებს. არ შეიძლება მთავარი სათქმელი მეტყველების პროცესი „მომწიფდებოდეს“, სწორედ ასეთი უწიფრობა აძლევს ჩვენ მიერ წარმოთქმულს ნაკლოვანების უტყუარ ბეჭედს. მხოლოდ და მხოლოდ სიბრძნით შემოსილი მეტყველება – აი, ქვაკუთხედი რიტორობისა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნე, მთავარ იდეასთან თანთხზული ამბავი, შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ დამოუკიდებელ ეპიზოდად, თუ ამ ჩანართის იდეა, ხელს შეუწყობს მთავარი სათქმელის გონისმიერ და მიზანმიმართულ ხედვას. ჩართული ეპიზოდი ასევე შეიძლება ჩამოყალიბდეს ძალზე მნიშვნელოვან და განმსაზღვრელ ნაწილადაც მთავარი სათქმელისა, მან შეიძლება გაზარდოს ნეგატიური ან პოზიტიური განწყობები მსმენელთა შორის, მოტივირებული გახადოს ინტერესი თითოეულ ინდივიდში, ხელი შეუწყოს სტერეოტიპების მსხვრევასა და წარმოდგენების კარდინალურ ცვლილებებს. თუ რიტორს სურს ორაზროვნების შემოტანა საკამათო თემაში, ეპიზოდი სწორად უპრიანი ადგილია ამგვარი სურვილების აღსასრულებლად. ეპიზოდს არ ევალება „აურზაურის” შემოტანა მთავარ სათქმელში, იგი, უმეტესად, მთავარი იდეის დამაზუსტებელი ან საეჭვო გარემოზე მიმანიშნებელი შეიძლება იყოს.

ვინაიდან გამართული მეტყველება, ადამიანური შესაძლებლობების მწყობრი სისტემაა, ეს ფაქტი თავისთავად გამორიცხავს ყოველგვარი ქაოსისა და მიუღებელი აზრის ფიქსირებას. გონიერი მჭევრობა აფართოებს მსმენელის მსოფლგაგებასა და აღქმას, მჭევრობით მონუსხული მსმენელი, სრულად მინდობილი ხდება ორატორზე და სავსებით იაზრებს იმ იდეებს, რომელიც არცთუ შორეულ წარსულში, მისთვის მიუღებელი იყო. მსმენელის გონების, მისი თვალსაწიერის გაფართოება და სააზროვნო არეალის გავრცობა, რიტორის პირდაპირი ფუნქციაა, სწორედ, რომ გონის მეტად გააქტიურებაც და იავარქმნაც ოქოპირს ხელეწიფება. აზრის, საკვანძო დეტალების განთავსება მიმზიდველ სტრიქონებში, ხელს უწყობს მოწოდებული რიტორული შეგონების სრულად შესრუტვას მსმენელთა აზროვნებაში.

ადამიანი, არც ერთ ეპოქაში, ჭკვიან, მაგრამ ავსა და ბოროტ ადამიანს ბრძენს არ უწოდებდა, ვინაიდან სიბრძნე მხოლოდ და მხოლოდ კეთლისა და მართლის ქმნით მოიაზრებოდა. ორატორი უნდა ფლობდეს ისეთ სამეტყველო ნიჭს, რომ მის მიერ წარმოთქმული არა მხოლოდ „საამოდ ჟღერდეს“, არამედ ძალუმად შეიგრძნობოდეს კიდეც. მსმენელში ნებელობის აღძვრა და მისი სასურველი მიმართულებით მსწრაფლ განხორციელებისკენ მიმართვა, მჭევრის პირდაპირი ფუნქციაა. თანაზიარობის ჩასახვა და ჩამოყალიბება სანდო და მისაღები სიტყვებით იწყება და, შესაბამისად, მისგანვე აღძრული გრძნობებით ფორმირდება. შინაგანი გრძნობების და სურვილების შესფერისი და ემოციური სიტყვებით ქსოვა, უპირველესად, ღრმა განსწავლულობას ეფუძნება. აშკარაა, რომ რიტორობისაგან თავს ვერავინ მოიზღუდავს. თუმცა ამ გა-

ტაცების „ზომიერ" კალაპოტში მოქცევა საკმაოდ გააზრებულ და სწორ აზროვნებას მოითხოვს. მეტყველებითვე გადმოიცემა ესა თუ ის წარმოდგენები – ბოროტებაზეც და სიკეთეზეც – ამდენად ორატორს სურვილთან ერთად, აუცილებლად უნდა ჰქონდეს დუმილის ანუ თავშეკავების უნარი, რომლის გარეშეც მისი მეტყველება ნებაზე მიშვებულ ნამქერს დაემსგავსება. აქვე უპრიანია რიტორებს შევახსენოთ, რომ სიტყვის სიმწიფეს თავისი ჟამი აქვს, უჟამოდ წამოსროლილი, თუნდაც ბრძნული სიტყვა, აზიანებს თავად მისსავე ავტორს.

ორატორი, რომელიც მხოლოდ "სიტყვებით კეკლუცობს" და არად დაგიდევთ თუ რაოდენ აზიანებს, მიშვებული "ენაჭარტალობით", როგორც საკუთარ თავს, ისე მსმენელის გონებას. მჭევრის სიტყვა თავისი მეხსიერებითი მდგრადობით უნდა გამოირჩეოდეს. სიტყვამ სულის სიმშვიდე უნდა მოგვაროს ადამიანს და დააცხროს სასოწარკვეთილება ან უფლისავე ნებით, მომადლოს მას სასოწარკვეთილებიდან გამოსავალი. ორატორული სიქველე თანაზომიერია ყველა იმ დადებითი მოღვაწეობისა, რომელთაც სჩადის ადამიანი ცხოვრებაში. მჭევრობა არ არის „თვითნებობა" ან სიტყვათა ქაოსში უთავბოლოდ ხეტიალი, არც მხოლოდ დაუოკებელი ლტოლვაც, თავის წარმოსაჩენად, მას საკუთარი, სიბრძნით დიდად დტვირთული ბუნება და რუდუნებით ნაგები სტრუქტურული მომხიბვლელობა უნდა ჰქონდეს.

მოზომილი და მართებულად შეზავებული სიტყვა სიკეთედ ეფინება მთელ სამყაროს, რომლის ნაწილიც თავად ამ სიტყვების ავტორიცაა. ორატორის სიტყვა შინაგანი, გონებრივი წარმმართველის გარეშე, ვერ იქნება ვერც შემწე და ვერც მხსნელი ნებისმიერი გამოუვალი სიტუაციიდან. ამიტომაც, მას ვერ უნდა არყევდეს პირადული, ვიწრო შეხედულებები. ორატორი პირნათელი უნდა იყოს როგორც თანამედროვეთა წინაშე, ისე იმ თაობების მიმართაც, რომლებიც საუკუნეების შემდეგაც განჭვრეტენ მისი სიტყვის ფასსა და მნიშვნელობას, დროითი დისტანცია კიდევ უფრო მეტად საჩინოს ხდის თუ რაოდენ სწორი და მართებული იყო ესა თუ ის სიტყვა. აზრიანი და სწორად ჩამოქნილი მეტყველება ამქვეყნიურ სამკაულთა შორის, ერთერთი რჩეულია. ამ სამკაულის ღირსეულად მატარებელნი, ყოველთვის, განსაკუთრებული პატივისცემით სარგებლობდნენ. ყოველი სამეფო კარი, ყველა ეპოქაში, თვლიდა, რომ მჭევრმეტყველი მისი საიმედო კარისკაცი იყო, რადგანაც სწორედ ამ უკანასკნელს შეეძლო, მათთვის სასურველი აზრის, „სწორად და მართებულად განფენა".

როგორც აღვნიშნე, ორატორთაგან ზოგი თავისი არტისტული მანერებითა და სასიამოვნო ხმის ტემბრითაც იზიდავდა მსმენელს. შეიძლება ითქვას, რომ ამ მიზნით ისინი მეტყველებაში ლირიკული პროზის ელემენტებს უხვად იყენებდნენ, რაც მათ საუბარს ყოველთვის „მსუბუქ ფრთებს" ასხამდა და ფრაზას, გარეგნული ელფერით, მიმზიდველობას ანიჭებდა. თუმცა, ორატორთაგან მავანი უფრო მეტად „ძარღვიან" მეტყველებას ირჩევდა, ამ უკანასკნელის უპირატესობა ის გახლდათ, რომ წარმოთქმული სიტყვის ყოველი ფრაზა, არც ისე ადვილად ამოსაკითხი, მაგრამ სიბრძნით იყო გაჯერებული. აზრით ტევადი ფრაზებით მეტყველება, ბევრად უფრო მაღალი დონის ორატორობას მოითხოვს ოქოპირისაგან. ამგვარი მეტყველება თავს არიდებს ფიგურულ და ხატოვან გამოთქმებს და

უპირატესად „ძარღვიან“ და მძიმე ფრაზას ანიჭებს პრიორიტეტს. აქვე არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ სამეტყველო სტილს ასევე განსაზღვრავს ის გარემოება, თუ რამდენად დინჯ, სერიოზულ თემას მიმოიხილავს ორატორი. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი და მეტად ყურადსაღები საკითხის დემონსტრირებისას, უპირატესობა, აშკარად, შესაბამისი ტერმინოლოგიის გამოყენებასთან ერთად, შესაბამისი სიტყვებისა და სიტყვა-კომპოზიტების მოძიებასა და ფრაზაში მათ ლაკონურად ჩართულობას ენიჭება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამგვარი ფრაზები არასდროს მოითხოვს სათქმელის ლირიკული გადახვევებითა და მსუბუქი ჩანართებით დატვირთვას.

ნებისმიერი წარმოთქმული სიტყვა, მიუხედავად იმისა, თუ რა „წონისა და სიმძიმის“ საკითხს ეხება იგი, გარკვეულ მიზანს ისახავს, ორატორმა უნდა გაითვალისწინოს, რომ მისი მეტყველება არ უნდა ჟღერდეს აქცენტირებული მზვაობრობითა და თვითკმაყოფილების დემონსტრირებით, კარგი სიტყვა ანდაზასავით მარტივი, ტევადი და მომხიბვლელი უნდა იყოს. სიტყვით „კეკლუცობას“ ყოველთვის „ძარღვიანი“ მეტყველება სჯობს, რისი ბრწყინვალე ნიმუშიც მრავალი ქართველი პუბლიცისტის, მათ შორის, ილია ჭავჭავაძის საჯარო და წერილობითი გამოსვლებია – სადაც არც ერთი სიტყვა, არც ერთი ფრაზა, არაა ზედმეტად მოხმობილი, ყოველი მათგანი თავის ადგილზეა ჩაწნული და თანაც, ღირსეულად ავლენს ავტორის გონებრივ და მეტყველებით შესაძლებლობებს. დაუშვებელი და დიდად უხერხულია თუ ორატორის ფრაზა ლოგიკურ ან „გრამატიკულ გამოხშირვას“ საჭიროებს. ენამზეობა უდიდესი პასუხისმგებლობაა. ადამიანური ვნებები, პრინციპები, ძველი თუ ახალთახალი შეგრძნებები, ერთდროულად და ერთბაშად, მიილტვიან გახმოვანებისკენ, თითოეული მათგანი ცდილობს იყოს პრიორიტეტული აზრის მეტყველებითი დემონსტრირებისას. ზნეობრივ პრინციპებზე აღმოცენებული მეტყველება სამართლიანობის ის ნაწილია, რომელიც პასუხს აგებს როგორც დღევანდელობასთან, ისე მომავალის წინაშე. ქართულ ენაში გვაქვს შესანიშნავი ფრაზა – სარწმუნო მეტყველება, ანუ მეტყველება, რომელიც თავისი ფაქტებით ეჭვმიუტანელია და დამარწმუნებელი. ორატორის სიძლიერე სწორედ ისაა, რომ მის მიერ ამეტყველებული ესა თუ ის ფაქტი, თვით „უმეცართათვისაც“ კი გასაგები და ხელმისაწვდომი იყოს. მისწვდე ორატორის ჩანაფიქრს, ნიშნავს ეზიარო და გაითავისო მის მიერ მოწოდებული იდეა და მიიჩნიო იგი სწორ შეხედულებად, თუნდაც, დროის, ამ მოცემული მონაკვეთისთვის.

თუკი სამეტყველო ასპარეზს ვნებათა ღელვას მივანდობთ, მას განუყრელ მეგობრად და მრჩევლად ფხიზელი გონება უნდა მივუჩინოთ, სწორედ ამ უკანასკნელისგან უნდა მიიღოს „თავაღერებულმა მეტყველმა“ მითითებაც და შეგონებაც. იმავდროულად უნდა გვახსოვდეს, რომ აუცილებელი საჭიროების გარეშე არ გავხვიოთ აუდიტორია მოუზომავი ვნებების ქარცეცხლში. სიწრფელით ანთებული ორატორული მოწოდება ზოგჯერ, ლოგიკას ნაკლებად ექვემდებარება, სიყალბით ნასაზრდოები მუდმივად შორს დგას ჭეშმარიტებისაგან. ადამიანთა უმეტესი ნაწილი, საღი აზრის მორჩილი და მიმყოლია, თუმცა, იმავდროულად, „ადვილად დამყოლია“ ნაკლებად სარწმუნო ფაქტების მიმართაც, მითუმეტეს თუ ისინი ავტორიტეტულ რიტორთაგანაა

გაჟღერებული. ამიტომ, სასურველი და აუცილებელიცაა, რომ მოსმენილის გააზრებისას მუდმივად სწორად ვწვდებოდეთ სათქმელის ჭეშმარიტ სიღრმეს, მჭევრის თვალს არ უნდა გამოეპაროს არც სათქმელის მწიფობის ჟამი და არც აუდიტორიის მზაობა. ამ ფაქტის მისაღებად ნუ მივცემთ სიტყვას აზრის „ადვილად დემონსტრირების“ საშუალებას, უპირველესად შეუწონეთ იგი გონებას, დროსა და ჟამს.

სათქმელი, როგორც ჩვენში აღიძვრება, „ნაკარნახევია“ სხვადასხვა შეგონებით, რჩევებითა თუ მოწოდებებით, ხანაც სახელდახელოდ შექმნილი სიტუაციით, მათი შესაბამისი სიტყვებით შეზავება და შერჩევა, „ოსტატის ხელს“ მოითხოვს. თუ მხოლოდ სხვის აზრს გავახმოვანებთ, მაშინ აუცილებლად, დავკარგავთ ინდივიდუალურობას, ხოლო თუ „გონივრულ სიჯიუტეს“ გამოვიჩენთ და მხოლოდ საკუთარ, ინტუიციურ ლოგიკას დავექვემდებარებით, მაშინ აუცილებლად მოგვიწევს სათქმელისა და მისი ფორმების ათასგზის აწონ-დაწონა, რათა უამრავთაგან, მივწვდეთ იმ ერთადერთს, რომელიც უტყუარად დაგვაყენებს სწორ გზაზე, და ჩვენს მეტყველებას შესძენს, როგორც შთამბეჭდაობას, ისე რეალობასთან სწორად მიმართების ბრძნულ გეზს. აუცილებელია თითოეული ფრაზა, მეტ-ნაკლები სიცხადითა და სიწრფელით ეხიდებოდეს მთავარი ამბის გამოკვეთას, თუმცა ყოველწამიერად ვერავინ იქნება უაზადო ოქოპირი და არავინაა დაზღვეული ნებსით თუ უნებლიე „ალილუიასგან“. თუ ორატორის მეტყველება ოდნავ მაინც იძლევა დაეჭვების საფუძველს, ეს უკანასკნელი გამოიწვევს ჰარმონიული მთლიანობის რღვევას და მაშინ, თუნდაც ყველაზე წრფელ ფრაზებსაც კი ნაკლებად ეფექტურსა და ნაკლებად სანდოს გახდის.

დასკვნა

როგორც აღვნიშნეთ, მეტყველებისას, გონების ხმა მუდმივად თანამდევი პროცესია და, იმავდროულად, საუკეთესო მეგობარიც. ის „გვაიძულებს“, რომ ყოველივე წარმოთქმული გულისყურით უნდა იყოს შეწონილი. ასევე, მნიშვნელოვანია თუ ვისკენ, რა კატეგორიის მსმენელისკენ მიემართება ჩვენი მეტყველება, მეტყველებითი ურთიერთობა გულისხმობს მსმენელსა და ორატორს შორის უწყვეტ აზრობრივ თანაკავშირს, რომლის დროსაც გონებრივი მიმართება, ამა თუ იმ საკითხისადმი, თანდათან იდენტური ხდება. მუდმივად უნდა გვახსოვდეს, რომ ყოველი ჩვენი მოქმედება, უპირველესად კი, მეტყველება, არის მყარი ფუნდამენტი, რომელზეც დგას ადამიანთა შორის სწორი კომუნიკაცია. სიყვარულით და რუდუნებით გამოსკვნილი თითოეული ფრაზა აუდიტორიას აუცილებლად ჩართულს ხდის პროცესში, განაწყობს მას ორატორის იდეების თანამოქმედად და თანამონაწილედ. მარწმუნებელია ის სიტყვა, რომელიც არა მხოლოდ რჩეული ფრაზებითაა ნაშენები, არამედ, ის, რომელიც, იმავდროულად „მართლის თქმის“ პრინციპით ემსახურება ადამიანს. თუ ორატორის სიტყვა „მზრუნველობითა და სიყვარულით“ იქნება მიმართული აუდიტორიისადმი, შეგიძლიათ იფიქროთ, რომ თქვენი აზრის თანაზიარენი უკვე გყავთ. ორატორის სიტყვა აუცილებლად უნდა იყოს მიზანთან პროპორციული და საზოგადოების ცხოველი ინტერესის გამომხატველიც. წინააღმდეგ შემთხვევაში უკუპროპორციული შედეგები გარდაუვალია. ორატორი, რომელიც არ ცდილობს „აიძულოს“ აუდიტორია ჩასწვდეს მისი სიტყვების სიღრმეს, დარჩება „ხმად მღაღადებლისა უდაბნოსა შინა“. ორატორისათვის უპრიანი იქნება ღრმად შეი-

მეცნოს, თუ როგორ აზროვნებს აუდიტორია, რომლის წინაშეც ის უნდა წარსდგეს, თუ რისკენ ისწრაფიან ისინი, ან რა არის მათთვის მიუღებელი და ზღვარს მიღმა. თუკი გვინდა, რომ ჩვენი მეტყველება „მომაჯადოებელი“ იყოს, მასში მსმენელმა უნდა დაინახოს ჭეშმარიტად წარმმართველი იდეა, მოქნილი ფრაზებითა და დამაჯერებელი სიტყვების ნაერთით. აუდიტორია უნდა ისმენდეს აზრის გადმოცემის ღვთაებრივ ხელოვნებას და არა „არტახებში“ მომწყვდეულს. აუდიტორია თავისი აზროვნებით უნდა მონაწილეობდეს ხელშესახებ, „ცოცხალ“ მსჯელობაში. როგორც ვთქვით, მხოლოდ მართებულად მეტყველთ და სიბრძნის მოყვარულთ შეუძლიათ მეტყველებისათვის სიღრმისა და მომხიბვლელობის მინიჭება.

სამსჯელო საგანთა სიღრმე და არსი არის საფუძველი ყოველი კერძო თუ საჯარო სიტყვისა. მჭევრმეტყველება სწორედ მაშინ ადგას ჭეშმარიტ გზას, როდესაც ითვალისწინებს საერთო პრობლემებთან თანაზიარობას, მან უნდა გაუადვილოს მსმენელს შემეცნება იმ ფაქტებისა, რომელიც მას „აიძულებს“ მიემხროს ორატორის მიერ შემოთავაზებულს. შეხედულების შეცვლა, აზრის ტრანსფორმირება, რომელიც მოდის მჭევრის შეგონებისაგან არ უნდა ზღუდავდეს მსმენელის თავისუფლებას, მან მხოლოდ ბიძგი უნდა მისცეს და დაანახოს აუდიტორიას თუ რატომ უნდა გახდეს მისი გონება მოწოდებული იდეის თანაზიარი. ავტორის მიერ განხორციელებულ სიტყვათა სწორ სელექციას შეუძლია, ღრმად დამარწმუნებელი ფრაზები შესთავაზოს აუდიტორიას, რაც გააადვილებს მსმენელის „მიმხრობას“. ორატორმა უნდა მიმოიხილოს მთავარი სათქმელის ყოველი დეტალი და მასზე დაყრდნობით ააგოს მთლიანი სტრუქტურის საბოლოო სურათიც. ასევე, არ უნდა ვეცადოთ, სწრაფი მონაცვლეობით მივაწოდოთ მსმენელს მარწმუნებელი ეპიზოდების კასკადი. მივცეთ მას საშუალება, რათა თავისი გონება სწორად და დინჯად გააქტიუროს, დარწმუნდეს მოწოდებული აზრის უპირატესობაში, რაშიც სამეტყველო რიტმის ცვალებადობაც კი უაღრესად მნიშვნელოვანია.

ძნელია მივაკვლიოთ სიტყვის აგების უნივერსალურ გზას, რადგანაც ეს უკანასკნელი განეკუთვნება ადამიანური აქტივობის განსაკუთრებულ სახეს. იგი, ანუ რიტორი, მსჯელობისას ეფუძნება როგორც რეალურს, ისე დასაშვებ და მისაღებ თეორიებს. სიტყვის ავტორი მუდმივად მზად უნდა იყოს როგორც „ლოგიკური შეტევისათვის“, ისე თავდაცვისთვისაც, რათა „დაიპყროს“ ესა თუ ის არეალი. მთხრობელი ფრაზებს უმთავრესად ღრმა აზრის შემცველი სიტყვა-კომპოზიტებით ქმნის, რათა მათ დააკისროს ერთერთი უმნიშვნელოვანესი ფუნქცია. აუდიტორიასთან კონსენსუსის მისაღწევად ლიტერატურულ გემოვნებასთან ერთად, პროფესიული ინსტინქტიც არანაკლებ მნიშვნელოვანია.

UDC [808.5:17]
SCOPUS CODE 3315
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-352-364

For The Understanding Of The Phenomenon Of Eloquence

Vazha Papaskiri Department of Georgian Philology and Media Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: v.papaskiri@gtu.ge

Reviewers:
M. Shelegia, Associate Professor at the Faculty of Engineering Economics, Media Technologies and Social Sciences, GTU
E-mail: mamukashelegia@yahoo.com
L. Katamadze, Associate Professor ,Faculty of Engineering Economics, Media Technologies and Social Sciences, GTU
E-mail: qatamadzelia12@gtu.ge

Abstract. There is nothing in the world so tempting as to show off our own oratorical abilities. After all, speech is an external manifestation of spiritual pain and admiration for many, various reasons. That is why a person never "misses" an opportunity (the occasion) for rhetorical "shining". In which, many nuances of speech artistry come together. The shocking impact of the bare truth and the "open wounds" of the soul "greyed" by the pains. When we hear to the orator's phrases, "overwhelmed by passions". It is as if we are forgetting the real environment and we resemble that bewildered spectator, which is under the influence of the tragedy played out on the stage by the great artist.

Eloquent, or an eloquent speaker, this is an actor endowed with outstanding speech. Which presents itself in all its inner and outer sophistication. The immense philosophical depth of human passions, desires, and aspirations and bliss filled with magical colors. It is obvious that any orator determines the significance of positive or negative events by imagining the strengthening and weakening of human emotions. At the same time, the orator, with his "supernatural" speech, is a source of both uplift and extreme pessimism for humans. The orator must provide high accessibility to any fact and event and with his incomparable art, he can shape the world he desires. To accomplish this goal, the orator uses various traditional and innovative methods, which ultimately create the desired environment that he envisioned to be embodied.

Keywords: Communication; Knowledge of yourself and others; Moral mentality; Morality and ethics; Philosophy; Public responsibility; Rhetoric; sincerity; Subconscious and genetics.

განხილვის თარიღი 31.03.2025
შემოსვლის თარიღი 15.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 323.325 / 297.8
SCOPUS CODE 3320
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-365-394

„დაიშის“ ფენომენი - შექმნის ისტორია

ზვიად ტყაბლაძე პოლიტიკისა და საერთაშორისო ურთიერთობების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: tkabladze.zviad@gtu.ge

რეცენზენტები:
თ. კიკნაძე, სტუ-ის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: kiknadzetamar12@gtu.ge
მ. მანჩხაშვილი, სტუ-ის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის ასისტენტ-პროფესორი
E-mail: manchkhashvilimaia07@gtu.ge

ანოტაცია. სტატია ეძღვნება მსოფლიოს ყველაზე სასტიკი ტერორისტული ორგანიზაციის, „დაიშის“ (ისლამური სახელმწიფო, IS, ISIS, ISIL), შექმნის ისტორიას. კვლევის მიზანია „დაიშის“ წარმოშობის მიზეზების გარკვევა, თუ რა წინაპირობებმა შეუწყო ხელი ასეთი ორგანიზაციის ჩამოყალიბებას. ბოლო წლებში, „ისლამური სახელმწიფო“ ახლო აღმოსავლეთში ძლიერი მოთამაშე გახდა, რომელიც სერიოზულ საფრთხეს უქმნიდა არა მხოლოდ რეგიონის ქვეყნებს, არამედ მთელი მსოფლიოს სტაბილურობასა და მშვიდობას. „დაიში“ ფანატიკოსთაგან შექმნილი საბრძოლო მანქანაა, რომლის მიზანია თავისი იდეოლოგიის გავრცელება მსოფლიოში და თეოკრატიული სახალიფოს შექმნა. იგი დაფუძნებულია ექსტრემისტულ-ისლამისტურ იდეოლოგიაზე, რომელიც უარყოფს სხვა სარწმუნოებისა და შეხედულებების მქონე ადამიანთა უფლებას ცხოვრებაზე.

აღზევების პერიოდში, 2014–2015 წლებში, „დაიშის“ რიგებში ირიცხებოდა 30 ათასიდან 200 ათასამდე ტერორისტი და აკონტროლებდა 100,000 კვ. კმ. ტერიტორიას ერაყსა და სირიაში, რამაც ხელი შეუწყო მზარდ ქაოსს და უკვე სერიოზულ საფრთხეს უქმნიდა საერთაშორისო უსაფრთხოებას. ამიტომ, აშშ-ის ხელმძღვანელობით შექმნილმა გლობალურმა კოალიციამ, ერაყის არმიამ და სხვა რეგიონალურმა გასამხედროებულმა დაჯგუფებებმა ისლამისტების წინააღმდეგ ბრძოლა დაიწყეს და 2019 წელს მისი განადგურება გამოცხადდა.

მართალია, დაჯგუფების რესურსები როგორც ადამიანური, ფინანსური, ისე შეიარაღებისა და

ტერიტორიული, ეტაპობრივად, ჯერ 2017-ში, შემდეგ კი 2019-ში თითქმის გაქრა, „დაიში“ კვლავ არსებობს მცირედი უჯრედების სახით და ზიანის მიყენების უნარი კვლავ შენარჩუნებული აქვს, მის წინააღმდეგ ბრძოლა ჯერ არ დამთავრებულა.

საკვანძო სიტყვები: „დაიში“; „ისლამური სახელმწიფო“; საერთაშორისო ტერორიზმის წინააღმდეგ ბრძოლა.

შესავალი

საერთაშორისო ტერორიზმი გახდა გლობალურად საშიში მოვლენა, რომელიც ხელს უშლის კაცობრიობის, საერთაშორისო ურთიერთობების განვითარებას და ბევრი სპეციალისტის აზრით, ასიმეტრიული პასუხია გლობალიზაციის გამოწვევებზე. ტერორიზმი მჭიდროდ უკავშირდება ისეთ მოვლენებს, როგორიცაა სეპარატიზმი, რელიგიური ფუნდამენტალიზმი, ექსტრემიზმი, რადიკალიზმი, ფანატიზმი. დღეისათვის მსოფლიოში მრავალი ტერორისტული დაჯგუფება თუ ორგანიზაცია არსებობს, რომელთა „საქმიანობას“ უამრავი ადამიანის სიცოცხლე ეწირება, ისინი ხდებიან ძალადობის, დევნის და ჩაგვრის მსხვერპლი. მათ შორის „გამორჩენილი“ ადგილი უკავია ყველაზე სასტიკ და უმსხვილეს „ისლამურ სახელმწიფოს“ (იგივე „დაიში“, IS, ISIS, ISIL).

სტატიის მომზადების მიზანია „დაიშის“ წარმოშობის მიზეზების გარკვევა, რა წინაპირობებმა შეუწყო ხელი ასეთი ორგანიზაციის ჩამოყალიბებას. ბოლო წლებში ISIS-ი გახდა ნამდვილი ძლიერი მოთამაშე ახლო აღმოსავლეთში, რომელიც სერიოზულ საფრთხეს უქმნიდა არა მხოლოდ რეგიონის ქვეყნებს, არამედ მთელი მსოფლიოს სტაბილურობასა და მშვიდობას.

2011 წელს დაწყებულმა „არაბულმა გაზაფხულმა“ ახლო აღმოსავლეთის ქვეყნებში გამოიწვია ძირეული, ფუნდამენტური ცვლილებების ახალი ეტაპი. დიქტატორული რეჟიმების ძველი სისტემა დაიშალა, რის შემდეგ დაიწყო მართვის ახალი მოდელების „შენჯღრევის“ პროცესი, რომელიც სრული არეულობით და ანარქიით დასრულდა ზოგიერთ არაბულ ქვეყანაში.

„დაიში“ ისლამისტ ფანატიკოსთაგან შექმნილი საბრძოლო მანქანაა, რომელსაც, ისტორიულ პერსპექტივაში სურს სწრაფად გადაჭრას ძალადობრივი ჯგუფების გარკვეული სურვილები კონკრეტულ სახელმწიფოში და შემდგომ გაავრცელოს თავისი ისლამისტური იდეოლოგია მსოფლიო მასშტაბით. ISIS-ის მიზანია თეოკრატიული სახალიფოს შექმნა.

იგი დაფუძნებულია ექსტრემისტულ იდეოლოგიაზე, რომელიც უარყოფს სხვა სარწმუნოების და შეხედულებების ადამიანთა უფლებას ცხოვრებაზე.[1]

„დაიშის“ მებრძოლთა ზუსტი რაოდენობა უცნობია. შეფასებებს შორის სხვაობა დიდია და მისი აღზევების პერიოდში მათ რიგებში ირიცხებოდა 30

[1] **სახალიფო** (არაბ.: **خلافة**; ტრანსლიტ.: ხილაფა; ინგლ.: Caliphate - მემკვიდრეობითობა, ჩანაცვლება) – თავიდან არაბულ-მუსლიმური სახელმწიფო, შექმნილი წინასწარმეტყველ მუჰამადის გარდაცვალების შემდეგ, რომელსაც შემგომ მართავდნენ ხალიფები (არაბ.: **خليفة**; ინგლ.: Caliph - ნაცვალი, მოადგილე, მემკვიდრე) მმართველობის ქვეშ მყოფი და ასევე ისლამური თეოკრატიული სახელმწიფო სისტემა.

ათასიდან, 200 ათასამდე ტერორისტი მებრძოლი. დღეისათვის შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ სხვადასხვა მონაცემით მათი რიცხვი არ აღემატება 10-15 ათასს, რომლებიც მიმოფანტული არიან სირიის, ერაყისა და ავღანეთის სხვადასხვა რაიონში და მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ფარული იატაკქვეშა უჯრედების სახით მოქმედებენ.

ISIS-ის ძირითადი ხერხემალია ერაყელი დიქტატორის, სადამ ჰუსეინის არმიის ყოფილი ძალოვნები, თუმცა პროპაგანდის და წარმატებების შედეგად მისი წევრების რიცხვი იზრდებოდა უცხოელების ხარჯზე, მსოფლიოს სხვადასხვა კუთხიდან. მათ მიერ ჩადენილი სასტიკი მკვლელობების ვიდეოფირების გავრცელებამ ინტერნეტში, იდეოლოგიის პროპაგანდამ, შექმნა ძლევამოსილების ილუზია, განსაკუთრებით ფსიქიკურად გაუწონასწორებელ ახალგაზრდებში, რომლებიც საკუთარ თავს თვლიდნენ საზოგადოებიდან გარიყულად. მათ „დაიშის“ იდეოლოგია ჩუქნიდა ოჯახის, უბრალო და „მართალი“ ცხოვრების ილუზიას, „არჩევითობის“ განსაკუთრებულობის შეგრძნებას.

აღზევების პერიოდში, 2014–2015 წლებში, „დაიში“ აკონტროლებდა 100, 000 კვ. კმ. ტერიტორიას, 12 მლნ. მოსახლეობით. მან მოიპოვა კონტროლი მსხვილ ქალაქებზე, ერაყის მოსულზე (ალ-მავსილ) და სირიის რაკაზე (არ-რაკა), რამაც ხელი შეუწყო მზარდ ქაოსს ახლო აღმოსავლეთში [18]. „დაიშის“ გეოგრაფიული არეალი უკვე სერიოზულ საფრთხეს უქმნიდა სირიისა და ერაყის ტერიტორიულ მთლიანობას და მოსახლეობის უსაფრთხოებას. ამიტომაც, 2014 წლის სექტემბერში აშშ-ის ხელმძღვანელობით შექმნილმა გლობალურმა კოალიციამ (Global Coalition against Daesh, ირიცხება 89 წევრი–პარტნიორი), ერაყის არმიამ და სხვა რეგიონალურმა გასამხედროებულმა დაჯგუფებებმა ისლამისტების წინააღმდეგ ბრძოლა დაიწყეს და 2019 წელს მისი განადგურება გამოაცხადეს [32].

ძირითადი ნაწილი

1. „ისლამური სახელმწიფოს“ წარმოშობის მიზეზები

საერთაშორისო ტერორისტული ორგანიზაცია „ისლამური სახელმწიფო“ (არაბ.: **الدّولة الإسلاميّة**,; ტრანსლიტ.: „ად-დავლათ ალ-ისლამია“; ინგლ.: Islamic State, IS), რომელმაც ამ სახელწოდებით 2014 წლის 30 ივნისიდან ოფიციალურად დაიწყო არსებობა, თავდაპირველად ცნობილი იყო, როგორც „ერაყისა და შამის (სირიის) ისლამური სახელმწიფო“ (არაბ.: **الدولة الإسلامية في العراق والشام**/ ტრანსლიტ.: „ად-დავლათ ალ-ისლამია ფი ალ-ირაკ ვა აშ-შამ“; ინგლ.: Islamic State of Iraq and Al-Sham, ISIS), ან „ერაყისა და ლევანტის[2] (აღმოსავლეთი) ისლამური სახელმწიფო“ (ინგლ.: Islamic State of Iraq and Levant, ISIL) [23].

დასავლურ მედიაში ახალ ტერორისტულ ორგანიზაციაზე დაიწყეს საუბარი 2013 წელს, როცა მოდიოდა ინფორმაცია მასობრივ მკვლელობებსა და საჯაროდ სიკვდილით დასჯის შესახებ. 2014 წლის ივნისში ტერორისტებმა გამოაცხადეს „სახალიფო“ და საკუთარ თავს „ისლამური სახელმწიფო“ უწო-

[2] **შამი** (არაბ.: **الشام**; ტრანსლიტ.: აშ-შამ) - ხმელთაშუაზღვისპირეთის აღმოსავლეთი ნაწილის ქვეყნების საერთო სახელწოდება, **ლევანტი** (მოდის ფრანგ.: levant - მზის ამოსვლა) – აშ-შამის სინონიმი

დეს. საგულისხმოა, რომ 2015 წლიდან მსოფლიო მედიაში დაიწყეს IS-ის არაბულ ყაიდაზე „დაიშ“-ით (არაბ.: **داعش**; Dāʿish, ინგლ.: Daesh) მოხსენიება, რაც არაბული სახელწოდების აკრონიმია. ეს გაკეთდა იმისთვის, რომ თავი აერიდებინათ სიტყვა „სახელმწიფოს“ ლეგიტიმაციისთვის, რომელიც IS-ის აბრევიატურაშია. ითვლება, რომ „დაიში“ უფრო დამამცირებელი, საწყენი სიტყვაა თვით ტერორისტებისთვის.

გავლენიანი ამერიკული ანალიტიკური ცენტრის – დაზვერვისა და უსაფრთხოების სფეროში, The Soufan Group (TSG)-ის ერთ-ერთი ხელმძღვანელი რიჩარდ ბარეტი (Barret Richard) პუბლიკაციაში The Islamic State აღნიშნავდა, რომ IS-ის შექნას, გაძლიერებას და გაფართოებას ხელი შეუწყო რამდენიმე ფაქტორმა:

პირველი – ღრმა კონფესიათაშორისი ნაპრალი, იყო ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორი, რამაც განსაზღვრა ახლო აღმოსავლეთის მდგომარეობა ირანის 1979 წ. ისლამური რევოლუციის შემდეგ, მაგრამ გააჩნია განსაკუთრებული მნიშვნელობა ირანის რეგიონალური გავლენის ზრდის გათვალისწინებით, 2003 წელს აშშ-ის ერაყში შეჭრის შედეგად.

მიუხედავად „დაიშის“ აშკარა საფრთხისა მთელი რეგიონის სტაბილურობისათვის, რელიგიურ ნიადაგზე გახლეჩილი ქვეყნები განიხილავდნენ მას, უფრო ნაკლებ საფრთხედ, ვიდრე მათ მოწინააღმდეგეებს. სანამ ეს ვითარება არ შეიცვლება, „ისლამური სახელმწიფო“ არ შეეჯახება ძლიერ რეგიონალურ ოპოზიციას.

მეორე – არაბული სამყაროს სრული უნდობლობა მათი მმართველების მიმართ. ეს ვრცელდება არა მარტო ერაყსა და სირიაზე, არამედ ბევრ ქვეყნაზე ახლო აღმოსავლეთსა და ჩრდილოეთ აფრიკაში. სანამ სხვადასხვა ქვეყნის ხელისუფლება არ დააკმაყოფილებს ხალხის მოლოდინებს, ყოველთვის იარსებებს ახალწვეულების ნაკადი „ისლამურ სახელმწიფოში“. ასევე შიშმა ტერორიზმის წინაშე, შიგა თუ გარედან შემოსულმა, შეიძლება გამოიწვიოს შემდგომი რეპრესიები და ნაკლოვანებები მმართველობაში.

მესამე – საერთაშორისო კოალიცია აშშ-ის მეთაურობით, შემდგარი პარტნიორებისა და ერებისგან, რომელიც გამოდის IS-ის წინააღმდეგ, წარმოადგენს ბევრი მუსლიმისთვის მთელ მსოფლიოში იმის მტკიცებულებას, რომ მათ რელიგიაზე და დამოუკიდებლობაზე ხდება თავდასხმა დასავლეთის ხელმძღვანელობით. IS-ი კი ცდილობდა პოტენციურ მომხრეთა დარწმუნებას, რომ არამუსლიმური სამყარო გააკეთებს ყველაფერს, რომ დაიცვას ადგილობრივი მმართველები, რითაც შეიქმნება გარანტია, რომ მათი დისკრიმინაციული და არარელიგიური პოლიტიკა ძალაში დარჩება [4].

„დაიშის“ ლიდერთა უმეტესობა, ვინც იღებდნენ გადაწყვეტილებებს - მსახურობდნენ დიქტატორ სადამ ჰუსეინის არმიაში ან სპეცსამსახურებში,[3] ხოლო ერაყის მმართველი პარტია „ბაასის“[4] ვერტიკა-

[3] **სადამ ჰუსაინ აბდ ალ-მაჯიდ ალ-თიქრითი** (არაბ.: **صدام حسين عبد المجيد التكريتي**; ინგლ.: Saddam Hussein Abd al-Majid al-Tikriti, 1937-2006 წწ.), ერაყის დიქტატორი, პრეზიდენტი 1979-2003 წლებში.

[4] **„ბაასი“** (აღორძინება; არაბ.: **حزب البعث العربي الاشتراكي في العراق**/ ტრანსლიტ.: Ḥizb al-Baʿth al-'Arabī al-Ishtirākī fī al-'Irāq; ინგლ.: Arab Socialist Ba'ath Party - Iraq Region)

ლური სტრუქტურა ნებისმიერი ისლამური მოძრაობის „საერო“ სახელისუფლებო ალტერნატივას წარმოადგენდა. ახლა კი „საერო“ ბაასიზმი დაბრუნდა ერაყში, მაგრამ უკვე ისლამური ფუნდამენტალიზმის სახით [27].

„დაიშის“ შექმნის მაპროვოცირებელი ფაქტორი უდავოდ „არაბული გაზაფხული“[5] იყო, რამაც გამოიწვია ტექტონიკური ძვრების ახალი ეტაპი. დიქტატორული რეჟიმების ძველი სისტემა, რომელიც მრავალი ათწლეულის განმავლობაში იყო პასიონარული მასების შეკავების სანდო საშუალება, დაიმსხვრა და გამოიწვია პოლიტიკური არასტაბილურობის ეპოქის დასაწყისი. ძალაუფლების ვაკუუმი პირველ ეტაპზე ეგვიპტეში დაარსებული პანისლამისტური „ძმები მუსლიმების“[6] მიერ შეივსო.

ძველი პოლიტიკურ-ეკონომიკური ელიტის გადაყენებამ ასევე გამოიწვია ბაზრის ხელახალი გადანაწილება. შედეგად საზოგადოებაში გაჩნდა უკმაყოფილების ახალი ტალღა, პოპულარული გახდა აზრი „გაყიდული რევოლუციური იდეალების“ შესახებ და დაიწყო ახალი გზების ძიება „სოციალური სამართლიანობის“ ხელახლა აღსადგენად. თავისთავად, ასეთი განწყობა არ ბადებს „ჯიჰადის“[7] ფართო მასშტაბებს, თუმცა საკმარისი აღმოჩნდა, ამ მოვლენის სტიმულირებისთვის ფულისა და პოლიტიკური ნების მეშვეობით [21].

„დაიშის“ ჩამოყალიბების კიდევ ერთი მიზეზი აღმოჩნდა 2003 წლის მარტში აშშ-ის პრეზიდენტის ჯორჯ ბუშის[8] მიერ ერაყის რესპუბლიკაში სამხედრო ოპერაციის დაწყება ერაყის „მასობრივი განადგურების იარაღის“ (WMD) მოსპობისა და სადამ ჰუსეინის დიქტატორული მმართველობის დასრულების მიზნით. განცხადებები, რომ სადამ ჰუსეინს გააჩნდა WMD და მხარს უჭერდა ტერორისტებს, არ დადასტურდა.

ამ ინტერვენციამ, მკვეთრად შეცვალა ერაყში ძალაუფლების ბალანსი, რომელიც პოლიტიკურ და სამხედრო სფეროებში სუნიტების დომინირებით,

[5] **არაბული გაზაფხული** (არაბ.: **الربيع العربي**; ტრანსლიტ.: არ-რაბი ალ-არაბი; ინგლ.: The Arab Spring;) - პროტესტების და აჯანყებების ტალღა არაბულ სამყაროში. რევოლუციები მოხდა თუნისში, ეგვიპტეში, იემენში, ლიბიაში, სირიაში, ბაჰრეინში, ალჟირში, ერაყში, იორდანიაში, მაროკოში, ომანში, ქუვეითში, ლიბანში, მავრიტანიაში, საუდის არაბეთში, სუდანში, ჯიბუთში და დასავლეთ საჰარაში, იყო შეტაკებები ისრაელის საზღვართან. ყველაფერი დაიწყო 2011 წ. 4 იანვარს, თუნისელი ხილით მოვაჭრე მუჰამად ბუაზიზის თვითმკვლელობით (თავი დაიწვა), პოლიციის კორუფციის და სასტიკი მოპყრობის გამო, რამაც დასაბამი მისცა რევოლუციაში გადაზრდილ მასობრივ აჯანყებას თუნისში. ძირითადი ლოზუნგი იყო „ხალხს სურს რეჟიმის დაცემა“.

[6] **ძმები მუსლიმები/მუსლიმთა საძმო** (არაბ.: **المسلمون الإخوان**; ინგლ.: Muslim Brothers/Muslim Brotherhood, MB; სრულად **„მუსლიმი ძმების საზოგადოება“;** არაბ.: „ჯამაათ ალ-იხვან ალ-მუსლიმუნ“; ინგლ.: Society of the Muslim Brothers) მოიხსენიებენ ხშირად მოკლედ „იხვანები“ (არაბ.: ძმები). რელიგიურ-პოლიტიკური, პანისლამისტური სუნიტური მიმართულების რადიკალური ორგანიზაცია, დაარსებული მასწავლებლის, იმამის და შეიხის ჰასან ალ-ბანას (Hassan al-Banna; 1906-1949 წწ.) მიერ ეგვიპტეში 1928 წ. MB-ს ბევრი მიმდევარი ჰყავს მსოფლიოში და გავლენით სარგებლობს მუსლიმურ ქვეყნებში. მისი სტატუსი არაერთგვაროვანია – ლეგალურად იმყოფება 17 არაბული ქვეყნის პოლიტიკურ სისტემაში და მასთან დაკავშირებულ პარტიებს ადგილები აქვს პარლამენტში და იმავდროულად ითვლება ერთ-ერთ პირველ ტერორისტულ ორგანიზაციად და აკრძალულია ბევრ ქვეყანაში, პირველ რიგში ეგვიპტეში, სირიაში, ასევე ყურის ქვეყნებში – საუდის არაბეთში, საამიროებში, ბაჰრეინში.

[7] **ალ-ჯიჰად** (არაბ.: **الجهاد**; ინგლ.: Jihad). სიტყვასიტყვით „ძალისხმევა“. გაგება ისლამში, რომელიც ნიშნავს ძალისხმევას ალაჰის გზაზე, ბრძოლად სარწმუნოებისათვის, საღვთო ომი ისლამის გავრცელებისთვის.

[8] **ჯორჯ უოკერ ბუში უმცროსი** (George Walker Bush, დაბ. 1946 წ.) - აშშ-ის 43-ე პრეზიდენტი 2001-2009 წლებში და ტეხასის შტატის 46-ე გუბერნატორი (1995-2000 წლებში), რესპუბლიკელი.

სხვა საკითხებთან ერთად, შიიტურის ირანის საპირწონეს წარმოადგენდა.[9] ერაყელი შიიტები,[10] რომელთა რიცხვი ერაყის საერთო დემოგრაფიულ შემადგენლობაში 69 %-ს აღწევდა, იმ დროისთვის, გარკვეულწილად „დაჩაგრულ“ სეგმენტს წარმოადგენდა. მოსახლეობის 29-34%-ს სუნიტი არაბები წარმოადგენდნენ, შიიტები კი – 64–69%-ს. მთლიანობაში, 2015 წლის მონაცემებით, ერაყის მოსახლეობის 75–80%-ს არაბები, 15–20%-ს ქურთები, ხოლო დანარჩენ 5%-ს წარმოადგენდა სხვადასხვა ხალხი – თურქმენები, ეზიდები, ასირიელები, ირანელები და ა. შ. [19].

საბჭოთა კავშირის დახმარებით, კბილებამდე შეიარაღებული სადამ ჰუსეინი ათწლეულები ფართოდ უჭერდა მხარს სუნიტ უმცირესობას (მათი წარმომადგენელი იყო), შედარებით ღარიბი შიიტი უმრავლესობის ხარჯზე. შიიტურ რაიონებში, არ ყოფილა მასობრივი შეიარაღებული წინააღმდეგობა, თუმცა, ქვეყნის სამხრეთში, მიუხედავად წარუმატებლობისა, მაინც ფუნქციონირებდნენ პროირანული ჯგუფები. ამავე დროს, ერაყში მცხოვრებმა ქურთებმა (რომლებსაც ასევე სადამ ჰუსეინის რეჟიმი დევნიდა, ავტ.) იმთავითვე დაიწყეს სახელმწიფოებრივი გამოყოფის პროცესი, ხოლო შიიტებმა ძალაუფლების ხელში ჩაგდების შემდეგ მოახდინეს ყველა ეკონომიკური ბერკეტის მონოპოლიზება.

ძნელი მისახვედრი არ არის, რომ შიიტური ელიტის აბსოლუტური უმრავლესობა წინასწარ იყო დაპროგრამებული პროირანული ორიენტაციით. ამ მხრივ თეირანის გავლენა იმაზე სწრაფად გაიზარდა, ვიდრე შესაძლებელი იყო და ამერიკელების ყველა მცდელობა ერაყის სახელმწიფო სისტემაში ჩამოყალიბებულიყო სამართლიანი, პროპორციული წარმომადგენლობითი სისტემა, ყველა ეთნო-კონფესიური ჯგუფის ინტერესების გათვალისწინებით, წარუმატებლად დასრულდა. რატომ გაუნაწილებდნენ შიიტები ძალაუფლებას სუნიტთა კონფე-

[9] **სუნიტები** არიან „სუნას“ (არაბ.: **سنة**; ტრანსლიტ.: სუნნა – ჩვეულება, მაგალითი) მიმდევრები, რომლებიც უწოდებენ საკუთარ თავს „თემის თანხმობის და სუნას ხალხს“ არაბ.: **أهل السنة والجماعة**; ტრანსლიტ.: აჰლ ას-სუნა ვა ალ-ჯამაათ). სუნიზმის მიმდევრები ყურანთან ერთად აღიარებენ სუნას – მუსლიმურ წმინდა თქმულებას, რომელიც ასახავს **წინასწარმეტყველ მუჰამადის** [არაბ. **مُحَمَّد**; ტრანსლ: მუჰამმად; ინგლ.: Muhammad; დაბ. 570/571 წ. ქ. მექა (ალ-მაქა) – გარდ. 632 წ. ქ. მედინა (მადინა)): არაბი რელიგიური, პოლიტიკური და საზოგადო მოღვაწე, ისლამის ფუძემდებელი. ისლამური დოქტრინის თანახმად იყო წინასწარმეტყველი, ანუ არაბულად ნაბი (არაბ.: نبي; ინგლ. Prophet; რუს.: Пророк) და მოციქული, ანუ არაბულად რასულ (არაბ.: **رسول**; ინგლ.: The Messenger of God; რუს.: Посланник Бога) - ღმერთის – ალაჰის (არაბ.: **الله**; ალ-ლაჰ) მიერ არჩეული ადამიანი, წმინდა წერილის გადასაცემად და ალაჰის მიერ ზეშთაგონებული, ადამის, აბრაამის, მოსეს, იესოს და სხვა წინასწარმეტყველთა მონოთეისტური სწავლების ქადაგებისთვის] ცხოვრებას, როგორც მაგალითი და სახელმძღვანელო მუსლიმური თემისთვის – უმისთვის ყურანის შემდეგ. სუნიზმი ყველაზე გავრცელებული, ორთოდოქსული მიმართულებაა ისლამში, მუსლიმების 85–90% მსოფლიოში სუნიტებია.

[10] **შიიტები** (არაბ.: **شيعة**; ტრანსლიტ.: შიია - მომხრეები, მიმდევრები, დაჯგუფება) რაოდენობით მეორე ისლამური შტო (შეადგენენ მუსლიმების 10-20%). შიიტები თვლიან, რომ მოციქულმა მუჰამადმა თავისი ხელისუფლება გადასცა თავის ნათესავს ხალიფა ალის (ალი იბნ აბუ ტალიბი, მუჰამადის ბიძაშვილი და სიძე, მეოთხე მართლმორწმუნე ხალიფა (656–661 წწ.), პირველი პატივსაცემი იმამი 12 იმამიდან (**იმამი** - არაბ. **إمام** - წინ მდგომი, ისლამში ლოცვის წინამძღვარი, მუსლიმი სასულიერო პირი, რომელიც განაგებს/მართავს მეჩეთს). მათი უმრავლესობა ცხოვრობს ირანში, ერაყში, აზერბაიჯანში. ისინი ასევე არიან ბაჰრეინში, ლიბანში, იემენში.

სიურ ჯგუფს, რომელიც დიდი ხნის განმავლობაში ავიწროებდა მათ ყველა მიმართულებით? [21].

ერაყის რეჟიმის სახელმწიფოებრიობის დაშლის შედეგად, აშშ-მა გაანადგურა ის ერთადერთი დამბა, რომელიც აკავებდა ირანს. ამ რეგიონალური ზესახელმწიფოს მზარდი გავლენის წინააღმდეგია როგორც საუდის არაბეთის სამეფო, ისე არაბეთის/სპარსეთის ყურის[11] სხვა არაბული მონარქიების უმეტესობა. სინამდვილეში, ეს შეშფოთებები წარმოიშვა უკვე 1979 წლის ისლამური რევოლუციის შემდეგ და დღემდე არ გამქრალა.

2003 წელს ერაყის შიიტური უმრავლესობისთვის დე-ფაქტო ძალაუფლების გადაცემამ ირანს უდიდესი გავლენა მისცა ბაღდადის პოლიტიკაზე. წლების განმავლობაში ის მხარს უჭერდა ანტისადამურ შიიტურ ფრაქციებს საზღვარგარეთ. 2003 წლის შემდეგ კი გავლენა გაცილებით ფართო და აშკარა გახდა. ISIS-ის საფრთხის გაჩენამ კიდევ უფრო გაზარდა ირანის გავლენა. საუდის არაბეთისა და მისი მოკავშირეებისთვის ირანის ღრმა შეღწევა რეგიონში ნიშნავდა ძალაუფლების „შიიტური ნახევარმთვარის რკალის“ გაჩენას, რომელიც დააკავშირებდა ირანს, სირიას მის მმართველ ალავიტურ[12] უმცირესობასთან და ლიბანს, სადაც დიდი ხანია ჩამჯდარია თეირანის მიერ შექმნილი შიიტური დაჯგუფება. ყველა სახელმწიფო და სამხედრო სტრუქტურის განადგურებით, უკმაყოფილო ჯარისკაცების, სახელწმიფო მოხელეების და სუნიტი ოფიციალური პირების სახლში გაშვებით შეიქმნა იდეალური გარემო ჯიჰადისტური იდეოლოგიის გასავრცელებლად. სადამ ჰუსეინის ავტორიტარული რეჟიმის პირობებში სუნიტი ბაასისტები იკავებდნენ წამყვან თანამდებობებს და მართავდნენ ქვეყნის შიიტთა უმრავლესობას, რომელსაც მჭიდრო კავშირი ჰქონდა თავიანთ თანამორწმუნე ირანთან. აშშ-ის ჩარევამ გამოიწვია სუნიტების ძალაუფლების დაკარგვა. მათი უკმაყოფილება გახდა ნაყოფიერი ნიადაგი ჯიჰადისტური იდეების გავრცელებისთვის [14].

ცნობილი ბრიტანელი ჟურნალისტი, ახლო აღმოსავლეთის სპეციალისტი, პატრიკ კოკბერნი (Patrick Cockburn) განიხილავს „დაიშის“ შექმნის რამდენიმე მიზეზს:

სალაფიტების[13] ფინანსური მხარდაჭერა – რეგიონში აშშ-ის მოკავშირე სახელმწიფოების, საუდის არაბეთისა და სუნიტური მონარქიების მიერ

[11] არაბულ სამყაროში გამოიყენება მხოლოდ ტერმინი **არაბული ყურე** (არაბ. ალ-ხალიჯ ალ-არაბია - **الخليج العربي**; ინგლ.: Arabian Gulf).

[12] **ალავიელები/ალავიტები** (არაბ.: **العلويون**/ al-'Alawiyūn), ან **ნუსაირელები** (არაბ.: **نصيريون** / Nuṣayriyūn' დამაარსებლის მუჰამად ბინ ნუსაირას სახელიდან). ალავიზმის მიმდევრების - სინკრეტული რელიგიის, რომელიც შეიძლება განიხილო როგორც ისლამის სპარსული მიმართულების და შიიზმის ეზოთერული განშტოება, რომლებთანაც აერთიანებთ რელიგიური, პლიტიკური და სამხედრო მოღვაწის, მეოთხე მართლმორწმუნე ხალიფა ალი იბნ აბუ ტალიბის (599–661 წწ.) კულტი, რომელიც იყო წინასწარმეტყველ მუჰამადის ბიძაშვილი, თანამებრძოლი და სიძე.

[13] **სალაფიის/სალაფიზმის** (არაბ.: **سلفية** - წინაპარი, წინამორბედები) მიმდევრები – მოძრაობა სუნიტურ ისლამში, რომელიც მოუწოდებს მუსლიმებს გაიზიარონ ადრინდელი მუსლიმური თემის, მართლმორწმუნე წინაპრების ცხოვრების წესი და რწმენა. ისინი გამოდიან ნებისმიერი სიახლის წინააღმდეგ, რომელმაც „დააბინძურა“ ისლამი, დაწყებული ყურანის განმარტებების მეთოდებით, დამთავრებული მუსლიმურ სამყაროში დასავლეთთან კონტაქტების შედეგად შემოტანილი სიახლეებით. სალაფიტებისთვის არსებობს ერთი აბსოლუტური ქცევის ნიმუში – წინასწარმეტყველ მუჰამადისა და მისი მიმდევრების ქმედებები პირველ სამ თაობაში. ამ ადრეული

ჯიჰადისტთა ნაკადისთვის ხელმისაწვდომი ღია „კორიდორი“ – ერაყსა და სირიაში მოსახვედრად, თურქეთის გავლით, სუნიტური წინააღმდეგობა ერაყსა და სირიაში [2]. ასე დაიწყო ერაყში ტერორისტული „ალ-კაიდას“[14] სტრუქტურების გააქტიურება ამერიკელთა წინააღმდეგ საბრძოლველად.

2. ერთ დროს საერთაშორისო ტერორისტი, ახლა – პრეზიდენტი

სირიის პრეზიდენტ ბაშარ ალ-ასადის[15] რეჟიმის წინააღმდეგ, 2011 წელს დაწყებულმა სამოქალაქო ომმა მრავალი შიგა თუ საერთაშორისო აქტორთა მონაწილეობით, რომელმაც ასი ათასობით მშვიდობიანი მოსახლის სიცოცხლე იმსხვერპლა, კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ბიძგი გახდა „დაიშის“ ჩამოყალიბებისა, მის მრავალსაფეხურიან ეტაპზე.[16]

ისლამური ერთობის ადათ-წესები, რომელსაც სალაფიტები ისლამის „ოქროს ეპოქას“ უწოდებენ, აყალიბებს მათ იდეოლოგიას. სალაფიზმი დღესაც იცავს ადრეული ისლამის მემკვიდრეობას. მათ იდეოლოგიაში შერწყმულია უკიდურესად კონსერვატიული ისლამის მოაზროვნეთა სწავლებების ცალკეული ფრაგმენტები. სალაფიტების მთავარი იდეოლოგიური ორიენტირია **ვაჰაბიტების** სწავლებები, ცნობილი თავისი სიმკაცრით და უკომპრომისო ბუნებით. **ვაჰაბია/ვაჰაბიზმი** (არაბ.: **الوهابية**; ტრანსლიტ.: ალ-ვაჰაბია; ინგლ.: Wahhabism) – სუნიტურ ისლამში რელიგიური –პოლიტიკური მიმდინარეობა, რომელიც ჩამოყალიბდა XVIII საუკუნეში. მოძრაობას ეწოდა **მუჰამად იბნ აბდ ალ-ვაჰაბ ათ-თამიმის** (არაბ.: **مُحَمَّدُ بنُ عَبْدِ الوَهَّابِ التَّمِيْمِيُّ**; ინგლ.: Muhammad ibn Abd al-Wahhab at-Tamimi; 1699/1703–1792 წწ.) სახელი, რომელიც თავის მხრივ იყო **თაკი ად-დინ იბნ თაიმიას** (1263-1328 წწ.) მიმდევარი - არაბი თეოლოგის, მოსამართლის, ფილოსოფოსის, ეკონომისტის, „სიახლეების“ კრიტიკოსის რელიგიაში. ალ-ვაჰაბი თვლიდა, რომ ჭეშმარიტი ისლამი არსებობდა მხოლოდ წინასწარმეტყველ მუჰამადის მიმდევართა პირველი სამი თაობის „ას-სალაფ ას-სალიჰუნ“ (არაბ.: **السلف الصالحون** - წმინდანი წინამორბედები/წინაპრები, VII-IX სს.) დროს და ეწინააღმდეგებოდა ყველა გარედან შემოტანილ „ბიდას“ (სიახლეს). სალაფიზმის მიმდევრებს ვაჰაბიტებსაც უწოდებენ, მაგრამ თავად სალაფიტები ამას არაკორექტულად თვლიან. ტერმინები სალაფიზმი და ვაჰაბიზმი ხშირად გამოიყენება როგორც ურთიერთშენაცვალებადი.

[14] **ალ-კაიდა** (არაბ.: **القاعدة**; ტრანსლიტ.: ალ-კაიდა; ინგლ.: Al-Qaeda ან al-Qa'ida - ბაზა, ფუნდამენტი, ფუძე, საყრდენი); სრული სახელწოდება „ალ-კაიდა ას-სულბა“ (არაბ.: **القاعدة الصلبة;** ინგლ.: Al-Qa'idah al-Sulbah - მტკიცე საფუძველი) საერთაშორისო ტერორისტული, ულტრარადიკალური, სალაფიტური, ისლამისტური ორგანიზაცია. შეიქმნა 1988 წ. 11 აგვისტოს (ან 1980-იანი წწ.). ორგანიზაციის მიზანია ისლამურ ქვეყნებში „დიდი ისლამური სახალიფოს“ შექმნა. დაარსებიდან მოყოლებული მისი ლიდერი იყო N1 საუდელი ტერორისტი **უსამა ბინ ლადინი** (Osama bin Ladin; 1957-2011 წწ.), 2011 წლიდან კი **აიმან აზ-ზავაჰირი** (Ayman al-Zawahiri; 1951-2022 წწ.). 1998 წელს კენიასა და ტანზანიის დედაქალაქების აშშ-ის საელჩოებში აფეთქებების მოწყობის შემდეგ „ალ-კაიდამ“ მსოფლიოში N1 ტერორისტული ორგანიზაციის სტატუსი მოიპოვა. „ალ-კაიდა“ პასუხისმგებელი გახდა ტერაქტების დაგეგმვასა და განხორციელებაზე, მათ შორის აშშ-ში 2001 წ. 11 სექტემბრის ტერაქტების. ორგანიზაციის ამჟამინდელ დე-ფაქტო ლიდერად ითვლება ეგვიპტელი ტერორისტი, ზედმეტსახელით **საიფ ალ-ადილი** ანუ **„მართლმსაჯულების მახვილი“** (არაბ.: **سيف العدل**; ინგლ.: Saif al-Adel, ნამდვილი სახელი **მუჰამად სალაჰ ად-დინ ალ-ჰალიმ ზაიდან** [Mohamed Salah al-Din al-Halim Zaidan]; დ. 1960/63).

[15] **ბაშარ ალ-ასადი** (ინგლ.: Bashar Hafez al-Assad; არაბ.:**بشار حافظ الأسد**; დაბ. 1965 წ, სირიის დიქტატორი, პრეზიდენტი (17.07.2000–08.12.2024), მარშალი და „არაბთა სოციალისტური ბაასის პარტიის – სირიის რეგიონის“ (ინგლ.: Arab Socialist Ba'ath Party-Syria Region) მდივანი. 2021 წ. 26 მაისის, ბოლო, მსოფლიო საზოგადოების მიერ არაღიარებულ და არალეგიტიმურ საპრეზიდენტო არჩევნებში, ქვეყანაში არსებული მდგომარეობის გამო, მიიღო 13,540,860 ამომრჩევლის ხმა (95,19%). მისი რეჟიმი არსებობდა ძირითადად რუსეთის და ირანის მხარდაჭერით).

[16] **სირიის სამოქალაქო ომი,** იგივე **სირიის კრიზისი** (არაბ.: **الأزمة السورية**) – შეიარაღებული კონფლიქტი სირიის პრეზიდენტის ბაშარ ალ-ასადის ხელისუფლების ძალებსა და მათ მოწინააღმდეგეთა შორის. არეულობა დაიწყო 2011 წლის 15 მარტს საპროტესტო აქციებით, რომლებიც აპრილისთვის უკვე მთელ ქვეყანაში გავრცელდა. აქციები

ერაყის, იორდანიის და ლიბანის სპეცსამსახურები აღწერენ 39 წლის ვინმე აბუ მუჰამად ალ-ჯულანის (აჰმად აშ-შარაა, სირიის ამჟამინდელი პრეზიდენტი),[17] როგორც ტერორისტული „ალ-კაიდას“ მაღალი რანგის ხელმძღვანელს. ერაყის დაზვერვის თანახმად, ის ერთ დროს არაბული ენის მასწავლებელი იყო და შემდგომ გახდა იორდანიელი აბუ მუსაბ აზ-ზარკავის[18], „ალ-კაიდა ერაყში“ (Al-Qaeda in Iraq, AQI) ლიდერის, ახლო თანამებრძოლი. როცა აზ-ზარკავი მოკლეს 2006 წ., ალ-ჯულანიმ დროებით დატოვა ერაყი და გადავიდა ლიბანში. ცოტა ხნის შემდეგ დაბრუნდა ერაყში, მაგრამ ამერიკელებმა დააპატიმრეს და იმყოფებოდა საფილტრაციო ბანაკ ბუქაში (არაბ.: **سجن بوكا**; ინგლ.: USMIL Camp Bucca), სადაც აშშ ათავსებდა ტერორიზმში ეჭვმიტანილ პირებს (არსებობდა 2003–2009 წლებში) [1]. ქუვეითის საზღვართან ამ ბანაკში დაკავებული იყო ათი ათასობით ეჭვმიტანილი ბოევიკი, სადაც ის კლასიკურ არაბულს ასწავლიდა პატიმრებს.

13-წლიანი დამანგრეველი სამოქალაქო ომის შემდეგ, ბაშარ ალ-ასადის რეჟიმი დაემხო განსაცვიფრებელი შეტევის შედეგად, რომელსაც მეთაურობდა მეამბოხე დაჯგუფება „ჰაიათ თაჰრირ აშ-შამი“ (HTS),[19] აჰმად აშ-შარაას ხელმძღვანელობით, რომელიც ჩამოყალიბდა „ალ-კაიდას“ ფილიალიდან და დაკავშირებული იყო „დაიშის“ დამფუძნებელთან.

აჰმად აშ-შარაა დაიბადა საუდის არაბეთის დედაქალაქ არ-რიადში, სირიელი სუნიტების ოჯახში (გოლანის მაღლობებიდან) და გაიზარდა სირიის დედაქალაქ დამასკოში (ად-დიმაშკ). აშ-შარაა შეუერთდა „ალ-კაიდას ერაყში“ (AQI) 2003 წელს ამერიკელთა ერაყში ინტერვენციამდე ცოტა ხნით ადრე და სამი წლის განმავლობაში იბრძოდა ერაყის მეამბოხე მოძრაობაში. უნდა ითქვას, რომ HTS-ის ლიდერი წლები მუშაობდა ჩამოცილებაზე „ალ-კაიდადან“, მისი ფესვებიდან გამიჯვნაზე, ლეგიტიმაციის დამყარებისთვის საერთაშორისო საზოგა-

---

იყო უფრო ფართო ახლოაღმოსავლური საპროტესტო მოძრაობა „არაბული გაზაფხულის“ ნაწილი. აქციის მონაწილეები მოითხოვდნენ პრეზიდენტ ბაშარ ალ-ასადის გადადგომას, რომლის ოჯახიც მართავდა სირიას 1971 წლიდან, ასევე ბაასის პარტიის მმართველობის დასრულებას, რომელიც დაიწყო 1963 წელს.

[17] **აბუ მუჰამად ალ-ჯულანი** (არაბ.: **أبو محمد الجولاني**; ინგლ.: Abu Mohammad Al-Julani/al-Golani/al-Jawlani, ნამდვილი სახელი **აჰმად ჰუსაინ აშ-შარა** (არაბ.: **أحمد حسي الشرع**; ინგლ.: Ahmed Hussein al-Sharaa), „ალ-ჯულანი“ ფსევდონიმი კი მიუთითებს, რომ ოჯახი წარმოშობით ოკუპირებული გოლანის მაღლობებიდან [არაბ. „ჰადბათუ-ლ-ჯავლან“; ინგლ.: Golan Heights] - ამჟამად სირიელი პოლიტიკოსი, ისლამისტური მეამბოხე ორგანიზაციების ყოფილი საველე მეთაური, სირიის პრეზიდენტი 2025 წლის 29 იანვრიდან. ალ-ჯულანიმ საკვანძო როლი ითამაშა ასადის რეჟიმის ჩამოგდებასა და სირიის გარდამავალი მთავრობის (Syrian transitional government) შექმნაში.

აშშ-მა ალ-ჯულანი შეიყვანა **„განსაკუთრებით საშიში ტერორისტების“** სიაში 2013 წელს და დააწესა მასზე ინფორმაციისთვის 10 მლნ. აშშ დოლარის ოდენობით ჯილდო, მაგრამ სირიაში ხელისუფლების შეცვლის და მასთან აშშ სახელმწიფო დეპარტამენტის წარმომადგენლების მიერ პირველი მოლაპარაკებების გამართვის შემდეგ დამასკოში, ბაიდენის ადმინისტრაციის სახელმწიფო მდივნის თანაშემწემ ახლო აღმოსავლეთის საკითხებში ბარბარა ლიფმა (Barbara A. Leaf) განაცხადა, რომ აშ-შარაასთან მოლაპარაკებებზე „დადებითი შეტყობინებების“ მიღების შემდეგ, მათ შორის დაპირების, რომ „ტერორისტული დაჯგუფებები“ არ წარმოადგენენ საფრთხეს, ჯილდო აშ-შარას ადგილსამყოფელის შესახებ მოიხსნება [26].

[18] **აბუ მუსაბ აზ-ზარკავი** (ინგლ.: Abu Musab al-Zarqawi; არაბ.: **أَبُو مُصْعَبٍ ٱلزَّرْقَاوِيُّ**; 1966–2006 წწ. ნამდვილი სახელი **აჰმად ფადილ ან-ნაზალ ალ-ხალაილა** (Ahmad Fadeel al-Nazal al-Khalayleh) იორდანელი ჯიჰადისტი, ტერორისტი.

[19] სირიის ამჟამინდელი პრეზიდენტი 2017 წლიდან მეთაურობდა ისლამისტურ დაჯგუფება „ჰაიათ თაჰრირ აშ-შამს“ (არაბ.: **هيئة تحرير الشام**; ინგლ.: Hay'at Tahrir al-Sham, HTS).

დოებაში, განსაკუთრებით შეერთებული შტატების თვალში.

გავლენიანი ამერიკული Foreign Policy, რათა მეტი გაეგო ალ-ჯულანის წარმოშობისა და მისი ე. წ. რებრენდინგის შესახებ, ესაუბრა აარონ ზელინს (Aaron Y. Zelin), ტერორიზმის ექსპერტს, Washington Institute for Near East Policy-დან, რომელმაც დაწერა წიგნი HTS-ის შესახებ. მისი თქმით, ალ-ჯულანი თავდაპირველად უცხოელი მებრძოლი იყო ერაყის ომში. იგი სირიიდან ერაყში გაემგზავრა და შეუერთდა ზემოხსენებულ აბუ მუსაბ აზ-ზარკავის და [მის ორგანიზაციას] „ალ-კაიდას ერაყში“. მან გარკვეული დრო გაატარა ცუდი სახელით ცნობილ Camp Bucca-ს ციხეში [12].

სწორედ ალ-ჯულანი დაბრუნდა სირიაში 2011 წელს, რათა მნიშვნელოვანი როლი ეთამაშა „ისლამური სახელმწიფოს“ (IS) და შემდეგ „ალ-კაიდას“ კამპანიებში [7].

მისი გათავისუფლება დაემთხვა სირიის რევოლუციას ბაშარ ალ-ასადი დიქტატურის წინააღმდეგ. რათა შებრძოლებოდა ასადის რეჟიმს სირიის სამოქალაქო ომში, „ალ-კაიდას“ მხარდაჭერით, 2012 წლის იანვარში, აშ-შარაამ შექმნა „ან-ნუსრას ფრონტი“[20] და გამოცხადდა მის „გენერალურ ამირად“.[21] აშ-შარაას ხელმძღვანელობით დაჯგუფება გადაიქცა ერთ-ერთ მძლავრ ჯიჰადისტურ ორგანიზაციად სირიაში (7000-მდე მებრძოლი) [1]. მან ააშენა დასაყრდენი - ჩამოაყალიბა ტექნოკრატიული ადმინისტრაცია - „სირიის გადარჩენის მთავრობა“ (Syrian Salvation Government, SSG) მის მიერ კონტროლირებად ტერიტორიაზე იდლიბის პროვინციაში, შემდეგ კი გახდა დასავლეთ ერაყში ნაინავას რეგიონის „ერაყის ისლამური სახელმწიფოს“ ამირა, რომელიც არსებითად იყო წინამორბედი იმისა, რასაც ჩვენ ახლა „ისლამურ სახელმწიფოს“ ვუწოდებთ. სირიაში აჯანყების დაწყების შემდეგ ალ-ჯულანი ესაუბრებოდა [„ისლამური სახელმწიფოს“ ლიდერს] აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადის (Abu Bakr al-Baghdadi) სირიის პროექტზე.

ალ-ბაღდადის არსებითად სურდა საჯაროდ ეჩვენებინა ის, რაც კულისებს მიღმა ისედაც იყო ცნობილი, რომ „ჯაბჰათ ან-ნუსრა“ იგივე – „ისლამური სახელმწიფო ერაყშია“ (Islamic State of Iraq, ISI), მისი ოფიციალური განყოფილება. მათ დაიწყეს ოპერაციების განხორციელება, როგორც კი სირიაში სამოქალაქო პროტესტი მილიტარიზებული გახდა და მათ უფრო მეტად მოახდინეს ინტეგრაცია ზოგიერთ მეამბოხე მოძრაობაში, განსაკუთრებით ისლამისტური ხასიათის [12]. თუმცა 2013 წ. აპრილში, ალ-ჯულანიმ უარი თქვა ალ-ბაღდადის

[20] **ჯაბჰათ ან-ნუსრა** ან **ჯაბჰათ ან-ნუსრა ლი-აჰლ აშ-შამ** (სირიის/ლევანტის ხალხის მხარდაჭერის ფრონტი; არაბ.: **جبهة النصرة لأهل الشام**; ინგლ.: Jabhat Al-Nusra/Al-Nusra Front) სალაფიტურ-ჯიჰადისტური დაჯგუფება, „ალ-კაიდას“ ფილიალი სირიისა და ლიბანის ტერიტორიაზე. დაჯგუფება დაარსდა სხვადასხვა მონაცემებით 2012 წ. 23 იანვარს. 2016 წლიდან ცნობილია სახელწოდებით **ჯაბჰათ ფათჰ აშ-შამ** (სირიის დაპყრობის ფრონტი; არაბ.: **جبهة فتح الشام**; ინგლ.: Jabhat Fatah al-Sham), ასევე როგორც „ალ-კაიდა სირიაში“ (Al-Qaeda in Syria, AQI) ან „ალ-კაიდა ლევანტში“ (Al-Qaeda in the Levant). სირიის ომის დროს ეს დაჯგუფება ჩამოყალიბდა როგორც ერთ-ერთი უმსხვილესი და მძლავრი, სხვა დაჯგუფებებთან შედარებით

[21] **ამირა** (არაბ.: **أمير** - მბრძანებელი, ბელადი, მუსლიმების წინამძღოლი, მეთაური) - აღმოსავლეთის და აფრიკის ზოგიერთ ისლამურ ქვეყანაში მმართველის, მთავარის, თავადი ტიტული -პირველ რიგში სამხედრო ხასიათის.

თხოვნაზე გააუქმოს „ან-ნუსრა“ და ამით გამოავლინა განხეთქილება გლობალურ ქსელ „ალ-კაიდაში“. ალ-ჯულანი გაემიჯნა განცხადებებს იმის შესახებ, რომ ეს ორი ჯგუფი გაერთიანდა ერთ ორგანიზაციაში, სახელწოდებით „ერაყისა და ლევანტის ისლამური სახელმწიფო“ (Islamic State of Iraq and the Levant, ISIL). ეს ნაბიჯი გააუქმებდა „ან-ნუსრას“ ავტონომიას და დაუმორჩილებდა ალ-ბაღდადის. როგორც ალ-ჯულანიმ განაცხადა, მისი საბოლოო მიზანია ბაშარ ალ-ასადის ჩამოგდება და შარიათის კანონების დამყარება მთელ ქვეყანაში [1]. გარდა ამისა, ალ-ჯულანიმ იცოდა, რომ ალ-ბაღდადიმ დაიწყო ოპოზიციის აქტივისტების ლიკვიდაცია მკვლელობებითა და სხვა მეამბოხე ჯგუფებზე თავდასხმებით [12].

ალ-ჯულანის დაჯგუფება უფრო „პოპულარული“ იყო ვიდრე „ისლამური სახელმწიფო“, რომელიც ძირითადად უცხოელი ბოევიკებისაგან შედგებოდა და თავიანთი სისასტიკის და ისლამის უკიდურესად მკაცრი ვერსიის დამკვიდრების მცდელობების გამო, კრიტიკას იმსახურებდა სხვა ტერორისტების მხრიდანაც. ხოლო „ან-ნუსრა“ ძირითადად სირიელებისგან შედგებოდა, რომლებიც ამერიკელებს ერაყში ებრძოდნენ [1].

ცნობისთვის, 2012 წლის დეკემბერს Jabhat al-Nusra აშშ-ის სახელმწიფო დეპარტამენტმა აღიარა ტერორისტულ ორგანიზაციად და აღნიშნა, რომ ეს მხოლოდ ფსევდონიმია „ალ-კაიდას ერაყში“ (Al-Qaeda In Iraq), იგივე „ისლამური სახელმწოფოს ერაყში“ (ISI) [15].

ასე რომ, ჯიჰადისთვის ლეგიტიმურობის გარკვეული დონის შესანარჩუნებლად და ავტონომიის დაკარგვის შიშით, ალ-ჯულანიმ შეჰფიცა ერთგულება აიმან აზ-ზავაჰირის, „ალ-კაიდას“ იმდროინდელ ლიდერს.[22]

მაგრამ აზ-ზავაჰირიმ დაიწყო მებრძოლების გაგზავნა ავღანეთიდან სირიაში, რაც ალ-ჯულანის არ მოსწონდა. ამიტომ, სირიის მომავალმა პრეზიდენტმა „ალ-კაიდასთანაც“ გაწყვიტა კავშირი 2016 წლის ივლისში [12]. აიმან აზ-ზავაჰირი დათანხმდა „ან-ნუსრა“ ყოფილიყო დამოუკიდებელი ორგანიზაცია და დასახელდა „ალ-კაიდას“ ერთადერთ ლეგიტიმურ წარმომადგენელად სირიაში. „ან-ნუსრამ“ ახლა გვერდი აუარა ISI-ს და ასე გახდა ალ-ჯულანის ორგანიზაცია სირიაში „ალ-კაიდას“ პირდაპირი ფილიალი [16].

აშ-შარაას წინააღმდეგობამ აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადის მცდელობებს შეეერთებინა „ალ-ნუსრა ფრონტი“ „ისლამურ სახელმწიფოსთან“, გამოიწვია ომი ორ დაჯგუფებას შორის, ხოლო 2016 წელს „ალ-კაიდასთან“ კავშირის გაწყვეტის შემდეგ, ის საერთაშორისო ლეგიტიმაციას ცდილობდა სირიის მმართველობაზე მიპყრობით და არა ტრანსნაციონალურ ჯიჰადიზმზე. 2017 წელს ალ-შარაამ გაერთიანა „ალ-ნუსრა“ სხვა ორგანიზაციებთან, რათა ჩამოეყალიბებინა „ჰაიათ თაჰრირ აშ-შამი“ (Hay'at Tahrir al-Sham, HTS). სწორედ ალ-ჯულანიმ

[22] **აიმან მუჰამად რაბი აზ-ზავაჰირი** (არაბ.: أيمن محمد ربيع الظواهري; ინგლ.: Ayman Mohammed Rabie al-Zawahiri; 1951–2022 წწ.) - ტერორისტი, უსამა ბინ ლადინის სიკვდილის შემდეგ „ალ-კაიდას“ ლიდერი, ეგვიპტელი ისლამის ღვთისმეტყველი (ჯიჰადის თეორეტიკოსი), ექიმი (ქირურგი-ოფთალმოლოგი), მწერალი. აზ-ზავაჰირი მოკლულ იქნა 2022 წლის 31 ივლისს ქაბულში

დააწესა თავისი მმართველობა 2-მილიონიან მოსახლეობაზე ჩრდილო-დასავლეთ სირიის ანკლავ იდლიბში 2017 წლიდან. სწორედ ალ-ჯულანიმ ჩამოაყალიბა მეამბოხე კოალიცია, რომელშიც დომინირებდა HTS, მშფოთვარე 12-დღიან კამპანიაში და რომელიც დასრულდა ბაშარ ალ-ასადის ჩამოგდებით.

აშ-შარაა გამოდიოდა „ალ-კაიდას“ და ISIS-ს წინააღმდეგ, ებრძოდა მათ მებრძოლებს და სასტიკად წმენდდა საკუთარ დაჯგუფებაში ორმაგ ლოიალობაში შემჩნეულ ბოევიკებს. მართალია მან ცოტა ხნის წინ განაცხადა, რომ არ ნანობდა 2001 წელს „ალ-კაიდას“ აშშ-ზე თავდასხმის აღნიშვნას, ითვლება, რომ სირიის ახალი ლიდერი უარყოფს ხისტი ხაზის მომხრეთა ხედვებს გლობალური კამპანიის შესახებ, დასავლეთის ან ე. წ. ჯვაროსნულ-სიონისტური ალიანსის სხვა წევრების წინააღმდეგ [7].

აშ-შარაამ მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა 2024 წლის სირიის ოპოზიციის შეტევაში, რამაც გამოიწვია ასადის რეჟიმის დაცემა და სირიის გარდამავალი მთავრობის შექმნა. ბოლო წლებში, აშ-შარაა უფრო ზომიერ შეხედულებებს იზიარებდა და მიუთითებდა, რომ მას არ სურს ომის დაწყება დასავლეთის ქვეყნების წინააღმდეგ და პირობა დადო, რომ დაიცავს სირიის უმცირესობებს.[23]

სირიის სპეცსამსახურები ფაქტობრივად არ აქცევდნენ დიდ ყურადღებას იარაღისა და საბრძოლო მასალის კონტრაბანდას მეზობელ ერაყში და, შესაბამისად, „მოხალისეთა“ გადინებას, ასევე თვითნაკეთი ასაფეთქებელი მოწყობილობების ე. წ. IED-ის (Improvised Explosive Device) გადატანას, რომლის მეშვეობითაც შემდგომ მასობრივი დივერსიები ეწყობოდა ამერიკის ჯარებისა და სუნიტი მოსახლეობის წინააღმდეგ. ორივემ, ირანმაც და სირიამაც ამ შემთხვევაში, მათი აზრით, შეიმუშავეს ისეთი ოპტიმალური მოდელი, რომელიც წინააღმდეგობას გაუწევდა აშშ-ის პოლიტიკას ახლო აღმოსავლეთში და ხელს შეუწყობდა ამერიკელების ღრმად ჩათრევას ერაყის ომში.

3. „იორდანიელი ყასაბის“ შესახებ

ერაყის საზოგადოებისა და სახელმწიფო სტრუქტურების მარგინალიზაციის საერთო პირობებში, რაც ხდებოდა პოსტსადამურ ეპოქაში, „ალ-კაიდამ“

[23] თუმცა, მ/წ 6 იანვარს, სირიის ახალი რეჟიმის ძალების წინააღმდეგ ყოფილი პრეზიდენტის ლოალისტების მიერ მოწყობილ თავდასხმას ლათაკიის, ტარტუსისა და ჰამას პროვინციებში სამხედრო დაპირისპირება მოჰყვა. მსხვერპლთა უმრავლესობა ალავიტური მიმდინარეობის წარმომადგენელია, რომელიც შიიტურ განშტოებას მიეკუთვნება. ბაშარ ალ-ასადის ოჯახიც ალავიტია. ასადის რეჟიმის დროს მმართველ კლასსა და სამხედრო ძალების ზედა ფენებში სწორედ აღნიშნული მიმდინარეობა დომინირებდა. „ადამიანის უფლებათა სირიული სადამკვირვებლო ორგანიზაციის“ SOHR-ის მტკიცებით, ოპერაციის შედეგად სირიის მთავრობის 231 ოფიცერი, 250 შეიარაღებული ალავიტი და 830 სამოქალაქო პირი დაიღუპა, რომელთა უმეტესობა ახალი მთავრობის მებრძოლებმა მოკლეს. მოკლულებს შორის ალავიტი ქალები და ბავშვებიც არიან.
პარალელურად ინტერნეტში ვირუსულად გავრცელდა დეზინფორმაცია, რომლის მიხედვითაც სირიის ახალი ხელისუფლება ქრისტიანებს მასობრივად ხოცავს. X-ზე გავრცელებულ ერთ-ერთ ვიდეოში ჩანს, თუ როგორ ესვრიან ჯვარზე გაკრულ ადამიანს იარაღიდან. აღნიშნული ვიდეო 7 წლის წინანდელია, თუმცა გამავრცელებლები სირიაში ბოლო დროს განვითარებულ მოვლენებთან დაკავშირებას ცდილობენ. 9 მარტს სირიის ქრისტიანმა სასულიერო პირებმა დეზინფორმაციის საპასუხოდ გავრცელებულ განცხადებაში უარყვეს ცნობები იმის შესახებ, რომ ქრისტიანებს მიზანმიმართულად ხოცავენ. ამას გარდა, Deustche Welle ადგილობრივ მედიაზე დაყრდნობით წერს, რომ ბოლოდროინდელი თავდასხმების მთავარი სამიზნე არა ქრისტიანები, არამედ ალავიტები იყვნენ [28].

დაიწყო ჯიჰადის აქტიური ექსპორტი, რომლის ცენტრალური ფიგურა აღმოჩნდა იორდანიელი ისლამისტი აბუ მუსაბ აზ-ზარკავი, AQI-ს ლიდერი.

უპერსპექტივო მოსწავლე, რომელმაც ნორმალურად არაბულად წერაც კი არ იცოდა, 1984 წ. მამის, სოფლის მუხთარის (უხუცესი) გარდაცვალების შემდეგ, მიატოვა სკოლა და კრიმინალურ გზას დაადგა, ლოთობდა, ამბობენ კიდეც სუტენიორად მუშაობდაო. მისი ცხოვრებით შეშფოთებულმა დედამ, ჩაწერა შვილი რელიგიურ სკოლაში იორდანიის დედაქალაქ ამანის ალ-ჰუსაინ ბინ ალის მეჩეთში, სადაც იგი ეზიარა სალაფიზმის მოძღვრებას და ამის შემდეგ მისი ცხოვრება კარდინალურად შეიცვალა [27].

ჯერ კიდევ საბჭოების შეჭრა ავღანეთში 1979 წელს და შემდგომი ოკუპაცია გახდა მაგნიტი მომავალი ტერორისტების მთელ არაბულ სამყაროში. 35 ათასზე მეტი ბოევიკი ჩავიდა ავღანეთში, რომ დახმარებოდნენ მუჯაჰიდებს[24] გადაექციათ ომი საბჭოთა ვიეტნამად.

სწორედ ე. წ. „ავღანელი არაბები“ იდგნენ მხარდაჭერის ჯგუფების ორგანიზების უკან პაკისტანში, აგზავნიდნენ ფულად სახსრებს საუდის არაბეთიდან და სხვა სპონსორებიდან, ჯიჰადისტების სკოლების და საწვრთნელი ბაზების დაარსებისთვის.

ირონიაა, რომ როგორც აღნიშნავს ცნობილი ბრიტანელი ჟურნალისტი, BBC-ის კორესპონდენტი ახლო აღმოსავლეთში ჯიმ მიური (Jim Muir), თავდაპირველად ისინი გახდნენ ამერიკელების მოკავშირეები. მაგალითად აშშ-ის „ცენტრალურმა სადაზვერვო სამმართველომ“ (Central Intelligence Agency, CIA) ჩაატარა ოპერაცია „ციკლონი“[25], რომლის მსვლელობისას მილიონობით აშშ დოლარი პაკისტანის მეშვეობით გადაეცა ავღანელი მუჯაჰიდების ლიდერებს, რომლებიც მჭიდროდ თანამშრომლობდნენ არაბ ჯიჰადისტებთან.

უნდა ითქვას, რომ პრაქტიკულად ყველა თანამედროვე რადიკალმა ისლამისტმა ლიდერმა სწორედ ავღანეთში მიიღო საბრძოლო გამოცდილება. უფრო მეტიც, მათ შეასრულეს მნიშვნელოვანი როლი იმაში, რაც მოხდა ქვეყანაში საბჭოთა ჯარების გაყვანის შემდეგ. მაშინ გახდა „ალ-კაიდა“ „წმინდა ომის“ მთავარი მამოძრავებელი. როცა „ტალიბანმა“[26] დაიკავა 1996 წელს ხელისუფლება, ისინი

[24] **მუჯაჰიდი/მოჯაჰედი** (არაბ.: مجاهد) – ჯიჰადის მონაწილე.

[25] **ოპერაცია ციკლონი** (ინგლ.: Operation Cyclone) – კოდური სახელწოდება CIA-ის პროგრამის ავღანელი მუჯაჰიდების შეიარაღებისთვის ავღანეთის ომის დროს (1979-1989 წწ.). „ციკლონი“ ყველაზე ხანგრძლივი და ყველაზე ძვირად ღირებული CIA-ის საიდუმლო ოპერაციაა. პროგრამის დაფინანსება დაიწყო 30 მლნ. აშშ დოლარიდან წელიწადში და 1987 წლისათვის მიაღწია 630 მლნ. აშშ დოლარს.

[26] **მოძრაობა ტალიბანი** (პუშთუ.: طالبان; ინგლ.: Taliban; ვინც სწავლობენ) – ისლამისტური, რელიგიურ-პოლიტიკური გასამხედროებული მოძრაობა, რომელიც მსოფლიოს ბევრ ქვეყანაში და გაეროს მიერ (2003 წლიდან) ითვლება ტერორისტულ ორგანიზაციად. შეიქმნა 1994 წ. პუშთუნების მიერ, რომლებიც მართავდნენ ავღანეთს 1996–2001 წწ. და პაკისტანის ჩრდილოეთით ვაზირისტანის რეგიონს 2004 წლიდან.

2021 წელს, აშშ-ის მიერ ავღანეთიდან ჯარების გაყვანის შესახებ განცხადებასთან დაკავშირებით, ტალიბებმა შეტევა წამოიწყეს და აგვისტოსთვის დაამყარეს კონტროლი ქვეყნის უმეტეს ნაწილზე, 15 აგვისტოს კი დაიკავეს დედაქალაქი ქაბული და გამოაცხადეს „ავღანეთის ისლამური საამიროს“ (Islamic Emirate of Afghanistan) შექმნა.

2016 წლის 25 მაისიდან ტალიბანის ამჟამინდელი ლიდერი და რელიგიური მოღვაწეა დეობანდი (სუნიტური მოძრაობა ინდოეთიდან) ღვთისმეტყველი, ავღანეთის სამხედრო და პოლიტიკური მოღვაწე **მავლავი ჰაიბათულაჰ**

გახდნენ უსამა ბინ ლადენის მოკავშირე და თანამებრძოლები. ავღანეთმა სალაფიტების სულიერ ლიდერებს, შეუფასებელი გამოცდილება გაუზიარა.

სწორედ ავღანეთის ომის ასეთი მთავარი „პროდუქტი“ იყო იორდანიელი აზ-ზარკავი, რომელსაც ყველაზე მეტად შეიძლება უწოდო „დაიშის“ ჩამოყალიბების მამა – თვლის მიური. უვიცი სტუდენტი, რომლის კრიმინალური კარიერა დაიწყო ნარკოტიკებთან და სექსუალურ ძალადობასთან დაკავშირებული განაჩენით, ჩავიდა პაკისტანში, ჯიჰადთან მიერთების სურვილით, სწორედ იმ დროს, როცა გადიოდნენ სსრკ-ს ჯარები [14].

მას „ჭეშმარიტი“ ისლამის დანერგვის თავისებური მეთოდების გამო მეტსახელად „იორდანიელი ყასაბი“ შეარქვეს. 1990-იანი წლების დასაწყისში იგი ავღანეთში ჩავიდა, სადაც მსოფლიოს N1 ტერორისტ უსამა ბინ ლადენის[27] კურთხევითა და სრული ფინანსური მხარდაჭერით ჰერათის საწვრთნელი ბანაკი დააარსა [21]. 1996 წელს კი იორდანიაში გადავიდა, სადაც დააპატიმრეს, მიუსაჯეს 15 წელი, მაგრამ მალე გამოვიდა ციხიდან ამნისტიით. აუცილებელია გავითვალისწინოთ ის ფაქტიც, რომ თავად აზ-ზარკავი წარმოშობით ქვეყნის სამხრეთული დიდგვაროვანი ბანი ჰასანის ბედუინთა ტომის წარმომადგენელი იყო და მიუხედავად ამ ტომთა შეიხების მიერ მისი საჯარო უარყოფისა, მათი სრული მხარდაჭერით სარგებლობდა [27]. თვითმხილველები მიუთითებდნენ, რომ თავდაპირველად „ალ-კაიდას“ ლიდერებს ის არ მოეწონათ. მათ იორდანიელი ჩათვალეს ძალიან იმპულსურად და ჯიუტად. ასევე არასასიამოვნო შთაბეჭდილებას ტოვებდა აზ-ზარკავის ტატუირება, რომელიც დარჩა მას წარსული ცხოვრებიდან და ვერ წაშალა [14].

იმ საწვრთნელ ბანაკ ჰერათში, აზ-ზარკავიმ გაიცნო იდეოლოგები, რომლებიც ამართლებდნენ სისხლისღვრას. მათ შორის იყო შაიხ აბუ აბდალაჰ ალ-მუჰაჯირი (Shaykh Abu Abdullah al-Muhajir). „თავის მოკვეთა უნდა იყოს სასტიკი, ეს სურს ალაჰს და მოციქულს“, წერდა მუჰაჯირი თავის წიგნში „ჯიჰადის თეოლოგია“, უფრო ცნობილი, როგორც „სისხლისღვრის თეოლოგია“ (The Jurisprudence of Blood) [30]. მისმა „შრომებმა“ საფუძველი ჩაუყარა ყველაზე სასტიკ დანაშაულებს, ამართლებდა შიიტების და სუნიტების მკვლელობას, რომლებიც ითვლებოდნენ ურწმუნოებად და ერეტიკოსებად.

კიდევ ერთი „წიგნი“, რომელსაც „ისლამური სახელმწიფოს“ წიგნად მოიხსენიებდნენ, ისლამისტების Mein Kampf-ად, არის „სისასტიკის მართვა“ (არაბ.: **إدارة التوحش**; ტრანსლიტ.: იდარათ ათ–თავაჰუშ; ინგლ.: Management of Savagery: The Most Critical Stage Through Which the Islamic Nation Will

ახუნზადა (Mawlawi Haibatullah Akhunzada; დაბ. 1961). 2021 წ. 15 აგვისტოდან კი ავღანეთის ისლამური საამიროს დე-ფაქტო ამირა.

[27] **უსამა ბინ მუჰამად ბინ ავად ბინ ლადინი/ლადენი** (არაბ.: **أسامة بن محمد بن عوض بن لادن**; ინგლ.: Usama bin Mohammed bin Awad bin Laden; დაბ. 1957 წ. 10 მარტს, არ-რიადში, საუდის არაბეთი, მოკლულია 2011 წ. 2 მაისს, აბოთაბადში, პაკისტანი). N1 საერთაშორისო ტერორისტი, ისლამისტური ტერორისტული ორგანიზაცია „ალ-კაიდას“ დამაარსებელი, რომელმაც აიღო პასუხისმგებლობა 2001 წ. 11 სექტემბრის ტერაქტებზე აშშ-ში, 1998 წ. აფრიკაში აშშ-ის საელჩოების აფეთქებაში და სხვა არაერთ თავდასხმაში სამხედრო და სამოქალაქო სამიზნეებზე მთელ მსოფლიოში. წარმოშობით იყო მდიდარი ოჯახიდან, რომელიც ეკუთვნოდა იემენურ ტომ ქინდას.

Pass) აბუ ბაქრ ნაჯის (Abu Bakr Naji, მოკლეს 2008 წ.), რომელიც გამოქვეყნდა ინტერნეტში 2004 წელს. წიგნის მიზანი იყო, „ალ-კაიდასა“ და სხვა ექსტრემისტებისთვის სტრატეგიის შემუშავება, ისლამური სახალიფოს შექმნისთვის [14].

მსოფლიო აღიარება აბუ მუსაბ აზ-ზარკავიმ აშშ-ის სახელმწიფო მდივან კოლინ პაუელის (Colin Luther Powell; დაბ. 1937) გამო მოიპოვა, როცა 2003 წლის ზამთარში, გაეროს უშიშროების საბჭოს სხდომაზე გამოსვლისას კოლინ პაუელი ცდილობდა დაემტკიცებინა, რომ ერაყი მასობრივი განადგურების იარაღის გამოყენებით ემუქრება მსოფლიოს და „ალ-კაიდასთან“ არის კავშირში, სადაც ახსენა დამაკავშირებელი რგოლი სადამ ჰუსეინსა და უსამა ბინ ლადენს შორის. სწორედაც ეს დამაკავშირებელი რგოლი აღმოჩნდა აზ-ზარკავი [10].

თავდაპირველად, მისი ჯგუფი ატარებდა სახელს „ჯამაათ ათ-თავჰიდ ვა ალ-ჯიჰად“[28], რომელიც აზ-ზარკავიმ 1999 წელს, პატიმრობიდან გამოსვლისას დააფუძნა, მიზნად კი ისახავდა, მისი აზრით არაისლამური, იორდანიული რეჟიმის დამხობას.

2000–2001 წლებში ბინ ლადინი თხოვდა აზ-ზარკავის დაბრუნებულიყო ავღანეთში, ყანდაარში და შეესრულებინა „ბაიათი“[29], რაც ნიშნავდა სრულ და საბოლოო ჩარიცხვას „ალ-კაიდას“ რიგებში, მაგრამ აზ-ზარკავი უარზე იყო. ერთ-ერთი მისი თანამებრძოლი ამბობდა: „მე არასდროს მომისმენია, რომ ის ვინმეს აქებდა გარდა წინასწარმეტყველისა“ [27]. თუმცა ფალუჯასთვის პირველი ბრძოლების შემდეგ, მან ერთგულება შეჰფიცა ბინ ლადენს 2004 წლის შემოდგომას და შესთავაზა თავისი ჯგუფის „ალ-კაიდასთან“ დაკავშირება [27]. დეკემბერში ბინ ლადინმა უპასუხა აზ-ზარკავის ბაიათს, უწოდა მას „კეთილშობილი ძმა“ და მოუწოდა „ყველა ჯიჰადისტური დაჯგუფების გაერთიანებისაკენ, რომ აღიარონ აზ-ზარკავი „ერაყში ალ-კაიდას“ (AQI) ამირად [27].

ცნობილი წიგნის „ISIS: ტერორის არმიის შიგნით“ ავტორები მაიკლ ვაისი (Michael Weiss) და ჰასან ჰასანი (Hassan Hassan)[30] აღნიშნავენ, რომ 2006 წელს აშშ-ის მთავრობისთვის გახდა ცნობილი, რომ კრიმინალური ბიზნესის წყალობით AQI და სხვა სუნიტური მეამბოხე დაჯგუფებები ყოველწლიურად ღებულობდნენ 70–200 მლნ. აშშ დოლარ

[28] **ჯამაათ თავჰიდ ვა ალ-ჯიჰად** (არაბ.: **جماعة التوحيد والجهاد**; ტრანსლიტ.: Jama'at al-Tawhid wal-Jihad; ინგლ.: Organization of Monotheism and Jihad ან JTJ) – ერთღმერთიანობის და ჯიჰადის საზოგადოება, რომელიც შექმნა აბუ მუსამ აზ-ზარკავიმ 1999 წ., იორდანიის ხელისუფლების ჩამოგდებისთვის, რომელიც მისი აზრით არაისლამური იყო. ამერიკელების ერაყში შესვლის შემდეგ დაჯგუფება გადაიქცა ფართო ქსელად, რომლის მიზანი იყო ერაყის შიიტებისგან გაწმენდა და ისლამური სახელმწიფოს ჩამოყალიბება. 2004 წელს აზ-ზარკავიმ შეჰფიცა უსამა ბინ ლადენს და ორგანიზაციას უწოდა „ალ-კაიდა ერაყში“ (Al-Qaeda in Iraq, AQI).

[29] **ბაიათი** (არაბ.: **بيعة**) - ერთგულებაზე ფიცის დადება.

[30] **მაიკლ ვაისი** (Michael Weiss)- გავლენიანი ამერიკული Foreign Policy-ის, The Daily Beast-ის და NOW Lebanon-ის მიმომხილველი. იგი ასევე ითვლება რუსეთის ექსპერტად და The Interpreter-ის მთავარი რედაქტორია, წერდა რეპორტაჟებს Foreign Affairs-სთვის. **ჰასან ჰასანი** (Hassan Hassan) – ვაშინგტონის ანალიტიკური ცენტრის – Tahrir Institute for Middle East Policy-ის უფროსი მეცნიერი თანამშრომელია, საამიროების გაზეთ The National-ის მიმომხილველი, ცნობილი Chatham House-ის მკვლევარი. მუშაობს ახლო აღმოსავლეთის პრობლემატიკაზე. ორივე მკვლევარი New York Times-ის და Washington Post-ის ბესტსელერი წიგნის „ISIS: ტერორის არმიის შიგნით“ ავტორია და ერთ-ერთ საუკეთესო კვლევად ითვლება „დაიშის“ შესახებ.

შემოსავალს. ლაითა ალჰურის (Laith Alkhouri) აზრით, „ალ-კაიდას“ სპეციალისტის, რომელიც მუშაობს საინფორმაციო სააგენტო Flashpoint Partners-ში, აზ-ზარკავის ბანდიტური წარსული აშკარად დაეხმარა მას ტერორისტული დაჯგუფების კარიერაში. „AQI აკეთებდა ფულს ყველაფერში, რაც შეიძლებოდა – ამერიკული იარაღის მოპარვით და შემდეგ სხვა დაჯგუფებებისთვის მიყიდვით, ადამიანების გატაცებებით გამოსასყიდის მიღებით. ისინი თავს ესხმოდნენ ერაყის მაღალი რანგის ოფიცრებს და გავლენიან ერაყელებს. ზოგიერთი ასეთი მსხვერპლი თუ მდიდარი იყო, მათი ოჯახები იხდიდნენ გამოსასყიდს, თუ არადა დატყვევებულს უბრალოდ კლავდნენ“.

2005-2010 წლებში არაბი სპონსორების დოტაციებმა სპარსეთის/არაბული ყურიდან და საეჭვო „ქველმოქმედებამ“ ახლო აღმოსავლეთიდან შეადგინა AQI-ს ბიუჯეტის 5%. ყოველივე ეს დაჯგუფებას აძლევდა საშუალებას ფინანსური საზრუნავის გარეშე ემოქმედა და მისი რესურსები იმ მომენტში აღემატებოდა პაკისტანში მყოფი თავისი ხელმძღვანელობის შემოსავლებს, რაც ბინ ლადენს უხერხულ მდგომარეობაშიც კი აყენებდა, როცა ის იძულებული იყო თავის ქვეშევრდომისთვის თანხები მოეთხოვა. ასე რომ, აზ-ზარკავის მდგომარეობა „ალ-კაიდას“ სტრუქტურაში აშკარად ანგარიშგასაწევი იყო [27].

2006 წლის 7 ივნისს ამერიკულმა დრონმა დააფიქსირა აზ-ზარკავი თავის სულიერ მოძღვართან და იმავე დღეს, საღამოს, F-16-ის გამანადგურებელმა 225-კილოგრამიანი ლაზერული მართვადი ბომბი ჩამოაგდო შენობაზე, სადაც ტერორისტი იმყოფებოდა. შემდეგ მას მეორე ბომბი მოჰყვა. ჯერ კიდევ ცოცხალი, მაგრამ სასიკვდილოდ დაჭრილი აზ-ზარკავი პირველად აღმოაჩინეს ერაყელმა ჯარისკაცებმა. მისი გვამის იდენტიფიცირება მოხდა სხეულზე გაკეთებული ტატუირების მეშვეობით. გარდაცვალების შემდეგ, „იორდანიელმა ყასაბმა“ „ალ-კაიდას“ ლიდერის აღიარება მიიღო, რომელიც სიცოცხლეში მინიჭებული არ ჰქონდა. ბინ ლადენმა ის რაინდად, ჯიჰადის ლომად და წამებულად გამოაცხადა [27].

მას შემდეგ, რაც აზ-ზარკავიმ შეჰფიცა ბინ ლადენს და მისი ორგანიზაცია გახდა „ალ-კაიდას“ ოფიციალური ქვედანაყოფი ერაყში, ურთიერთგაგება მათ შორის მაინც ვერ მოხერხდა. თავდასხმებს, რომელსაც ახორციელებდა „იორდანიელი ყასაბი“ შიიტურ მეჩეთებზე კონფესიათაშორისი ბრძოლის პროვოცირებით, მისი მისწრაფება საჯარო სიმხეცეზე სრულ შესაბამისობაში იყო მის რადიკალურ მსოფლმხედველობასთან. მაგრამ ალ-კაიდას ლიდერები შიშობდნენ, რომ ამით ის დააფრთხობდა ბევრ მუსლიმს და ამის გამო აკრიტიკებდნენ მას. მიუხედავად ამისა აზ-ზარკავი არ აქცევდა ყურადღებას ამ ფაქტს [14].

აზ-ზარკავის გარდაცვალება არ ნიშნავდა AQI-ს გარდაცვალებას. ორგანიზაციამ გამოაქვეყნა ინტერნეტში განცხადება „მუჯაჰიდების საკონსულტაციო საბჭოს“ (Mujahideen Shura Council, MSC) შექმნის შესახებ, რომელიც აერთიანებს რამდენიმე სუნიტურ მეამბოხე დაჯგუფებას. ხელმძღვანელობა დაეკისრა ერაყელს, ნაბიჯი, აზ-ზარკავისგან ყურადღების გადასატანად, რომელიც იყო იორდანიელი [13].

4. „ერაყის ისლამური სახელმწიფო“ და „ალ-კაიდა ერაყში“

MSC-მა, რომელიც აზ-ზარკავის AQI-მ დააარსა, დაკარგული მხარდაჭერის აღდგენის მიზნით და თავისი დაჯგუფების „ნატურალიზაციისთვის“ აირჩია ახალი ლიდერი, ასევე უცხოელი – ეგვიპტელი აბუ აიუბ ალ-მასრი [Abu Ayyub al-Masri, 1967-2010 წწ., ნამდვილი სახელი – აბუ ჰამზა ალ-მუჰაჯირი (Abu Hamza al-Muhajir)]. იგი პირადად იცნობდა როგორც აზ-ზავაჰირის, ასევე აზ-ზარკავის, რომელიც შეუერთდა „ეგვიპტურ ისლამურ ჯიჰადს“ 1980-იან წლებში. ის ავღანეთში იმავე წელს ჩავიდა, როცა აზ-ზარკავი და შეხვდა მას „ალ-კაიდას“ საწვრთნელ ბანაკში. როდესაც აზ-ზარკავი 2003 წელს ერაყში გაემგზავრა, ალ-მასრი გაჰყვა მას.

ალ-მასრის დანიშვნა აღიქვეს როგორც აზ-ზარკავის კურსის გაგრძელებაც და მასზე უარის თქმაც. მან თავი წარმოაჩინა, როგორც „ერაყიზაციის“ მომხრემ, როდესაც 2006 წ. ოქტომბერში განაცხადა, რომ მის დაქვემდებარებაში არსებული სტრუქტურა, არის ნაწილი ჭრელი ისლამური წინააღმდეგობის მოძრაობის, რომელსაც მან უწოდა „ერაყის ისლამური სახელმწიფო“ (Islamic State of Iraq, ISI) [27].

ISI-ის შექმნა (AQI-ს და MSC-ის შერწყმის შედეგი) გამოცხადდა 2006 წ. 15 ოქტომბერს, კატარის ცნობილი ტელეკომპანია „ალ-ჯაზირას“[31] ეთერში. იგი მოიცავდა სუნიტებით დასახლებულ 6 ერაყულ პროვინციას და შიიტური პროვინციების – ბაბილონის და ალ-ვასიტის ნაწილს. ახალი სახალიფოს დედაქალაქად გამოცხადდა ბაღდადი. მანამდე, ერაყის პარლამენტმა მიიღო დადგენილება ქვეყნის დაყოფის შესახებ სამ შემადგენელ ნაწილად ეთნიკურ-რელიგიური პრინციპით.

როგორც კამერების წინ განმარტა „ინფორმაციის სამინისტროს“ წარმომადგენელმა თეთრ არაბულ სამოსში, ISI შეიქმნა ჭეშმარიტი ერაყელი სუნიტების მოთხოვნით, ამერიკელებისაგან თავდაცვის მიზნით. 8,5-წუთიან მიმართვაში მან შეაფასა ვითარება ახლო აღმოსავლეთში და ისაუბრა ოკუპანტების განდევნაზე, მშვიდობის და უსაფრთხოების დამყარებაზე, სუნიტებისთვის ღირსეული ცხოვრების მინიჭებაზე. დასასრულს მოუწოდა ერთმორწმუნეებს შეჰფიცონ ერთგულება „მორწმუნეთა ამირას, პატივსაცემ შეიხ“ აბუ უმარ ალ-ბაღდადის (Abu Omar al-Baghdadi), რომელიც ასევე ითვლებოდა MSC-ის ლიდერად.

როგორც ჩანს, ახალი სუვერენული წარმონაქმნის შექმნა ერაყის ტეროტორიაზე გახდა თავისებური პასუხი ქვეყნის ფედერალური მოწყობის კანონპროექტზე, რომელიც მოიწონა ერაყის პარლამენტმა. ამის თანახმად შიიტებმა და ქურთებმა, რომელთა ხელში გადავიდა ნავთობით მდიდარი. რეგიონები სამხრეთით და ჩრდილოეთით, კანონს დაუჭირეს მხარი, სუნიტები კი, რომლებმაც სადამ ჰუსეინის შემდეგ დაკარგეს პრივილეგირებული მდგომარეობა, ბუნებრივია, პარლამენტის ინიციატივას ხიშტებით შეხვდნენ, ვინაიდან ისინი

[31] **ალ-ჯაზირა** (არაბ.:الجزيرة; იგნლ.: Al-Jazeera) – საერთაშორისო მედიამაგნატი, შტაბ-ბინით კატარის დედაქალაქ დოჰაში (ად-დავჰა). მსოფლიოსთვის გახდა ცნობილი მას შემდეგ, რაც აშუქებდა ავღანეთზე საერთაშორისო კოალიციური ჯარების ავია- და სარაკეტო დარტყმებს და ახორციელებდა N 1 ტერორისტის, უსამა ბინ ლადენის განცხადებების ტრანსლაციას ტელეეთერში. „ალ-ჯაზირა“ არაბულად ნიშნავს კუნძულს და იგულისხმება არაბეთის ნახევარკუნძულის „აალ-ჯაზირა ალ-არაბიის“ სახელწოდების მოკლე დასახელება.

ცხოვრობენ ერაყის ცენტრში, სადაც ნავთობი არ არის. სანამ ეს კანონი ძალაში შევიდოდა, უნდა გასულიყო წელიწად-ნახევარი, მაგრამ ერაყის დაშლა უკვე მომხდარი ფაქტი იყო, ასე რომ ტერორისტებმა დაადასტურეს სტატუს-კვო [20].

ISI-ს ლიდერად დანიშნული აბუ უმარ ალ-ბაღდადი[32] სავარაუდოდ იყო ერაყის პოლიციის ბრიგადის გენერალი სადამ ჰუსეინის დროს.

როგორც ალ-მასრი აღნიშნავდა, ალ-ბაღდადი წარმოშობით ერაყელი იყო და ერაყის მუჯაჰიდების საბჭომ ხმა მისცა მას. თუმცა უსაფრთხოების მიზნით იგი არასოდეს ჩნდებოდა ვიდეო- ან აუდიო-ჩანაწერებში, ზოგს ეჭვიც კი ეპარებოდა, რომ ის რეალურად არსებობდა, სანამ არ მოხდა მისი გვამის იდენტიფიცირება.

აზ-ზარკავის მემკვიდრე ალ-მასრის შეხედულებები, ტერორიზმის მიზნებზე განსხვავდებოდა მისი წინამორბედისგან. ბაღდადის სამხრეთ-დასავლეთ ნაწილში, ამერიკელების მიერ დაკავებულმა AQI-ის ერთ-ერთმა წევრმა დაკითხვისას თქვა რა განსხვავებაა ამ ორ ჯიჰადისტ ლიდერს შორის. აზ-ზარკავის საკუთარი თავი მესიად მიაჩნდა, შიიტებისგან ყველა სუნიტის დამცველად, ხოლო ალ-მასრი ტერორის მიმდევარი იყო, ვისთვისაც ერაყი მხოლოდ ერთ-ერთი პლაცდარმი იყო „დასავლური იდეოლოგიის წინააღმდეგ ბრძოლაში, რომელიც მთელ მსოფლიოში უნდა გავრცელდეს“.

ამ თვალსაზრისით, ალ-მასრი, როგორც სტრატეგი ახლოს იყო აზ-ზავაჰირისთან. „ის მოვიდა გარედან, აზ-ზავაჰირიმ და ბინ ლადენმა ის გააგზავნეს იქ იმისთვის, რომ გამხდარიყო მათი კაცი ერაყში“, ამბობს ყოფილი დიპლომატი, აშშ-ს სახელმწიფო დეპარტამენტის სპეციალური დესპანი ჯოელ რეიბერნი (Joel Rayburn) თავის წიგნში – „ერაყი ამერიკის შემდეგ“ (Iraq After America).

ალ-მასრი შეუერთდა ალ-ბაღდადის, ერაყელ სალაფიტს, რაც იყო ურთიერთსასარგებლო პარტნიორობა. ალ-ბაღდადი ერაყელების ნდობას იწვევდა, ხოლო ალ-მასრი კონტროლირებადი მუჯაჰიდი იყო, რომელიც მის ზურგს უკან იდგა. ამრიგად ალ-მასრი–ალ-ბაღდადის ტანდემს სურდა ამერიკულ-შიიტურ ალიანსის ნანგრევებზე ისლამური საამიროს შექმნა, თუმცა მათი მიდგომები განსხვავდებოდა.

„ერაყის ისლამურმა სახელმწოფომ“ (ISI) ასევე მოახდინა მუჯაჰიდების საბჭოს ტრანსფორმირება „სამინისტროების“ შექმნით, ჩამოყალიბდა სოფლის მეურნეობის, ნავთობმოპოვების და ჯანდაცვის „სამინისტროები“. ალ-მასრი ცდილობდა დარჩენილიყო AQI-ს ამირად და იმავდროულად ჰქონოდა წასვლის შესაძლებლობა, რომ დამოუკიდებლად ემოქმედა ერაყში. ამან გააღიზიანა აზ-ზავაჰირი და ორივე ლიდერს 2014 წელს უწოდა, „ზიზღის გამომწვევი სულელები“ [27].

2006 წლიდან მოყოლებული ალ-მასრიმ ყურადღება გაამახვილა ტერორისტული თავდასხმების ორგანიზებაზე როგორც ბაღდადში, ისე მის მიმდებარე ტერიტორიებზე. ISI-მ ბაღდადი და მისი

[32] **აბუ უმარ ალ-ყურაიში ალ-ბაღდადი** ან **აბუ ჰამზა ალ-ბაღდადი** (ინგლ.: Abu Omar al-Qurashi al-Baghdadi/ Abu Hamza al-Baghdadi ; არაბ.: **أبو عمر البغدادي** იგივე **ჰამიდ დაუდ მუჰამად ხალილ აზ-ზავი** [Hamid Dawud Dawud Mohamed Khalil al-Zawi]; 1959-2010 წწ.), MSC-ს ლიდერი.

შემოგარენი დაყო ექვს ზონად, რომელთაგან ხუთი ქალაქის ირგვლივ იყო. თითოეულ ამ ზონას ჰყავდა თავისი ამირა.

იმავდროულად, ერაყში ტომთა ბელადებს შორის კოალიციური ძალების მთავარი მოკავშირე იყო ქარიზმატული შეიხი აბდ ას-სათარ აბუ რიშა.[33] ამერიკულმა ძალებმა ორჯერ შეასრულეს რეიდები მის დასახლებაში, მას შემდეგ რაც დაადანაშაულეს კომერციულ თანამშრომლობაში ბოევიკებთან, მიუხედავად ამისა იგი გახდა აშშ-ის ყველაზე მნიშვნელოვანი მოკავშირე ერაყში [27].

AQI-ს მცდელობა შეწინააღმდეგებოდა მის ძალისხმევას, ჩაიშალა, ვინაიდან უკმაყოფილებამ, რომელმაც მოიცვა სუნიტური ტომები, მოიპოვა საყოველთაო მხარდაჭერა. თავის ძმასთან ერთად, შეიხ რიშამ შექმნა „საგანგებო მდგომარეობის ალ-ანბარის საბჭო“ (Anbar Emergency Council), რომელმაც განაცხადა, რომ არის 17 ანბარული ტომის წარმომადგენელი და მზადაა ითანამშრომლოს კოალიციასთან AQI-ს წინააღმდეგ. საბჭო მალევე გაფართოვდა და მას ეწოდა „ალ-ანბარის გამოღვიძების საბჭო“.

2006 წ. რიშაი აკონტროლებდა ახლად შექმნილ რამდენიმე ასეულ ერაყულ პოლიციურ ძალას, რომელიც აშკარად საკმარისი არ იყო. ამიტომ შეიხმა დაარწმუნა პრემიერი ნურ ალ-მალიკი (Nouri Kamil Mohammed Hasan al-Maliki, დ. 1950, ერაყის პრემიერ-მინისტრი 2006-2014 წწ.) დათანხმებულიყო დროებითი გასამხედროებული ბატალიონების შექმნაზე, რომელსაც უხელმძღვანელებდნენ არაკორუმპირებული ძალოვნები ტომებიდან, ერაყის არმიის ყოფილი სამხედროები. 2007 წლისთვის ქვედანაყოფის რიცხვი 2000 მებრძოლამდე გაიზარდა.

„ღმერთს ვფიცავ ჩვენ კარგი იარაღი გვექნება, კარგი სატრანსპორტო საშუალება და მხარდაჭერა რომ გავაგდოთ „ალ-კაიდა“ უკან ავღანეთში“, განუცხადა შეიხმა New York Times-ს ინტერვიუში, როგორც ჩანს, პრეზიდენტ ბუშის გასაგონად, რომელიც შეხვდა მას 2007 წელს ბაღდადში. თუმცა სამწუხაროდ რიშა ვერ მოესწრო „ალ-კაიდას“ გაგდებას ერაყიდან. რამდენიმე დღეში პრეზიდენტთან შეხვედრის შემდეგ ის მოკლეს ჯიჰადისტებმა.

„ოპერაცია ერაყის თავისუფლების“[34] მსვლელობისას, ბრიტანელი გენერალ-ლეიტენანტი გრემ

---

[33] **შეიხ აბდ ას-სათარ აბუ რიშა** (ინგლ: Abdul Sattar Abu Risha არაბ.: **عبد الستار أبو ريشة**; 1972-2007 წწ.) ერაყის აბუ რიშას ტომის ბელადი. ერაყის სუნიტ არაბთა ალიანსის (Iraqi Sunni Arab) წევრი, რომელიც ებრძოდა AQI-ს.

[34] **„ოპერაცია ერაყის თავისუფლება“** (Operation Iraqi Freedom, OIF) – აშშ-ისა და მისი მოკავშირეების სამხედრო ოპერაცია სადამ ჰუსეინის რეჟიმის ჩამოგდების მიზნით. სამხედრო მოქმედებები ერაყის არმიის წინააღმდეგ დაიწყო 2003 წ. 20 მარტს და დასრულდა 9 აპრილს, როცა ამერიკელებმა დაიკავეს ერაყის დედაქალაქი ბაღდადი.

ამის შემდეგ ქვეყანა მოიცვა აჯანყებამ და ტერორისტული „ალ-კაიდას“ მიერ შთაგონებული მებრძოლების შემოდინებამ, რამაც გამოიწვია პარტიზანული ომი ამერიკული ძალების წინააღმდეგ და სამოქალაქო ომი სუნიტ და შიიტ ტომებს შორის. ცხრაწლიანი კონფლიქტის შემდეგ, 2011 წლის 15 დეკემბერს აღინიშნა სამხედრო მისიის ოფიციალური დასრულება. აშშ-ის ჯარების ერაყიდან გაყვანის შემდეგ, ტერორისტული ორგანიზაცია „ისლამური სახელმწიფო“ (ISIS) შეიჭრა სირიისა და ერაყის ნაწილებში, რამაც გამოიწვია ბარბაროსული ქმედებები მშვიდობიანი მოსახლეობის წინააღმდეგ, დიდი მსხვერპლი, განადგურდა ქვეყნის ინფრასტრუქტურა.

ტერორისტული ქმედებების საპასუხოდ, 2014 წ. 17 ოქტომბერს დაიწყო **„ოპერაცია ურყევი სიმტკიცე“** (Operation Inherent Resolve, OIR) გლობალური კოალიციის მეშვეობით, აშშ-ის ხელმძღვანელობით. მისია ხორციელდება **„გაერთიანებული ერთობლივი ოპერატიული ჯგუფით** აშშ-ს **ოპერაცია ურყევი სიმტკიცის“** (Combined Joint Task Force - Operation Inherent Resolve, CJTF–OIR) მიერ, რომელშიც შედის კოალიციის 30-მდე ქვეყანა [17].

ლემი (Graeme Lamb), „ერაყში მრავალეროვნული კოალიციური ძალების“ (The Multi-National Force – Iraq, MNF–I; 2003–2011 წლები) მეთაურის მოადგილე, დიდხანს თვლიდა, რომ როცა სუნიტები დაიღლებიან AQI-ს შეტევებისგან, ზოგიერთი, ნაკლებად ექსტრემისტული დაჯგუფება დახმარებისთვის MNF–I-ს მიმართავს [27].

საკითხი მხოლოდ ის იყო, თუ როგორ მოხდეს ამ დაჯგუფებების განცალკევება – ვისთან შეიძლება თანამშრომლობა, ან ვინ შეტოპა ძალიან შორს. ლემი შეხვდა „ანსარ ას-სუნას“ (Ansar al-Sunna) სალაფიური დაჯგუფების ამირას, რომელიც თვლიდა, რომ მთავარი ბოროტები არიან მოძალადეები და თავზეხელაღებული ალ-მასრი და ალ-ბაღდადი. „ჩვენ თვალს გადევნებთ“, უთხრა მან ლემს, „და ვხედავთ, რომ თქვენ არ ემუქრებით ჩვენს სარწმუნოებას და ცხოვრების წესს, ალ-კაიდასგან განსხვავებით“.

AQI-ს მიმართ საყოველთაო წინააღმდეგობის ზრდა დაემთხვა აშშ-ის სამხედრო გაძლიერებას ერაყში, რომლის თვითმხილველიც გახლდით ერაყში ყოფნისას 2007–2008 წლებში. აშშ-ის ახალი პოლიტიკის – „დიდი ტალღის“ რეალიზება დაიწყო 2007 წელს, რომელიც ინიცირებულ იქნა, აშშ-ის პრეზიდენტის მოწონებით, გენერალ დევიდ პეტრეუსის[35] მიერ. იგი გულისხმობდა დამატებითი ხუთი საბრძოლო ბრიგადის შემოყვანას (30,000-მდე პირადი შემადგენლობა) და სამხედრო სტრატეგიის სრულ გარდაქმნას.

ახალი სტრატეგია გულისხმობდა არა მარტო AQI-ს წინააღმდეგ ბრძოლას, არამედ შიიტური დაჯგუფებების ფართო ქსელისთვის წინააღმდეგობის გაწევას, რომელსაც მხარს უჭერდა ირანი და საფრთხეს წარმოადგენდა ამერიკის ჯარისა და სუნიტური მშვიდობიანი მოსახლეობისთვის, რომელიც შველას ითხოვდა.

პეტრეუსმა და საზღვაო ქვეითთა გენერალ-ლეიტენანტმა ჯეიმს მეტისმა (James Mattis) ერთობლივად შექმნეს ახალი ოპერატიული, 282-გვერდიანი მეამბოხეების წინააღმდეგ ბრძოლის სახელმძღვანელო (COIN), რაც გულისხმობდა გასამხედროებული დაჯგუფებების წინააღმდეგ ბრძოლას, ეთნიკური თემის ორიენტაციის შეცვლით და რომლის ტერიტორიაზეც ასეთი დაჯგუფება იყო ბაზირებული. სხვაგვარად, მაოისტური მეტაფორა რომ გამოვიყენოთ, ამერიკელ გენერლებს სურდათ „ზღვის შემოტრიალება თევზის წინააღმდეგ“, წერენ მაიკლ ვეისი და ჰასან ჰასანი.

პეტრეუსი პასუხისმგებელი იყო ერაყული სპეცსამსახურების მომზადებაზე, რომელიც სრულად ჩაიშალა, ვინაიდან ბევრ კურსანტს არ სურდა გადამზადება, ზოგიერთი კი სამხედრო აღჭურვილობას იტაცებდა და ჰყიდდა სწორედ იმ ტერორისტებზე, რომელთა წინააღმდეგ ბრძოლისთვისაც დაიქირავეს. ასე, მოულოდნელად გაქრა აღრიცხული 190,000 ცალი ავტომატი AK-47. ეს ნიშნავდა, რომ ამერიკელი გადასახადების გადამხდელთა მიერ ნაყიდი იარაღი, ახლა მთელ ერაყში ვრცელ-

[35] **დევიდ პეტრეუსი** (David Howell Petraeus AO, MSC; დაბ. 1952 წ., აშშ-ს ამერიკელი გენერალი, აშშ-ის ცენტრალური სარდლობის (CENTCOM) მეთაური 2008აშშ-ს2010 წლებში. 2010აშშ-ს2011 წლებში აშშ-ის ჯარების და NATO-ს მეთაური ავღანეთში. ცნობილია მეტსახელით „მეფე დავიდი“ (King David).

დებოდა, რომლითაც ამერიკელ ჯარისკაცებს კლავდნენ. AQI-მაც ახალი სტრატეგიის შემუშავება დაიწყო ამერიკელთა წინააღმდეგ.

მიზეზი, თუ რატომ ვერ მოახერხა აშშ-მა AQI-ს საბოლოოდ განდევნა ბაღდადიდან, მიუხედავად AQI-ს მიმართ ზემოხსენებული საყოველთაო წინააღმდეგობისა, იყო ის, რომ ამერიკელთა მიღწეული წარმატებები ტყუილი აღმოჩნდა. როცა 2006 წ. ივნისში ჰიბჰიბში მოკლეს აზ-ზარკავი, „სპეცოპერაციების გაერთიანებულმა სამეთაურომ“ (Joint Special Operations Command, JSOC) მიიღო წვდომა AQI-ს საიდუმლო მონაცემებზე. აღმოჩნდა, რომ ჯიჰადისტებმა იცოდნენ, რომ კარგავდნენ მათ მთავარ ციტადელს „სიკვდილის სამკუთხედს“ (Triangle of Death) ბაღდადის სამხრეთ ნაწილში, რომელიც ამერიკელების ხელში გადადიოდა. სწორედ აზ-ზარკავის სიკვდილი წინ, იგეგმებოდა ტერორისტების ადგილსამყოფელის, შტაბ-ბინის შეცვლა. კოალიციის ტერიტორიული გამარჯვება გახდა უფრო ტაქტიკური, ვიდრე სტრატეგიული [27].

პოლკოვნიკ დერეკ ჰარვის (Colonel Derek Harvey) სამხედრო ანალიზის მიხედვით, რომელმაც გამოიყენა აშშ-ის სამხედრო დაზვერვის სამმართველოს მიერ (Defense Intelligence Agency, DIA) ჩატარებული გამოკითხვის მონაცემები, გამოჩნდა, რომ ერაყელების ნდობის ხარისხი ახალი ხელისუფლების თავდაცვის სტრუქტურების მიმართ მინიმალური იყო, ამასთანავე, ისინი აღფრთოვანებულები იყვნენ „შეიარაღებული წინააღმდეგობით“ და სახალხო მხარდაჭერა ზრდიდა მეამბოხეთა რიგებს. ჰარვის ანალიზი სწორი, მაგრამ სავალალო აღმოჩნდა. AQI ახორციელებდა თავისი სამეთაურო ცენტრების გადანაცვლების ტაქტიკას, ერთი ქალაქიდან მეორეში[36].

[36] **პოლკოვნიკი დერეკ ჰარვი** (Colonel Derek Harvey), სამხედრო დაზვერვის ოფიცერი, მომუშავე Joint Task Force 7-ში ერაყში, იყო სწორედ ის წარმომადგენელი ამერიკული სამხედრო ისტებლიშმენტიდან, რომელმაც გააანალიზა ერაყში არსებული ვითარება და აღნიშნა, რომ წინააღმდეგობის უკან, რომელიც მოჰყვა ერაყში ამერიკელების ინტერვენციას, იდგნენ ჩამოგდებული რეჟიმის მესვეურები. მისი შეფასებით, ასეთი წინააღმდეგობის არმიის რაოდენობა აღწევდა 95000-მდე ყოფილ სამხედროს, რომლებიც მანამდე შედიოდნენ სპეციალურ რესპუბლიკურ გვარდიაში (Special Republican Guard), „მუხაბარათში“ (დაზვერვა), „სადამის ფიდაინებში“ (Fedayeen Saddam) და სხვა ქვედანაყოფებში. ყველა ისინი, პოლ ბრემერმა (Paul Bremer), ბუშის მიერ დანიშნულმა „დროებითი კოალიციური ადმინისტრაციის“ (Coalition Provisional Authority, CPA) მმართველმა, ერთი ხელის მოსმით დატოვა საარსებო წყაროს გარეშე, როცა ხელი მოაწერა ერაყის შეიარღებული ძალების დაშლის განკარგულებას. ამიტომ ამ ოფიცრების და სხვა სამხედროების უმრავლესობა შეუერთდა ახალდაწყებულ კამპანიას ერაყში, რომლის მიზანი იყო ექსპროპრიანტების განდევნა ქვეყნიდან. ვითარება გართულდა იმით, რომ თავის დროზე სადამმა უფლება მისცა ერაყში შავი არალეგალური ბაზრის ფუნქციონირებას, რათა გვერდი აევლოთ გაეროს სანქციებისთვის. ამ ბაზრის მეშვეობით ერაყში მიმდინარეობდა ნავთობის, იარაღის, სადამ ჰუსეინის გარემოცვის, მისი ოჯახის წევრების სხვადასხვა სურვილების დაკმაყოფილება.

ამან გამოიწვია კრიმინალური, კონტრაბანდული ქსელის ჩამოყალიბება, რომელსაც ხელმძღვანელობდა ვიცე-პრეზიდენტი **იზათ იბრაჰიმ ად-დური** (არაბ.: عزة إبراهيم الدوري; ინგლ.: Izzat Ibrahim al-Douri; 1942-2020 წწ.). ად-დური იყო ისლამში მისტიკურ-ასკეტური მიმდინარეობის – ნაკშბანდის (სუფიური სამმო) ორდენის წევრი, რომელსაც პირდაპირი დასაბამი მისცა პირველმა მართლმორწმუნე ხალიფამ, წინასწარმეტყველ მუჰამადის თანამებრძოლმა აბუ ბაქრ ას-სიდიკიმ (572–634 წწ.). იგი დაიბადა სოფელ ად-დურში, რომელიც თიქრითთან, სადამ ჰუსეინის მშობლიური ქალაქთან ახლოს იყო. როგორც მმართველი რეჟიმის კარგი ფუნქციონერი ამარაგებდა არმიას და სპეცსამსახურებს იარაღით. ეს იყო ერთ-ერთი ფორმა ეთნიკური მფარველობის, რომელიც 2006 წელს სადამ ჰუსეინის სიკვდილით დასჯის შემდეგ, გამოვლინდა „ნაკშბანდიის ორდენის მამაკაცთა არმიის“ (Army of the Men

2007 წლისთვის AQI-მ დააარსა ახლი შტაბ-ბინა ბააკუბაში, დიალას პროვინციის მთავარ ქალაქში. ჯიჰადისტებმა, როგორც არ-რამადიში, აქაც დაიკავეს არა მარტო ქალაქი, არამედ სამხრეთით მდებარე სოფლის უბნები, რაც აძლევდა მათ ფარულად გადაადგილების საშუალებას [27].

წლების შემდეგ დიალა გახდა კონფესიათაშორისი ომის აღორძინების ადგილი – შიიტი მეამბოხეები გამოდიოდნენ ახალი სუნიტური დაჯგუფება Sahwats-ის წინააღმდეგ, რომელმაც თავის მტრად გამოაცხადა ალ-მალიკის რეპრესიული რეჟიმი. სწორედ დიალა გახდა შემდგომ ISIS-თან სისხლისმღვრელი ბრძოლის არენა. „დაიშის“ ლიდერი კი, აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი მიეკუთვნებოდა „ალ-ბუ ბადრის“ ტომს/კლანს (არაბ.: **البو بدري**; ინგლ.: Bobadri) დიალადან და სწორედ აქ 2013 წ. „ისლამურმა სახელმწიფომ“ გამოაცხადა თავისი ახალი პროვინციის დაარსების შესახებ [27].

„ბევრს ცუდად ესმის, რას წარმოადგენდა „დიდი ტალღა“, რომლის ამოცანა იყო სამხედრო არსებობის გაძლიერება ნაკლები ხარისხით და უმეტესწილად დიპლომატიური მუშაობა ერაყის ეროვნულ მთავრობასთან, რათა იძულებული გამხდარიყვნენ ჩვენთან ეთანამშრომლათ“, აღნიშნა ალი ჰედერიმ (Ali Khedery), ამერიკელმა დიპლომატმა, რომელიც ყველაზე დიდხანს მოღვაწეობდა ერაყში თავის კოლეგებთან შედარებით. „უნდა მიგვეცა პოლიტიკოსებისთვის საშუალება მიეღწიათ ერთმანეთთან შეთანხმებისთვის. ამიტომ, იმ პერიოდთან შედარებით, რომელიც წინ უძღოდა „დიდ ტალღას“, ადგილობრივი არჩევნების მომენტში 2009 წელს, შეიმჩნეოდა დაძაბულობის კლება 90%-ით“, ამტკიცებდა დიპლომატი.

შემთხვევითი არაა, რომ სუნიტურ პროვინციებში გაიმარჯვეს იმ ტომების ბელადებმა რომლებიც AQI-ის წინააღმდეგ გამოდიოდნენ. მოკლული რიშას ძმამაც დაიკავა ადგილი ალ-ანბარის პროვინციის საბჭოში. დიალას და ნაინავის პროვინციებში სუნიტურმა კოალიციებმა გაიმარჯვა. შეიძლება ითქვას, რომ სწორედ ამ პერიოდიდანიწყება AQI-ს დაღმასვლა.

2010 წ. ივნისში პენტაგონის ბრიფინგზე, გენერალმა ოდიერნომ (Raymond/Ray Thomas Odierno) განაცხადა, რომ გასული სამი თვის განმავლობაში ამერიკის ჯარებმა ერაყში გაანადგურა „ალ-კაიდას“ 42-მდე ხელმძღვანელი. ნათელია, რომ ამჟამად AQI რეორგანიზაციას ცდილობს, სიძნელეებს განიცდის. „ალ-კაიდას“ ხელმძღვანელობასთან კავშირი პაკისტანსა და ავღანეთში დაკარგულია [27].

AQI დასუსტდა ამერიკული ძალებისა და მისი მოკავშირე სუნიტური დაჯგუფებების დარტყმების შედეგად და ვინაიდან მისი პოპულარობა დაეცა, მმართველობის კრიზისიც წარმოიშვა.

მულა ნაჯიმ ალ-ჯიბური (Mullah Nadhim al-Jibouri), ჩრდილოეთ ბაღდადიდან, რომელიც თავის დროზე აზ-ზარკავის დაარსებული მუჯაჰიდების საბჭოს წევრი იყო, 2011 წ. დაბრუნდა ბაღდადში რათა დაზავებულიყო მთავრობასთან, თუმცა მალევე მოკლეს. მკვლელობამდე რამდენიმე თვით ადრე ამერიკელ სამხედროებთან Skype-ით საუბრისას,

of the Naqshbandi Order), ერთ-ერთი უძლიერესი სუნიტური მეამბოხეების დაჯგუფების ჩამოყალიბებაში, რომლებიც დაეხმარნენ ISIS-ს დაემყარებინათ ხელისუფლება მოსულში 2014 წელს [27]

მან დაადასტურა, რომ ISI შექმნილი იყო AQI-ის მიერ, რათა გარედან შემოსული ჯიჰადიზმი ეროვნულ მოძრაობაში გადაეყვანა. ამიტომ ნაციონალისტებში, რომლებიც იმისთვის არ იბრძოდნენ, რომ აზ-ზარკავის საამირო ენახათ „მწვანე ზონაში“[37] ISI იწვევდა ნეგატიურ რეაქციას. „ISI იყო „ალ-კაიდას“ მცდელობა სათავისოდ გამოეყენებინა ერაყული წინააღმდეგობა“, ამბობდა ალ-ჯიბური [27].

ომის პირველივე წლებში AQI გახდა ერაყული წინააღმდეგობის ძალების ავანგარდი და სუნიტების დანგრეული მემკვიდრეობის მფარველი. მაგრამ თავის აპოკალიფსურ ექსტრემიზმში მან ორივე საკუთარი სახე გაანადგურა. ჯიჰადისტებისთვის რთული პერიოდ დადგა. 2007 წელს ამერიკელებმა გაზარდეს კონტინგენტი ერაყში და უფრო ყურადღებით ეპყრობოდნენ ქვეყნის არმიის აღდგენას. იმავდროულად მათ სუნიტ ტომებს ანბარის პროვინციიდან მოუწოდეს შეეწყვიტათ ჯიჰადისტების მხარდაჭერა.

ამის შემდეგ გამოჩნდა „ისლამური სახელმწიფოს“ პირველი ვარიანტი. ბოევიკებმა გამოაცხადეს ერაყში „ისლამური სახელმწიფოს“ (ISI) შექმნა, რომლის საფარქვეშ გაერთიანდა AQI და სხვა ექსტრემისტული დაჯგუფებები. ამ პერიოდში, როცა ISI წარმოიშვა, ერაყში 170,000-იანი ამერიკული სამხედრო კონტინგენტი იდგა [6].

იმ დროისათვის, რაც ISI-ს და AQI-ს ლიდერები მოკლეს, აჯანყება შეწყდა და ჯიჰადისტები აკონტროლებდნენ რამდენიმე რაიონს. ორივე ლიდერი შეცვალა ერთმა ადამიანმა – **იბრაჰიმ ავად ალ-ბადრიმ,** ფსევდონიმით **აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი** რომელზეც არაფერი იყო ცნობილი. ექვსი წლის შემდეგ მას გამოაცხადებენ „ისლამური სახელმწიფოს“ ხალიფად [14].

5. „დაიშის“ შექმნის კიდევ რამდენიმე წინაპირობა

როგორც ზოგიერთი თვლის, არაბულმა მონარქია კატარმა, მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ორგანიზაციის ფორმირების პირველ ეტაპზე. მართალია კატარს არ გააჩნია დიდი ტერიტორია, დიდი რაოდენობის მოსახლეობა, არ ფლობს სერიოზულ სამხედრო პოტენციალს, მონარქია მაინც ცდილობს რეგიონალური ლიდერი იყოს. ქვეყანა, რომელსაც 1800-იანი წლებიდან მართავს ალ სანის სამეფო დინასტია, ბოლო 60 წელია დიდი ბრიტანეთის ღარიბი პროტექტორატიდან გადაიქცა უმდიდრეს სახელმწიფოდ, ნავთობიდან და გაზიდან მნიშვნელოვანი შემოსავლების გამო. უზარმაზარი ფინანსები საშუალებას აძლევს ქვეყანას გავლენა იქონიოს ახლო აღმოსავლეთსა და მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში. ქვეყანა რეგიონალურ მეტოქეობაშია სუნიტური მიმდინარეობის მეორე არაბული მონარქია – საუდის არაბეთის სამეფოსთან.

ამას ემატება ის, რომ დოჰა (ად-დავჰა) ვაშინგტონის მნიშვნელოვანი სტრატეგიული პარტნიორია. უფრო მეტიც, 2022 წელს კატარი, „NATO-ს ფარგლებს გარეთ“ (MNNA) აშშ-ის მთავარ მოკავშირედ გამოცხადდა, რითაც გახდა არაბეთის/სპარსეთის ყურის რეგიონში მესამე ქვეყანა ქუვეითისა და

[37] **მწვანე ზონა** (ინგლ.: Green Zone) –რაიონის დასახელება ერაყის დედაქალაქ ბაღდადის ცენტრში, სადაც განლაგებულია უცხოური და სამთავრობო ობიექტები.

ბაჰრეინის შემდეგ, რომელმაც მიიღო ეს სტატუსი და ერთ-ერთია, მსოფლიოს 18 ქვეყანას შორის [11].

„დაიშის“ ჩამოყალიბებაში ასეთი ქვეყნის როლი სკეპტიკურია ბევრისთვის. რაიმე მტკიცებულება იმისა, რომ კატარის მთავრობა დგას „დაიშის“ სახსრების ჩადინების უკან არ არსებობს. თუმცა მას ხშირად აკრიტიკებენ ასევე დაფინანსებების გადინების არასაკმარისად აღკვეთის გამო, რომ კერძო დონორები კატარში და ასეთი მთელ მსოფლიოშიც მრავლადაა, განსაკუთრებით ისლამურ სახელმწიფოებში, სადაც ყოველთვის გამოჩნდება ისლამისტების გულშემატკივარი და მიმართავს თავის რესურსებს „დაიშის“ ტიპის ორგანიზაციის მხარდასაჭერად.

CIA-ის ყოფილი ანალიტიკოსი და Washington Institute for Near East Policy-ს უფროსი მკვლევარი 2013–2018 წლებში, ლორი პლოტკინ ბოგჰართი (Lori Plotkin Boghardt) აღნიშნავს, რომ აშშ თავის ახლო მოკავშირე კატარს განიხილავს როგორც პრობლემურ ადგილს ტერორიზმის დაფინანსებასთან დაკავშირებით. აშშ აცხადებს, რომ მათ არ გააჩნიათ მტკიცებულებები, რომ კატარი აფინანსებდა „დაიშს“, მაგრამ დანამდვილებით თვლის, რომ კერძო პირები ეხმარებიან მსგავს დაჯგუფებებს. აშშ აქებს თავის მოკავშირეს ტერორიზმის დაფინანსების წინააღმდეგ ახალი ბრძოლის მეთოდების შემუშავებაში, ხანდახან კი კიცხავს იმავე ტერორიზმის დაფინანსების გამო.

ფუნდამენტური მიზეზი კი ისაა, რომ აშშ-ის ანტიტერორისტული პროგრამა ზოგჯერ წინააღმდეგობაშია კატარის პოლიტიკურ ინტერესებთან. დოჰას სტრატეგია არის რეგიონალური და საერთაშორისო ჯგუფების ფართო სპექტრის მხარდაჭერა, რათა გაამყაროს თავისი პოზიციები საზღვარგარეთ [8].

თავის მეორე სტატიაში ლორი ბოგჰართი აღნიშნავს, რომ აშშ-ის სახელმწიფო ხაზინის მონაცემებით, კატარში მოქმედებდნენ ტერორის დამფინანსებლები. მოქალაქე აბდ არ-რაჰმან ან-ნუაიმი (Abd al Rahman al Nuaymi) იყო მოკავშირე, AQI-სა და კატარის დონორებს შორის ერაყში. ნუაიმი გარკვეული პერიოდი აკონტროლებდა 2 მლნ. აშშ დოლარის გადარიცხვას თვეში AQI-სთვის და ერთერთია იმ რამდენიმე კატარის „ალ-კაიდას“ დამფინანსებლიდან. სხვა მონაცემებით, აშშ-ის ოფიციალური პირები თვლიდნენ, რომ „დაიშთან“ და „ალ-კაიდასთან“ დაკავშირებული ჯგუფების შემოწირულობების დიდი ნაწილი მოდიოდა სწორედ კატარიდან და არა საუდის არაბეთიდან [9].

აზ-ზარკავის შემდეგ, ორგანიზაცია გაემიჯნა „ალ-კაიდას“ და აღმოჩნდა დოჰას ყურადღების ცენტრში. გარდა ამისა, ასეთ სიტუაციებში დასაფინანსებლად გამოიყენებოდა ან კერძო ფიზიკური პირის საბანკო ბარათები ან ახლო აღმოსავლეთში და ისლამურ სამყაროში ფართოდ გავრცელებული ფულადი გზავნილების სისტემა „ჰავალა“[38].

დოჰა აქტიურად იპყრობდა „საცხოვრებელ არეალს“ ახლო აღმოსავლეთისა და აფრიკის პოლიტიკის უმნიშვნელოვანეს მიმართულებებში.

[38] **ჰავალა** (არაბ.: **حوالة**; გადაცემა) – არაფორმალური ფინანსურ-საანგარიშო სისიტემა, მოთხოვნათა ურთიერთჩათვლის საფუძველზე და ვალდებულებების ბროკერებს შორის, რომელიც გამოიყენება ახლო აღმოსავლეთში, აფრიკაში და აზიაში.

კატარში „გაერთიანებული სამსახურების სამეფო ინსტიტუტის“ (Royal United Services Institute) დირექტორი მაიკლ სტივენსი (Michael Stephens), ამბობდა: „ნამდვილად ყველაზე მეტად მესმის ბრალდებები იმათგან ვინც „დაიშს“ ებრძვის, რომ კატარი, თურქეთი და საუდის არაბეთი პასუხისმგებლები არიან დაჯგუფების არსებობაზე. სიმართლე კი უფრო რთულადაა და შესწავლას მოითხოვს“.

მართალია, რომ ზოგიერთი მდიდარი ქვეყანა ყურიდან აფინანსებს ექსტრემისტულ დაჯგუფებებს სირიაში, ბევრს ტომრებით მიაქვს ფული თურქეთში და მილიონობით დოლარს გადასცემენ, რაც იყო გავრცელებული პრაქტიკა 2012–2013 წლებში, მაგრამ შემდეგ ეს პროცესი შემცირდა და ამჟამინდელი „დაიშის“ შემოსავლების მცირე პროცენტს შეადგენს [22]. ისიც მართალია, რომ საუდის არაბეთი და კატარი იმ იმედით, რომ ბაშარ ალ-ასადის რეჟიმი მალე დაემხობოდა და სუნიტური პოლიტიკური ისლამი ჭეშმარიტი საშუალებაა ამ მიზნის მისაღწევად, აფინანსებდნენ ძლიერი ისლამისტური რეპუტაციის მქონე ჯგუფებს და ჰქონდათ კავშირები „ან-ნუსრას ფრონტთან“ – „ალ-კაიდას“ ფრთასთან სირიაში.

კატარი, როგორც ამბობს სტივენსი, გახდა კრიტიკის საგანი მისი გაურკვეველი კავშირების გამო დაჯგუფებასთან. თავის მხრივ თურქეთი, სასაზღვრო კონტროლის საეჭვო პოლიტიკას ატარებდა, როცა იარაღი და ფული სირიაში შევიდა კატარის და საუდის არაბეთის მხარდაჭერით. ყველას ეგონა, რომ ეს ხელს შეუწყობდა ასადის რეჟიმის დაცემას, სირიის სუნიტურ სახელმწიფოდ გადაქცევას, შიიტური ირანის ხმელთაშუაზღვისპირეთთან კავშირის გაწყვეტით.

მიუხედავად ამისა, როცა „დაიშმა“2013 წ. უწყვეტად ზრდა დაიწყო, დანარჩენი ჯგუფები ან განადგურდნენ მის მიერ, ან ზოგიერთმა წევრმა გადაწყვიტა, რომ ჯობდა გამარჯვებულ დაჯგუფებას შეერთებოდა, ამჯობინეს დეზერტირობა და თან წაიღეს იარაღი და ფული. მარტო „ან-ნუსრა“ იდგა მყარად, მაგრამ აქაც მის უფრო რადიკალურ ბიძაშვილთან, მინიმუმ 3000-მდე ბოევიკი გადავიდა. მაშ როგორ აფინანსებდა კატარი „ისლამურ სახელმწიფოს“? – სვამს კითხვას მაიკლ სტივენსი, „პირდაპირი პასუხია – არა“.

„პოლიტიკის და გულუბრყვილობის ირიბმა შეთავსებამ იქამდე მიიყვანა საქმე, რომ კატარიდან შემოსული ფული და იარაღი, აღმოჩნდა „დაიშის“ ხელში. საუდის არაბეთი ასევე უდანაშაულოა დაჯგუფების პირდაპირ დაფინანსებაში, მაგრამ როგორც კატარის შემთხვევაში, მისმა განზრახვამ ჩამოაგდოს ასადი, გამოიწვია სერიოზული შეცდომები მოკავშირეების არჩევაში.

აქ კიდევ უფრო ღრმა პრობლემებია: რელიგიური კავშირები და სიმპათიები დაჯგუფებების მიმართ, რომელიც პირდაპირ ღიად გამოდის შიიტური ირანის წინააღმდეგ რეგიონში, სარგებლობს ჩუმი მხარდაჭერით გარკვეულ წრეებში სპარსეთის ყურეში, რისი აღიარებაც ბევრს არ სურს. სასტიკ ქმედებებს, რომელსაც ჩადის ISIS-ი არავინ უჭერს მხარს, მაგრამ მისი სახალიფოს შექმნის მიზანი მიმზიდველია ისლამური აზროვნების ჯურღმულებში, – ამბობს კვლევითი ცენტრის დირექტორი.

ბევრი მათგანი, ვინც ამ იდეას უჭერდა მხარს აღმოჩნდა სირიაში და იბრძოდა მის მხარეს, მაგრამ ბევრი პასიურად უჭერდა მხარს და ასე კიდევ მრავალ წელს მოიქცევიან [22].

საერთაშორისო ტერორიზმის ფენომენის ერთ-ერთი საინტერესო ნიშან-თვისება ისიცაა, რომ „ალ-კაიდას“, რომელიც „მოწინავე პოზიციებზე“ იდგა მსოფლიო მასშტაბით თავისი სისასტიკით, ძალადობით, ბოევიკების სიმრავლით თუ სხვა მიმართულებით გამოუჩნდა მთავარი კონკურენტი „დაიშის“ სახით. ისინი ფორმალურად ოდნავ განსხვავებულ სალაფიურ იდეოლოგიას ქადაგებენ. ამ კონკურენციას ხისტი კონფრონტაცია და დროებითი დაზავების პერიოდებიც ახლავს, თუმცა პრინციპულად ეს ორი მიმდინარეობა ვერასდროს შეძლებს გაერთიანებას, თუნდაც „სახალიფოს“ შექმნას.

როგორც თავიანთ წიგნში – The Future of ISIS, პროფესორები ფაისალ ალ-ისთრაბადი (Al-Istrabadi Feisal) და სუმით განგული (Ganguly Sumit) წერენ ვერც ერთმა მსხვილმა მიმომხილველმა და ექსპერტმა, მთავრობამ, ვერ იწინასწარმეტყველა „დაიშის“ აღზევება. ყველა რანგის ოფიციალური პირი, ღიად უგულებელყოფდა ამ ფაქტს, იმავდროულად რეკლამას უკეთებდა წარმატებებს „ალ-კაიდას“ წინააღმდეგ.

არადა ISIL-მა მიაღწია ისეთ რამეს, რისკენაც „ალ-კაიდა“ არც კი ისწრაფოდა და რასაც ვერ მიაღწევდა სურვილის შემთხვევაში – ტერიტორიის დაპყრობა სამხედრო გზით. ერთ მომენტში „დაიშმა“ წაშალა საერთაშორისოდ აღიარებული ერაყ-სირიის საზღვარი. როცა ერაყში განადგურდა სუნიტური მოძრაობა 2007 წ. აშშ-ის ძალების მატების შედეგად, აღმოცენდა „მოვლენა“, ცნობილი როგორც „ერაყის ისლამური სახელმწიფო“ (ISI), „ალ-კაიდას“ განსადევნად. ორგანიზაციამ, რომელიც უნდა გამხდარიყო „ისლამური სახელმწიფო“ დაიწყო ზრდა და გაუშვა თავისი მეტასტაზები [3].

დასკვნა

„ისლამური სახელმწიფოს“ აღზევება დასავლეთისთვის მოულოდნელი აღმოჩნდა. დროთა განმავლობაში, „დაიში“ 450 მლრდ. აშშ დოლარით მსოფლიოში ყველაზე მდიდარი და გავლენიანი ტერორისტული ორგანიზაცია გახდა. ერაყში, ამერიკის სამხედრო ოპერაციის დაგეგმვის ერთ-ერთი მთავარი მონაწილე დევიდ კილკულენი (David Kilcullen) ამბობს, რომ „დაიშმა“ „ალ-კაიდა“ ჩრდილში მოიტოვა. რადიკალურმა ტერორისტულმა ორგანიზაციებმა „ალ-კაიდას“ ერთგულებაზე უარი განაცხადეს და „ისლამური სახელმწიფოს“ მოკავშირეები გახდნენ დასავლეთის წინააღმდეგ ბრძოლაში [24].

უკანასკნელმა ხუთასმა ამერიკელმა სამხედრო მოსამსახურემ ერაყი 2011 წლის 18 დეკემბერს დატოვა. ქვეყნიდან ამერიკის შეიარაღებული ძალების გასვლისა და „არაბული გაზაფხულის“ ფონზე, ერაყში სამოქალაქო მღელვარება დაიწყო. გამორჩეულად დიდი მასშტაბის პროტესტი ქვეყნის სუნიტურ რეგიონებში იყო. ერაყის ამ ნაწილში შიიტური მმართველობით უკმაყოფილება განსაკუთრებით დიდი იყო.

ცხადია, ეს შესაძლებლობა გამოიყენა „დაიშმა“. 2014 წლის გაზაფხულზე „ისლამური სახელმწიფო“ ერაყში უკვე აკონტროლებდა ფალუჯასა და სადამ ჰუსეინის მშობლიურ ქალაქ თიქრითს. 2014 წლის ივნისში, ჯიჰადისტებმა ერაყის სიდიდით მეორე ქალაქი მოსული დაიკავეს. მოსულის დაკავება გარ-

დამტეხ მოვლენად იქცა, „ისლამური სახელმწიფო“ აღარ იყო იატაკქვეშეთში მოქმედი ტერორისტული ჯგუფი. ნათელი გახდა, რომ დაჯგუფება არა მხოლოდ ერაყსა თუ სირიას, არამედ მთელ მსოფლიოს უქმნიდა საფრთხეს [31].

გამარჯვებული „დაიშის“ ლიდერი აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი[39] 2014 წლის 29 ივნისს, შევიდა მოსულის ცნობილ ან-ნურის დიდ მეჩეთში, რათა გამოეცხადებინა ახალი „ისლამური სახალიფოს“ შექმნა [29]. ვიდეოგადაღების ნებართვის გაცემით, წვერიანი, ცოტა ჭარბწონიანი პირი ავიდა მინბარზე[40] რათა თავისი მიმდევრებისთვის მიელოცა კაცობრიობის ისტორიაში ახალი თავის დაწყება: „თქვენ დაიპყრობთ რომს და მთელ მსოფლიოს დაეუფლებით“. ალ-ბაღდადიმ თავი წინასწარმეტყველ მუჰამედის პირდაპირ მემკვიდრედ და ახალ ხალიფა იბრაჰიმად დაასახელა. ტერორისტმა მსოფლიოს მუსლიმებს მოუწოდა შეერთებოდნენ მის მოძრაობას. სახალიფოს გამოცხადებამ, ორგანიზაციას გლობალური მნიშვნელობა შესძინა.

მიუხედავად იმისა, რომ დაჯგუფების რესურსები, ადამიანური, ფინანსური, შეიარაღება, ტერიტორიული, ეტაპობრივად – თავდაპირველად 2017-ში, შემდეგ კი 2019-ში თითქმის გაქრა, IS-ი კვლავ არსებობს მცირე უჯრედების სახით და ზიანის მიყენება კვლავ შეუძლია.

2025 წლის 13 მარტს, აშშ-ის საჰაერო დარტყმამ დასავლეთ ერაყში მოკლა ISIS-ის გლობალური ოპერაციების ხელმძღვანელი და იმავდროულად ორგანიზაციის მეორე პირი, აბდალაჰ მაქი მუსლიჰ არრიფაი (Abdallah Makki Muslih al-Rifai), ასევე ცნობილი როგორც აბუ ხადიჯა (Abu Khadijah) [5]. აშშ-ის ცენტრალური სარდლობის ძალებმა, ერაყის სადაზვერვო და უსაფრთხოების ძალებთან თანამშრომლობით, ალ-ანბარის პროვინციაში განახორციელეს მაღალი სიზუსტის საჰაერო დარტყმა, რომელმაც აბუ ხადიჯა მოკლა. აბუ ხადიჯას იდენტიფიკაცია დნმ-ის ნიმუშის საშუალებით შეძლეს, რომელიც მანამდე ჩატარებული ოპერაციის დროს მოიპოვეს.

„როგორც ISIS-ის უმაღლესი გადაწყვეტილების მიმღები ორგანოს ამირი, აბუ ხადიჯა ISIS-ის გლობალური ოპერაციების, ლოგისტიკისა და გეგმების განხორციელებაზე იყო პასუხისმგებელი და ორგანიზაციის გლობალური ქსელისთვის მნიშვნელოვან ფინანსურ რესურსებს მართავდა“, წერია აშშ-ის გენშტაბის განცხადებაში [25].

---

[39] **აბუ ბაქრ ალ-ბაღდადი** (არაბ.: أبو بكر البغدادي; ინგლ.: Abu Bakr al-Baghdadi), დაბადებული როგორც **იბრაჰიმ ავად იბრაჰიმ ალი მუჰამად ალ-ბადრი ას-სამარაი** (Ibrahim Awad Ibrahim Ali Muhammad al-Badri al-Samarrai), იგივე **აბუ დუა** (Abu Dua) ან **აბუ ავადი** (Abu Awad), 28.07.1971-27.10.2019) – ერაყული წარმოშობის საერთაშორისო ფუნდამენტალისტი, რადიკალი ისლამისტი და ტერორისტი, „დაიშის“ ლიდერი 2014–2019 წლებში.

[40] **მინბარი** (არაბ.: منبر - ტრიბუნა, კათედრა) – ადგილი მეჩეთში, საიდანაც იმამი კითხულობს ქადაგებას.

ლიტერატურა

1. Abdul-Zahra, Q., & Zeina, K. (2013, November 4). *Elusive Al-Qaeda leader in Syria stays in shadows*. The Times of Israel. Retrieved from https://www.timesofisrael.com/elusive-al-qaeda-leader-in-syria-stays-in-shadows/
2. Saouli, A. (2015). *The rise of Islamic State: ISIS and the new Sunni revolution*. Cambridge Review of International Affairs, 28(3), 498–500. Retrieved from https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09557571.2015.1058070
3. Al-Istrabadi, F., & Ganguly, S. (2018). *The future of ISIS: Regional and international implications*. Brookings Institution Press. Retrieved from https://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctt1zctt19
4. Barret, R. (2014, November). *The Islamic State*. The SOUFAN Group. Retrieved from http://soufangroup.com/wp-content/uploads/2014/10/TSG-The-Islamic-State-Nov14.pdf
5. Bechocha, J. (2025, March 15). *How was ISIS' second-in-command killed in Iraq?* Rudaw. Retrieved from https://www.rudaw.net/english/middleeast/iraq/150320251
6. Berger, M. (2020, January 11). *Invaders, allies, occupiers, guests: A brief history of U.S. military involvement in Iraq*. The Washington Post. Retrieved from https://www.washingtonpost.com/world/2020/01/11/invaders-allies-occupiers-guests-brief-history-us-military-involvement-iraq/
7. Burke, J. (2024, December 10). *Syria's new leader has two identities – but which one will take the country forward?* The Guardian. Retrieved from https://www.theguardian.com/world/2024/dec/10/syria-new-leader-two-identities-ahmed-al-sharaa-abu-mohammed-al-jolani
8. Boghardt, L. P. (2014, August 31). *Qatar and ISIS funding: The U.S. approach*. The Washington Institute for Near East Policy. Retrieved from https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/qatar-and-isis-funding-us-approach
9. Boghardt, L. P. (2014, October 6). *Qatar is a U.S. ally. They also knowingly abet terrorism. What's going on?* The New Republic. Retrieved from https://newrepublic.com/article/119705/why-does-qatar-support-known-terrorists
10. Powell, C. (2003, February 5). *U.S. Secretary of State's address to the United Nations Security Council*. The Guardian. Retrieved from https://www.theguardian.com/world/2003/feb/05/iraq.usa
11. Gosselin-Malo, E. (2022, February 3). *The future of Qatar as major non-NATO ally to the U.S.* Italian Institute for International Political Studies, ISPI. Retrieved from https://www.ispionline.it/en/pubblicazione/future-qatar-major-non-nato-ally-us-33071
12. Haltiwanger, J. (2024, December 11). *What to know about the man who toppled Assad*. Foreign Policy Magazine. Retrieved from https://foreignpolicy.com/2024/12/11/syria-rebel-leader-jolani-hts-al-qaeda-islamic-state-isis/
13. Investigative Unit. (2006, February 4). *Pressure grows on al Qaeda in Iraq*. ABC News. Retrieved from https://abcnews.go.com/International/story?id=1557349
14. Muir, J. (2017, November 13). *The rise and fall of the Islamic State*. BBC News (In Russian). Retrieved from https://www.bbc.com/russian/features-41724612
15. Nuland, V. (2012, December 11). *Press statement - terrorist designations of the al-Nusrah Front as an alias for al-Qa'ida in Iraq*. The Department of State, Washington, DC. Retrieved from https://2009-2017.state.gov/r/pa/prs/ps/2012/12/201759.htm

16. Newsdesk. (2013, April 10). *Al-Nusra commits to al-Qaida, deny Iraq branch 'merger'*. Naharnet. Retrieved from http://www.naharnet.com/stories/en/78961-al-nusra-commits-to-al-qaida-deny-iraq-branch-merger/
17. Naval History & Heritage Command. (2025, March 10). *Operation Iraqi Freedom*. Retrieved from https://www.history.navy.mil/browse-by-topic/wars-conflicts-and-operations/middle-east/operation-iraqi-freedom.html
18. Peterson, N. (2017, August). *Future of ISIS: What do experts think will happen next?* NSI, Inc/ViTTa Analysis, 9. Retrieved from https://nsiteam.com/social/wp-content/uploads/2017/08/2017-Future-of-ISIS-Final.pdf
19. Central Intelligence Agency. (2018). *People/society, Iraq*. The World Factbook. Retrieved from https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/iz.html
20. Portyakova, N. (2006, October 17). *The terrorists separated Sunnis from Shiites. Council of mujahideen created Islamic State in Iraq*. Kommersant, 194. (In Russian). Retrieved from https://www.kommersant.ru/doc/713845
21. Sheglovin, Y. (2016). *Thinking about Islamic State*. Middle East Institute. (In Russian).
22. Stephens, M. (2014, September 1). *Islamic State: Where does jihadist group get its support?* BBC News. Retrieved from https://www.bbc.com/news/world-middle-east-29004253
23. RAND Corporation. (2018). *The Islamic State (terrorist organization)*. Retrieved from https://www.rand.org/topics/the-islamic-state-terrorist-organization.html
24. Radio Tavisupleba. (2014, September 3). *The rise of the Islamic State came as a surprise to the West*. RFE/RL Inc. (In Georgian). Retrieved from https://www.radiotavisupleba.ge/a/rise-of-isis/26565147.html
25. Tabula. (2025, March 15). *US Central Command – eliminated ISIS chief of global operations*. (In Georgian). Retrieved from https://tabula.ge/ge/news/731923-isis-globaluri-operatsiebis-kheldzghvaneli
26. Al-Jazeera Media Network. (2024, December 20). *US drops $10m reward for arrest of Syria's new leader after Damascus talks*. Retrieved from https://www.aljazeera.com/news/2024/12/20/us-officials-on-first-diplomatic-trip-to-syria-since-al-assads-removal
27. Weiss, M., & Hassan, H. (2015). *ISIS: Inside the Army of Terror*. Regan Arts.
28. Tabula. (2025, March 14). *What is happening in Syria and are Christians being killed?* (In Georgian). Retrieved from https://tabula.ge/en/news/731873-ra-khdeba-siriashi-khotsaven-tu-ara-kristianebs
29. Al-Jazeera Media Network. (2019, October 27). *Who was ISIL's self-proclaimed leader Abu Bakr al-Baghdadi?* Retrieved from https://www.aljazeera.com/news/2019/10/27/who-was-isils-self-proclaimed-leader-abu-bakr-al-baghdadi
30. Winter, C., & Al-Saud, K. A. (2016, December 4). *The obscure theologian who shaped ISIS*. The Atlantic. Retrieved from https://www.theatlantic.com/international/archive/2016/12/isis-muhajir-syria/509399/
31. Zakrua, A. (2019, November 3). *The rise and fall of the Islamic State - history in photos*. Tabula. (In Georgian). Retrieved from https://tabula.ge/ge/news/633542-islamuri-sakhelmcipos-aghzeveba-datsema-istoria
32. The Global Coalition against Daesh. (2025). *89 partners - united in ensuring Daesh's enduring defeat*. Retrieved from https://theglobalcoalition.org/en/mission/

UDC 323.325 / 297.8
SCOPUS CODE 3320
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-365-394

The "Daesh" Phenomenon - History Of The Creation

Zviad Tkabladze Department of Political and International Relations, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: tkabladze.zviad@gtu.ge

Reviewers:
T. Kiknadze, Professor, Faculty of Law and International Relations, GTU
E-mail: kiknadzetamar12@gtu.ge
M. Manchkhashvili, Doctor, Assistant Professor, Faculty of Law and International Relations, GTU
E-mail: manchkhashvilimaia07@gtu.ge

Abstract. The article is devoted to the history of the creation of the world's most brutal terrorist organization - Daesh (Islamic State, IS, ISIS, ISIL). The purpose of the study is to find out the reasons for the emergence of the Daesh and what preconditions contributed to the formation of such an organization. In recent years, the Islamic State has become a powerful player in the Middle East, posing a serious threat not only to the countries of the region, but also to the stability and peace of the whole world. Daesh is a fighting machine created by fanatics, aiming at spreading their ideology around the world and creating a theocratic caliphate. It is based on an extremist-Islamist ideology that denies the right to life of people with other beliefs and views.

During its rise in 2014-2015, between 30,000 and 200,000 terrorists were enrolled in the ranks of Daesh and controlled a territory of 100,000 sq. km. in Iraq and Syria, which contributed to the growing chaos and already posed a serious threat to international security. Therefore, the US-led global coalition, the Iraqi army and other regional paramilitary groups began fighting against the Islamists and in 2019 declared their destruction.

Although the group's resources both human, financial, as well as armament and territory have gradually disappeared, first in 2017 and then in 2019, Daesh still exists in the form of small cells and retains the ability to cause harm, and the fight against it is not over yet.

Keywords: "Daesh"; "Islamic State"; Fight against international terrorism.

განხილვის თარიღი 04.01.2025
შემოსვლის თარიღი 02.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 316.6
SCOPUS CODE 3321
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-395-400

რესოციალიზაციის ცნებები და არსი სოციალურ და ფილოსოფიურ მეცნიერებებში

ნინო ქავთარაძე ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: ninokavtaradze0481@yahoo.com

ნოდარ მატარაძე საჯარო მმართველობისა და ელექტრონული ბიზნესის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: n.mataradze@prevention.gov.ge

რეცენზენტები:

შ. მეტრეველი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის მოწვეული პროფესორი, ეკომომიკის დოქტორი
E-mail: metrevelish@gmail. com

თ. ლაგვილავა, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, ბიზნესის ადმინისტრირების დოქტორი
E-mail: t.lagvilava@gtu.ge

ანოტაცია. თანამედროვე საზოგადოებაში მნიშვნელოვანია ღირებულებით-ნორმატიული სისტემა, ისევე როგორც ადამიანის ორიენტაცია ამ სისტემაზე. რესოციალიზაციის პროცესის კვლევა მიზნად ისახავს იმ მექანიზმებისა და მეთოდების შესწავლას, რომლებიც ეხმარება ადამიანს შეეგუოს ახალ საცხოვრებელ პირობებს, დაეუფლოს ახალ ნორმებს, ღირებულებებს, დამოკიდებულებებს და ქცევის ნიმუშებს. ამ სტატიის ფარგლებში ტარდება რესოციალიზაციის სამეცნიერო კონცეფციების შედარებითი ანალიზი.

საკვანძო სიტყვები: ბიკულტურალიზმი; ბილინგვიზმი; თვითრეფლექსია; სოციალიზაცია; სოციალური ადაპტაცია; სოციოკულტურული ადაპტაცია.

შესავალი

სწრაფი გარდაქმნების პერიოდში პოლიტიკურ, სოციალურ, ეკონომიკურ და სულიერ სფეროებში, თანამედროვე საზოგადოებაში ადამიანი სულ უფრო მეტად აწყდება ინტეგრაციის სტრატეგიების ჩამოყალიბების, გარე და შიგა გარემოს ცვალებად პირობებთან ადაპტაციის და საკუთარი ადგილის გაგების პრობლემებს. ახალ სოციალურ და კულტურულ რეალობაში. არსებული პრობლემების გადაჭ-

რის ეფექტიანი მეთოდების შერჩევის განმსაზღვრელი ფაქტორი იყო რესოციალიზაციის პროცესის შესწავლის მეცნიერულად დაფუძნებული მიდგომების დანერგვა.

პირველი სამეცნიერო კვლევა ამ კუთხით ჯერ კიდევ XX საუკუნის შუა წლებიდან დაიწყო. უცხოელმა და ადგილობრივმა სოციოლოგებმა და ფსიქოლოგებმა, მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს რესოციალიზაციის ზოგადი თეორიული და მეთოდოლოგიური პრობლემების შესწავლაში. ასევე, სწორედ ამ დროიდან განიხილება ეს ფენომენი, როგორც შესაძლებლობა ინდივიდისთვის გადასულიყო ერთი რეალობიდან მეორეზე ახალი სოციალური მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად, რომლებიც მის მიერ არ შეიძლება იყოს დაცული იმ პირობებში. თუმცა, ინტერესის აქტიური ზრდა როგორც თეორიული, ისე მეთოდოლოგიური პრობლემების, ასევე რესოციალიზაციის პრაქტიკული პრობლემების გადაჭრის მიმართ შეიმჩნევა მხოლოდ XXI საუკუნის დასაწყისიდან. თანამედროვე მსოფლიო სამეცნიერო ლიტერატურის ნიმუშების შედარებითმა ანალიზმა აჩვენა, რომ რესოციალიზაციის პრობლემების კვლევა ტარდება სხვადასხვა სამეცნიერო დისციპლინის წარმომადგენლების მიერ ტრანსდისციპლინური მეთოდის გამოყენებით, რომლის მთავარი მახასიათებელია შესწავლილი ობიექტის ინტეგრაციის ღრმა დონე სოციოლოგიაში, ფსიქოლოგიაში, პედაგოგიკასა და სხვა ჰუმანიტარულ მეცნიერებებში.

ძირითადი ნაწილი

რესოციალიზაციის პრობლემების კვლევის ტრანსდისციპლინური მიდგომა საშუალებას იძლევა გამოიკვლიოს რესოციალიზაციის პრობლემები. ის არ შემოიფარგლება მხოლოდ ინტერდისციპლინური ურთიერთობებით, როგორც ჩერნიკოვამ აღნიშნა, ეს ურთიერთობები გლობალურ სისტემაში დისციპლინებს ათავსებს მკაცრი საზღვრების გარეშე. მეორე მხრივ, ეს ხდება ტერმინ „რესოციალიზაციის“ გაგებისა და ამ ფენომენის შესაბამისი პრობლემების შესწავლის მეცნიერული შეხედულებების ერთიანობის არარსებობის მთავარი მიზეზი. ტერმინი, რომელიც გვაინტერესებს, პირველად მეცნიერული და პრაქტიკული გამოყენებით შემოიტანეს ამერიკელმა სოციალურმა ფსიქოლოგებმა. ო. იაკსა რესოციალიზაციას განიხილავს როგორც ადამიანის დაკარგული ჩვევების საზოგადოებაში ფუნქციონირების დაბრუნებას და ყურადღებას ამახვილებს სოციალური ან პირადი გამოცდილების იმ ნაწილების აღორძინებაზე, რომლის საჭიროებაც იგრძნობა ადამიანის არსებობის ყველა დონეზე.

ბევრი მკვლევარი აღნიშნავს, რომ რესოცალიზაცია არის ახალი სოციალური ნორმების, კულტურული ფასეულობების, როლების, უნარებისა და ქცევის ნიმუშების დაუფლების პროცესი.

რესოციალიზაციის ცნების ინტერპრეტაციაში განსხვავებულობის მიუხედავად, მკვლევართა უმეტესობა თანხმდება, რომ ეს არის სოციალიზაციის განსაკუთრებული ფორმა, რომლის პრობლემებია დაკარგულის აღდგენა, ახალი მსოფლმხედველობის ორიენტაციების, ღირებულებების, უნარების, ქცევის ნიმუშების და ცხოვრების წესის დაუფლება ან გამოსწორება. ინდივიდმა შექმნას პიროვნების ახალი სოციალური სტატუსი, რომელიც შეესაბამება რეალურ სოციოკულტურულ მდგომარეობას. სოციალიზაცია არის ორი მჭიდროდ დაკავშირებუ-

ლი პროცესი, რომელთა სრულად იდენტიფიცირება შეუძლებელია.

სოციალიზაციასა და რესოციალიზაციას შორის მთავარი განსხვავება ისაა, რომ პირველი წარმოადგენს უკვე არსებული სოციალური ნორმებისა და ღირებულებების დაუფლების პროცესს, სოციალური და კულტურული გარემოს შესაბამისად.

სოციალიზაცია აუცილებელია ინდივიდის ნორმალური ცხოვრებისათვის, ამიტომ განიხილება როგორც მუდმივი ზრდა; რესოციალიზაცია არის პიროვნული განვითარების ხელმისაწვდომი ინდივიდუალური ასპექტების გარდაქმნა, აგრეთვე ინდივიდის დახმარება საკუთარი თავის, სოციალური ფასეულობების და მისი როლის ახალ საზოგადოებაში რეალიზებაში.

სოციალიზაცია ხდება ინდივიდის მთელი ცხოვრების განმავლობაში - ადრეული ასაკიდან სიბერემდე. რესოციალიზაცია არის ინტენსიური და ღრმა პროცესი, რომელიც შეიძლება მოხდეს ერთხელ ან რამდენჯერმე ინდივიდის მთელი ცხოვრების ციკლის განმავლობაში, როდესაც მას ბედისწერის უმნიშვნელო ან სერიოზული ცვლილებები ემუქრება.

რესოციალიზაცია ზოგადი გამოვლინებით წააგავს პირველად სოციალიზაციას, მაგრამ განსხვავდება მისგან იმით, რომ ის შეიძლება მოხდეს მხოლოდ უკვე არსებული სოციალური ბაზის პირობებში. ამ პროცესის გაგებისადმი ეს მიდგომა მკვლევარს საფუძველს აძლევს იფიქროს, რომ რესოციალიზაცია ძირითადად ზრდასრულ ადამიანში ხდება, ამიტომ მას ხშირად მოზრდილთა სოციალიზაციას უწოდებენ.

რესოციალიზაცია მოიცავს ორ ფაზას, კერძოდ: სოციალურ ადაპტაციას და ინტერნალიზებას, რომლებიც ორი ცალკეული სოციალური ფენომენია, მაგრამ აშკარად ავსებენ ერთმანეთს, როდესაც საქმე ეხება ადამიანის ახალი სოციალური სტატუსის ჩამოყალიბებას. რესოციალიზაციის პროცესის წარმატებით დასრულება დიდწილად დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად კარგად აითვისა ინდივიდმა, ახალი სოციალური გარემოს პირობებთან აქტიური ადაპტაციის პროცესში, შესაბამისი ნორმები, ღირებულებები და ქცევის რეგულირებული წესები.

აღსანიშნავია, რომ მითითებულ პროცესში ადამიანი ადაპტირდება არა მხოლოდ ახალ საზოგადოებასთან, არამედ ზოგიერთ კონკრეტულ შემთხვევაში – სხვა კულტურასთან.

ინტერიერიზაცია ასევე არის რესოციალიზაციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი, რომელიც იწვევს მოქმედების გარე ფორმების, სოციალური გამოცდილების, კულტურული ფასეულობებისა და გარემო ფაქტორების ტრანსფორმაციასა და გადატანას ინდივიდის ცნობიერებაში. ის საშუალებას აძლევს ინდივიდს რესოციალიზაციის პროცესში ჩართოს ახალი ცოდნა, რწმენა, პრაქტიკა, ქცევის ნორმები თავის შინაგან სამყაროში, გადააქციოს ისინი პიროვნულ ღირებულებათა სისტემად. რესოციალიზაციის პროცესში ასევე ძალიან მნიშვნელოვანია ინდივიდის უნარი გამოიყენოს რეფლექსიისა და თვითრეფლექსიის უნარები, ანუ უნარი გამოიკვლიოს რა ხდება მის გარშემო, საკუთარი აზრები, ცნებები და ღირებულებითი ორიენტაციები. ეს საშუალებას აძლევს ინდივიდს დაზოგოს და გამოიყენოს თავისი გამოცდილების ყველა ასპექტი, განსაზღვროს თავისი აზროვნება, შეინარჩუნოს და

გააუმჯობესოს იგი რაც ნამდვილად მნიშვნელოვანია. რეფლექსია და თვითრეფლექსია მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტებია პრობლემების დაძლევაში, რომლებიც წარმოიქმნება პიროვნების რესოციალიზაციის შედეგად.

ზემოაღნიშნული პროცესები მიმდინარეობს ერთდროულად და აღიარებულია როგორც მნიშვნელოვანი ასპექტები სრული რესოციალიზაციისთვის – წარმატებული ინტეგრაცია ახალ სოციალურ და კულტურულ გარემოში, ახალი „მე-კონცეფციის“ პიროვნების ჩამოყალიბება, ინდივიდუალური კონფლიქტებისა და იმედგაცრუებების დაძლევა.

თანამედროვე სამეცნიერო ლიტერატურაში მკვლევრები ხაზგასმით აღნიშნავენ საკმარისად დიდ მიზეზებს, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს რესოციალიზაციის პროცესი. ზოგიერთი მათგანი შეიძლება იყოს გარე, მათ შორის: სოციალური ცვლილებები, რომლებიც, მაგალითად, ხდება პოლიტიკური რეჟიმის ცვლილებისას, ეკონომიკური კრიზისის ან სოციალური შოკის დროს; კულტურული ცვლილებები, რომლებიც ხდება სხვა კულტურებთან ურთიერთობისას; ცვლილებები განათლებასა ან პროფესიულ კარიერაში, მაგალითად, განათლების ახალ საფეხურზე გადასვლისას ან პროფესიის შეცვლისას, რასაც თან ახლავს ახალი ცოდნისა და უნარების შეძენა; მიგრაციის შედეგად, როდესაც საჭიროა ახალ საზოგადოებასთან და კულტურასთან, ასევე კანონმდებლობასთან ადაპტაცია.

თანამედროვე უცხოური და საშინაო სამეცნიერო ლიტერატურის ანალიზი საშუალებას გვაძლევს დავადასტუროთ, რომ რესოციალიზაციის პროცესს მკვლევრები ძირითადად სოციოლოგიისა და ფსიქოლოგიის კონტექსტში განიხილავენ, როგორც ინდივიდის სოციალური როლისა და ქცევის შეცვლის პროცესს. თუმცა ამ ფენომენს ფილოსოფიური ასპექტიც აქვს.

რესოციალიზაციის შესწავლა ფილოსოფიურ-ფსიქოლოგიურ-ანთროპოლოგიური მიდგომის პერსპექტივიდან შეიძლება განისაზღვროს, როგორც პროცესი, ინდივიდის პიროვნების ტრანსფორმაცია, ახალი მსოფლმხედველობის, ღირებულებების სისტემის და ცხოვრების ახალი შეხედულებების ჩამოყალიბება, რომლებიც ჩამოყალიბდა ადამიანის მიერ ახალი სოციალური ნიმუშების დაუფლების შედეგად, მაქსიმალური თვითგამორკვევის მიღწევის მიზნით.

აღსანიშნავია, რომ სწორედ მსოფლმხედველობა, შეხედულებები ცხოვრებასა და ფასეულობებზე არის ინდივიდის მიზნების საფუძველი, რაც შემდგომ განსაზღვრავს მის ქცევას და ცხოვრების წესს, ასევე არის მისი განვითარების მამოძრავებელი ძალა და მიმართულება. ამიტომ, წარმატებული რესოციალიზაციისთვის სავალდებულოა ახალი მსოფლმხედველობის კონცეფციების, ღირებულებების გადახედვა და ჩამოყალიბება, ასევე ახლის შეძენა ან ცხოვრების დაკარგული აზრის აღდგენა.

რესოციალიზაცია, გარდა სოციალური და კულტურული ადაპტაციისა, ასევე შეიძლება მოიცავდეს ფსიქოლოგიური აკულტურაციის ფაზას, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ახალი კულტურული რაობა.

ფსიქოლოგიური აკულტურაციის, ახალ კულტურაში ინტეგრაციისა და მისი დაუფლების პროცესში, ინტერიერიზაციის გზით ფართოვდება პიროვნების სულიერი გამოცდილება, ყალიბდება პი-

როვნების ახალი თავსებადობა სხვა კულტურასთან, გადაიაზრება მშობლიურის ძირითადი მახასიათებლები, რაც ხელს უწყობს ბიკულტურული პიროვნების ჩამოყალიბებას.

ბიკულტურალიზმი გულისხმობს ორი კულტურული იდენტობის არსებობას, რომლებიც შეიძლება თანაარსებობენ და ურთიერთქმედებენ ერთმანეთთან, ახდენენ გავლენას პიროვნების ჩამოყალიბებაზე, ახალ რწმენაზე, დამოკიდებულებებზე, ღირებულებებზე, ქცევის ნორმებზე და ა.შ.

ბიკულტურალიზმთან დაკავშირებული კონცეფცია არის ხელოვნური ბილინგვიზმი, რომელიც განისაზღვრება როგორც ადამიანის უნარი დაეუფლოს ორ ენობრივ და კულტურულ კოდს, რომელთაგან ერთი შეძენილია ბუნებრივი ენობრივი გარემოს გარეთ, განიხილება ფილოსოფიური ანთროპოლოგიის ფარგლებში, ის ასევე არის ფენომენი, რომელშიც ხდება პიროვნების ჩამოყალიბება – მისი ახალი მსოფლმხედველობა, შეხედულებები ცხოვრებისა და ღირებულებების შესახებ.

დასკვნა

ამჟამად რესოციალიზაციის პროცესის კვლევა ძირითადად სოციოლოგიის, ფსიქოლოგიის და პედაგოგიკის კონტექსტში ტარდება. თუმცა, ამ პროცესის შესწავლა ფილოსოფიური მეცნიერებების ფარგლებში, განსაკუთრებით ფილოსოფიური ანთროპოლოგიის კონტექსტში, აუცილებელია ვიდრე ფსიქოლოგიური აკულტურაციის, ინტერიერიზაციის, რეფლექსიის, თვითრეფლექსიის, ბიკულტურალიზმისა და ბილინგვიზმის შესწავლა. რესო–ციალიზაციის პროცესის ფილოსოფიური გაგებისა და ინტერპრეტაციის წყალობით შესაძლებელია პიროვნების არსის უფრო სიღრმისეული შესწავლა, მისი პიროვნული ტრანსფორმაცია პიროვნების ახალი „მე-კონცეფციის“ ფორმირებით, როგორც ინდივიდის ადგილი და როლი ცვალებადი სამყაროსა თუ რეკონსტრუქციული რეალობის სოციალურ და კულტურულ პირობებში.

ლიტერატურა

1. Neiterman, E., & Bourgeault, I. (2015). Professional integration as a process of professional resocialization: Internationally educated health professionals in Canada. *Social Science & Medicine, 131*, 74–81. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.09.023

2. Sam, D. L. (2015). Acculturation. In J. D. Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2nd ed., Vol. 1, pp. 1–6). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.23031-4

UDC 316.6
SCOPUS CODE 3321
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-395-400

Resocialization- Concepts and Essence in Social and Philosophical Sciences

Nino Kavtaradze Department of Public Administration Electronic Business, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: ninokavtaradze0481@yahoo.com

Nodar Mataradze Department of Public Administration Electronic Business, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: n.mataradze@prevention.gov.ge

Reviewers:

Sh. Metreveli, Professor, PHD Doctor, faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: metrevelish@gmail. com

T. Lagvilava, Associate Professor, PHD Doctar,Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: t.lagvilava@gtu.ge

Abstract. In the modern society, the value-normative system is important, as well as the orientation of a person to this system. The study of the resocialization process is aimed at studying the mechanisms and methods that help a person adapt to new living conditions, master new norms, values, attitudes and patterns of behavior. Within the framework of this article, a comparative analysis of the scientific concepts of resocialization is carried out, its place in the problematic sphere of modern foreign and Russian sciences is determined, and the essence of this phenomenon in a changing world is considered. The problem of resocialization should be raised not only in the social sciences, but also in the philosophical sciences. The transformation of the individual's personality, his perception of the world and his attitude to society and culture.

Keywords: Biculturalism; Bilingualism; Self-reflection; Social Adaptation; Socialization; Sociocultural Adaptation.

განხილვის თარიღი 26.02.2025
შემოსვლის თარიღი 18.03.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

UDC 351.74:005.95
SCOPUS CODE 3321
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-401-408

კადრების მართვის უმნიშვნელოვანესი ასპექტები საჯარო მმართველობის სისტემაში

შორენა შელია საჯარო მმართველობისა და ელექტრონული ბიზნესის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: shorenas84@gmail.com

რეცენზენტები:
შ. დოღონაძე, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: Sh.dogonadze@gtu.ge
ბ. გოდერძიშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge

ანოტაცია. კადრების სწორი მართვა საჯარო (სახელმწიფო) სამსახურებში კრიტიკულად მნიშვნელოვანია ეფექტიანი და გამჭვირვალე მმართველობისთვის. თანამედროვე მმართველობითი უწყებები აწყდებიან უამრავ გამოწვევას პერსონალის მართვის ნაწილში. აღიარებულია, რომ კადრების მართვა ზოგადად გულისხმობს პირის სამსახურში მიღებისა და ადაპტაციის პროცესის მართვას.

თანამედროვე მიდგომები და ფუნდამენტური ღირებულებები, რომლებიც გადამწყვეტ მნიშვნელობას ატარებენ სახელმწიფო მომსახურების მართვის სისტემების ეფექტური და გამჭვირვალე ფუნქციონირებისათვის, წარმოადგენს საფუძველს მდგრადი და სამართლიანი მმართველობის ასაშენებლად. სტატიაში მოცემულია საქართველოს საჯარო მმართველობის სისტემაში კადრების მართვის უმნიშვნელოვანესი პრინციპების, საკადრო პოლიტიკის ძირითადი ასპექტების, გამოწვევების ანალიზი, ახალი ტენდენციებისა და თანამედროვე მართვის სისტემების შესწავლა და მათი დანერგვის უზრუნველყოფა. განხილულია მმართველობით სისტემაში არსებული პრობლემები (როგორიცაა დაბალი ეფექტიანობა, პროცესების გამჭვირვალობის ნაკლებობა, თანამშრომელთა დაბალი მოტივაცია და პროფესიონალიზმის დეფიციტი), მათი გადაჭრის გზები და მეთოდები, მათ შორის ინოვაციური მიდგომების დანერგვა, ციფრული ტექნოლოგიების განვითარება. კადრების კვალიფიკაციის ამაღლება და შედეგებზე დაფუძნებული შეფასების მექანიზმების დანერგვა. ხაზგასმულია საჯარო სექტორის გამჭვირვალობის, კადრების მართვის პროფესიონალიზმის, რესურსების სამართლიანი განაწილებისა და შედეგზე ორიენტირებული მოტივაციის სისტემის შექმნის საფუძვლები.

საკვანძო სიტყვები: კადრების მართვა; კარიერული წინსვლა; მოტივაცია; პროფესიონალიზმი; სამეცნიერო კვლევა; საჯარო სამსახური.

შესავალი

ტერმინი ,,ადამიანური რესურსები“ ფართო ცნებაა და მასში იგულისხმება, როგორც დაბალი რგოლის პერსონალი, ისე მმართველი მენეჯერები, რომლებიც მთლიანობაში – ერთობლივად აღწევენ ორგანიზაციის წარმატებებს. გარდა ამისა, კადრების მართვის მიზანი უნდა იყოს ორგანიზაციის განვითარებისკენ სწრაფვა, ასევე ადამიანებს შორის ნდობის ჩამოყალიბება და ამ ნდობაზე დაფუძნებული პირადი შესაძლებლობების რეალიზაციის ხელშეწყობა.

ამ ძირითად პრინციპებზე დაყრდნობით 2017 წელს ძალაში შევიდა 2015 წელს მიღებული საქართველოს კანონი „საჯარო სამსახურის შესახებ“ [3]. კანონში ჩამოყალიბებული ნორმები და სტანდარტები შემუშავებულია წლების განმავლობაში მსოფლიოში ცნობილი სპეციალისტებისა და დარგის მკვლევრების მიერ გამოქვეყნებული დასკვნების საფუძველზე. აღსანიშნავია, რომ ეს მოცემულობები თანაბრად ხელშესახები და მისაღებია როგორც საჯარო, ისე კერძო სექტორისთვის, რადგან მათი ქმედებების განმსაზღვრელი წყარო ყველა შემთხვევაში ადამიანია (დასაქმებული).

ძირითადი ნაწილი

ადამიანური რესურსების მართვის მიზანი

კადრების მართვა არის ცოდნის, ძალისხმევის შესაძლებლობების გამოყენება შრომითი ურთიერთობების ნაწილში, ამოცანაა ისე გამოიყენოს ეს შესაძლებლობები, რომ ორგანიზაცია გახდეს წარმატებული. ადამიანური რესურსების მართვის მეთოდიკა ორგანიზაციას, პერსონალს განიხილავს როგორც მართვის ობიექტს, ის მოიცავს ორგანიზაციის ფუნქციონირებას კონკრეტულ პირობებში, რეალიზაციის, მექანიზმის ფორმირების, ორგანიზაციულ და პრაქტიკულ მიდგომებს.

ადამიანური რესურსების მართვის **მიზანია**: 1) დაეხმაროს ორგანიზაციას დასახული ამოცანების გადაჭრაში, 2) უზრუნველყოს ორგანიზაციაში ნიჭიერი და მონდომებული თანამშრომლების მოზიდვა, 3) შექმნას სანდო და კარგი გარემო დასაქმებულ პირებსა და ხელმძღვანელებს შორის, 4) განავითაროს მართვის სფეროში ეთიკური მიდგომა.

თანამედროვე საკადრო პოლიტიკის ძირითადი მიზანია კვალიფიციური, მოტივირებული კადრების მოზიდვა და შენარჩუნება, რაც აუცილებლად გააუმჯობესებს სამსახურის საქმიანობას. კარიერული განვითარებისთვის მნიშვნელოვანია მოხელეების პროფესიული გადამზადება, კონკურენტუნარიანი გარემოს შექმნა, ასევე კონფლიქტების მართვა, მათი გადაჭრის გზების შემუშავება და სისრულეში მოყვანა.

მმართველობით სისტემაში არსებობს გარკვეული გამოწვევები და პრობლემები როგორიც არის, მაგალითად:

- კვალიფიციური კადრების ნაკლებობა;
- საჯარო სამსახურში დაბალი ანაზღაურება, რაც ხშირ შემთხვევაში იწვევს პერსონალის დემოტივაციას;
- კადრების არასაკმარისი პროფესიული განვითარება;

- ხელმძღვანელი რგოლის მხრიდან საკადრო გადაწყვეტილებები ხშირად ფასდება არა პროფესიონალიზმზე დაყრდნობით, არამედ კორუფციული და პირადი მოტივებით.

ცნობილი მკვლევარი ადამიანური რესურსების მართვის საკითხებში **დევიდ გესტი (David Guest** მოღვაწეობდა 2000-იანი წლების დასაწყისში) მიუთითებდა, რომ **„ადამიანური რესურსების მართვა**" ძირითადად ემყარება მოტივაციას და ერთგულების თეორიებს, ასევე იმ სხვა იდეებს, რომლებიც ორგანიზაციული წესრიგის სფეროდან მომდინარეობს. დ. გესტის სტრატეგიით [5], ადამიანური რესურსების მართვის მიზანი უნდა იყოს ორგანიზაციის და თანამშრომელთა კეთილდღეობის ბალანსი. უნდა მოხდეს თანამშრომლების მოტივაცია და ერთგულების გაღვივება, კვალიფიციური და კომპეტენტური კადრების განვითარება, მოქნილი სამუშაო პრაქტიკის შექმნა, ამ მეთოდის განხორციელების შემდეგ ერთობლივ სარგებელს მიიღებენ როგორც დასაქმებულები, ისე ორგანიზაციები. კერძოდ, დამსაქმებელი აღწევს მართვის უფრო მაღალ სტანდარტს, ხოლო თანამშრომლები იღებენ უკეთეს პირობებში საქმიანობის გააგრძელების შესაძლებლობას. დ. გესტის ეს მიგნება ხშირად განიხილება როგორც უმაღლესი შესრულების მოდელი. ზუსტად ასეთი მართვის დანერგვა განაპირობებს მომავალში იმ მიზნების რეალიზების შესაძლებლობას, რასაც ჰქვია ადამიანური რესუსრების სწორად მართვა.

მოტივაციის გავლენა ადამიანური რესურსების მართვაში

მოტივაციის თეორია, განსაკუთრებით კი მოლოდინისა და მიზნების თეორიები, პირდაპირპროპორციულად მოქმედებს იმ ფაქტორებზე, რომლებიც ზეგავლენას ახდენენ მართვის ხარისხზე, ემსახურებიან მუშაკთა პროგრესს, მათ წახალისებას, რათა თანამიმდევრულად შეასრულონ ნაკისრი ვალდებულებები. მოტივაციის იდეაფიქსი არის დასაქმებულთა პირველადი მოთხოვნილებებისა და საჭიროებების ჯეროვანი დაკმაყოფილება, რაც უზრუნველყოფს ხარისხობრივად უფრო მაღალ დონეს და პიროვნული თვისებების სრულყოფილებას.

მეცნიერმა **დევიდ მაკლელანდმა** (David McClelland) [6] XX საუკუნის 60-იან წლებში შემოგვთავაზა სამსაფეხურიანი თეორია. იგი მიუთითებდა ადამიანის განსხვავებული მოტივაციის წყაროებზე. მკვლევარი გამოყოფს სამ ძირითად ფაქტორს:

1) **დიდი მიღწევების მოტივაციას** (Need for Achievement), ეს არის მთავარი ფაქტორი, რომელიც განსაზღვრავს ადამიანის სურვილს წარმატების მისაღწევად. ასეთი ადამიანი გამოირჩევა წარმატებისკენ სწრაფვით, იგი მუდმივად იღვწის თვითგანვითარებისკენ, უპირატესობას ანიჭებს საშუალო სირთულეებს, მათი გადაჭრით უფრო რეალური შანსი ეძლევა დასახული მიზნის მისაღწევად. გამოირჩევა კრეატიული აზროვნებით და ცდილობს ახალი იდეების შემუშავებას. ასეთი ადამიანი უფრო გვხვდება მეწარმეებს, მეცნიერებსა და მენეჯერებს შორის.

2) **თანამშრომლური ურთიერთობების მოტივაცია** (Need for Affiliation) ასეთი ადამიანი ორიენტირებულია ადამიანურ ურთიერთობებზე, მისთვის მნიშვნელოვანია გუნდური მუშაობის პრინციპი, ერიდება კონფლიქტურ სიტუაციებს. ამ ჯგუფს მიეკუთვნება პედაგოგები, სპეციალისტები და მუშაკები.

3) **ძალის მოტივაცია** (Need for Power) ასეთი ადამიანი მოტივირებულია ძალის დემონსტრირებით, მას ამოძრავებს ლიდერობის და ძალაუფლების წყურვილი, სიამოვნებს ადამიანების მართვა. ასეთი

ადამიანი გვხვდება პოლიტიკოსებს, მენეჯერებსა და სამხედრო პირებს შორის. (სახელმძღვანელო **The Achieving Society - მიღწევების საზოგადოება** 1961 წელი).

ზემოხსენებული ფაქტორები მიუთითებს, რომ ყველა ადამიანს სახვადასხვა მოტივაცია აქვს, თუმცა ეს ყოველივე მის მისწრაფებებზეა დამოკიდებული.

კონფლიქტების მართვა თანამედროვე საჯარო მმართველობის სისტემაში

კონფლიქტური სიტუაციები წარმოიშობა საჯარო სამსახურში მაშინ, როდესაც ღირებულებები უპირისპირდება ერთმანეთს. კონფლიქტების მართვა ითხოვს არა მხოლოდ პრობლემის მოგვარებას, არამედ სისტემური ხერხის გამოყენებას, რომელიც შემდგომ ხელს შეუწყობს გრძელვადიან სტაბილურობას. არსებობს კონფლიქტის მართვის მრავალი სტრატეგია, მათ შორის ისეთი, როგორიცაა:

- **პრობლემის გამოვლენა** და **დახმარება** – ძირითადი ყურადღება უნდა მიექცეს კონფლიქტის გამომწვევ მიზეზს, რათა მოინახოს საჭირო გადაჭრის ხერხები.
- **თანამშრომლური მიდგომა** – გულისხმობს სხვადასხვა მხარეს მოლაპარაკებების წარმოებას, რომლის დაკმაყოფილება და განხორციელება მიიღწევა ურთიერთშეთანხმების ხარჯზე.
- **განსხვავებული აზრის პატივისცემა** – კონფლიქტის მონაწილე მხარეების მიერ ერთმანეთის მოსმენა, შეხედულებებისა და მოსაზრებების გაცვლა და განსხვავებული აზრის პატივისცემა არის პრობლემის გადაჭრის საფუძველი.

თანამშრომლების პროდუქტიულობა ორგანიზაციაში დამსაქმებლის მხრიდან ღირსეული მოპყრობის პირდაპირპროპორციულია. ეს თეორია 1976 წელს შემოგვთავაზა **ჯორჯ გრენმა** [4]. თეორია იკვლევს ლიდერებსა და ხელქვეითებს შორის ურთიერთობას. ჯ. გრენმა შექმნა თეორია სახელწოდებით ,,**LMX**'' და ის ორ ჯგუფად ჩამოაყალიბა :

1) **ინ** (**IN**) ჯგუფი – ამ თეორიის მიხედვით ჯგუფის წევრებს მჭიდრო და კარგი ურთიერთობები აქვთ ლიდერებთან, ისინი ჩართულები არიან გადაწყვეტილების მიღებაში.

2) **აუთ** (**OUT**) ჯგუფი – ამ თეორიის მიმდევრებს აქვთ ფორმალური ურთიერთობა ლიდერებთან, მათი ჩართულობა მინიმალურია გადაწყვეტილების მიღებაში, აქვთ ბევრად მცირე შესაძლებლობები ვიდრე **ინ** (**IN**) ჯგუფის წევრებს.

ჯორჯ გრენი მიუთითებს ასევე **დამოკიდებულებების მართვაზე** – აქ გრენი ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ ლიდერები უნდა იყენებდნენ ისეთ სტრატეგიებს, რომელიც ადამიანური რესურსების ანუ ლიდერების და თანამშრომლების ურთიერთდამოკიდებულების შედეგად მიიღწევა.

გუნდურობა და გადაწყვეტილების მიღება – გულისხმობს საჯარო მმართველობის სისტემაში გუნდური მუშაობის პრინციპის დანერგვას და ამ მეთოდიკის საშუალებით თანამშრომელთა პოტენციალის სრულ და ეფექტიან გამოყენებას.

ლოკალური ურთიერთობები – ამ მეთოდის მიხედვით ლიდერები და ხელქვეითები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ გუნდის განვითარებაში, როდესაც მათ შორის არსებობს ღია კომუნიკაცია. ჯ. გრენი ასევე გამოყოფს ლიდერობის სტილსაც (ავტორიტარული – დემოკრატიული) და მიუთითებს, რომ მმართველები თავად ირჩევენ თუ რომელი მუშაობის სტილზე გააკეთებენ არჩევანს და რომელი მეთოდი იქონიებს გავლენას თანამშრომ-

ლებზე. შესაბამისად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ლიდერი რომელიც იყენებს სწორ მეთოდებს, სამსახურში თავიდან იცილებს კონფლიქტებს ან არსებობის შემთხვევაში, მალევე ეფექტურად აგვარებს მათ, ჯ. გრენის თეორია ზოგადად მიზნად ისახავს ხელქვეითებისა და ლიდერების ურთიერთობის გაუმჯობესებას, რომელიც აუცილებელია ორგანიზაციის სტაბილური საქმიანობისთვის. (**New Frontiers of Leadership** – ლიდერობის ახალი საზღვრები, წიგნი გამოიცა ახალი რედაქციით 2004 წელს)

ადამიანური რესურსების სტრატეგიული მართვის ასპექტები

კიდევ ერთხელ ხაზგასმით აღვნიშნავთ, რომ ადამიანური რესურსების მართვა შეგვიძლია განვმარტოთ როგორც ორგანიზაციაში დასაქმებულ პირთა წინსვლისკენ, განვითარებისკენ მიმართული სტრატეგიული მწყობრი მიდგომა. ზოგადად სტრატეგიული მართვა არის მართვის ისეთი მეთოდი, რომელიც შეირჩევა კონკრეტული მიზნის მისაღწევად. ძირითადი ყურადღება ექცევა ორგანიზაციის სტრატეგიის განსაზღვრას. სტრატეგიულად მოაზროვნე ხელმძღვანელი პირი გამოირჩევა შორეული ხედვის ნიჭით. უნდა ითქვას, რომ სტრატეგიული მართვა გულისხმობს მიზნის განსაზღვრას, საშუალებების მიგნებას და მათ შორის კავშირებს.

ზოგადად სტრატეგიას აქვს სამი ძირითადი დამახასიათებელი ნიშანი:

1. **მომავლის ხედვა** – რა მიმართულებით სურს სვლა ორგანიზაციას და როგორ უნდა მივიდეს დანიშნულების წერტილამდე. ანუ წინასწარ იგეგმება დასახული მიზნების შესასრულებელი საშუალებები და გზები.

2. **რესურსებზე დაფუძნებული ხედვა,** ანუ ორგანიზაციაში არსებული რესურსების პოტენციალის განსაზღვრა, ანალიზი და მათი რეალიზაციის შესაძლებლობები.

3. **სტრატეგიული თანხვედრა** გულისხმობს კადრებსა და ორგანიზაციას შორის საქმიან სტრატეგიებთან თანხვედრას, როდესაც დამსაქმებელთა გეგმები და მათი თანამშრომლების ურთიერთდამოკიდებულება ჰარმონიულია. ზოგადად მსგავსი საერთო გადაკვეთის წერტილის პოვნა საკმაოდ რთული საკითხია, აღნიშნულ თემას არაერთმა მეცნიერმა მიუძღვნა თავისი ნაშრომი. ერთ-ერთი გამოჩენილი მეცნიერი და სტრატეგიული მენეჯმენტის ექსპერტი არის **დერეკ აბელი** (Derek Abell) [1]. მან 1980 წელს გამოსცა სახელმძღვანელო ,,ბიზნესის განსაზღვრა, სტრატეგიული დაგეგმვის საწყისი წერტილი“ (**Defining the Business: The Starting Point of Strategic Planning**) სადაც შემოთავაზებულია სტრატეგიის სამი მოდელი.

1. (WHAT) გულისხმობს კომპანიასა და მომხმარებელს შორის ორმხრივი კმაყოფილების ხარისხს.

2. (WHO) მომხმარებელი ანუ ვინ არის მომხმარებელი (ე.წ. მიზნობრივი ჯგუფი).

3. (HOW) ტექნოლოგიები რომლითაც აკმაყოფილებს ბიზნესი მომხმარებლის მოთხოვნებს, კონკრეტულად რა ფორმით ხორციელდება პროდუქციის გაცემა და მომსახურება.

დერეკ აბელი იკვლევდა თუ როგორ უნდა შეერჩიათ კომპანიებს სწორად ბაზარი და გაეფართოებინათ მათი ორგანიზაციების თანამშრომლებისთვის შრომითი საქმიანობის სფერო. მის სტრატეგიებს დღემდე აქტიურად იყენებენ კომპანიები, როგორიცაა თავის სფეროში მსოფლიოს ერთ-ერთი წამყვანი ფლაგმანი ,,**Netflix**“-ი. ეს კომპანია თავდაპირველად ორიენტირებული იყო ,,**DVD**''-ის გაქირავების სერვისზე, შემდეგ კი ის გაფართოვდა და

გავიდა უმსხვილეს ბაზარზე. შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ზემოხსნებულმა კომპანიამ გამოიყენა აბელის მეთოდი, კერძოდ კი გაითვალისწინა და შეისწვლა მომხმარებლის საჭიროებები, განსაზღვრა მომხმარებელთა ჯგუფი (ფილმების მაყურებელთა და გართობის მოყვარულთა ჯგუფი) და ტექნოლოგიური სისტემების გამოყენებით შექმნა დეფინირების (რომელი ჟანრის ფილმების ყურება სურთ) და სტრიმინგის (ონლაინსერვისი გადმოწერის გარეშე) პლატფორმა.

ადამიანური რესურსების მართვის ფილოსოფია

ადამიანური რესურსების მართვის ფილოსოფია (Humanistic Management Philosophy) არის მენეჯმენტის მიდგომა, რომელიც ორიენტირებულია ადამიანზე, როგორც ორგანიზაციის მთავარ ღირებულებაზე და წარმატების წყაროზე. ადამიანური რესურსების მართვის ფილოსოფიის ძირითადი პრინციპებია: ღირსების პატივისცემა, კეთილდღეობის პრიორიტეტი, სოციალური პასუხისმგებლობა, განვითარების ხელშეწყობა.

ადამიანური რესურსების მართვის ფილოსოფია დღეისთვის საკმაოდ მოთხოვნადია, რადგან ის დიდ როლს ასრულებს საჯარო სამსახურის განვითარებაში, რაც თავისთავად გულისხმობს გრძელვადიანი განვითარების პერსპექტივას.

ადამიანური რესუსრების მართვის ფილოსოფიის განვითარების ერთ-ერთი ცნობილი თეორიტიკოსია ამერიკელი მეცნიერი **პიტერ დრუკერი (Peter Drucker) [2].** მისი სახელმძღვანელოები როგორც წარსულში, ისე დღესაც აქტუალურია და ფართოდ გამოიყენება კერძო თუ საჯარო დაწესებულებებში. მისი ნაშრომებიდან შეგვიძლია გამოვარჩიოთ **„მენეჯმენტის პრაქტიკა**'' (**The Practice of Management**), რომელიც გამოიცა 1954 წელს. ეს წიგნი იყო პირველი რომელიც მენეჯმენტს განიხილავდა დისციპლინად.

პ. დრუკერის აზრით, ადამიანური რესურსების ფილოსოფიის არსს განსაზღვრავს ორგანიზაციაში მომუშავე თანამშრომლები, რომლებიც არ უნდა განიხილებოდნენ როგორც ,,**დანახარჯები**'' ისინი უნდა აღიქმებოდნენ ორგანიზაციის მნიშვნელოვან ნაწილად, რადგან მათი კეთილდღეობა პირდაპირ კავშირშია კომპანიის წარმატებასთან. (**Managing in a Time of Great Change** მართვა დიდი ცვლილებების ეპოქაში 1995 წელი). იგი ასევე მიუთითებდა ადამიანური კაპიტალის მნიშვნელობაზე, მიზნებზე დაფუძნებულ მენეჯმენტზე, განიხილავდა ლიდერობის ცნებას როგორც მოტივატორს. ასევე მნიშვნელოვანს უწოდებდა სოციალურ და ეთიკურ პასუხისმგებლობას. პ. დრუკერის თქმით, თუ კომპანია არის წარმატებიული, ის აუცილებლად უნდა აისახოს მათ თანამშრომლებზეც. მოკლედ რომ ვთქვათ, მენეჯერები არ უნდა იყვნენ ორიენტირებულნი მხოლოდ კომპანიის მოგებაზე, პერსონალის კონტროლზე, მითითებების გაცემაზე, არამედ ისინი უნდა ზრუნავდნენ დასაქმებულთა კეთილდღეობაზე და უნდა იყვნენ მათთვის მთავარი მოტივატორები. თუ ლიდერების მხრიდან მოტივაცია მომუშავე პერსონალს თავს აგრძნობინებს დაფასებულად, თავისთავად მათი შრომისუნარიანობის და თვითშეფასების კოეფიციენტი გაიზრდება.

ცხადია, ადამიანური რესურსების ფილოსოფია აღიქვამს და განიხილავს თანამშრომლებს როგორც ყველაზე ღირებულ რესურსს, თუმცა პ. დრუკერი თვლიდა, რომ კომპანიები და მთავრობები შეჩვეული არიან გუშინდელი წარმატების ჩაბღაუჭებას,

არ აღიარებენ არსებულ შეცდომებს, რუტინულად ტრიალებენ ჩაკეტილ წრეზე და თვალს არ უსწორებენ თანამედროვე გამოწვევებს, რაც აისახა კიდეც პიტერ დრუკერის ცნობილ ფრაზაში – „თუ თქვენ გსურთ რაიმე ახალი, მაშინ დაანებეთ თავი ძველის კეთებას“(if you want something new, you have to stop doing something old).

დასკვნა

სტატიაში ჩამოყალიბებულია ადამიანური რესურსების ფილოსოფიის სხვადასხვა პრინციპი და მიდგომა. ისინი ნათლად მიუთითებენ, რომ საკადრო პოლიტიკის ერთ-ერთი მთავარი მიზანი კვალიფიციური, მოტივირებული კადრების მოზიდვა და შენარჩუნებაა, რაც აუცილებლად გააუმჯობესებს სამსახურის საქმიანობას, მნიშვნელოვანია კარიერული განვითარებისთვის მოხელეების პროფესიული გადამზადება, კონკურენტუნარიანი გარემოს შექმნა. სწორედ ამაზეა ორიენტირებული საქართველოს მოქმედი კანონი ,,საჯარო სამსახურის შესახებ“.

მნიშვნელოვანია არსებული პრობლემების გამოვლენა, გაანალიზება და აღმოფხვრის გეგმის შემუშავება, ხოლო შემდგომში მათი სისრულეში მოყვანა, აუცილებელია საკადრო პოლიტიკის განვითარება, სიახლეების დანერგვა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ თანამედროვე მიდგომების ჩამოყალიბება, ორიენტირება სხვადასხვა წახალისების სახეებზე, კადრების გადამზადება, ჯანსაღი სამუშაო გარემოს შეთავაზება, პატივისცემა და დისკრიმინაციის დაუშვებლობა, ინოვაციური და თანამედროვე სისტემის დანერგვა რაც პროფესიონალი კადრების შენარჩუნებისთვის უმნიშვნელოვანესი ნაბიჯია. ეს არის მცირე ჩამონათვალი იმ საშუალებებისა რითიც შესაძლებელია ეფექტური, გამჭვირვალე და ჯანსაღი მმართველობითი სისტემის ჩამოყალიბება.

ლიტერატურა

1. Abel, D. (1980). *Defining the business: The starting point of strategic planning*.
2. Drucker, P. (1954). *The practice of management*.
3. Georgia, Parliament of. (n.d.). *Law of Georgia on public service*. https://matsne.gov.ge/ka/document/view/3031098?publication=58
4. Graen, G. B. (2004). *New frontiers of leadership*.
5. Guest, D. (2017). Human resource management and employee well-being: Towards a new analytic framework. *Human Resource Management Journal*.
6. McClelland, D. (1961). *The achieving society*.

UDC 351.74:005.95
SCOPUS CODE 3321
https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3-401-408

Principles of Personnal Management in the System of Public Administration

Shorena Shelia Department of Public Administration and Electronic Business, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77, M. Kostava str.
E-mail: shorenas84@gmail.com

Reviewers:
Sh. Dogonadze, Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: Sh.dogonadze@gtu.ge
B. Goderzishvili, Associate Professor, Faculty of Business Technologies, GTU
E-mail: b.goderdzishvili@gtu.ge

Abstract. The article analyzes the most important principles of personnel management in the system of public administration of Georgia, the main aspects of personnel policy and problems. Studying new trends and modern management systems and ensuring their implementation. Modern approaches and fundamental values, which are crucial for effective and transparent functioning of public service management systems, form the basis for building sustainable and equitable governance. The article identifies the problems existing in the management system (such as low efficiency, non-transparent processes, low motivation of employees, unprofessionalism), as well as ways and methods of their solution, including through the introduction of innovative approaches and the development of digital technologies. Staff development and introduction of results-oriented evaluation mechanisms. The basics of creating a system of public sector transparency, professionalism in human resource management, equitable distribution of resources and result-oriented motivation .

Keywords: Career advancement; Motivation; Personnel management; Professionalism; Public service; Scientific research.

განხილვის თარიღი 10.04.2025
შემოსვლის თარიღი 15.04.2025
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025

ავტორთა საძიებელი

Author's index

აბრალავა ა. 96
ანაზღაიძე ა. 28
ბაციკაძე თ. 260
ბებიაშვილი ნ. 73
ბენდიანიშვილი ნ. 224
ბიბიჩაძე დ. 51
ბუაჩიძე თ. 11
ბუჩუკური თ. 123
გაბაძე ე. 51
გაფრინდაშვილი გ. 196
გოგიაშვილი ჟ. 134
გოლეთიანი გ. 295, 303
გორდულაძე თ. 157
გრატიაშვილი გ. 270, 276
გრიგალაშვილი ჯ. 169, 180
გრძელიშვილი ნ. 103
გუგულაშვილი გ. 295, 303
ესაძე თ. 331
ვარაზაშვილი ზ. 196
ზუკაკიშვილი რ. 270, 276
ისაკაძე თ. 157
კაკულია ზ. 196, 206
კანთელაძე ნ. 123
კაპანაძე ი. 11
კვარაცხელია ლ. 103
კოპაძე მ. 206
კუპრაშვილი მ. 43
ლაზარაშვილი ა. 295
ლაზარაშვილი ა. 303
ლაზარაშვილი ზ. 295, 303
ლეჟავა ხ. 331
მარდაშოვა მ. 214
მატარაძე ნ. 395
მირინაშვილი გ. 244
მიქავა თ. 214
მურღულიან . 260
მჭედლიშვილი ზ. 270, 276
ნამიჩეიშვილი ო. 134
ნანაძე ი. 206
ნიკოლეიშვილი ნ. 38
ნიჟარაძე ჯ. 260
ოთინაშვილი რ. 43
პაპასკირი ვ. 352
რაზმაძე ნ. 309
რამიშვილი ი. 196
რატიანი ნ. 309
რუხაძე თ. 295
სადრაძე ვ. 28
სამადაშვილი ა. 61
სიმაევი ნ. 61
სონღულაშვილი ა. 206
ტლაშაძე გ. 196
ტუღუში გ. 96
ტყაბლაძე ზ. 365
უგრეხელიძე ი. 157
ფიფია ა. 73
ქავთარაძე ნ. 395
ქვარცხავა ლ. 344
ქობლიანიძე თ. 317
ქოქიაური ლ. 73
ღლონტი ლ. 206
ღურწკაია თ. 56
ღურწკაია კ. 56
შავერდაშვილი ნ. 309
შელია შ. 401
ჩახაია გ. 196
ჩუტკერაშვილი დ. 196
ცერცვაძე თ. 123
ცუცქირიძე ვ. 344
ძნელაძე ნ. 114
წვერავა დ. 336
წიკლაური ს. 114
წილოსანი თ. 123
ხარხელაური ხ. 114
ხვიჩია ლ. 206
ჯიქიძე ლ. 344
Dzidziguri M. 18
Iremashvili Kh. 288
Karseladze K. 255
Kazanjy L. 148
Kokhtashvili K. 255
Magalashvili G. 190
Metreveli M. 231
Mirinashvili M. 255
Nadirashvili P. 288
Rurua N. 288
skhvitaridze A. 18
Tsatsanashvili M. 148

რეცენზენტთა საძიებელი

Reviewer's index

აბრალავა ა. 38, 73
არჩვაძე ი. 103
ბახტაძე ლ. 56
ბებიაშვილი ნ. 61
ბუთხუზი ნ. 295
ბუცხრიკიძე დ. 309
გოდერძიშვილი ბ. 51, 96, 114, 401
გორდიაშვილი ი. 244
გრიგალაშვილი ლ. 43
დონაძე მ. 123
დოღონაძე შ. 401
ვარაზაშვილი ზ. 206
ვეშაპიძე შ. 224
თავდიშვილი ო. 134
თოფურია ლ. 11
კაკულია ზ. 214
კვინიკაძე ს. 336
კვიციანი ტ. 344
კიკნაძე თ. 365
კიკნაძე მ. 134
კოჭლამაზაშვილი ლ. 96
კუნჭულია თ. 309
კურატაშვილი ა. 56
ლაგვილავა თ. 395
ლეჟავა თ. 123
მაზიაშვილი ნ. 114
მალანია ე. 51
მანჩხაშვილი მ. 365
მარდაშოვა მ. 197, 206
მაღლაკელიძე ნ. 169, 180
მეტრეველი შ. 395
მსხილაძე ნ. 260
მჭედლიშვილი ზ. 303
ნათბილაძე ნ. 295
ნაჭყებია გ. 61
ჟღენტი რ. 331
სანაძე გ. 270, 276
სიჭინავა ა. 38, 43
სულაძე ს. 157
ტაბატაძე დ. 260
ფირანაშვილი მ. 317
ფოფორაძე ნ. 214
ქათამაძე ლ. 352
ქარუმიძე ზ. 331
ქებაძე ნ. 11
ქირია ვ. 303
ქუთათელაძე რ. 73
ღლონტი ლ. 197
შელეგია მ. 352
შენგელია რ. 224
ჩხაიძე თ. 270
ჩხაიძე თ. 276
ციცქიშვილი ზ. 344
ძნელაძე მ. 28
ჭითანავა ნ. 103
ხოშტარია ს. 169, 180
ჯავახიშვილი ნ. 28
ჯანიკაშვილი მ. 317, 336
ჯაფარიძე ზ. 157
ჯიქია თ. 244
Berekashvili K. 18
Chechelashvili M. 231
Chigogidze T. 18
Cubinidze G. 288
Gordiashvili I. 255
Japaridze N. 190
Jikia T. 255
Kochlamazashvili L. 231
Lipartia T. 190
Shishinashvili M. 288
Tatishvili G. 148
Tsintsadze A. 148

ავტორთა საყურადღებოდ

სტატიის მიღების წესი:

- სტატია (მიიღება ქართულ და ინგლისურ ენებზე) ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.
- ავტორს შეუძლია კრებულში პუბლიკაციისათვის სტატიები და თანდართული დოკუმენტაციის ფაილები მოგვაწოდოს საგამომცემლო სახლში, ან გამოგვიგზავნოს ელექტრონული ფოსტით მისამართებზე publishing@gtu.ge ან sagamomcemlosakhli@yahoo.com.
- კრებულის ერთ ნომერში გამოქვეყნდება ავტორის მაქსიმუმ ორი სტატია.

ელ. ფოსტით სტატიის გამოგზავნის შემთხვევაში გთხოვთ გაითვალისწინოთ შემდეგი მოთხოვნები:

- თემის ველში (Subject) მიუთითეთ კრებულის დასახელება და ავტორის (ავტორების) გვარი.
- მეილს მიამაგრეთ (Attach files) სტატია ვორდის ფორმატში და შესაბამისი დოკუმენტაციის PDF ფაილი;
- დიდი მოცულობის ფაილის შემთხვევაში გამოიყენეთ არქივატორი (ZIP, RAR ან Google Drive).

სტატიის გამოქვეყნებისთვის საჭირო დოკუმენტაცია:

- ორი რეცენზია;
- აქტი - ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს მიმართვა სტატიის სტუ-ის შრომების კრებულში გამოქვეყნების შესახებ (ბეჭდით დადასტურებული);
- ინვოისი (არა სტუ-ის თანამშრომლებისთვის)

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის _____ ფაკულტეტის

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის _____ დარგობრივი კომისიის

ა ქ ტ ი №_____

,,_____,,_____,,

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 დარგობრივ 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. მოისმინეს: ავტორის/ავტორების ***(მიუთითეთ)*** ინფორმაცია განსახილველად წარმოდგენილი სტატიის შესახებ. _____
_____
_____

ნაშრომის ანოტაცია

_____
_____
_____

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

4. მოისმინეს: ფაკულტეტის ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის დასკვნა-რეკომენდაცია ***(მიუთითეთ მომხსენებლის ვინაობა)*** _____სტატიის გამოცემის შესახებ.

აზრი გამოთქვეს:

_____
_____
_____

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)***

რეცენზია

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)

სტატიის გამოქვეყნების საფასური:

- ვინაიდან საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომების კრებული არის არაკომერციული გამოცემა, ჩვენი უნივერსიტეტის მეცნიერი თანამშრომლებისა და დოქტორანტებისთვის სტატიის გამოქვეყნება **უფასოა.**
- საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს #200 დადგენილებით (22.01.2010), 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 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.

სტატიის გაფორმების წესი

სტატია:

- შედგენილი უნდა იყოს მართლმეტყველებისა და ტერმინოლოგიის დაცვით. ავტორი (ავტორები) და რეცენზენტები პასუხს აგებენ სტატიის შინაარსსა და ხარისხზე.
- წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ფურცელზე, არანაკლებ 5 გვერდისა (არეები - 2 სმ, ინტერვალი - 1,5).
- შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი – ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;

გამოიყენეთ:

- შრიფტი Sylfaen, ზომა 12

სტატიას უნდა ერთვოდეს შემდეგი ინფორმაცია:

- უაკ (UDC) - უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაციის კოდი;
- საერთაშორისო ბაზა SCOPUS-ის კლასიფიკატორის კოდი;
- ცნობები ავტორის (ავტორების) შესახებ ქართულ და ინგლისურ ენებზე - ყველა ავტორის სახელი და გვარი სრულად, E-mail-ი და საკონტაქტო ტელეფონი, დეპარტამენტის დასახელება, ორგანიზაციის სრული სახელწოდება, მუშაობის ადგილი, ქვეყანა, ქალაქი, ზუსტი მისამართი, მომსახურე ფოსტის ინდექსი;
- ცნობები რეცენზენტების შესახებ ქართულ და ინგლისურ ენებზე - რეცენზენტთა გვარები და სახელები სრულად, ელექტრონული ფოსტის მისამართი, სამეცნიერო წოდება, ფაკულტეტის ან სამუშაო ადგილის დასახელება.

სტატია უნდა შეიცავდეს:

- ანოტაციას ქართულ და ინგლისურ ენებზე (100-150 სიტყვა).
- საკვანძო სიტყვებს, დალაგებულს ანბანის მიხედვით (ქართულ და ინგლისურ ენებზე);
- შესავალს;
- ძირითად ნაწილს;
- დასკვნას;
- სურათების ან ფოტოების კომპიუტერულ ვარიანტს, შესრულებულს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით, გარჩევადობა - არანაკლებ 150 dpi-სა;
- ლიტერატურას ინგლისურ ენაზე, გაფორმებულს APA სტილის მიხედვით;

სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის გაფორმების წესი

ჟურნალი „შრომები“ ეყრდნობა სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის სიის გაფორმების APA-ს (ამერიკული ფსიქოლოგიური ასოციაცია) სტილს. ლიტერატურის სია უნდა გაფორმდეს ინგლისურ ენაზე. თუ წყარო არ არის ინგლისურენოვანი, მიუთითეთ ორიგინალის ენა.

მაგალითები:

წიგნი:

Miller, D., & Le Breton-Miller, I. (2005). *Managing for the long run: Lessons in competitive advantage from great family businesses.* Boston: Harvard Business School Press.

Cialdini, R. B. (2001). *Influence: Science and practice* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

ჟურნალი:

Stuart, F. I. (2006). Designing and executing memorable service experiences: Lights, camera, *experiment, integrate*, action! *Business Horizons, 49*(2), 149-159.

Ketchen, D., & Hult, G. T. (2007). Bridging organization theory and supply chain management: The case of best value supply chains. *Journal of Operations Management, 25*(2), 573-580.

ვებგვერდი:

Berry, L. L., & Seltman, K. D. (2007). Building a strong services brand: Lessons from Mayo Clinic. *Business Horizons, 50*(3), 199-209. Retrieved May 10, 2007, Retrieved from https://www.sciencedirect.com.

Lewis, P. H. (2007). *How Apple kept its iPhone secrets.* Retrieved January 31, 2008, from:
http://money.cnn.com/2007/01/10/commentary/lewis_fortune_iphone.fortune/index.htm

Guidelines for Authors

Submitting a journal manuscript

- The article (accepted in Georgian and English languages) is published in the original language;
- The author can bring articles and documentation files for publication in the journal to the publishing house office, or submit them via e-mail: publishing@gtu.ge or sagamomcemlosakhli@yahoo.com;
- A maximum of two articles written by an author will be published in one issue of the journal.

When sending an article by an e-mail, please note the following requirements:

- In the subject field indicate the journal title and author(s) last name; to
- Attach an article in MS Word-compatible file format and PDF files of relevant documentation to the email;
- For large files use an archiver (ZIP, RAR) or send them by Google Drive.

Documentation required for article publication:

- Two reviews;
- Act – appeal to the scientific council of the organization about the publication of the article (confirmed with a seal);
- Invoice (not for GTU employees).

Pricing policy:

- Since the journal *Works* of the Georgian Technical University is a non-commercial publication, publication of the article is free of charge for scientific employees and students of all levels of our university.
- Pursuant to the Resolution #200 of the Academic Council of the Georgian Technical University (22.01.2010), publication fee for authors who are not employees or students of the Georgian Technical University is **10 GEL per page.** These authors must pay in advance and attach the payment receipt to a mail when submitting a manuscript.
- The banking requisites of GTU are: 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. In the column *Purpose of Payment* write *"Cost of article publication".*

The Guidelines to Form an Academic Article: Manuscripts should be prepared consistent with the following guidelines.

The article

- should be written in accordance with the correct language and terminology. The author(s) and reviewers are responsible for the content and quality of the article.
- Must be presented in printed form on A4 format paper, no less
- 5 pages (areas - 2 cm, spacing - 1.5).
- must be executed in the form of a doc or docx file (MS Word) and recorded _ on any magnetic carrier;

Please, use:

- Sylfaen font, size 12 (for Georgian text);

The article should include the following information:

- UDC - universal decimal classification code;
- International base SCOPUS classifier code;
- Information about the author (authors) in Georgian and English languages – full name and surname of all authors, e-mail and contact phone number, name of the department, full name of the organization, place of work, country, city, exact address, postal service index;
- About reviewers in Georgian and English languages – full names and surnames of reviewers, e-mail address, scientific title, name of faculty or workplace.

The article should include:

- Abstract in Georgian and English languages (100-150 words).
- Keywords, sorted alphabetically (in Georgian and English);
- Introduction;
- Main part;
- Conclusion;
- Computer version of images or photos, made in any graphic format, resolution - not less than 150 dpi;
- Literature in English language, formatted according to APA style;

Style of Referencing and Citations

The journal *Works* relies on the APA (American Psychological Association) style of referencing and citations. Authors should carefully document their work while at the same time judiciously select references. Only works cited

in the manuscript should be included in the references section. The list of references should be written in English. If the source is not in English, indicate the language of the original.

Examples:

Reference to a Book:

Miller, D., & Le Breton-Miller, I. (2005). *Managing for the long run: Lessons in competitive advantage from great family businesses.* Boston: Harvard Business School Press.

Cialdini, R. B. (2001). *Influence: Science and practice* (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Reference to a journal publication:

Stuart, F. I. (2006). Designing and executing memorable service experiences: Lights, camera, experiment, integrate, action! *Business Horizons, 49*(2), 149-159.

Ketchen, D., & Hult, G. T. (2007). Bridging organization theory and supply chain management: The case of best value supply chains. *Journal of Operations Management, 25*(2), 573-580.

Web source:

Berry, L. L., & Seltman, K. D. (2007). Building a strong services brand: Lessons from Mayo Clinic. *Business Horizons, 50*(3), 199-209. Retrieved May 10, 2007, Retrieved from https://www.sciencedirect.com.

Lewis, P. H. (2007). *How Apple kept its iPhone secrets.* Retrieved January 31, 2008, Retrieved from http://money.cnn.com/2007/01/10/commentary/lewis_fortune_iphone.fortune/index.htm

https://doi.org/10.36073/1512-0996-2025-3

რედაქტორები: მ. ბაზაძე, ლ. მამალაძე, შ. მიქაია

კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 23.06.2025. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.09.2025. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 26.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77

- დაარსებულია 1924 წელს
- ESTABLISHED IN 1924

SCAN ME

BY NC

3.792
(2023-2024)