

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ყოველკვარტალური გამოცემა
QUARTERLY PUBLICATION
ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

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

Certificate
ICI Journals master Lists

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

ურობები
WORKS
ТРУДЫ

N2 (520)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2021

დასრულებულია 1924 წელს.
პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

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

ყვედა უფლება დაფუძლია. ამ კრებულში გამოქვეყნებული ნებისმიერი სტატიის (ჟეიქსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არც ერთი ფორმითა და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

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

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

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

მოგვწერეთ:
sagamomcemlosakhli@yahoo.com

მოამბერი რედაქტორი
დ. გურგენიძე

მოამბერი რედაქტორის მოაზრებები:
დ. კლიმიაშვილი
ბ. გასიფაშვილი
კ. კოპალიანი

სწავლული მდივანი
დ. გორგიძე

სარედაქციო კოლეგია:

- ა. აბშიღვა, პ. აბრეხვი (გერმანია), ნ. ბალათური, გ. ბიბილაშვილი, პ. ბიელივი (სლოვაკეთი), ვ. ბურკოვი (რუსეთი), მ. ბურჯანაძე, ი. გაბისონია, გ. გავრდაშვილი, ჯ. გახვიაძე, თ. გეგაშვილი, ზ. გვიშიანი, ბ. გუსევი (რუსეთი), დ. დბინისი (პოლონეთი), პ. ბუნკედი (ავსტრია), გ. თავაძე, დ. თავხელიძე, დ. ივანოვი (რუსეთი), ნ. იმნაძე, ა. კაბელივი (უზბეკეთი), ზ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია, გ. კვეციანი, გ. კობახიძე, მ. კოსიორ-კაბბერევი (პოლონეთი), ი. კუტუბიძე, მ. კუხალიაშვილი, ზ. ღომსაძე, პ. მამელივი (აზერბაიჯანი), ვ. მაჭვევი (რუსეთი), ნ. მახვილაძე, ე. მექმარიაშვილი, ს. მინასიანი (სომხეთი), ს. მიჰარა (იაპონია), თ. ნაწრიაშვილი, ა. ნონეშვილი, ბ. ჟუმაგლოვი (ყაზახეთი), გ. საღუქვაძე, ა. სიკორსკი (პოლონეთი), ი. სკოჩკო (პოლონეთი), რ. სტურუა, ა. სუბუკი (იაპონია), გ. ცყემალაძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), ა. ფრანგიშვილი, გ. ქვარცხავა, რ. ქუთათელიაძე, ნ. ყავდაშვილი, ნ. შავიშვილი, ს. შმიდტი (გერმანია), პ. შეროერი (გერმანია), გ. ჩოგოვაძე, თ. ცინცაძე, თ. ძაგანია, ნ. წერეთელი, ზ. წვერიაძე, ნ. წიგნაძე, ა. ხვედელიძე, რ. ხურთი, ი. ჯაგოდნიშვილი.

სამეცნიერო კონსულტანტები:

- ა. აბრეხვი, გ. აბრამიშვილი, ჯ. ბერიძე, ჯ. გაბელია, დ. გორგიძე, რ. გრიგოლია, შ. დევანოსიძე, რ. დიაკონიძე, შ. დოლონაძე, ჯ. იოსელიძე, თ. კაიშაური, ფ. კვიციანი, ი. კვეციანი, ბ. კოვბირიძე, ნ. დოდაძე, თ. დომინაძე, ნ. დომინაძე, თ. მაგრაქველიძე, ი. მეგრელიშვილი, გ. მედაძე, პ. მედაძე, მ. მექმარიაშვილი, დ. მძინარიშვილი, ბ. მხვიძე, თ. ნამიჩიშვილი, დ. ნაწროშვილი, შ. ნაქყვიას, ა. სონლუდაშვილი, თ. ფარესიშვილი, დ. ყუფარაძე, ბ. შანშიაშვილი, ა. ჩიქოვანი, თ. ჩუბინიშვილი, ე. ცქიციშვილი, ზ. ნამდაძე, კ. წერეთელი, შ. წეროძე, ნ. ქითანავა, მ. ხოსიფაშვილი, თ. ჯაგოდნიშვილი.

© საგამომცემლო სახლი „ჟეიქნიკური უნივერსიტეტი“, 2021



Founded in 1924.

Published in quarterly editions.

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

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

Infringement of copyright is punishable by law.

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

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

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

Contact us:

sagamomcemlosakhli@yahoo.com

EDITOR-IN-CHIEF

D. Gurgenidze

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF:

L. Klimiashvili

Z. Gasitashvili

K. Kopaliani

SCIENTIFIC SECRETARY

D. Gorgidze

EDITORIAL BOARD:

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

SCIENTIFIC ADVISERS:

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

© Publishing House „Technical University“, 2021

ISSN 1512-0996



Учрежден в 1924 году.
Периодичность – 4 номера в год

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является ежеквартальным мультидисциплинарным реферируемым периодическим изданием, которое зарегистрировано в международной базе электронных данных – Index Copernicus International.

Защищены все права. Любую опубликованную в данном сборнике статью (текст, фото, иллюстрации) невозможно использовать ни одной из форм или средствами (электронными или механическими) без письменного разрешения издателя.

Нарушение авторских прав наказуемо законом.

Автор (авторы) несет ответственность за содержание статьи и защиту всеобщих принятых норм научной этики и авторских прав.

Мнение автора (авторов) статьи может не совпадать с мнением Издательского дома.

Издательский дом „Технический университет“ с благодарностью учтет все конструктивные замечания, предложения и использует их для совершенствования дальнейшей деятельности.

Пишите:
sagamomcemlosakhli@yahoo.com

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Д. Р. Гургенидзе

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Л. Д. Климиашвили

З. А. Гаситашвили

К. В. Копалиани

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Д. А. Горгидзе

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Г. Абшилава, Г. Альбрехт (Германия), Н. Ш. Багатурия, Г. В. Бибилеишвили, П. Биелик (Словакия), В. Н. Бурков (Россия), М. С. Бурджанадзе, И. Т. Габисония, Г. В. Гавардашвили, Дж. В. Гахокидзе, З. Г. Гвишиани, О. Г. Гелашвили, Б. В. Гусев (Россия), И. Е. Джагоднишвили, Т. Б. Дзегания, Л. Дзиенис (Польша), Б. Жумагулов (Казахстан), Г. Зункель (Австрия), Л. А. Иванов (Россия), Н. Б. Имнадзе, А. В. Кабулов (Узбекистан), Н. В. Кавлашвили, Г. Р. Кварцхава, В. В. Кварацхелия, Г. И. Квеситадзе, З. Г. Какулия, Г. М. Кобахидзе, М. Косиор-Казберук (Польша), Р. Г. Кутателадзе, И. Ш. Кутубидзе, М. И. Кухалеишвили, З. Дж. Ломсадзе, Г. А. Мамедов (Азербайджан), В. А. Матвеев (Россия), Н. Г. Махвиладзе, Э. В. Медзмаришвили, С. А. Минасян (Армения), С. Михара (Япония), Т. М. Натриашвили, А. И. Нонешвили, А. Пашаев (Азербайджан), А. И. Прангишвили, Г. Г. Салуквадзе, А. Сикорски (Польша), И. Скочко (Польша), Р. И. Стурра, А. Сузуки (Япония), Г. Ф. Тавадзе, Д. Д. Тавхелидзе, Г. Ш. Ткемаладзе, Ф. Унгер (Австрия), А. М. Хведелидзе, Р. А. Хуродзе, З. Н. Цвераидзе, Н. И. Церетели, Н. Г. Цигнадзе, Т. Н. Цинцадзе, Г. Г. Чоговадзе, Н. К. Шавишвили, С. Шмидт (Германия), Г. Штроер (Германия).

НАУЧНЫЕ КОНСУЛЬТАНТЫ:

А. Г. Абралава, Г. С. Абрамишвили, Дж. Л. Беридзе, Дж. О. Габелия, Д. А. Горгидзе, Р. Ш. Григолия, Ш. В. Деканосидзе, Р. В. Диаконидзе, Ш. А. Догонадзе, Т. И. Джагоднишвили, Дж. С. Иосебидзе, Т. В. Каишаури, Т. А. Квициани, И. С. Квеселава, З. Д. Ковзиридзе, Л. П. Купарадзе, Н. Н. Лоладзе, Т. Н. Ломинадзе, Н. Н. Ломинадзе, Т. Ш. Маграквелидзе, Л. Д. Мдзинаришвили, И. Г. Мегрелишвили, Г. Г. Меладзе, Г. В. Меладзе, М. Э. Медзмаришвили, Б. С. Мхеидзе, О. М. Намичеишвили, Д. Г. Натрошвили, Ш. Ш. Начкебия, О. И. Паресашвили, А. В. Сонгулашвили, М. П. Хоситашвили, З. Б. Цамалаидзе, К. О. Церетели, Ш. П. Церодзе, Е. Т. Цкитишвили, Б. Г. Шаншиашвили, А. Б. Чиковани, Н. А. Читанава, Т. Н. Чубинишвили.

© Издательский дом „Технический университет“, 2021



შინაარსი

აგრარული და ბიოლოგიური მეცნიერებები

მარინე დემეტრაშვილი, მარიამ ხომასურიძე, გურამ ტყემალაძე. ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული არომატიზებული ღვინოების წარმოების პერსპექტივები 11

შენგელი კვიციანიშვილი. ველური ვაზის სახელწოდებები საქართველოში და მისი ეთნობოტანიკური გამოყენება 29

თეა ჟღენტი, ვასილ ღლიღვაშვილი. საქართველოში ადაპტირებული ევროპული ჯიშის თხების ფიზიოლოგიურ-ბიოლოგიური მონაცემების შედარება ჯიშის სტანდარტულ მონაცემებთან 38

ნინო გამყრელიძე, გიორგი ქვარცხავა. კვრინჩხის (*Prunus spinosa*) ნაყოფიდან და ფოთლებიდან ექსტრაქციის პირობების გავლენა ფენოლური ნაერთების გამოსავლიანობაზე 49

ბიზნესი, მენეჯმენტი და ბუღალტრული აღრიცხვა

ბიძინა გრიგალაშვილი. დარიცხვის მეთოდის არსის გაგება საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად 57

რამაზ ოთინაშვილი. უსაფრთხოება კომპანიის მენეჯმენტში 67

მანანა მაღრაძე, ლიანა ციმაკურიძე. მიწოდების ჯაჭვის ეფექტური მართვა თანამედროვე ტექნოლოგიებით 76

მანანა მაღრაძე, ქეთევან ქუთათელაძე, ქეთევან ბურდულაძე. მარკეტინგის განვითარების სტრატეგიები სამედიცინო სფეროში 85

ქიმიური ინჟინერია

თამარ ნასუაშვილი, მარლენ მჭედლიშვილი. აზამბურის მირაბილიტის საბადოსა და ტბის წყლის გამოკვლევა უწყლო ნატრიუმის სულფატის მიღების მიზნით 95

კომპიუტერული მეცნიერება

ბადრი გვასალია, თამუნა კვაჭაძე, კორნელი ოდიშარია. პროპორციულ-ინტეგრალური (PI) რეგულატორის პარამეტრების არჩევა მაქსიმალური დასაშვები გადახრის უზრუნველყოფის პირობიდან სისტემაზე ნახტომისებრი ზემოქმედების დროს 106

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და პლანეტოლოგია

კარლო კობალიანი, ზურაბ კვეტენაძე. 2007 წლის მიუნხენის კონფერენცია და ახალი მსოფლიო წესრიგის კონტურები 114

მარინე მარდაშოვა, თამარ მიქავა. მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლების ზოგადი დახასიათება.....	127
მარინე მარდაშოვა, თინათინ ძაძამია, თამარ მიქავა. მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლების წარმოშობის გეოქიმიური პირობები.....	142

ენერჯია

თემურ მიქიაშვილი, ნინო ჩაღმელაშვილი. აირტურბინული კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების განტვირთვის ახალი შესაძლებლობები.....	164
---	-----

საინჟინრო საქმე

ზეზვა ნავერიანი. სამხედრო დანიშნულების ხიდები და მათი გამოყენება საგანგებო (ბუნებრივი ხასიათის სტიქიები) სიტუაციების დროს.....	172
ზეზვა ნავერიანი, ირაკლი ბუიშვილი. სამხედრო საინჟინრო ორგანიზაცია.....	179
შოთა მესტვირიშვილი, ირინა დენისოვა, გიორგი ჭაღიაშვილი. მაღლივი კორპუსების გაზომვარაგება.....	188

გარემომცოდნეობა

შოთა მესტვირიშვილი, ირინა დენისოვა, ალექსანდრე ბაზუნაშვილი. გაზის ამოფრქვევები ზღვებსა და ოკეანეებში.....	194
---	-----

მათემატიკა

მაია ხარაშვილი, ქეთევან სხვიტარიძე. თერმოდრეკადობის წრფივი თეორიის სტატიკის ნახევარსივრცის ამოცანა მიკროდაჭიმულობის მქონე სხეულისათვის მიკროტემპერატურის გათვალისწინებით.....	202
---	-----

მედიცინა

გიორგი ანდრიაძე, ზვიად ლურჯაია. ემბრიო-ინკუბატორის კამერაში ტემპერატურის სიზუსტის გაუმჯობესება ფლუქტუაციების შემცირების გზით.....	220
---	-----

ავტორთა საძიებელი.....	233
რეცენზენტთა საძიებელი.....	234
ავტორთა საყურადღებოდ.....	235

CONTENTS

Agricultural and Biological Sciences

- Marine Demetrashvili, Mariam Khomasuridze, Guram Tkemaladze.** Prospects for the Production of Aromatized Wines Enriched with Biologically Active Compounds 11
- Shengeli Kikilashvili.** Local Names of Wild Grapevine in Georgia and Its Ethnobotanical Use 29
- Tea Zhgenti, Vasil Ghlighvashvili.** Comparison of Physiological and Biological Data of European Goats Adapted in Georgia with Standard Breed Data 38
- Nino Gamkrelidze, Giorgi Kvartskava.** The Influence of the Extraction Conditions of Blackthorn (*Prunus spinosa*) Fruits and Leaves on the Yield of Phenolic Compounds 49

Business, Management and Accounting

- Bidzina Grigalashvili.** Understanding the Essence of the Accrual Method According to the International Standards 57
- Ramaz Otinashvili.** Security in Company Management 67
- Manana Maghradze, Liana Tsimakuridze.** Effective Management of the Supply Chain With Modern Technologies 76
- Manana Maghradze, Ketevan Kutateladze, Ketevan Burduladze.** Marketing Development Strategies in the Medical Field 85

Chemical Engineering

- Tamar Nasuashvili, Marlen Mchedlishvili.** Investigation of Azambur Mirabilite Deposit and Lake Water to Obtain Anhydrous Sodium Sulfate 95

Computer Science

- Badri Gvasalia, Tamuna Kvachadze, Korneli Odisharia.** Selecting the Proportional-Integral (PI) Regulator Parameters from the Condition of Maximum Permissible Deviation in Leap Impacts on the System 106

Earth and Planetary Sciences

- Karlo Kopaliani, Zurab Kvetenadze.** 2007 Munich Conference and Contours of the New World Order 114
- Marine Mardashova, Tamar Miqava.** General Description of Hydrogen Sulfide Mineral Waters on the Left Bank of the Alazani River 127

Marine Mardashova, Tinatin Dzadzamia, Tamar Miqava. Geochemical Conditions of the Origin of Hydrogen Sulfide Mineral Waters on the Left Bank of the Alazani River	142
Energy	
Temur Mikaishvili, Nino Chagmelashvili. New Unloading Possibilities of Gas Turbine Combined Cycle Power Generating Units	164
Engineering	
Zeza Naveriani. Military Bridges and Their Usage in Emergency (Natural Disasters) Situations	172
Zeza Naveriani, Irakli Buishvili. Military Science Priorities in Georgia (Military Engineering Organization)	179
Shota Mestvirishvili, Irina Denisova, Giorgi Chaghiashvili. Gas Supply of Multi-Storey Building	188
Environmental Science	
Shota Mestvirishvili, Irina Denisova, Alexandre Babunashvili. Release of Gases in the Seas and Oceans	194
Mathematics	
Maia Kharashvili, Ketevan Skhvitaridze. Problem of Statics of the Linear Thermoelasticity of the Microstretch Materials with Microtemperatures for a Half-space	202
Medicine	
Giorgi Andriadze, Zviad Gurtskaia. Improvement of Temperature Precision in Embryo-Incubator Chamber by Reducing Fluctuations	220
Author's Index	233
Reviewer's Index	234
Guidelines for Authors	241

СОДЕРЖАНИЕ

Аграрные и биологические науки

- Марине Деметрашвили, Мариам Хомасуридзе, Гурам Ткемаладзе.** Перспективы производства ароматизированных вин, обогащенных биологически активными соединениями 11
- Шенгели Кикилашвили.** Местные названия дикого винограда в Грузии и его этноботаническое использование 29
- Теа Жгенти, Василий Глигвашвили.** Сравнение физиолого-биологических данных европейских коз, адаптированных в Грузии, со стандартными данными породы 38
- Нино Гамк्रेлидзе, Георгий Кварцхава.** Влияние условий экстракции на выход фенольных соединений из плодов и листьев терновника (*Prunus spinosa*) 49

Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет

- Бидзина Григалашвили.** Понимание сути метода начисления в соответствии с международными стандартами 57
- Рамаз Отинашвили.** Безопасность в менеджменте компании 67
- Манана Маградзе, Лиана Цимакуридзе.** Эффективное управление цепочкой поставок с использованием современных технологий 76
- Манана Маградзе, Кетеван Кутателадзе, Кетеван Бурдуладзе.** Стратегии развития маркетинга в сфере медицины 85

Химическая инженерия

- Тамар Насуашвили, Марлен Мчедlishvili.** Исследование месторождения мирабилита Азамбур и воды озера с целью получения безводного сульфата натрия 95

Компьютерные науки

- Бадри Гвасалия, Тамуна Квачадзе, Корнели Одишария.** Выбор параметров пропорционально-интегрального (ПИ) регулятора из условия обеспечения максимально допустимого отклонения скачкообразных воздействий на систему 106

Науки изучающие Землю и планетология

- Карло Копалиани, Зураб Кветенадзе.** Мюнхенская конференция 2007 года и контуры нового мирового порядка 114

Марине Мардашова, Тамар Микава. Общая характеристика сероводородных минеральных вод на левом берегу реки Алазани	127
Марине Мардашова, Тинатин Дзадзамия, Тамар Микава. Геохимические условия образования сероводородных минеральных вод на левом берегу реки Алазани	142
Энергия	
Темур Микаишвили, Нино Чагмелашвили. Новые возможности разгрузки энергоблоков газотурбинного комбинированного цикла.....	164
Инженерное дело	
Зезва Навериани. Мосты военного назначения и их использование в чрезвычайных ситуациях (стихийных бедствиях).....	172
Зезва Навериани, Иракли Буишвили. Военно-инженерная организация.....	179
Шота Мествиришвили, Ирина Денисова, Георгий Чагифшвили. Газоснабжение многоэтажных зданий	188
Наука об окружающей среде	
Шота Мествиришвили, Ирина Денисова, Александре Бабунашвили. Выделение газов в морях и океанах	194
Математика	
Майя Харашвили, Кетеван Схвитаридзе. Задача статики линейной теории термоупругости для тел с микрорастяжением с учетом микротемпературы для полупространства.....	202
Медицина	
Георгий Андриадзе, Звиад Гурцкая. Повышение точности температуры в камере эмбрио-инкубатора за счет уменьшения флуктуации	220
Указатель авторов	233
Указатель рецензентов	234
К сведению авторов	244

UDC 663.3

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-11-28>

ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული არომატიზებული ღვინოების წარმოების პერსპექტივები

მარინე დემეტრაშვილი	აგრარული ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი 17 E-mail: marine.demetrashvili2007@gmail.com
მარიამ ხომასურიძე	აგრარული ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი 17 E-mail: m.khomasuridze@gtu.ge
გურამ ტყემალაძე	აგრარული ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი 17 E-mail: guram.tkemaladze@yahoo.com

რეცენზენტები:

ლ. ამირანაშვილი, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

l.amiranashvili@gtu.ge

ნ. ჩხარტიშვილი, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

n_chkhartishvili@gtu.ge

ანოტაცია. ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული არომატიზებული ღვინოების დასამზადებლად, ექსპერიმენტის ფარგლებში, გამოყენებულია სამკურნალო მცენარეებისა და ხილის ნაყენი. საკვლევ და საკონტროლო ნიმუშებში, მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფის გამოყენებით, შესწავლილია საერთო ფენოლების, რე-

ზვერატროლის, კვერცეტინის, მირიცეტინისა და მიკროელემენტების შემცველობა. შესაბამის საკონტროლო ნიმუშთან ანუ ტკბილ-შემაგრებულ ღვინოსთან შედარებით, საფერავისა და კუნელის წითელი არომატიზებული ღვინო შეიცავს საერთო ფენოლების 21%-ს, ხოლო რქაწითელის, კვიისა და კულმუხოს თეთრი არომატიზებული ღვინო – 18,25 %-ზე მეტს. ფარმაცევტულ ინდუსტრიაში ფართოდ გამო-

ყენებული ანტიოქსიდანტების: რეზვერატროლის – საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელ არომატიზებულ ღვინოში, ხოლო კვერცეტიინისა და მირიცეტინის – რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრ არომატიზებულ ღვინოში იდენტიფიცირებულია ღვინის შედგენილობისათვის დამახასიათებელზე ორჯერ მეტი შემცველობა, რაც გამოწვეულია კვლევისათვის შერჩეული ნედლეულის გამოყენებით. დამზადებულ სასმელებში, ღვინის შედგენილობისათვის დადგენილ საზღვრებში, შესაბამის საკონტროლო ნიმუშებთან შედარებით, საკმაოდ გაზრდილია მიკროელემენტების შემცველობა. ჩატარებული ლაბორატორიული კვლევის შედეგები ადასტურებს, რომ შერჩეული მასალა, შემუშავებული რეცეპტურა და გამოყენებული მეთოდები საშუალებას იძლევა დამზადდეს ადამიანის ჯანმრთელობაზე დადებითად მოქმედი არომატიზებული სასმელები.

საკვანძო სიტყვები: არომატიზებული წითელი და თეთრი ღვინოები; კვერცეტიინი; მიკრო- და მაკროელემენტები; მირიცეტინი; რეზვერატროლი; ფენოლური ნაერთები; ხილისა და მცენარეული ნაყენი.

შესავალი

საქართველოს ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების ნაირგვარობა, კონტრასტულობა და განსხვავებული ფიტოლანდშაფტური მდებარეობა მცენარეული სამყაროს განსაკუთრებულ სიმდიდრესა და მრავალფეროვნებას განსაზღვრავს. საქართველოს

ფლორა მოიცავს უმაღლეს მცენარეთა 4 თასზე მეტ სახეობას, რომელთა შორის 700-მდე გამოიყენება სახალხო, 200-მდე კი – მეცნიერულ მედიცინაში. სამკურნალო მცენარეების სასარგებლო თვისებები განპირობებულია მათში სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიური ე. წ. მოქმედი ნივთიერების არსებობით. სამკურნალო მცენარეების შესწავლა და გამოყენება შორეულ წარსულს უკავშირდება. ამას ადასტურებს უძველესი წერილობითი თუ ზეპირსიტყვიერი წყაროები. საქართველოში სამკურნალო მცენარეების ბაღების გაშენებისა და მათი გამოყენების ცნობებს ვპოულობთ ჯერ კიდევ აპოლონიოს როდოსელის „არგონავტიკაში“. ბერძნული მითოლოგიის თანახმად, კოლხიდა განთქმული იყო არტემისის ჯადოსნური ბაღებით, სადაც ხარობდა ცერცველა, ვენერას თმა (გვიმრა), ძაღლყურძენა, პაპირუსი, ყოჩივარდა, ლავანდი, პიტნა, ზაფრანა, ყაყაჩო, კატაბალახა და სხვა. აღნიშნული წყაროს მიხედვით, მეფე აიეტის ასული მედეა ფლობდა მცენარეთა სამკურნალო და მაგიური მოქმედების საიდუმლოს. შუა საუკუნეების საქართველოში შეიქმნა მნიშვნელოვანი სამედიცინო წიგნები, მათ შორის ზაზა ფანასკერტელ-ციციშვილის სამკურნალო წიგნი „კარაბადინი“ (XV ს.) და დავით ბაგრატიონის „იადიგარ-დაუდი“ (XVI ს.). მათში მოცემულია ცნობები მრავალი ველური და კულტურული მცენარის სამკურნალო მნიშვნელობისა და გამოყენების შესახებ. თანამედროვე მედიცინაში ფიტოთერაპიას (მცენარეებით მკურნალობა) და, ნაწილობრივ, მედიკამენტოზურ თერაპიას საფუძვლად უდევს მცენარეული წარმოშობის სამკურნალო საშუალებათა გამოყენება [1].

საქართველო მევენახეობისა და მეღვინეობის კლასიკური ქვეყანაა, სადაც კულტურულ მევენახეობას საფუძველი ჩაეყარა ჯერ კიდევ ცივილიზაციის დასაწყისში. თანამედროვე არქეოლოგიურმა და არქეობოტანიკურმა კვლევამ ნათლად აჩვენა, რომ საქართველო ველური ვაზის გაკულტურებისა და მოშენების ერთ-ერთი უძველესი კერაა. საუკუნეების განმავლობაში ჩამოყალიბდა ვაზის ჯიშების მრავალფეროვნება და ღვინის წარმოების მდიდარი კულტურა. ღვინის წარმოება ქართველი ერისათვის იყო და არის ეკონომიკური კეთილდღეობის ერთ-ერთი საფუძველი. უკანასკნელ პერიოდში ღვინოსულ უფრო ფართოდ განიხილება, როგორც ფუნქციური საკვები. მისი ხარისხის შეფასებაში უმნიშვნელოვანესი როლი ენიჭება ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებებს, მათ შორის ფენოლურ ნაერთებს, მინერალურ ნივთიერებებს, ვიტამინებს, ორგანულ მჟავებს, ამინომჟავებსა და სხვა [2-4].

კვლევის მიზანი იყო ამ ორი ტრადიციული, წინაპართა მიერ დიდი რუდუნებით დღევანდლამდე მოტანილი მიმართულებების შერწყმა და ფუნქციური დანიშნულების, ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული პროდუქციის დამზადება. დარგის მარეგულირებელი დოკუმენტაციის

შესაბამისად, მცენარეული ნედლეულისა და ღვინის ერთობლივი გამოყენებით შესაძლებელია არომატიზებული ღვინოების დამზადება.

ძირითადი ნაწილი

ხილისა და მცენარეული ნედლეულისაგან ნაყენების დამზადება

არომატიზებული ღვინოების დასამზადებლად კვლევის ფარგლებში გამოყენებულ იქნა შემდეგი ნედლეული: შავბალახა (*leonurus cardiaca*), ბარამბო (*Melissa officinalis*), კუნელი (*Crataegus caucasica*), კულმუხო (*Inula helenium*), კოთხუჯი (*Acorus calamus*), ტყის შინდი (*Cornus mas*), ტყის მაცვალი (*Rubus fruticosus*), ქლიავი (*Prunus domestika*), მოცხარი (*Ribes alpinum*), კივი (*Actinidia chinensis*), ლეღვი (*Ficus carica*) და ჭაცვი (*Hippophae rhamnoides*). კუპაჟების შედგენამდე 6 თვით ადრე შერჩეული ნედლეულისაგან დამზადდა ნაყენები. გამოიყენეს 96 მოც.%-ანი ეთილის რექტიფიცირებული ხორბლის სპირტი და ამავე სპირტისაგან მომზადებული 40 მოც.%-ანი წყალ-სპირტხსნარი. ნედლეულის, ეთილის სპირტის კონცენტრაციის დაყოვნების ხანგრძლივობის შესახებ მონაცემები ასახულია 1-ელ ცხრილში.

ცხრილი 1

ნაყენების მომზადება

ნედლეულის დასახელება	ნედლეულის ფორმა	დაყოვნების ხანგრძლივობა, თვე	ეთილის სპირტი, მოც. %	ნედლეულისა და წყალ-სპირტხსნარის თანაფარდობა
შავბალახა	გამხმარი ბალახი	24	40	1 : 5
ბარამბო	გამხმარი ბალახი	24	40	1 : 5
კუნელი	შემჰკნარი ნაყოფი	24	40	1 : 5

კულმუხო	ფესვი	24	96	1 : 1
კოთხუჯი	ფესვი	24	96	1 : 1
ტყის შინდი	ხილი	10	96	1 : 1
ტყის მაცვალი	ხილი	10	96	1 : 1
კუნელი	შემჭკნარი ნაყოფი	9	96	1 : 1
ქლიავი	ხილი	10	96	1 : 1
მოცხარი	ხილი	10	96	1 : 1
კივი	ხილი	10	96	1 : 1
ლელვი	ხილი	10	96	1 : 1
ქაცვი	ხილი	8	96	1 : 1

ნაყენების მოსამზადებლად გამხმარი ბალახეული ნედლეული, მათ შორის მცენარის ფესვები გაირეცხა, დაქუცმაცდა და შემდეგ დაესხა სპირტი, ხილი კი გარეცხვის შემდეგ დაქუცმაცდა. შინდის შემთხვევაში, ნედლეულს მოაშორეს კურკა, რადგან სპირტზე კურკოვანი ხილის დაყოვნება იწვევს მომწამლავი ნაერთების – ციანიდების (ჰიდროციანის მჟავა, ეთილკარბამატი) ექსტრაქციას. ნაყენები დამზადდა ჰერმენტულად დახურულ მინის ჭურჭელში. დაყოვნდა 12–16 °C-ზე სინათლის სხივების ზემოქმედებისაგან დაცულ ადგილას.

რეცეპტურის შემუშავება. საქართველოში ღვინის წარმოება რეგულირებადია. როგორც წარმოების პროცესი, ისე მზა პროდუქცია უნდა აკმაყოფილებდეს დადგენილ მოთხოვნებს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ყურძნისგან გაკეთებული სასმელის რეალიზაცია იკრძალება. კვლევის მიმდინარეობისას გათვალისწინებული იყო დარგის მარეგულირებელი დოკუმენტებით დადგენილი ყველა მოთხოვნა. „ვაზისა და ღვინის შესახებ“ საქართველოს კანონის თანახმად, არომატიზებული არის

ღვინო, რომელიც მიიღება ღვინოში მცენარის/მცენარეთა სპირტიანი ექსტრაქტის, სხვა ბუნებრივი არომატიზატორის, ეთილის სპირტის, კონცენტრირებული ყურძნის ტკბილის ან/და შაქრის შერევით. ამავე დოკუმენტის მიხედვით, ამ კატეგორიის ღვინის წარმოებისას ნებადართულია ნებისმიერი წარმოშობის სპირტის, კონცენტრირებული ყურძნის წვენი და საქაროზის დამატება. ნიმუშების მომზადებისას გამოყენებული ტექნოლოგიური ოპერაციები, საკვლევი მასალები და მზა პროდუქციის ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები შეესაბამება „ტექნიკურ რეგლამენტს – ღვინის წარმოების ზოგადი წესისა და ნებადართული პროცესების, მასალებისა და ნივთიერებების ნუსხის შესახებ“ [5]. რეცეპტურის შემუშავებისას, მომავალი პროდუქციის კონდიციური მაჩვენებლების დასადგენად და მეღვინეობაში დანერგილი პრაქტიკის შესაბამისად, გამოითვლა ბიოლოგიური მდგრადობის კოეფიციენტი. აღნიშნული კოეფიციენტის გამოთლა საჭიროა, რათა პროდუქტმა შეინარჩუნოს სასაქონლო ღირებულება, იყოს ერთგვაროვანი, კუპაჟირების შემდგომ არ შეიმღვრეს და

არ განვითარდეს არასასურველი მიკრობიოლოგიური პროცესები. ჩატარებული მათემატიკური გამოთვლების საფუძველზე მიზანშეწონილად მივიჩნით შემდეგი კონდიციების მქონე პროდუქტების დამზადება: შაქრების შემცველობა 160გ/ლ (16%), ეთილის სპირტის 22 მოც. % [6].

კუპაჟში გამოყენებული ინგრედიენტები. შერჩეული კონდიციების მქონე არომატიზებული ღვინოების მისაღებად, ცალკეული კომპონენტების საჭირო რაოდენობა გამოითვალა მეღვინეობის პრაქტიკაში დანერგილი, მშრალი ღვინის ერთდროულად დატკობისა და დასპირტვის შემთხვევაში გამოყენებული, მათემატიკური ფორმულებით [7]. დასატკობად გამოყენებულ იქნა თეთრი და წითელი ყურძნის კონცენტრირებული ტკბილი (ბექ-

მეზი, 67 მოც.% შაქრიანობით). ექსპერიმენტის დროს, ერთი და იგივე ნედლეულისაგან დამზადდა 2 სხვადასხვა, 96 და 40 მოც. % სიმაგრის ნაყენი. 90 მოც.% სიმაგრის ნაყენის მისაღებად ეს ორი სითხე დაკუპაჟდა [7]. კუპაჟში მონაწილე საბაზისო ღვინოები დამზადებულია 2019 წლის მოსავლის ყურძნისგან, აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტში, თეთრი და წითელი ღვინოების წარმოების სტანდარტული ტექნოლოგიური სქემით. ღვინო რქაწითელი, მჟავიანობის გაზრდის მიზნით, დაკუპაჟდა მაღალმჟავიან ღვინო ციცქასთან. კუპაჟში მონაწილე ინგრედიენტები და მათი რაოდენობა წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

კუპაჟში გამოყენებული ინგრედიენტები და მათი რაოდენობა

№	არომატიზებული ღვინო	ღვინო	დალი	ნაყენი	დალი	ბექმეზი, დალი
1	საფერავისა და კუნელის წითელი	საფერავი	1.491	კუნელი	0.412	0.597
2	საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელი	საფერავი	1.491	შავბალახა	0.050	0.597
				მაცვალი	1,638	
				ქლიავი	1,638	
3	პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელი	პინო ნოარი	1.491	შინდი	0.206	0.597
				მოცხარი	0.206	
4	რქაწითელის, ლეღვისა და კოთხუჯის თეთრი	რქაწითელი	1.291	კოთხუჯი	0.137	0.597
		ციცქა	0.200	ლეღვი	0.275	

5	რქაწითელის, კივისა და კულმუხოს თეთრი	რქაწითელი	1.291	კივი	0.350	0.597
		ციცქა	0.200	კულმუხო	0.062	
6	რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრი	რქაწითელი	1.291	ქაცვი	0.362	0.597
		ციცქა	0.200	ბარამბო	0.050	
7	პინო კონტროლი	პინო ნოარი	1.491	სპირტი	0.412	0.597
8	რქაწითელი კონტროლი	რქაწითელი	1.291	სპირტი	0.412	0.597
		ციცქა	0.200			
9	საფერავი კონტროლი	საფერავი	1.491	სპირტი	0.412	0.597

საკვლევი ნიმუშების პარალელურად დამზადდა იდენტური კონდიციების მქონე საკონტროლო ნიმუშები, რომელიც დაისპირტა მხოლოდ 90%-ანი სპირტით და არ გამოყენებულა ხილისა და მცენარეების სპირტაყენები. კუპაჟების შედგენის შემდეგ, საკვლევი და საკონტროლო ღვინოები ჩაისხა შუშის ბოთლებში და დასავარგებლად დაყოვნდა 4 თვის განმავლობაში. აღნიშნული დროის შემდეგ, კვლევის

სამჯერადი განმეორების მიზნით, ჩატარდა თითოეული ნიმუშის 3-3 ბოთლის შესაბამისი ანალიზი.

კვლევის მეთოდები. საბაზისო ღვინომასალების, საკონტროლო და საკვლევი ნიმუშების ლაბორატორიული ანალიზები ჩატარდა სსიპ “აკრედიტაციის ერთიანი ეროვნული ორგანოს - აკრედიტაციის ცენტრის” მიერ აკრედიტებულ შპს ღვინის ლაბორატორიაში. კვლევისას გამოყენებულ იქნა ვალიდირებული მეთოდები (ცხრ. 3).

ცხრილი 3

ანალიზის მეთოდები

N	პარამეტრი	მეთოდი, ხელსაწყო
1	ალკოჰოლი	OIV- MA-AS312-01A
2	ტიტრული მჟავიანობა	OIV- MA-AS313-01
3	აქროლადი მჟავები	OIV- MA-AS313-02
4	შაქრიანობა	OIV-AS311-01A
5	უშაქრო ექსტრაქტი	OIV- MA-AS2-03B
6	მინერალური ნაერთები	SOP17-ICP/OES-01 და SOP17-ICP/OES-02; პლაზმურ-ემისიური სპექტრომეტრი (THERMO ICP iCAP 7400 DUO)
7	საერთო ფენოლები	(OIV) MA-E-AS2-10-INDFOL; სპექტროფოტომეტრი SP-Carry-50
8	რეზერვატროლი	ლაბორატორიის ვალიდირებული მეთოდი მაღალეფექტური სითხური ქრომატოგრაფი (HPLC Knauer)

შედგები და მათი განსჯა

თავდაპირველად, კუპაჟების შედგენამდე, საბაზისო ღვინოებში განისაზღვრა დარგის მარეგულირებელი დოკუმენტაციით დადგენილი მოთხოვნები და მოხდა ღვინომასალების სენსორული შეფასება, ზადისა და ვიზუალური დეფექტის გამორიცხვის

მიზნით. მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით (ცხრ. 4), საბაზისო ნიმუშების ყველა პარამეტრი აკმაყოფილებს დადგენილ ნორმებს, შესაბამისად მათი გამოყენება მიზანშეწონილია, როგორც საბაზისო ღვინოებისა.

ცხრილი 4

საბაზისო ღვინოების ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები

პარამეტრი	ღვინო რქაწითელი	ღვინო საფერავი	ღვინო პინო	დადგენილი ნორმები	ფერი, გამჭვირვალობა	ზადი/ნაკლი
ეთილის სპირტი, მოც. %	11,03	11,8	11,4	≤9,0	+	-
ტიტრული მჟავები, გ/ლ	4,12	4,8	5,3	≤4,0	+	-
აქროლადი მჟავები, გ/ლ	0,59	0,5	0,54	≥1,0	+	-
შაქრები, გ/ლ	0,3	0,11	0,32	≥4,0	+	-
უშაქრო ექსტრაქტი, გ/ლ	19,1	28,5	26,1	≤15	+	-

ექსპერიმენტის ფარგლებში დამზადებულ ნიმუშებში განისაზღვრა მინერალური ნაერთების შემცველობა. ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისთვის აუცილებელია არა მარტო ენერგეტიკული რესურსები, წყალი და ვიტამინები, არამედ მინერალური ნივთიერებებიც. მიუხედავად

იმისა, რომ მინერალებს არ აქვს მაღალენერგეტიკული ღირებულება, ადამიანის ორგანიზმისთვის მათი მნიშვნელობა შეუფასებელია, განსაკუთრებით ფერმენტთა აქტივობის და ნივთიერებათა ცვლისა და რეგულაციის კუთხით [8].

ცხრილი 5

მეტალების შემცველობა საკვლევ ნიმუშებში (მგ/ლ)

№	არომატიზებული ღვინო	Fe	Cu	Zn	Pb	As	Cd
1	საფერავისა და კუნელის წითელი	1.8	2,4	3.0	0.001	0.006	0.001
2	საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელი	2.6	1.3	2.8	0.001	0.005	0.001
3	პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელი	2.5	2.7	2.6	0.001	0.005	0.001
4	რქაწითელის, ლედვისა და კოთხუჯის თეთრი	-	-	-	0.001	0.008	0.002
5	რქაწითელის, კივისა და კულმუხოს თეთრი	-	-	-	0.001	0.008	0.002
6	რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრი	-	-	-	0.001	0.008	0.002
7	პინო კონტროლი	1.3	0.11	0.2	0.001	0.003	0.001
8	რქაწითელი კონტროლი	-	-	-	0.001	0.007	0.001
9	საფერავი კონტროლი	1.1	0.26	0.4	0.001	0.003	0.001

როგორც მე-5 ცხრილიდან ჩანს, საფერავის ბაზაზე დამზადებულ ორივე ნიმუშში, საკონტროლოსთან შედარებით, გაზრდილია რკინის შემცველობა. საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელ არომატიზებული ღვინოში (ნიმ. 2) აღინიშნება რკინის ყველაზე მაღალი შემცველობა. საკონტროლო ნიმუშთან (ნიმ. 9) შედარებით, ამ ნაერთის კონცენტრაცია გაზრდილია 1,5 მგ/ლ-ით (136%-ით ანუ 2,36-ჯერ), თუმცა არ სცდება ღვინისათვის განსაზღვრულ მაქსიმალურ ნებადართულ ზღვარს, კერძოდ 10 მგ/ლ-ს [6]. პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 3) რკინის რაოდენობა, საკონტროლო ნიმუშთან (ნიმ. 7) შედარებით, მომატებულია 1,2 მგ/ლ-ით (92%-ით ანუ 1,9-ჯერ). რკინის შემცველობის გაზრდა გამოწვეულია გამოყენებული ინგრედიენტების შედგენილობაში Fe შემცველობით. ადამიანის ორგანიზმს დღე-ღამეში მიწოდება 4 მგ რკინა სჭირდება [9]. საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელი არომატიზებული ღვინის 1 ჭიქით (250 მლ) ადამიანი რკინის დღიური საჭირო რაოდენობის 6,5%-ს იღებს.

სპილენძი დიდ როლს ასრულებს ჰემოგლობინის ბიოსინთეზში, ამიტომ მისმა დეფიციტმა, როგორც რკინისამ, შესაძლოა ანემია გამოიწვიოს. ჯანმრთელ ზრდასრულ ადამიანს დღე-ღამეში 0,9 მგ სპილენძი სჭირდება [9]. მე-5 ცხრ-ში წარმოდგენილი მონაცემების თანახმად, სპილენძის ყველაზე მაღალი შემცველობა (2,7 მგ/ლ) აღინიშნება პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 3). ეს ნიშნავს, რომ Cu რაოდენობა გაიზარდა 24,5-ჯერ ანუ 90,37 %-ით, თუმცა არც ამ შემთხვევაში სცდება ღვინისათვის განსაზღვ-

რულ მაქსიმალურ ნებადართულ ზღვარს – 5მგ/ლ-ს [6]. პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელი არომატიზებული ღვინის 1 ჭიქით (250 მლ) ადამიანი იღებს სპილენძის დღიური საჭირო რაოდენობის (0,9 მგ) 0,675 მგ-ს ანუ ნახევარზე მეტს. საკონტროლოსთან შედარებით, სპილენძის შემცველობა 2,14 მგ/ლ-ით გაზრდილია საფერავისა და კუნელის წითელ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 1), პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 3) – 2,59 მგ/ლ-ით და 1,04 მგ/ლ-ით – საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელ არომატიზებულ ღვინოში.

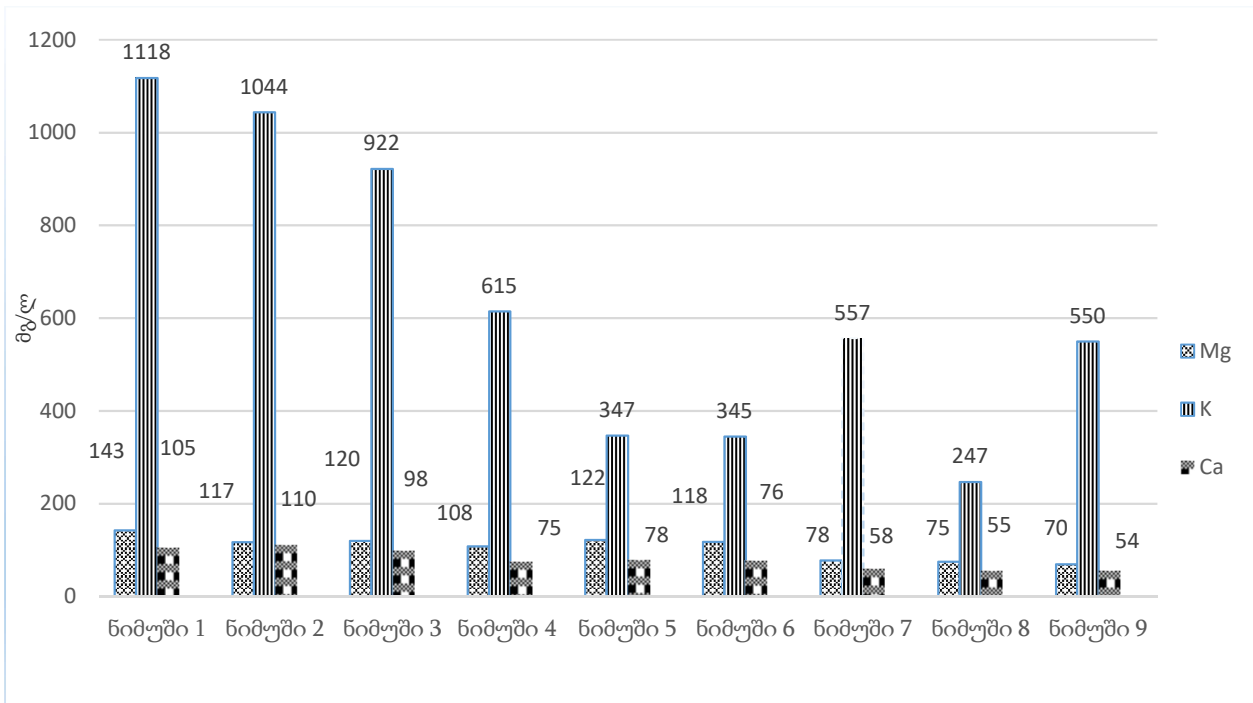
თუთია ნერვული და ენდოკრინული სისტემის ფუნქციონირების მნიშვნელოვანი ელემენტია და გამოიყენება, როგორც ბიოლოგიურად აქტიური დანამატი [8,9]. ექსპერიმენტის ფარგლებში დამზადებული ნიმუშებიდან, თუთიის ყველაზე მაღალი შემცველობა (3,0 მგ/ლ) აღინიშნება პირველ ნიმუშში. მე-2 და მე-3 ნიმუშებში თუთიის რაოდენობა, შესაბამისად, გაიზარდა 2,8 და 2,6 მგ/ლ-ით. არომატული ღვინოების დასამზადებლად გამოყენებულმა კუნელმა, მაცვალმა, ქლიავმა, შავბალახამ, შინდმა და მოცხარმა ღვინო დამატებით გაამდიდრა თუთიის შემცველობით და შესძინა მეტი სარგებლობა როგორც, ზოგადად, ბიოქიმიური პროცესების (ფერმენტების აქტივობაზე ზემოქმედებით) სტიმულირების, ისე კვებითი ღირებულების თვალსაზრისით.

მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით, Pb-ის, As-ისა და Cd-ის მხრივ მნიშვნელოვანი ზრდა არ აღინიშნება. მძიმე მეტალების მაღალი შემცველობა ალკოჰოლური სასმელის შეზღუდვას იწვევს. რკინა და სპილენძი, ღვინის შემადგენელი ზოგიერთი ნაერთის ჟანგვის კოფაქტორებად გვევლინება. ჟანგ-

ვა ღვინის ნაკლია და დაჟანგული ღვინის რეალიზაცია აკრძალულია. ნიმუშების შედგენილობაში წარმოდგენილი მძიმე მეტალების შემცველობა არ არის იმდენი, რომ პროდუქციის ხარისხის გაუარესება გამოიწვიოს, მაჩვენებლები დადგენილ ნორმებს არ სცდება [6].

აღნიშნულ საკვლევ ნიმუშებში შესწავლილ იქნა აგრეთვე Mg-ის, K-ისა და Ca-ის რაოდენობრივი ცვლილებები, რაც დიაგრამების სახითაა წარმოდგენილი (სურ.1). კალციუმი ძვლებისა და კბილების ძირითადი საშენი მასალაა, მნიშვნელოვანია სიცოცხლისთვის აუცილებელ არაერთ სხვა პროცესში: კუნთების შეკუმშვა, ნერვული გამტარობის კოორდინაცია, გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მუშაობა, სისხლის შედედება. კალციუმის სადღეღამისო ნორმა ზრდასრული ადამიანებისათვის 1200 – 2000 მგ-ია. მაგნიუმი ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული ელემენტია დედამიწის ქერქსა და ცოცხალ

ორგანიზმებში. იგი ქლოროფილის ძირითადი კომპონენტია. კოფერმენტის სახით შედის ბევრი ფერმენტის შედგენილობაში. მონაწილეობს ატფ-თან დაკავშირებულ თითქმის ყველა ენერგეტიკულ პროცესში. მაგნიუმი ადამიანის ორგანიზმში არეგულირებს კუნთებისა და ნერვული სისტემის მუშაობას, სისხლში გლუკოზის დონეს და სისხლის წნევას, ცილების, ძვლისა და დნმ-ის წარმოქმნის პროცესს. ზრდასრული ადამიანებისათვის სადღეღამისო ნორმა 300–400 მგ-ია. კალიუმი ძალზე რეაქციისუნარიანი ელემენტია. ის არეგულირებს ოსმოსურ წნევას, მონაწილეობს უჯრედის მემბრანულ ტრანსპორტში, ასრულებს ერთგვარი გადამტანის როლსაც – ეხმარება საკვებ ნივთიერებებს უჯრედში შეღწევაში, ცხოველქმედების ნარჩენებს კი – უჯრედის დატოვებაში. კალიუმის სადღეღამისო ნორმა ზრდასრული ადამიანებისათვის 4,7 მგ-ია [10].



სურ. 1. Mg, K, Ca შემცველობა (მგ/ლ) საკვლევ ნიმუშებში

დამზადებულ ნიმუშებში აღნიშნული ელემენტების შემცველობის ანალიზი ცხადყოფს, რომ ღვინის Mg-ით, K-ით და Ca-ით გამდიდრება მიიღწევა მაყვლის, ქლიავისა და შავბალახს, ასევე შინდისა

და მოცხარის გავლენით. კვლევის ფარგლებში დამზადებულ ნიმუშებში, საკონტროლოსთან შედარებით, შესწავლილი მეტალების რაოდენობა შემდეგნაირად იზრდება:

I ნიმუში: Mg – 73 მგ-ით, K – 568 მგ-ით; Ca – 51 მგ-ით;

II ნიმუში: Mg – 47 მგ-ით, K - 494 მგ-ით; Ca – 56 მგ-ით;

III ნიმუში: Mg – 42 მგ-ით, K - 365 მგ-ით; Ca – 40 მგ-ით;

IV ნიმუში: Mg – 33 მგ-ით, K - 368 მგ-ით; Ca – 20 მგ-ით;

V ნიმუში: Mg – 47 მგ-ით, K - 100 მგ-ით; Ca – 23 მგ-ით;

VI ნიმუში: Mg – 43 მგ-ით, K - 98 მგ-ით; Ca – 21 მგ-ით.

ნიმუშების დასამზადებლად გამოყენებული ნედლეული ხელს უწყობს საბაზისო ღვინის შესწავლილი მეტალებით გამდიდრებას და, შესაბამისად, ფუნქციურ დანიშნულებას ანიჭებს დამზადებულ არომატიზებულ ღვინოებს.

დღევანდელ სამეცნიერო ლიტერატურაში ღვინო სულ უფრო ფართოდ განიხილება, როგორც ფუნქციური საკვები და მისი ხარისხის შეფასებაში უმნიშვნელოვანესი როლი ფენოლურ ნაერთებს ენიჭება. მათ სხვადასხვა ბიოლოგიური ეფექტი ახასიათებს: კარდიოვასკულარული დაავადებების გამომწვევი ლიპოპროტეინული ჟანგვის ინჰიბირება, დნმ-ის ჟანგვისაგან დაცვა, ანტითრომბული, ანტიმუტაგენური, ანტიკანცეროგენური, ანტისკლეროზული, ანთების საწინააღმდეგო, ანტიალერგიული, რადიოპროტექტორული, ნალველმდენი, სპაზმოლიზური თვისებები. დადებითად მოქმედებს გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე, საჭმლის მომნელებელ ტრაქტზე; დადებით გავლენას ახდენს ღვიძლის ფუნქციონირებაზე, აფერხებს ავთვისებიანი სიმსივნების განვითარებას. მაღალი ანტიოქსიდანტური

თვისებების გამო, ამაღლებს ხანდაზმულთა აზროვნების უნარს.

ნივთიერების ანტიოქსიდანტური მოქმედება ადამიანის ორგანიზმში თავისუფალი რადიკალების შეზოგავს გულისხმობს. თავისუფალი რადიკალები ორგანიზმის მიმართ ხასიათდება მკვეთრად გამოხატული უარყოფითი დამოკიდებულებით, რაც განაპირობებს ორგანიზმის დაზერებას და იმუნიტეტის დაქვეითებას. ფენოლური ნივთიერებები, ბიოლოგიური აქტიურობიდან გამომდინარე, ახდენს თავისუფალი რადიკალების ბლოკირებას და ორგანიზმს იცავს მავნე გავლენისაგან. ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ფიზიოლოგიური ფუნქციონირებისათვის მნიშვნელოვანია, რომ დაცული იყოს ბალანსი თავისუფალ რადიკალებსა და ანტიოქსიდანტებს შორის. ორგანიზმში მიმდინარე ჟანგვა-აღდგენით პროცესებში, არაჯანსაღი საკვებისა და დაზინძურებული გარემო პირობების შედეგად ხდება თავისუფალი რადიკალების ფორმირება. მდგომარეობას, როდესაც ორგანიზმს უჭირს თავისუფალი რადიკალების რაოდენობის კომპენსირება, ოქსიდაზური

სტრესის ეწოდება და ორგანიზმში სხვადასხვა დაავადების მაპროვოცირებელ გარემოებად გვევლინება. მსგავსი ოქსიდაზური სტრესის შესამცირებლად ცოცხალ ორგანიზმებს აქვს მათთან ბრძოლის ფერმენტული სისტემები, თუმცა ეს არასაკმარისია და ზოგჯერ აუცილებელიცაა, რომ ორგანიზმს გარედან მიეწოდოს ანტიოქსიდანტების დამატებითი რაოდენობა. ფენოლური ნაერთები, განსაკუთრებით ბიოფლავონოიდები, რომლებიც უხვადაა წარმოდგენილი წითელ ღვინოებში, ანტიოქსიდანტური მაჩვენებლებით ვიტამინებსაც კი აღემატება [11,12]. წითელ ღვინოში არსებული ბიოფლავონოიდები იცავს დაბალი სიმკვრივის ლიპოპროტეინებს (LDL) დაჟანგვისაგან და, სავარაუდოდ, მათ სტრუქტურას უცვლელად ტოვებს. სწორედ ამიტაც შეიძლება აიხსნას “ფრანგული პარადოქსი” ანუ ის ფაქტი, რომ, მიუხედავად ცხიმოვანი საკვების ხშირი მოხმარებისა, საფრანგეთის მოსახლეობაში გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების პროცენტული მაჩვენებელი ყველაზე დაბალია და პირდაპირ კავშირშია წითელი ღვინოს მოხმარებასთან [13-15]. მეცნიერთა მიერ ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ წითელი ღვინოს მოხმარების შემდეგ ადამიანის პლაზმის ანტიოქსიდანტური თვისებები 38%-ით იზრდება, ამავდროულად ლიპიდების ჟანგვითი პროცესები 32%-ით მცირდება. ამის მიზეზად წითელ ღვინოში არსებული ფენოლური ნაერთები დასახელდა. კვლევებმა ცხადყო, რომ, ზოგადად, ფლავონოიდებს და, კერძოდ, კვერცეტინს შეუძლია ისეთი უჯრედების ზრდის ინჰიბირება, რომლებიც იწვევს ლეიკემიას, მკერდის კარცინომას, თავისა და კისრის უჯრედთა კარცინომას, კუჭის, მსხვილი ნაწლავის კიბოსა და სხვა [15].

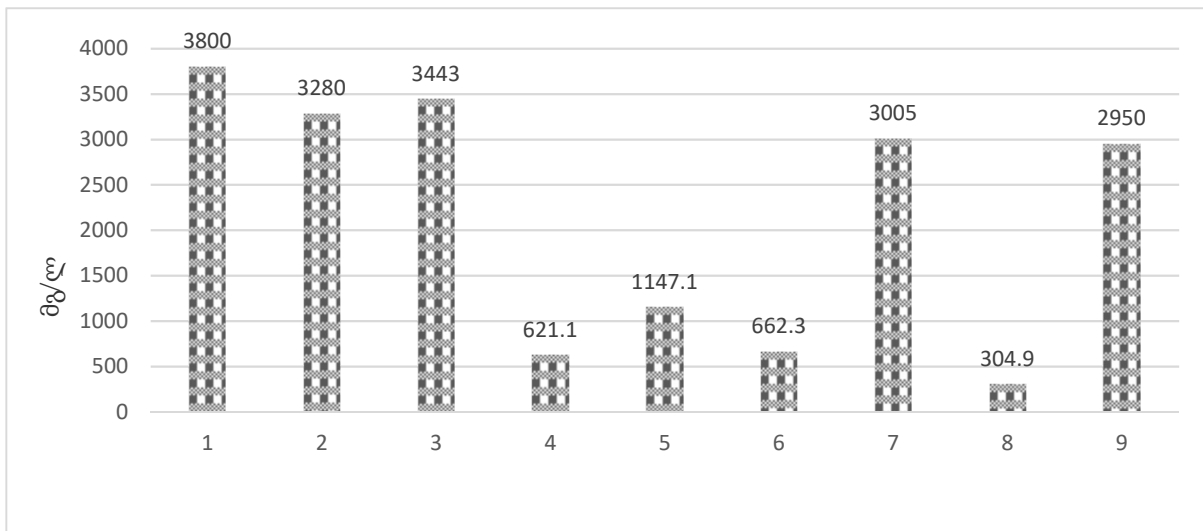
აღნიშნულიდან გამომდინარე, კვლევის ფარგლებში დამზადებული ნიმუშების ფუნქციური და აღნიშნულების შესაფასებლად, ჩატარდა ფენოლური ნაერთების კვლევა. მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით (სურ. 2) წითელ არომატიზებულ ღვინოებს შორის ფენოლური ნაერთების ყველაზე მაღალი შემცველობით გამოირჩევა საფერავისა და კუნელის ღვინო (ნიმ. 1), საკონტროლო ნიმუშთან შედარებით, მასში ამ ჯგუფის ნაერთთა შემცველობა 850 მგ/ლ-ით, ანუ დაახლოებით 30%-ით არის გაზრდილი. შესაბამისად, დგინდება, რომ კუნელის ნაყოფი ფენოლების მდიდარი წყაროა და მისი გამოყენება მიზანშეწონილია ადამიანის ჯამრთელობისათვის სასარგებლო, ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული არომატიზებული ღვინოების დასამზადებლად.

საკონტროლო ნიმუშთან შედარებით, ფენოლური ნაერთების შემცველობა გაზრდილია მე-2 და მე-3 ნიმუშებშიც, შესაბამისად 330 მგ/ლ ანუ 11 %-ით და 438 მგ/ლ-ით (14,5 %-ით). გამოყენებულმა ინგრედიენტებმა (მაყვალი, ქლიავი, შავბალახი, აგრეთვე შინდი და მოცხარი) წითელი ღვინო გაამდიდრა ანტიოქსიდანტური თვისებების მქონე ნაერთებით. მე-4 ნიმუშში (რქაწითელის, ლელვისა და კოთხუჯის თეთრი არომატიზებული ღვინო) ფენოლების რაოდენობა 316 მგ/ლ-ით გაიზარდა, რაც 103 % შეადგენს. თეთრ ღვინოებს შორის ფენოლური ნაერთების ყველაზე მაღალი შემცველობა დადგინდა მე-5 ნიმუშში – რქაწითელის, კივისა და კულმუხოს თეთრი არომატიზებული ღვინო (1147,1 მგ/ლ). ამ ნიმუშში, საკონტროლოსთან შედარებით, 842,2 მგ/ლ-ით ანუ 276 %-ით მეტი ფენოლური ნაერთებია წარმოდგენილი. რქაწითელის, ლელვისა და კოთხუჯის (ნიმ. 4),

აგრეთვე რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრ არომატიზებულ (ნიმ. 6) ღვინოებში, საკონტროლო ნიმუშთან შედარებით, ფენოლების რაოდენობა თითქმის გაორმაგებულია, რაც ადასტურებს ინგრედიენტებად ლედვის, კოთხუჯის, აგრეთვე ქაცვისა და ბარამბოს გამოყენების მიზანშეწონილობას არომატიზებული ღვინოების წარმოებაში.

საკვლევ ნიმუშებში განისაზღვრა აგრეთვე ფენოლური ბუნების ისეთი ძლიერი ანტიოქსიდანტების რაოდენობრივი შემცველობა, როგორებიც არის: ტრანს- და ცის-რეზვერატროლები, კვერცეტინი და მირიცეტინი (ცხრ.6). კვერცეტინის დადებითი ზემოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე

ფართოდაა შესწავლილი. ის შედის სხვადასხვა მედიკამენტის, ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთებით გამდიდრებული საკვები დანამატების შედგენილობაში. ასეთებია: „ვალოსედი“ [17], „ჰონალანდენდ ბარეტის კვერცეტინი და ვიტამინი C“ [18], „ლეომენტის სიროფი“ [19]. კვერცეტინსა და მირიცეტინს ახასიათებს მნიშვნელოვანი ანტიპროლიფერაციული მოქმედება (პროლიფერაცია – ცხოველური ან მცენარეული ორგანიზმების ახალი უჯრედების წარმოქმნა, გამრავლება), რაც მიანიშნებს მათ ქიმიურ-პროფილაქტიკურ და სიმსივნის საწინააღმდეგო პოტენციალზე [20].



სურ. 2. საკვლევ ნიმუშებში საერთო ფენოლების შემცველობა

საკვლევ ნიმუშებში ტრანს- და ცის- რეზერატროლების, კვერცეტინისა და მირიცეტინის რაოდენობრივი შემცველობა

№	არომატიზებული ღვინო	ტრანს-რეზერატროლი, მგ/ლ	ცის-რეზერატროლი, მგ/ლ	მირიცეტინი, მგ/ლ	კვერცეტინი, მგ/ლ
1	საფერავისა და კუნელის წითელი	2.0	-	-	-
2	საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელი	1.8	1.6	ა.ი.	ა.ი.
3	პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელი	0.8	1.9	ა.ი.	ა.ი.
4	რქაწითელის, ლედვისა და კოთხუჯის თეთრი	ა.ი.	ა.ი.	0.15	ა.ი.
5	რქაწითელის, კივისა და კულმუხოს თეთრი	ა.ი.	ა.ი.	0.15	ა.ი.
6	რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრი	ა.ი.	ა.ი.	0.44	1.3
7	პინო კონტროლი	1.8	1.0	0.7	1.8
8	რქაწითელი კონტროლი	ა.ი.	ა.ი.	ა.ი.	ა.ი.
9	საფერავი კონტროლი	1,1	0,7	ა.ი.	ა.ი.

*ა.ი. - არ იქნა იდენტიფიცირებული

კვლევის ფარგლებში დამზადებულ ნიმუშებს შორის კვერცეტინისა და მირიცეტინის შემცველობა განისაზღვრა რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 6). მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში დამზადებულ ღვინოში კვერცეტინისა და მირიცეტინის ჯამური რაოდენობა 0,15–0,87 მგ/ლ შეადგენს [21,22]. მიუხედავად იმისა, რომ კვლევის ფარგლებში დამზადებული ზემოაღნიშნული ნიმუშის კუპაჟირებისას გამოყენებულია ეთილის სპირტის, წყლისა და კონცენტრირებული ყურძნის წვენის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რაც იწვევს ღვინის, ბალახულისა და ხილის შემადგენელი ნაერთების კონცენტრაციის შემცირებას.

უკანასკნელ წლებში რეზერატროლმა (3,4,5-ტრიჰიდროქსისტილბენი) ჯანდაცვის სფეროს წარმომადგენლების დიდი ყურადღება მიიპყრო. მრავალმა მეცნიერმა შეისწავლა მისი მრავალფეროვანი ფარმაკოლოგიური თვისება. რეზერატროლი ღვინოში, ზოგადად, წარმოდგენილია ორი იზომერის: ცის-(Z) და ტრანს-(E) ფორმით. ფარმაკოლოგიური ეფექტი უფრო მეტად ტრანს-ფორმას ახასიათებს. მეცნიერული კვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ რეზერატროლი ასუფთავებს ორგანიზმს თავისუფალი რადიკალებისაგან და ამცირებს გულ-სისხლძარღვთა დაავადების განვითარების რისკს. რეზერატროლის ანტიოქსიდანტური მოქმედება

ადამიანის ორგანიზმში კარდიოლოგებმა საფუძვლიანად შეისწავლეს. რეზერვატროლი გამოირჩევა კიბოს საწინააღმდეგო აქტიურობითაც. ცნობილია მათი ანტიმიკრობული და კორონარული დაავადებების საწინააღმდეგო თვისებები [23,24].

კვლევის ფარგლებში, საკვლევ და საკონტროლო ნიმუშებში, შესწავლილია აგრეთვე ცის-რეზერვატროლისა და ტრანს-რეზერვატროლის შემცველობა. აღნიშნული ფორმების ყველაზე მაღალი ჯამური კონცენტრაცია (3,4 მგ/ლ და 2,7 მგ/ლ) იდენტიფიცირებულია საფერავის, მაცვლის, ქლიავის, შავბალახას (ნიმ. 2) და პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელ არომატიზებულ ღვინოებში (ნიმ. 3). მხოლოდ ტრანს-ფორმა განისაზღვრა საფერავისა და კუნელის წითელ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 1). ლიტერატურულ წყაროებზე დაყრდნობით, წითელი ღვინო სასარგებლოდ ითვლება მაშინ, როდესაც მასში რეზერვატროლის შემცველობა 0.03–1.07 მგ/ლ-მდე მერყეობს [20]. ექსპერიმენტის ფარგლებში დამზადებული აღნიშნული ღვინო 2,5-ჯერ მეტ რეზერვატროლს შეიცავს. აღსანიშნავია, რომ საფერავის საკონტროლო ნიმუშში (ნიმ. 9) რეზერვატროლის შემცველობა (1,1+0,7 მგ/ლ), საფერავის, მაცვლის, ქლიავის, შავბალახას წითელ არომატიზებულ ღვინოსთან (ნიმ. 2) შედარებით, 2,2 მგ/ლ-ით ნაკლებია. ამ შემთხვევაში რეზერვატროლის დამატებით წყაროდ მაცვალი გვევლინება, მისი შემცველობა 0,2–0,6 მგ/ლ-ის ფარგლებშია [11].

დასკვნა

ექსპერიმენტის ფარგლებში შემუშავებული რეცეპტურა და გამოყენებული მეთოდები საშუალებას იძლევა დამზადდეს ბიოლოგიურად აქტიური ნა-

ერთებით გამდიდრებული არომატიზებული ღვინოები. შესაბამის საკონტროლო ნიმუშთან ანუ ტკბილ-შემაგრებულ ღვინოსთან შედარებით, საფერავისა და კუნელის წითელი არომატიზებული ღვინო შეიცავს საერთო ფენოლების 21%-ს, ხოლო რქაწითელის, კივისა და კულმუხოს თეთრი არომატიზებული ღვინო - 18,25%-ზე მეტს. ფარმაცევტულ ინდუსტრიაში ფართოდ გამოყენებული რეზერვატროლის შემცველობა საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელ არომატიზებულ ღვინოში, ხოლო კვერცეტინისა და მირიცეტინის – რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრ არომატიზებულ ღვინოში შესაბამის საკონტროლო ღვინოს შედგენილობისათვის დამახასიათებელზე ორჯერ მეტია, რაც განპირობებულია კვლევისათვის შერჩეული ნედლეულით.

დამზადებულ სასმელებში, ღვინოს შედგენილობისათვის დადგენილი ზღვრების ფარგლებში, შესაბამის საკონტროლო ნიმუშებთან შედარებით, გაზრდილია შესწავლილი მეტალების რაოდენობა. კერძოდ, საფერავისა და კუნელის წითელ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 1): მაგნიუმის – 104 %-ით, კალიუმის – 103,3 %-ით, კალციუმის – 94 %-ით, რკინის – 63,6 %-ით, სპილენძის – 823 %-ით, თუთიის – 650 %-ით; საფერავის, მაცვლის, ქლიავისა და შავბალახას წითელ არომატიზებული ღვინოში (ნიმ. 2): მაგნიუმის – 67 %-ით, კალიუმის – 90 %-ით, კალციუმის – 104%-ით, რკინის - 136 %-ით, სპილენძის – 400 %-ით, თუთიის – 600 %-ით; პინოს, შინდისა და მოცხარის წითელ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 3): მაგნიუმის – 54 %-ით, კალიუმის – 65 %-ით, კალციუმის – 69 %-ით, რკინის – 92 %-ით, სპილენძის – 2355 %-ით, თუთიის – 1200 %-ით; რქა-

წითელის, ლედვისა და კოთხუჯის თეთრ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 4): მაგნიუმის – 44 %-ით, კალიუმის – 150 %-ით, კალციუმის – 36 %-ით; რქაწითელის, კივისა და კულმუხოს თეთრ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 5): მაგნიუმის – 63 %-ით, კალიუმის – 40 %-ით, კალციუმის – 41 %-ით; რქაწითელის, ქაცვისა და ბარამბოს თეთრ არომატიზებულ ღვინოში (ნიმ. 6): მაგნიუმის – 157 %-ით, კალიუმის – 39,7 %-ით, კალციუმის – 38 %-ით.

ამგვარად, გარდა იმისა, რომ ლაბორატორიულ პირობებში მცენარეული ინგრედიენტების გამოყენე-

ბით მიღებული თეთრი და წითელი არომატიზებული ღვინოები უზრუნველყოფს ადამიანის ორგანიზმს შესწავლილი ელემენტებითა და ფენოლური ნაერთებით, დაეხმარება ნივთიერებათა ცვლის რეგულირებაში, იმუნიტეტისა და სასიცოცხლო ტონუსის ამაღლებაში, დაავადებების, არასასურველი სტრესებისა და შეგრძნებების შემცირებაში, ნერვული სისტემის დამშვიდებაში, ზოგადად დადებითად იმოქმედებს ჯანმრთელობასა და კეთილდღეობაზე.

ლიტერატურა

1. J. Kuchukhidze. E-journal "agrokavkasia". Satyeo Saqme. <https://agrokavkaz.ge/samkurnalo-mcenareebi/saqarthvelos-samkurnalo-mtsenareebi-problemebi-da-perspeqtivebi.html> (In Georgian).
2. Awuchi, Chinaza Godswill; Igwe, Victory Somtochukwu; Echeta, Chinelo Kate. „Health Benefits of Micronutrients (Vitamins and Minerals) and their Associated Deficiency Diseases: A Systematic Review”. International Journal of Food Sciences.; (2020) Vol. 3, Issue 1, No. 1, 1 - 32pp,(In English).
3. G. Tkemaladze K.Makhashvili “Biochemical fundamentals of the production of ecologically friendly foods.” Modern Technologies of the Eco Friendly Product Manufacturing for Sustainable Agriculture Development. Shromata krebuli. Tbilisi .2016,gv.59-68.
4. X. Murvanidze, M. Garuchava, G. Kvartshava, G. Tkemaladze. "Improving the quality of Georgian food products and strengthening safety control" Business Engineering No. 3 Tbilisi 2019 pp. 246-248.
5. „Law of Georgia about Vine and Wine”. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/3711533?publication=1> (In Georgian).
6. Resolution of the Georgian Government №524, “Technical Regulation - General Rules for Wine Production, Determining the List of Permitted Processes, Materials and Substances”. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/4359875?publication=0> (In Georgian).
7. J. Gujejiani. „Theory and Practice of Calculating Wine Blends" Tbilisi; (1996) 105-121 (In Georgian).
8. T. Gotsadze. "Micro-elements, Their Deficiency and Abundance". Eleqtronuli jurnali "Mkurnali". <https://mkurnali.ge/daavadebebi-mkurnaloba/nivthierebatha-cvla/2056-2010-08-18-09-55-13.html> (In Georgian.)
9. G. Gogoladze, T. Arkania. „Necessary elements". Jurnali aversi. 2016, 10 (138). <https://www.aversi.ge/ka/cnobar/1152/sachiro-elementebi> (In Georgian).

10. I. Mudnic; D. Budimir; D. Modun, G. Gunjaca, I. Generalic, D.a Skroza, V. Katalinic; I. Ljubenkov, and M. Boban. „Antioxidant and Vasodilatory Effects of Blackberry and Grape Wines“. J Med Food, 2011, 1–7 (In English).
11. M. Lodovici, F. Guglielmi, C. Casalini, M. Meoni, V. Cheynier, P. Dolara, „Antioxidant and Radical Scavenging Properties in Vitro of Polyphenol Extracts from Red Wine“. European Journal of Nutrition. (2001) 40, 2, 74-77 (In English).
12. J. Fehér, G. Lengyel, A.Lugasi. „The Cultural History of Wine - Theoretical Background to Wine Therapy“. Central European Journal of Medicine. (2007) 2, 4, 379-391 (In English).
13. Y. Yilmaz, RT. Toledo. „Health aspects of functional grape seed constituents. Trends Food Science Technology. (2004) 15, 9, 422–433 (In English).
14. G. Lippi, M. Franchini, G C. Guide. „Red wine and Cardiovascular health. The „French Paradox” revisited. International Journal of Wine research. (2010) 2, 1-7 (In English).
15. V. Filip, M. Plockova, J. Šmidrkal, Z. Špic'kova, K. Melzoch, S. Schmidt. Resveratrol and Its Antioxidant and Antimicrobial Effectiveness. Food Chemistry. (2003) 83, 4, 585–593 (In English).
16. Annotation of „Valosed". <http://www.vidal.ge/drugs/valosedum-tabl> (in Georgian).
17. Annotation of „Holland & Barrett's Quercetin and Vitamin C“. <https://www.hollandandbarrett.ge/products/holland-barrett> (In Georgian).
18. Annotation of „Leument". <http://neopharm.ge/index/> (In Georgian).
19. Neri-Numa, I.A., de Carvalho-Silva, L.B., Macedo Ferreira, J.E., Tomazela Machado, A.R., Malta, L.G., Tasca Gois Ruiz, A.L., de Carvalho, J.E., Pastore, G.M. „Preliminary evaluation of antioxidant, antiproliferative and anti-mutagenic activities of pitomba (Talisia esculenta)“. LWT-Food Sci. Technol. (2014) 59, 1233–1238 (In English).
20. De Souza, M.P., Bataglioni, G.A., da Silva, F.M.A., de Almeida, R.A., Paz, W.H.P., Nobre, T.A., Marinho, J.V.N., Salvador, M.J., Fidelis, C.H.V., Acho, L.D.R., et al. „Phenolic and aroma compositions of pitomba fruit (Talisia esculenta Radlk.)“. Food Res. Int. (2016) 83, 87–94 (In English).
21. McDonald M.S., Hughes M., Burns J., Lean M.E., Matthews D., Crozier A. „Survey of the Free and Conjugated Myricetin and Quercetin Content of Red Wines of Different Geographical Origins“. Journal of Agricultural and Food Chemistry. (1998) 46, 368-375 (In English).
22. M.J. Burkitt, J. Duncan. „Effects of Trans-resveratrol on Copper-Dependent Hydroxyl-Radical Formation and DNA-Damage: Evidence for Hydroxyl Radical Scavenging and a Novel, Glutathione-Sparing Mechanism of Action“. Archives of Biochemistry and Biophysics. (2000), 381, 2, 253–263 (In English).
23. K. Faitova, A. Hejtmankova, J. Lachman, V. Pivec, J. Dudjak. „The Contents of Total Polyphenolic Compounds and Trans-Resveratrol in White Riesling Originated in the Czech Republic“. Czech Journal of Food Science. (2004), 22, 6. 215–221 (In English).

UDC 663.3

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-11-28>

Prospects for the Production of Aromatized Wines Enriched with Biologically Active Compounds

- Marine Demetrashvili** Department of Agricultural Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0192, Tbilisi, 17 D. Guramishvili Ave.
E-mail: marine.demetrashvili2007@gmail.com
- Mariam Khomasuridze** Department of Agricultural Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0192, Tbilisi, 17 D. Guramishvili Ave.
E-mail: m.khomasuridze@gtu.ge
- Guram Tkemaladze** Department of Agricultural Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0192, Tbilisi, 17 D. Guramishvili Ave.
E-mail: guram.tkemaladze@yahoo.com

Reviewers:

- L. Amiranashvili**, Associated professor, Doctor of Biological Sciences, Faculty of Agrarian Sciences and Biosystems Engineering, GTU
E-mail: l.amiranashvili@gtu.ge
- N. Chkhartishvili**, Professor, Doctor of Technical Sciences, Faculty of Agricultural Sciences and Biosystems Engineering, GTU
E-mail: n_chkhartishvili@gtu.ge

Abstract. Within the experiment, for preparation of the aromatized wines, enriched with biologically active compounds, were used the endemic medicinal plants and fruits. In the control and trial samples, by application of high performance liquid chromatography, were determined the content of total phenols, resveratrol, quercetin, myricetin and micronutrients. Compared to the corresponding control samples – sweet fortified wine, Saperavi and Hawthorn Red Aromatized Wine contents 21%, and Rkatsiteli, Kiwi and Elecampane White Aromatized Wine, 18.25% more total phenols. Based on conducted analyses, the trial samples contain twice more antioxidants, than they are typically identified in wines: Saperavi, Blackberry, Plum and Leonurus Red Aromatized Wine is characterized with the rich content of resveratrol, while, Rkatsiteli, buckthorn and balm with - quercetin and myricetin. These compounds are widely used in pharmaceutical industry. The enrichment of wines with these antioxidant is achieved by the usage of plants and herbs. Besides, the selected materials influenced on micronutrients, their content is also significantly increased. The obtained results confirm, that the selected materials and worked out recipes are effective for the production of beverages that have a positive effect on the human health.

Key words: aromatized white and red wines; fruits and herbs distillates; micro- and macronutrients; myricetin, phenolic compounds; quercetin; resveratrol.

UDC 663.3

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-11-28>

Перспективы производства ароматизированных вин, обогащенных биологически активными соединениями

მარინე დემეტრაშვილი	Департамент аграрных технологий, Грузинский Технический Университет, Грузия, 0192, Тбилиси, проспект Д. Гурамишвили 17 E-mail: marine.demetrashvili2007@gmail.com
მარიამ ჰომასურიძე	Департамент аграрных технологий, Грузинский Технический Университет, Грузия, 0192, Тбилиси, проспект Д. Гурамишвили 17 E-mail: m.khomasuridze@gtu.ge
გურამ ტკემალაძე	Департамент аграрных технологий, Грузинский Технический Университет, Грузия, 0192, Тбилиси, проспект Д. Гурамишвили 17 E-mail: guram.tkemaladze@yahoo.com

Рецензенты:

Л. Амиранашвили, доктор биологических наук, ассоциированный профессор факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ

E-mail: l.amiranashvili@gtu.ge

Н. Чхартишвили, доктор технических наук, профессор факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ

E-mail: n_chkhartishvili@gtu.ge

Аннотация. В пределах эксперимента, для изготовления ароматизированных вин, обогащенных биологически активными соединениями, применяются спиртовые настойки лекарственных растений и фруктов. В исследованных и контрольных образцах, с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии, изучен состав общих фенолов, ресвератролов, кверцетина, мирицетина и состав микроэлементов. Красные ароматизированные вина Саперави и Боярышник содержат на 21% больше, а белые ароматизированные вина Ркацители, Киви и Девясил (*Inula helenium*) содержат на 18,25% больше фенолов по сравнению с соответствующим контрольным образцом - сладким крепленым вином. Установлено, что содержание антиоксидантов, широко используемых в фармацевтической промышленности, а именно, ресвератрола - в ароматизированных красных винах Саперави ежевика, слива и леонур (*Leonurus cardiaca*), а также кверцетина и мирицетина - в ароматизированных белых винах Ркацители, облепихи (*Hippophae rhamnoides*) и бальзама, в двое больше, чем для виноградных вин, что обусловлено использованием сырья, отобранного для исследований. В приготовленных напитках отмечается увеличение количества микроэлементов в пределах допущенного для вин, по сравнению с контрольными образцами. Результаты проведенных лабораторных исследований подтверждают, что выбранное сырье, разработанная рецептура и используемые методы, дают возможность для изготовления ароматизированных напитков, положительно влияющих на здоровье человека.

Ключевые слова: ароматизированные красные и белые вина; кверцетин; мирицетин; микро- и макроэлементы; спиртовые настои фруктов и растений; фенольные соединения; ресвератрол.

განხილვის თარიღი 11.12.2020

შემოსვლის თარიღი 15.12.2020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 634.8

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-29-37>

ველური ვაზის სახელწოდებები საქართველოში და მისი ეთნობოტანიკური გამოყენება

შენგელი
კიკილაშვილი

აგრარული ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური
უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი 17
E-mail: shengelikikilashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. ჩხარტიშვილი, აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n_chkhartishvili@gtu.ge

ი. დანელია, აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: i.danelia@gtu.ge

ანოტაცია. ველური (გარეული, ტყის) ვაზი *Vitis vinifera subsp. sylvestris* (C.C.Gmel.) Hegi საქართველოს ფლორის მცენარეა, რომელიც ჩვენს ქვეყანაში ფართოდ იყო გავრცელებული წარსულში. შედეგად მივიღეთ რეგიონალურ სახელთა დიდი სინონიმური მრავალფეროვნება, რომელთა შორის დომინირებს: კრიკინა, ბაბილო, მორცხულა, ბრძღუამლი, ძღვამლი სხვადასხვა ვარიაციით.

კრიკინა ვაზის ყველაზე მნიშვნელოვანი წვლილია ის, რომ მან, როგორც ვაზის კულტურული ჯიშების წინამორბედმა, დასაბამი მისცა ვაზის სელექციას საქართველოს ტერიტორიაზე და გვევლინება ადგილობრივი ჯიშების შორეულ წინაპრად. ამას გარდა, როგორც ეთნობოტანიკურმა კვლევებმა აჩვენა, საქართველოს ტყეებში გავრცელებული ველური ვაზი ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში ადგილობრივი მოსახლეობისათვის წარმოადგენდა

საკვებს (ყურძენი, მწნილი), სასმელს (მაჭარი, ღვინო, არაყი), საშენ მასალას (შენობები, ეკლესიის კარები, ხიდები), ქვევრის სარეცხ საშუალებას, დამამტვრიანებელს ვაზის ჯიშებისათვის, თაფლოვან მცენარეს, საძირეს, ვენახის გასაშენებლად გამოყენებულ მცენარეს.

საკვანძო სიტყვები: ველური/გარეული ვაზი; კრიკინა; მცენარის გამოყენება; რეგიონალური სახელები.

შესავალი

ქართული ველური ვაზი მრავალმხრივი შესწავლის საგანია, თუმცა ეთნობოტანიკური კვლევები მხოლოდ ეპიზოდურ ხასიათს ატარებს. ნაშრომი სწორედ ასეთ შესწავლას ისახავს მიზნად, ხოლო შედეგები საინტერესო ინფორმაციას იძლევა კრიკინა

ვაზის სახელებისა და გამოყენების შესახებ.

კრიკინა ანუ ველური ვაზი *Vitis vinifera* subsp *sylvestris* (C.C.Gmel.) Hegi საქართველოს ფლორის ერთ-ერთი წარმომადგენელია და ფართოდ გავრცელებული იყო მე-19 საუკუნის შუა ხანებამდე. მე-19 საუკუნის მეორე ნახევარში საქართველოში ამერიკიდან ჭრაქისა და ნაცრის გამომწვევი პათოგენებისა და საშიში მავნებლის - ფილოქსერას შემოჭრამ საკმაოდ შეამცირა ამ მცენარის რაოდენობა და დღეს ის მხოლოდ ეპიზოდური სახით არის შემორჩენილი საქართველოს ორივე ნაწილში.

მეორე მხრივ, ქართულმა ველურმა ვაზმა მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ევროპული ვაზის (*Vitis vinifera* L.) დომესტიკაციაში და ვაზის ქართული ჯიშების შექმნაში, როგორც ამ კულტურის ველურმა წინაპარმა (Вавилов, 1931). ის იმავდროულად კრიკინა ვაზის ერთიანი პოპულაციის შემადგენელი ნაწილია და ამიტომ მნიშვნელოვანი როლია ვაზის დომესტიკაციის პროცესების ახსნაში (Maghradze et al., 2011). საჭიროა ყველა ინფორმაციის შეგროვება კრიკინას შესახებ, რომელმაც მნიშვნელოვანი სამსახური შეუძლია გაუწიოს მეცნიერებს ამ მცენარის შესახებ ცოდნის ამაღლებაში.

კრიკინას ბიოლოგიის, ამპელოგრაფიის, ეკოლოგიისა და გენეტიკის საკითხების კვლევა ინტენსიურად მიმდინარეობს საქართველოში მე-19 საუკუნის შუა ხანებიდან და ბევრი ნაშრომიცაა გამოქვეყნებული ამ თემაზე. მაგრამ, ისეთი მნიშვნელოვანი საკითხი, როგორცაა კრიკინა ვაზის რეგიონალური სახელწოდებები და ადამიანის მიერ მისი გამოყენება საქართველოში ცალკე კვლევის საგანი აქამდე არ ყოფილა. ეთნობოტანიკური კვლევის ამ მიმართულებას მნიშვნელოვანი წვლილი შეუძლია

შეიტანოს ველური ვაზის გავრცელებისა და მის შესახებ არსებული ცოდნის გაღმავლებაში.

„ეთნობოტანიკა (*Gk. Ethnos* - ხალხი, *botane* - ბალახი, *მცენარე*) ბოტანიკის დარგია, რომელიც აგროვებს და სისტემაში მოჰყავს ხალხში გავრცელებული ცოდნა და ტრადიციები მცენარეების შესახებ“ (გოგიჩაძე და სხვა, 2011). ამ მიმართულებით მხოლოდ ეპიზოდური ინფორმაციებია გაბნეული სამეცნიერო ლიტერატურაში კრიკინას შესახებ (მაღრაძე და სხვა 2020) და ისინი აქამდე ერთად შეკრებილი და სისტემატიზებული არ ყოფილა. ნაშრომის მიზანია სწორედ ველური ვაზის შესახებ სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებული ეთნოგრაფიული ცოდნის შეკრება და გამომზეურება.

ძირითადი ნაწილი

მასალები და კვლევის მეთოდი

კრიკინას შესახებ ეთნოგრაფიული ინფორმაციის შეგროვება და სისტემატიზაცია მოხდა ლიტერატურული წყაროების კვლევის შედეგად.

შედეგები და განსჯა

ბოტანიკური კლასიფიკაცია და სინონიმები

ველური ვაზი *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris*. ბოტანიკური კლასიფიკაციით მიეკუთვნება *Vitis* L. გვარს და ევროპული ვაზის *V. vinifera* L. სახეობის ქვესახეობაა კულტივირებულ ვაზთან *Vitis sativa* DC. ერთად. ველური ვაზის სხვა სინონიმებია: 1) *V. sylvestris* C. C. Gmel; 2) *V. vinifera sylvestris* (C. C. Gmel.) DC; 3) *V. vinifera* L. subsp *sylvestris* (C.C. Gmel) Hegi; 4) *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi; 5) *V. vinifera silvestris* Beck.

ქართული სახელები და სინონიმები
ველური/გარეული/ტყის ვაზის სახელის მრავალფეროვნება მხოლოდ სამეცნიერო სფეროს არ მოიცავს. ველური ვაზის გავრცელებამ საქართველოს სხვადასხვა ისტორიულ-გეოგრაფიულ პრინციპში მისი სახელის მრავალფეროვნება გამოიწ-

ვია. ამის გამო, ჩვენი ქვეყნის სხვადასხვა მხარეში მას განსხვავებული სახელით იცნობენ (ცხრილი). ეს კიდევ ერთი დადასტურებაა ამ მცენარის ხანგრძლივი და ფართო გავრცელებისა საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში.

კრიკინას სინონიმური სახელწოდებები საქართველოს რეგიონებში

დასახელება	მხარე, დიალექტი	ავტორი
ბაბილო	მთიულეთი	მაცაშვილი (1961), ჩიქოზავა (1985)
ბაბილო, ტყის ბაბილო, მთის ბაბილო	ქართლი	მაცაშვილი(1961), ასათიანი (1978)
ბრძღამლი	ქართლი, ცხინვალი	ასათიანი (1978)
ბურზღუმი, ბურზღუმ, ბერზღუმი, მამალ ვაზ	საინგილო	მაცაშვილი (1961), ასათიანი (1978)
ბურძღუმი	საინგილო, კახეთი	ასათიანი (1978)
დათყურძენა, ძღვამლი, რძღვამლი, ძღვამბლი, ზღვამბლი	რაჭა	მაცაშვილი (1961), ასათიანი (1978), ორბელიანი (1991)
იაბან ყურძენი (ტყის ყურძენი)	ტაო-კლარჯეთი	ჩარკვიანი (2011)
კაჭიჭი	იმერეთი	ასათიანი (1978)
კირკენა	ფშავი	მაცაშვილი (1961)
კირკენა, ჭანჭყატო, კრიკენა	ქიზიყი	მაცაშვილი (1961), ასათიანი (1978)
კრიკინა	ფშავი, კახეთი, იმერეთი	მაცაშვილი (1961), ასათიანი (1978), ორბელიანი (1991)
კრიკინა	ქართლი, კახეთი, იმერეთი, რაჭა	ასათიანი (1978), ჩიქოზავა (1986)
მენცხერო, მოცხარი, ომცხვარო	ლეჩხუმი	მაცაშვილი (1961)
მორცხულა	გურია	მაცაშვილი (1961), ასათიანი (1978)
მოცხარი, მენცხერო, ომცხვარო	ლეჩხუმი	ასათიანი (1978)
მტკუი ბინეხი	ჭანურ დიალექტში	მაცაშვილი (1961)
პანტაყურძენი	აჭარა	ასათიანი (1978)
ტყარ ყუნზელ, ცხეკიში ყუნზელ, ჰერწმიში ყუნზელ	სვანეთი	მაცაშვილი (1961)
უსურვაზი	ქართლი, კახეთი	ასათიანი (1978), ჩიქოზავა (1986)
ჩიტიში ყურძენი	სამეგრელო	მაცაშვილი (1961)
ძალყურძენა, ბურუხი, ბრძღვამლი, ძღვლამი, რძღვლამი, ზღვამილა	იმერეთი	მაცაშვილი (1961), ასათიანი (1978)
ძღვამბლი	რაჭა, ლეჩხუმი	ასათიანი (1978)
ძღუამლი	-	ორბელიანი (1991)
კრიკინა, უსურვაზი, ძღუამლი, ბურძღუმლი, მორცხულა, ბურეხი, შხურჩი, ტყის ყურძენი	საქართველო (ზოგადად)	ნანობაშვილი (1960), ივ. ჯავახიშვილი (1986), ჩოლოყაშვილი (1983), ორბელიანი (1991), ფრუიძე (2016)

როგორც ვხედავთ, გარეული ვაზის / ტყის ყურძნის ამსახველი სახელებიდან შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი ხუთი ყველაზე გავრცელებული სახელი ვარიაციებით:

1. **ბაბილო** (ტყის ბაბილო, მთის ბაბილო);
2. **კრიკინა** (ვაზი კრიკინა, კირკინა, კირკენა, კრიკენა);
3. **მორცხულა** (მორცხვილი, მოცხარი, მენცხე-რო, ომცხვარო);
4. **ბრძღამლი** (ბურზღამი, ბურზღამ, ბერ-ზღამი, ბურძღამი, ბურძღამლი);
5. **ძღვამლი** (ძღვამლი, რძღვამლი, ზღვამლი, ბრძღვამლი, ძღვამლი, რძღვამლი, ზღვამლი).

წარმოდგენილი სახელების ანალიზიდან ირკვევა, რომ „კრიკინა“ არის ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გავრცელებული ველური ვაზის სახელი საქართველოს კუთხეებში (კახეთი, ქართლი, იმერეთი, რაჭა). ის ერთ-ერთი ძველი სახელიცაა ამ მცენარისათვის, რომელიც სულხაბ-საბა ორბელიანს მოხსენიებული აქვს 1715 წელს შედგენილ „ლექსიკონ ქართულში“ (ორბელიანი, 1991).

ველური ვაზის გამოყენება

ადამიანის მიერ ველური ვაზის ყურძნის მოხმარებას იხსენიებენ ფრანგი მოგზაური და კომერსანტი ჟაკ ფრანსუა გამბა (გამბა, 1987), რომელმაც საქართველოში 1820-1824 წლებში იმოგზაურა და ავგუსტ ჰაქსტჰაუზენი, 1843 წელს მოგზაურობისას (ჰაქსტჰაუზენი, 2011 წ.). ი. ნანობაშვილის (1960) მიხედვით ქიზიყში შეგროვებული კრიკინა ვაზის ნაყოფი ზამთარში საკმაოდ დროით ინახებოდა, რაც მიუთითებს მის საჭმელ ყურძნად გამოყენებაზე.

ლ. ფრუიძის (1974) მიხედვით, რაჭაში ველურ

ვაზის ნაყოფს ძირითადად მწყემსები, მონადირეები და ტყის მჭრელები აგროვებდნენ საკვებად. თუმცა ავტორი ასევე აღნიშნავს ფერისცვალების დღესასწაულში მისი როლს: ამ დროს რაჭველები მაცვლის შეჭამანდს, უსათუოდ, „ძღვამლის“ ისრიმის წვენით ანელებდნენ.

„ტყის ვაზის მკვახე ნაყოფს მოსახლეობა დიდი რაოდენობით აგროვებს და მწნილად ხმარობს“, - აღნიშნავდა ნ. ჩოლოყაშვილი (1983).

კავკასიის მთის ხეობებში არსებული ვაზები ხეებზეა ასული და მისგან მოსახლეობა ღვინოს ამზადებს, - წერდა ჟან შარდენი (2014) მე-17 საუკუნეში საქართველოში მოგზაურობისას. ველური ვაზისაგან ღვინის დაყენების პრაქტიკაზე მიუთითებდნენ: დავით გურამიშვილი (1980) მე-18 საუკუნის მეორე ნახევარში, იაკობ რაინგესი (2002) - მე-18 საუკუნის 70-80 წლებში და ედუარდ აიხვარდი (2005) - 1825-1826 წლებში.

საქართველოში ველური ვაზის ყურძნიდან ღვინის დაყენება მე-20 საუკუნის შუა ხანებამდე ხდებოდა - უხუცესებზე დაყრდნობით ასეთი ინფორმაცია მოჰყავთ ა. მათიაშვილს (1968) და ლ. ფრუიძეს (1974). ეს უკანასკნელი ასახელებს ფაქტს ძღვამლის დაწურვის შესახებ რაჭაში, როდესაც მოზარდები აყენებდნენ მაჭარს უფრო სახალისოდ, ვიდრე ოჯახური საჭიროებისათვის.

ქიზიყის „უკანა მხარეში“, მდ. ივრის ნაპირებთან, უწინ იმდენად ბევრი კრიკინა ყოფილა, რომ ბოდბელებს მისი ყურძენი ურმებით გადმოუზიდავთ, ქვითკირის საწნახლებში დაუწურიათ მაჭარისთვის (ნანობაშვილი, 1960). ქიზიყელები კრიკი-

ნას „შინაურ“ ყურძენთან ერთადაც წურავდნენ, მისი ღვინო „მაგარი დასალევი“ ყოფილა.

ქიზიყელეების მსგავსად, საინგილოშიც ყოფილა გავრცელებული გარეული ვაზის წვენისა და ჭაჭის დამატება თეთრი ყურძნის ტკბილისათვის საფერავის ჭაჭასთან ერთად, რაც ღვინოს ვარდისფერ შეფერვას და არომატს აძლევდა, „აკეთილშობილებდა“ (კიკაჩიშვილი, ხუციშვილი, 1974). ასეთ ღვინოებს ინგილოები „ხობისყელა ღვინოებს“ უწოდებდნენ და საპატიო სტუმრებს უმასპინძლებდნენ (ხუციშვილი, 1980).

აფხაზეთში ველური ვაზისაგან არყის დამზადებას აღნიშნავს ედუარდ აიხვარდი (2005).

საინტერესოა ქიზიყში კრიკინა ვაზისაგან ვენახის გაშენების პრაქტიკა: „უწინ, როცა უკანა მხარში ვაზები მოშინაურებული სულ არ იყო და განიზრახეს ვაზების გაშენება, ივრის ნაპირებზე უამრავი კრიკინა ვაზიდან ზოგიერთს გადააწვენდნენ; გადაწვენილები აქა-იქ ვაზის ძირიდან იზრდებოდა, გაზრდილებს გლეჯდნენ და მათი მეშვეობით აშენებდნენ ვაზებს ბოდბე-მადაროში“ (ნანობაშვილი, 1960).

ველური ვაზის გამოყენების შესახებ ინფორმაციას ნ. ვავილოვის (Вавилов, 1931) ნაშრომშიც ვხვდებით, სადაც ის საუბრობს საქართველოში გავრცელებულ პრაქტიკაზე, როდესაც მოსახლეობა კულტურულ ვაზს სწორედ ველურ ვაზზე ამყნობდა.

ნ. ჩოლოყაშვილის (1983) მიხედვით, კრიკინა ვაზის ყვავილის მტვერს ზოგიერთ რაიონში იყენებენ კულტურული ვაზის დასამტვერად, რაც მოსავალს ზრდის. დ. სოსნოვსკის აზრით (Сосновский, 1949) ეს პრაქტიკა ბოლნისის რაიონშიცაა. ინფორმაცია ამავე მიზნით ვაზის გამოყენების შესახებ

არსებობს გარდაბნისა და თეთრი წყაროს (სოფ. ასურეთი) რაიონებიდანაც (დ. მადრამე, პერსონალური ინფორმაცია).

კრიკინა მიჩნეულია საუკეთესო თაფლოვან მცენარედ (ჩოლოყაშვილი, 1983).

საინგილოში პატარა ქვევრებს ჯერ ბალამწარას კანისაგან დამზადებული სარცხით რეცხავდნენ, ხოლო შემდეგ გარეული ვაზის სახეხით, ვიდრე წითელ ფერს არ მიიღებდა (ხუციშვილი, 1980).

ველური ვაზის მერქნისგან ეკლესიის აღსავლის კარის დამზადების შესახებ ინფორმაციას ერ. ნაკაშიძე იძლევა (1929).

ველური ვაზის ლერწის გამოყენების შესახებ ლ. ფრუიძეს (2016) მაგალითად მოჰყავს გ. გობეჯიშვილის მიერ არქეოლოგიური გათხრების შედეგად აღმოჩენილი ნაგებობები, რომელთა ნაწილს ვაზის ლერწმისგან დაწნული კედლები ჰქონდა და რომელიც გვიანბრინჯაო – ადრერკინის ხანას განეკუთნება.

ლ. ფრუიძესვე (2016) მოჰყავს ვახუშტი ბატონიშვილის ცნობა ლერწის ანუ „ბონდის“ ხიდის არსებობის შესახებ მდინარე ცხენისწყალზე, რომელსაც ლერწის სახელურები ჰქონია. ავტორის განმარტებით, ძველად ამ მიზნით გარეულ ვაზს სახიდე ადგილებში რგავდნენ, რქებს ერთმანეთში გადაახვევდნენ და ისე ზრდიდნენ – ცოცხალი ვაზის რქის ბაგირი გამძლე და საიმედო ყოფილა.

დასკვნა

სამეცნიერო ლიტერატურაში და საქართველოს ისტორიულ-გეოგრაფიულ მხარეებში ველურ ვაზს სინონიმური სახელებით მოიხსენიებენ, რომელთა

შორის უფრო ხშირად იხმარება „კრიკინა“, „ბაბილო“, „მორცხულა“, „ძღუმლი“, „ძღვამბლი“. „კრიკინა“ ყველაზე ფართოდ გავრცელებული და ძველი სახელია ამ მცენარისათვის. იმავდროულად, რეგიონალური სახელების ასეთი სიმრავლე მეტყველებს კრიკინას ფართოდ გავრცელებაზე საქართველოში.

გარდა იმისა, რომ კრიკინა კულტურული ვაზის სელექციის საწყისი იყო ჩვენს ქვეყანაში, მას მრავალფეროვანი დანიშნულებით იყენებდნენ: ყურძნის საკვებად მოხმარება – ნედლი და მწნილის სა-

ხით; მაჭრის, ღვინისა და არყის დამზადება; საშენ მასალად – ეკლესიის კარების, შენობებისა და ხიდების ასაგებად; დამამტვერიანებლად – ვაზის ჯიშებისათვის და თაფლოვან მცენარედ; საძირედ; ვენახის გასაშენებლად; ქვევრის გასარეცხად.

სტატია შესრულებულია შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით განხორციელებული პროექტის „საქართველოს ველური ვაზი: შესწავლა და დაცვა“ (გრანტის ნომერი 18-18474) ფარგლებში.

ლიტერატურა

1. Aikhvard E. About Georgia (first third of the XIX century) Translated from German into Georgian by G. Gelashvili. 2005 Tbilisi. pp. 332. (In Georgian).
2. Asatiani L. Vocabulary related to vine culture in Georgia. 1978 Tbilisi. pp. 86-91 (In Georgian).
3. Charkviani A., Maglaperidze L., Khuchua L. Wild grapevine of Tao-Klarjeti. Student expedition "Tao-Klarjeti 2011". Collection of the papers. "Free University" Publisher. 2011. Tbilisi. pp. 60-76. (In Georgian).
4. Chikobava A. (Editor). Dictionary of Georgian Language. In- Volume. Institute of Languages of the Georgian Academy of Sciences. Georgian Soviet Encyclopedia 1986. Tbilisi. pp. 270 (In Georgian).
5. Cholokashvili N. Family *Vitaceae*. Flora of Georgia. 2nd edition. Publishing House "Ganatileba". 1983. Tbilisi. Vol.8. pp. 274-278 (In Georgian).
6. Chardin J. Travel to Georgia. Translated by V. Barnov. 2014. Tbilisi. pp. 36-58 (In Georgian).
7. Gamba. J.F.. Travel to Transcaucasia. Translated from French into Georgian M. Mgaloblishvil. 1987. Tbilisi. pp. 225 (In Georgian).
8. Gogichadze G., Kandelaki G., Gogichadze T. Dictionary: biological and medical terms and concepts. Publishing House „Meridian“. 2011. Tbilisi. pp. 442. (In Georgian).
9. Guramishvili, D. Davitiani (Book of David), Poem, Publishing houses "Khelovneba", Tbilisi, Georgia and "Mistectvo", Kiev, Ukraine, 1980. pp 85 (in Georgian).
10. Huxthausen A. About Georgia (first half of the XIX century). Translated from German by G. Gelashvili. 2011 Tbilisi. pp. 40-226 (In Georgian).
11. Javakhishvili Iv. Economic History of Georgia. The second Book. Selected scientific works in twelve volumes. Volume 5. Tbilisi. 1986. pp. 308-311 (In Georgian).
12. Kikacheishvili R., Khutsishvili I. Peculiarities of wine making and other grape products in Saingilo. Scientific works of the institute of Horticulture, Viticulture and Oenology.- Vol 13. 1974. Tbilisi. pp.240 (In Georgian).
13. Khutsishvili I. Viticulture in Saingilo. 1980. Tbilisi. pp. 19 (In Georgian).

14. Magradze D. Krikina (wild) grapevine in Georgia. *Veluri Buneba*. 2020. Tbilisi. pp. 46-49 (In Georgian).
15. Maghradze D., Failla O., Imazio S., Becilieri R., Chipashvili R., Rubio O. R., Quattrini E., This P., Scienza A. Wild grapevine in Georgia. *Origini della Viticoltura*. 2011. Pg 183-107 (In English).
16. Makashvili A. Botanical Dictionary. Plant names. 1961. Tbilisi. pp. 260 (In Georgian).
17. Matiashvili A. Vine and wine in Davitiani. *Dzeglis Megobari*. Vol. 16. 1968. Tbilisi. pp. 69 (In Georgian).
18. Nakashidze E. Viticulture and winemaking in Guria-Samegrelo, Adjara and Abkhazia. Publishing House "Sakhelgami". 1929. Tbilisi. pp. 61 (In Georgian).
19. Nanobashvili I. Old vine culture in Qiziki. 1960. Tbilisi. pp. 47-52 (In Georgian).
20. Orbeliani S.S. Georgian Dictionary. In two volumes. Edited by I. Abuladze. Publishing House. "Merani" 1991. www.nplg.gov.ge/gwdict/index.php?a=term&d=8&t=21101 (In Georgian).
21. Pruidze L. Viticulture and winemaking in Georgia. The first book: Racha. 1974. Tbilisi. pp. 47-51 (In Georgian).
22. Pruidze L. History of viticulture and winemaking of Georgia. In two vols. Vol.2 Viticulture. 2016. Tbilisi. pp. 38-64 (In Georgian).
23. Reingens I. Travel to Georgia. Translated from German into Georgian by G. Gelashvili. 2002 Tbilisi. pp. 131-157 (In Georgian).
24. Sosnovskii D.I. Grapes - *Vitaceae* Lindl.: Flora of the USSR. In 30 volumes. Vol. 14. Ed. in chief Komarov V.L. Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR. Moscow-Leningrad, 1949. pp. 700 (In Russian).
25. Vavilov N.I. Wild relatives of fruit trees in the Asian part of the USSR and the Caucasus and the problem of the origin of fruit trees. Works on applied botany, genetics and breeding, v. 36. No. 3. [The edition was used: Academician NI Vavilov - Selected works in five volumes. Volume II. Publishing house of the USSR Academy of Sciences. 1931 Moscow-Leningrad . pp. 343-361 (In Russian).

UDC 634.8

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-29-37>

Local Names of Wild Grapevine in Georgia and Its Ethnobotanical Use

Shengeli Kikilashvili Department of Agricultural Technologies, Georgian Technical University, Georgia,
0192, Tbilisi, 17 D. Guramishvili ave
E-mail: shengelikikilashvili@gmail.com

Reviewers:

N. Chkhartishvili, Professor, Faculty of Agrarian Sciences and Biosystems Engineering, GTU
E-mail: n_chkhartishvili@gtu.ge

I. Danelia, Professor, Faculty of Agrarian Sciences and Biosystems Engineering, GTU
E-mail: i.danelia@gtu.ge

Abstract. Wild grapevine *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (C.C.Gmel.) Hegi is a typical plant of Georgian flora, spread in our country. Consequently, a numerous number of local synonym names of this plant are available in different historical-ethnographic provinces of Georgia. Among these names 'Krikina', 'Babilo', 'Mortskhula', 'Brdzghuamli' and 'Dzghvamli' are more spread, having different spelling variations.

The great contribution of wild grape is that it, as an ancestor of cultivated grapevine, made the basis of grape breeding in Georgia and is a distant relative of our varieties. Besides, as it was demonstrated by the ethnobotanical research, due to long period present in the forests of Georgia the local people used this plant as a food (grape, pickles), a beverage (young fermented wine 'Machari', wine, grappa), a construction material (buildings, door for a church, breedge), a tool for washing Qyevri, a pollinator for grape cultivars, a honey plant, a rootstock, a planting material for vineyards.

Key words: 'Krikina'; plant usage; pollinator; regional names; rootstock; wild grapevine; wine.

UDC 634.8

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-29-37>

Местные названия дикого винограда в Грузии и его этноботаническое использование

Шенгели Департамент Аграрных технологий, Грузинский технический университет,
Кикилашвили Грузия, 0192, Тбилиси, Пр. Д. Гурамишвили 17
E-mail: shengelikikilashvili@gmail.com

Рецензенты:

Н. Чхартишвили, профессор факультета аграрных наук и биосистем инженеринга ГТУ
n_chkhartishvili@gtu.ge

И. Дanelia, профессор факультета аграрных наук и биосистем инженеринга ГТУ
E-mail: i. danelia@gtu.ge

Аннотация. Дикий виноград *Vitis vinifera* subsp. *sylvestris* (C.C.Gmel.) Hegi - типичное растение грузинской флоры, распространенное в нашей стране. Следовательно, в разных историко-географических провинциях Грузии имеется большое количество местных синонимов этого растения. Среди них более распространены «Крикина», «Бабило», «Морцхула», «Брдзгуамли» и «Дзгвамли», имеющие разные варианты орфографии.

Большой вклад дикого винограда заключается в том, что он, как предок культивируемой виноградной лозы, лег в основу генофонда грузинских сортов и является дальним родственником наших сортов. Кроме того, как показали этноботанические исследования, благодаря длительному распространению в лесах Грузии, местное население употребляло его как пищу (виноград, соленья), напиток (молодое ферментированное вино «Мачари», вино, водка), строительный материал (постройки, церковные двери, мосты), средство для мытья кеври, опылитель для сортов винограда, медонос, подвой, посадочный материал для виноградников.

Ключевые слова: вино; дикий виноград; использование растений; «Крикина»; опылитель; подвой; региональные названия.

განხილვის თარიღი 10.02.2021

შემოსვლის თარიღი 24.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 637

SCOPUS CODE 1103

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-38-48>

საქართველოში ადაპტირებული ევროპული ჯიშის თხების ფიზიოლოგიურ- ბიოლოგიური მონაცემების შედარება ჯიშის სტანდარტულ მონაცემებთან

თეა ჟღენტი აგრარული ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზ. 17
E-mail: Teajgenti1973@gmail.com

ვასილ ლიღვაშვილი აგრარული ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზ. 17
E-mail: vasil_gligvashvili@yahoo.com

რეცენზენტები:

გ. გოგოლი, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: g.gogoli@agruni.edu.ge

თ. კაჭარავა, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი, სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: t.kacharava@gtu.ge

ანოტაცია. ევროპული მაღალპროდუქტიული მერძეული ჯიშის (ზაანენი და ალპური) თხების საქართველოში, განსხვავებულ გარემო პირობებში, ადაპტაციის უნარის, სტანდარტებით გათვალისწინებული პროდუქტიულობა და ჯანმრთელობის ზოგიერთი პარამეტრი შენარჩუნებულია. შემოყვანილი სულადობის ჯანმრთელობის მდგომარეობის დასადგენად შვისწავლეთ ორივე ჯიშის თხის ფიზიოლოგიურ-ბიოლოგიური მონაცემები განსხვავებულ კლიმატურ ზონებში. დაკვირვებები მიმდინარეობ-

და ორ ფერმაში (რუსთავის მიმდებარე და მცხეთის მუნიციპალიტეტის მთისწინეთი). ექსპერიმენტი ჩატარდა 100 სულამდე შერეული ასაკის თხაზე. ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური მონაცემებით შევისწავლეთ სხეულის ტემპერატურა, სუნთქვისა და პულსის სიხშირე, სისხლის საერთო ანალიზი. მიღებული მონაცემების სტანდარტულ მაჩვენებლებთან შედარებით დავასკვნით, რომ საკვლევი სულადობიდან მიღებული და სტანდარტული მონაცემები ერთმანეთთან მაქსიმალურად მიახლოებულია. ეს ადასტურებს, რომ თხებმა კარგად გაიარეს ადაპტა-

ცია და ადგილობრივი პირობები მათთვის სავსებით დამაკმაყოფილებელია. ზაანენისა და ალპური ჯიშების თხების მაღალი გენეტიკური პოტენციალი და ჩვენი შედეგები საშუალებას იძლევა ფერმერებს შევთავაზოთ დასაბუთებული კონსულტაცია-რეკომენდაციები ამ ჯიშების საქართველოს განსხვავებულ კლიმატურ ზონებში მოშენების შესახებ, რაც ქვეყანაში შექმნის დარგის გრძელვადიანი, მდგრადი განვითარების პერსპექტივებს.

საკვანძო სიტყვები: ადაპტაცია; ალპური ჯიშის თხა; ზაანენის ჯიშის თხა.

შესავალი

ადამიანმა თხა უფრო ადრე მოაშინაურა, ვიდრე ცხვარი და მსხვილფეხა რქოსანი პირუტყვი. დღეს მსოფლიოში 460 მილიონი გაუმჯობესებული ჯიშის თხაა, რომლებიც 4.5 მილიონ ტონა რძეს და 1,2 მილიონ ტონა ხორცს იძლევიან [1].

მეთხეობა იძლევა არა მარტო ადამიანისათვის საჭირო და სასარგებლო საკვებ პროდუქტებს (ხორცი, რძე, ქონი), არამედ მრეწველობისათვის ძვირფას ნედლეულსაც: თივთიკი, მატყლი და ტყავი [2, 3].

თხის რძე საუკეთესო საკვებად ითვლება ბავშვებისა და ავადმყოფი ადამიანებისათვის. მასში დიდი რაოდენობით შედის ალბუმინი, კაზეინი, მინერალური მარილები, ფოსფორი, კობალტი, A, B, D ვიტამინები. შედგენილობით ყველაზე ახლოსაა დედის რძესთან.

თხის რძეზე არანაკლებ სასარგებლო და გამორჩეული პროდუქტია თხის ხორცი. იგი შეიცავს 20% პროტეინს და მცირე რაოდენობით ცხიმს. თხის

ხორცში ქოლესტერინის დაბალი შემცველობა მას დიეტური ხორცის სტატუსს ანიჭებს [4].

თხის თივთიკის, მატყლისა და ტყავისაგან მზადდება სხვადასხვა საყოფაცხოვრებო ნივთი, როგორებიცაა: ნოხი, ნაბადი, ქუდი, თექის ნაწარმი. თხის ტყავი მაღალხარისხიანი ნედლეულია, რომელსაც იყენებენ როგორც საგალანტერეო ნაკეთობებში, ისე ქურქულის წარმოებაში.

მეთხეობა საქართველოს მეცხოველეობის ერთ-ერთი უძველესი და ტრადიციული დარგია. იგი გავრცელებულია ქვეყნის როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ ნაწილში.

საქართველოში გავრცელებული თხები შეიძლება ორ ტიპად დაიყოს: არაგაუმჯობესებული აღმოსავლეთ საქართველოს თხა, მეგრული ჯიშის თხა და მისი ნაჯვარი [2].

მსოფლიოში მერძეული მიმართულების ერთ-ერთ ყველაზე მაღალპროდუქტიულად ითვლება ზაანენისა და ალპური ჯიშების თხები [5].

ზაანენის სამშობლო შვეიცარიის ალპებია. მთლიანი პოპულაცია 900 000 ინდივიდს ითვლის. ამ ჯიშს პოპულარობას ანიჭებს ყველაზე მაღალი მონაწველი, პირველივე ლაქტაციისას იგი გვაძლევს 3.5–4.0 ლიტრ რძეს დღე-ღამეში და ყოველ მომდევნო ლაქტაციაზე მატულობს; რძის მაქსიმალური რაოდენობა დღეში 8.0 ლიტრს აღწევს, ხოლო წლიური – 3000 ლიტრს. სხვა ჯიშებისაგან განსხვავებით, რძეს არა აქვს არასასიამოვნო სუნი. ზაანენის ჯიშში მაღალი ნაყოფიერებით გამოირჩევა, ყოველი 100 დედიდან 180–250 ციკანი იზადება [6, 7].

ეს ჯიშში, საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ბრძანების თანახმად, პროფ. ვ. ლლიღვაშვილის რეკომენდაციით,

საქართველოში ადგილობრივი ჯიშების გასაუმჯობესებლად 1998 წლიდან გეგმურ ჯიშად არის მიჩნეული [3].

ალპური ჯიშის თხა ასევე მაღალპროდუქტიული მერძეული მიმართულებისაა. იგი გამოყვანილია საფრანგეთის ალპებში. მისი წლიური მონაწველი 1200–1600 ლიტრია, 3.5% ცხიმინობით და 3% ცილით. ალპური ჯიში პირველივე მაკობაზე იძლევა 2 ციკანს, იშვიათად – 3–4-ს [4].

ზაანენისა და ალპური ჯიშების თხების, სხვა ჯიშებს შორის გამორჩეული ლაქტაციის მაღალი მონაცემები განაპირობებს მათ ფართო გავრცელებას. ამ ჯიშებზე ჩვენი კვლევაც მათი პროდუქტიულობის მაღალმა მონაცემებმა განაპირობა. საქართველოში ამ ჯიშების აქტიურად მოშენებით გაიზრდება თხის რძისა და მისი პროდუქტების რაოდენობა, რაც დადებითად აისახება ადამიანის ჯანმრთელობაზე. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ქართული ბაზარი თხის რძის პროდუქტების დიდ დეფიციტს განიცდის, ვფიქრობთ ჩვენი კვლევა დროული და აქტუალურია.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანი იყო საქართველოს მთიან და დაბლობ ზონაში ზაანენისა და ალპური ჯიშების თხების ადაპტაციის მიმდინარეობის შესწავლა. ამისათვის, თხების ზრდა-განვითარების და პროდუქტიული მონაცემების აღება-დამუშავებასთან ერთად შევისწავლეთ მათი ჯანმრთელობის მდგომარეობა. ცნობილია, თუ ცხოველი დაისტრესა, თუ მისი მოვლა-შენახვის, კვების პირობები არაადაპტაციური იქნება, ეს აისახება მის ფიზიოლოგიურ

და ბიოლოგიურ მაჩვენებლებზე, რაც ზოგადად პირდაპირ კავშირშია ცხოველის ჯანმრთელობის მდგომარეობასთან. აქედან გამომდინარე, შევისწავლეთ შემოყვანილი თხებისა და მათგან მიღებული ნამატი სულადობის ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური მონაცემები.

ცდაზე დაყენებულ სულადობაში შევისწავლეთ სუნთქვის, პულსის, სხეულის ტემპერატურის მაჩვენებლები და სისხლის საერთო ანალიზის მონაცემები როგორც მთის, ისე ბარის პირობებში და შევადარეთ თხისთვის დამახასიათებელ ნორმებს.

კვლევა ჩატარდა ორ ფერმაში: ერთი ქალაქ რუსთავის შემოგარენშია (შემდგომში რუსთავის ფერმა), რომელიც ნახევრად უდაბნოს ზონას მიეკუთვნება. ამ ფერმაში 80 სულამდე ზაანენისა და ალპური ჯიშების ზრდასრული და მოზარდი თხა სტაციონარული შენახვის პირობებში იმყოფება; მეორე ფერმა კი მცხეთის მუნიციპალიტეტის სოფელ გალავანში (შემდგომში მცხეთის ფერმა), რომელიც მიეკუთვნება მაღალმთიან ზონას და ცხოველთა სადგომი მთის კალთის ძირშია განლაგებული, ტყისპირა ზოლში. აქ თხები თითქმის მთელი წელი ბუნებრივ საძოვარზე იმყოფებიან. ფერმაში 60 სულამდე ზაანენისა და ალპური ჯიშის შერეული ასაკის თხაა.

თბილისისხლიანების სხეულის ტემპერატურა საკმაოდ ვიწრო ფარგლებში მერყეობს. ამ ფენომენს ჰომოთერმულობა ჰქვია და მისი დარღვევა ორგანიზმში მიმდინარე გარკვეულ ცვლილებებზე მეტყველებს. სხვადასხვა სახეობის ცხოველისათვის დადგენილია განსხვავებული ნორმის ფარგლები. ზრდასრული

თხის სხეულის ნორმალური ტემპერატურაა 38.5–40.5 °C, ხოლო ციკნის – 38.5–41.0 °C.

როგორც კვლევამ აჩვენა (ცხრილი 1, 2), მცხეთის ფერმაში ადგილობრივ გარემოსთან უკვე ადაპტირებული ზაანენის ზრდასრული თხების სხეულის ტემპერატურის საშუალო მაჩვენებელია 38.8 °C, ხოლო ალპური თხების – 39.2 °C; ზაანენის ციკნების – 39.7 °C, ალპურის – 39.9 °C. ეს მონაცემები ნორმას-

თან მაქსიმალურადაა მიახლოებული და მეტყველებს, რომ საკვლევ სულადობაში ჰომოთერმულია დაცულია, ე.ი ორგანიზმში არანაირი პათოლოგიური მოვლენები არ მიმდინარეობს.

ანალოგიურად, ნორმის ფარგლებშია მცხეთის ფერმის საკვლევ თხების პულსისა და სუნთქვის სიხშირის საშუალო მონაცემები, რაც ადასტურებს, რომ თხები ფიზიოლოგიურად ჯანმრთელები არიან.

ცხრილი 1

ზაანენის ჯიშის თხების ფიზიოლოგიური მონაცემები (მცხეთის ფერმა)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	სხეულის ტემპერატურა, °C	პულსი	სუნთქვის სიხშირე
ციკანი 3-12 თვის (ნორმა)		38.5-41.0	90-110	17-35
1	22389 ♀	39.6	98	33
2	22390 ♀	39.2	100	33
3	22391 ♂	39.5	98	33
4	22392 ♂	40	96	32
5	22400 ♂	39.9	100	33
6	22401 ♀	40.1	97	32
ზრდასრული დედა (ნორმა)		38.5-40.5	60-85	12-25
1	388	38.7	80	23
2	25845	39.1	79	22
3	22395	38.7	80	23

ცხრილი 2

ალპური ჯიშის თხების ფიზიოლოგიური მონაცემები (მცხეთის ფერმა)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	სხეულის ტემპერატურა, °C	პულსი	სუნთქვის სიხშირე
ციკანი 3-12 თვის (ნორმა)		38.5-41.0	90-110	17-35
1	22386 ♂	39.8	102	34
2	22387 ♂	40.3	98	33
3	22396 ♀	39.5	84	28
4	22397 ♀	40.0	97	32
5	22337 ♂	39.9	93	31
6	22338 ♀	39.1	90	30
7	22339 ♂	40.5	97	32
8	22340 ♀	40.1	98	33

გაგრძელება

ზრდასრული დედა (ნორმა)	38.5-40.5	60-85	12-25
1 686292	38.9	80	23
2 25843	39.6	77	22
3 22398	39.6	75	21
4 22862	39.0	80	23

რუსთავის ფერმაშიც შერჩეული დედა და მოზარ- სხეულის ტემპერატურის, პულსისა და სუნთქვის
დი სულადობის ფიზიოლოგიური მონაცემების სიხშირის საშუალო მონაცემები არის ნორმის და
(ცხრილი 3, 4) ანალიზის შედეგად შეგვიძლია ჯანმრთელი ცხოველის ორგანიზმის შესაბამისი.
ვთქვათ, რომ როგორც ზაანენის, ისე ალპური ჯიშის

ცხრილი 3

ზაანენის ჯიშის თხების ფიზიოლოგიური მონაცემები (რუსთავის ფერმა)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	სხეულის ტემპერატურა, °C	პულსი	სუნთქვის სიხშირე
ციკანი 3-12 თვის (ნორმა)		38.5-41.0	90-110	17-35
1	10341 ♀	39.8	90	30
2	005 ♀	39.6	89	29
3	095 ♂	39.5	98	33
4	012 ♀	40.1	98	33
5	092 ♀	39.9	100	33
ზრდასრული დედა (ნორმა)		38.5-40.5	60-85	12-25
1	10303	38.8	87	25
2	10228	39.1	86	24

ცხრილი 4

ალპური ჯიშის თხების ფიზიოლოგიური მონაცემები (რუსთავის ფერმა)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	სხეულის ტემპერატურა, °C	პულსი	სუნთქვის სიხშირე
ციკანი 3-12 თვის (ნორმა)		38.5-41.0	90-110	17-35
1	10340 ♀	40.3	100	33
2	10344 ♂	39.8	102	34
3	10339 ♀	40.5	97	32
4	10343 ♂	40.1	100	32
5	10342 ♀	40.2	98	33
ზრდასრული დედა (ნორმა)		38.5-40.5	60-85	12-25
1	10308	38.9	82	23
2	89	39.5	78	22
3	33082	38.7	77	22

ცხოველებში, როგორც ადამიანებში, გარკვეული დაავადებების დიაგნოსტიკის და ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასებისათვის ერთ-ერთი ძირითადი კვლევა სისხლის საერთო ანალიზია.

საკვლევ სულადობაში შევისწავლეთ სისხლის საერთო ანალიზი, რათა უფრო ნათელი სურათი გვეჩვენა თხების საერთო მდგომარეობის შესახებ. ორივე ფერმაში ზაანენისა და ალპური ჯიშების დედა და მოზარდი ინდივიდების საუღლე ვენიდან ავიღეთ 5-5 მლ სისხლი, რომლებშიც ლაბორატორიულად გამოვიკვლიეთ ერითროციტების, ლეიკოციტების, თრომბოციტების რაოდენობა, ჰემოგლობინი და ლეიკოციტების ფორმულა.

სისხლის საერთო ანალიზი პირველად მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა ჯანმრთელობის შესაძლო მდგომარეობაზე. ასე, მაგ., დაბალი ჰემოგლობინი მიუთითებს ანემიაზე, რომლის გამომწვე-

ვი მიზეზი შეიძლება იყოს შიგა სისხლდენა ან ცუდი კვება; მაღალი ჰემოგლობინი შეიძლება გამოწვეული იყოს ფილტვის დაავადებით, რომელიც ევროპული ჯიშის თხებს არასწორი მოვლის შემთხვევაში შეიძლება განუვითარდეთ; დიდი რაოდენობით სისხლის თეთრი უჯრედები მიუთითებს ორგანიზმში ინფექციის სავარაუდო არსებობაზე; თრომბოციტების დაბალი რაოდენობა შეიძლება გამოწვეული იყოს ინფექციით ან აუტოიმუნური მდგომარეობით; მაღალი რაოდენობა კი – ანთებითი პროცესით ან ძვლის ტვინში არსებული პრობლემით [8].

მცხეთის ფერმის თხების სისხლის საერთო ანალიზის შედეგები ასახულია მე-5-6 ცხრილებში. ყველა პარამეტრი ნორმის ფარგლებშია, რაც საშუალებას გვაძლევს ვთქვათ, რომ ისინი სრულიად ჯანმრთელებია.

ცხრილი 5

სისხლის საერთო ანალიზი (ზაანენის ჯიშში, მცხეთის ფერმა)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	ერითროციტების რ-ბა, მლნ/მმ (RBC)	ლეიკოციტების რ-ბა, ათ/მმ (WBC)	თრომბოციტები, ათ/მმ (PLT)	ჰემოგლობინი, გ, % (MCH)	საერთო ცილა, გ/ლ	ლეიკოციტების ფორმულა					
							ბაზოფილები, % (GRA)	ეოზინოფილები, % (MID)	ჩხირბრთვიანი ნეიტროფილები, %	სეგმენტბრთვიანი ნეიტროფილები, %	ლიმფოციტები, %	მონოციტები, %
	ნორმა	12-18	8-17	300-900	7.5-13.5	61-75	0.0-2.0	1.0-7.5	0.5-4.0	28.0-56.0	32.0-68.0	2.5-6.0
1	მოზარდი (3 თვის) 22389 ♀	17	14	700	11.2	73	1.8	5.2	3.4	48.2	53	4.5
2	მოზარდი (3 თვის) 22391 ♂	15	12	650	10.8	63	1.4	5.1	2.7	42.6	40.4	3.8
3	ზრდასრული 388 ♂	13	12	520	10.2	67	1.1	4.9	3	38.5	51.3	4.2
4	ზრდასრული 25845 ♂	14	15	500	12.2	60	1.8	6.5	3.5	45	52	3.5

სისხლის საერთო ანალიზი (ალპური ჯიში, მცხეთის ფორმა)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	ერთოროციტების რ-ბა, მლნ/მმ (RBC)	ლეიკოციტების რ-ბა, ათ/მმ (WBC)	თრომბოციტები, ათ/მმ (PLT)	ჰემოგლობინი, გ, % (MCH)	საერთო ცილა, გ/ლ	ლეიკოციტების ფორმულა					
							ბაზოფილები, % (GRA)	ეოზინოფილები, % (MID)	ჩხირბირთვიანი ნეიტროფილები, %	სეგმენტბირთვიანი ნეიტროფილები, %	ლიმფოციტები, %	მონოციტები, %
	ნორმა	12-18	8-17	300-900	7.5-13.5	61-75	0.0-2.0	1.0-7.5	0.5-4.0	28.0-56.0	32.0-68.0	2.5-6.0
1	ზრდასრული 686292 ♂	10.7	11.7	52	6.3	52	3.9	1.82	0.4	30.0	50.0	1.8
2	ზრდასრული 25843 ♂	14	11	480	8	65	1.2	4.2	3.1	39.5	38.3	3.1
3	მოზარდი (3 თვის) 22338 ♀	17	14	700	11.2	73	1.8	5.2	3.4	48.2	53.4	4.5
4	მოზარდი (3 თვის) 22339 ♂	15	12	650	10.8	63	1.4	5.1	2.7	42.6	52.0	3.8

სისხლის საერთო ანალიზი (ზაანენის ჯიში, რუსთავი)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	ერთოროციტების რ-ბა, მლნ/მმ (RBC)	ლეიკოციტების რ-ბა, ათ/მმ (WBC)	თრომბოციტები, ათ/მმ (PLT)	ჰემოგლობინი, გ, % (MCH)	საერთო ცილა, გ/ლ	ლეიკოციტების ფორმულა					
							ბაზოფილები, % (GRA)	ეოზინოფილები, % (MID)	ჩხირბირთვიანი ნეიტროფილები, %	სეგმენტბირთვიანი ნეიტროფილები, %	ლიმფოციტები, %	მონოციტები, %
	ნორმა	12-18	8-17	300-900	7.5-13.5	61-75	0.0-2.0	1.0-7.5	0.5-4.0	28.0-56.0	32.0-68.0	2.5-6.0
1	მოზარდი (3 თვის) 10341 ♀	14	11	480	8	65	1.2	4.2	3.1	39.5	38.3	3.1
2	მოზარდი (3 თვის) 005 ♀	17	14	700	11.2	73	1.8	5.2	3.4	48.2	53	4.5
3	ზრდასრული 10303 ♂	16	15	720	12.3	67	1.9	6.1	2.8	52	51	5.1
4	ზრდასრული 10228 ♂	11	14	340	7	60	0.5	2.1	1.5	29	37	2.7

სისხლის საერთო ანალიზი (ალპური ჯიში, რუსთავი)

№	საიდენტიფიკაციო ნომერი	ერთოცელების რ-ბა, მლნ/მმ (RBC)	ლეიკოციტების რ-ბა, ათ/მმ (WBC)	თრომბოციტები, ათ/მმ (PLT)	ჰემოგლობინი, გ, % (MCH)	საერთო ცილა, გ/ლ	ლეიკოციტების ფორმულა					
							ბაზოფილები, % (GRA)	ეოზინოფილები, % (MID)	ჩხირბირიანი ნეიტროფილები, %	სეგმენტბირიანი ნეიტროფილები, %	ლიმფოციტები, %	მონოციტები, %
	ნორმა	12-18	8-17	300-900	7,5-13,5	61-75	0,0-2,0	1,0-7,5	0,5-4,0	28,0-56,0	32,0-68,0	2,5-6,0
1	მოზარდი (3 თვის) 10344 ♂	14	15	500	12,2	60	1,8	6,5	3,5	45	52	3,5
2	მოზარდი (3 თვის) 10339 ♀	16	12	670	11,3	72	1,4	5,2	3,2	47	45	4,8
3	ზრდასრული 10308 ♂	16	15	720	12,3	67	1,9	6,1	2,8	52	51	5,1
4	ზრდასრული 89 ♂	15	12	520	10,5	60	1,2	4,6	2,7	44	40,5	3,2

მე-7-8 ცხრილებში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ რუსთავის ფერმის თხებში ოდნავ დაბალია ჰემოგლობინის მაჩვენებელი, მცხეთის სულადობასა და ნორმასთან შედარებით, რაც, სავარაუდოდ, რუსთავში კვებისა და მოვლა-შენახვის შედარებით ცუდი პირობებით უნდა იყოს განპირობებული. ვითარების გამოსასწორებლად ფერმერს მიეცა შესაბამისი რეკომენდაციები კვების გაუმჯობესების შესახებ და დამატებით დაენიშნა ვიტამინები, რომლებიც მყის შესრულდა.

დასკვნა

ზაანენისა და ალპური ჯიშების თხების ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური მონაცემების ანალიზმა ცხადყო, რომ როგორც მცხეთის, ისე რუსთავის ფერმებში მათი ჯანმრთელობის მდგომარეობა დამა-

კმაყოფილებელია. ამაზე მეტყველებს მათი სხეულის ტემპერატურის, პულსის, სუნთქვის სიხშირის და სისხლის ჩვენ მიერ შესწავლილი მაჩვენებლები.

სხვადასხვა ზონალობაში ცხოვრების, განსხვავებული კვების და მოვლა-შენახვის პირობების მიუხედავად, ალპური და ზაანენის ჯიშის თხების ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური მონაცემები სრულ შესაბამისობაშია ნორმასთან. მათზე არ მოქმედებს გარემოს, კვების, მოვლა-მოშენების პირობების მკვეთრი ცვალებადობა.

აღნიშნულ ჯიშებს მაღალი გენეტიკური პოტენციალი აქვთ, რომელიც ვლინდება განსხვავებულ გარემო პირობებთან ადვილად ადაპტაციაში, ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური მაჩვენებლების მაქსიმალურად შენარჩუნებასა და მაღალი პროდუქტიული მონაცემების გამოვლენაში.

ექსპერიმენტული კვლევის მასალები დაგვე- როგორც მთიან, ისე დაბლობ ზონაში. ეს კი, თავის მარეზა ფერმერებს მივცეთ რეკომენდაცია ზაანენისა მხრივ, ხელს შეუწყობს ქვეყანაში მეთხეობის დარგის და ალპური ჯიშის თხის მოშენებაზე საქართველოს განვითარებასა და წინსვლას.

ლიტერატურა

1. Ghlighvashvili V., Ghlighvashvili G. "Goat breeding and production in modern comfortable farms". 2018, pp. 3-46 (In Georgian).
2. Ghlighvashvili V. "The Georgian goats". 1996, pp. 5-33 (In Georgian).
3. Ghlighvashvili V. "Technology in the field of goats and production of products". 2001, pp. 5-123 (In Georgian).
4. Zvonzrev N. M. "Profitable goat breeding. Breeds, feeding, care". 2011, pp. 32-35 (In Russian).
5. Laura Childs, "The Joy of Keeping Goats: The Ultimate Guide to Dairy and Meat Goats". 2011, pp. 23-25 (In English).
6. Martha Maeda, "How to Raise Dairy Goats". 2020, Atlantic Publishing Group Inc. pp. 8-10 (In English).
7. Ludwig Lorrack, "Saanen Goats as Pets". Saanen Goats care, housing, interacting and health. 2014, pp. 5-21 (In English).
8. URL: https://aversiclinic.ge/laboratoriis_nusxa/21/siskhlis-saerto-analizi-

UDC 637

SCOPUS CODE 1103

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-38-48>

Comparison of Physiological and Biological Data of European Goats Adapted in Georgia with Standard Breed Data

- Tea Zhgenti** Department of Agricultural Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0192, Tbilisi, 17 D. Guramishvili Ave.
E-mail: Teajgenti1973@gmail.com
- Vasil Ghlighvashvili** Department of Agrarian Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0192, Tbilisi 17 D. Guramishvili Ave.
E-mail: vasil_gligvashvili@yahoo.com

Reviewers:

G. Gogoli, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Faculty of Agricultural Science and Biosystems Engineering, GTU

E-mail: g.gogoli@agruti.edu.ge

T. Kacharava, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Faculty of Agricultural Science and Biosystems Engineering, GTU

E-mail: t.kacharava@gtu.ge

Abstract. The ability of European high-yielding dairy goats (Saanen and Alpine) to adapt to different environment in Georgia and to maintain the productivity and some health parameters provided by the standards were under the study. To determine the health status of the introduced goats, we studied physiological-biological data of both breeds in different climatic zones. Observations were conducted in two farms (near Rustavi and in the foothills of Mtskheta Municipality). Up to 100 goats of mixed age were under the experiment. From physiological and biological data, we studied body temperature, respiration and pulse rate, and also general blood analysis. Comparison of the obtained data with the standard values allowed us to conclude that the data are as close as possible to each other. This proves that the goats have adapted well and the local conditions are quite satisfactory for them. The high genetic potential of Saanen and alpine goat breeds and the results obtained by us allow to offer to farmers reasonable advice-recommendations on breeding these breeds in different climatic zones of Georgia, which will form prospects for long-term, sustainable development of the sector in the country.

Key words: Alpine goats; adaptation; Saanen goats.

UDC 637

SCOPUS CODE 1103

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-38-48>

Сравнение физиолого-биологических данных европейских коз, адаптированных в Грузии, со стандартными данными породы

Tea Жгенти Департамент аграрных технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0192, Тбилиси, проспект Д. Гурамишвили 17
E-mail: Teajgenti1973@gmail.com

Василий Глигвашвили Департамент аграрных технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0192, Тбилиси, проспект Д. Гурамишвили 17
E-mail: vasil_gligvashvili@yahoo.com

Рецензенты:

Г. Гоголи, доктор сельскохозяйственных наук, профессор факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ

E-mail: g.gogoli@agruni.edu.ge

Т. Качарава, доктор сельскохозяйственных наук, профессор факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ

E-mail: t.kacharava@gtu.ge

Аннотация. Были изучены способности европейских высокоудойных пород (Зааненский и Альпийский) адаптироваться к разным условиям окружающей среды Грузии, а также способности к поддержанию их продуктивности и некоторых параметров здоровья, предусмотренных стандартами. Помимо этого, были изучены физиолого-биологические данные коз обеих пород для определения состояния здоровья завезенных особей в различных климатических зонах. Эксперименты проводилась на двух фермах (недалеко от Рустави и в предгорьях муниципалитета Мцхета). Эксперимент проводился на 100 козах разного возраста. Из физиологических и биологических свойств мы изучали температуру тела, частоту дыхания и пульса, а также общий анализ крови. Сравнение полученных нами данных со стандартными показателями позволило сделать вывод, что данные исследуемой популяции, и стандартные данные максимально близки друг к другу. Это доказывает, что козы хорошо адаптировались и местные условия для них вполне удовлетворительны. Высокий генетический потенциал коз Зааненской и Альпийской пород и полученные нами результаты позволяют давать фермерам разумные советы-рекомендации по разведению этих пород в различных климатических зонах Грузии, что создаст перспективы для долгосрочного и устойчивого развития отрасли в стране.

Ключевые слова: Альпийская коза; Зааненская коза; приспособление.

განხილვის თარიღი 23.12.2020

შემოსვლის თარიღი 30.12.2020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 542.61

SCOPUS CODE 1106

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-49-56>

კვრინჩხის (*Prunus spinosa*) ნაყოფიდან და ფოთლებიდან ექსტრაქციის პირობების გავლენა ფენოლოური ნაერთების გამოსავლიანობაზე

- ნინო გამყრელიძე** სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი 17
E-mail: nino.gamkrelidze@gtu.ge
- გიორგი ქვარცხავა** სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი 17
E-mail: g.kvartskhava@gtu.ge

რეცენზენტები:

გ. ტყემალაძე, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: guram.tkemaladze@yahoo.com

მ. ბერეჟიანი, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: malber@dr.com

ანოტაცია. სურსათის წარმოებაში გამოყენებული მცენარეული ექსტრაქტები მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს სურსათის ხარისხს. მცენარეული ექსტრაქტების საბოლოო გამოყენების ერთ-ერთი წინაპირობა ამ ექსტრაქტების ქიმიური შედგენილობაა. ექსტრაქტების ქიმიურ შედგენილობას კი განსაზღვრავს ექსტრაქციის მეთოდი და პირობები – ტემპერატურა, ხანგრძლივობა, ექსტრაგენტი. ექსპერიმენტული მონაცემებიდან გამომდინარე, შეირჩა კვრინჩხის (*Prunus spinosa*) ნაყოფიდან და ფოთლებიდან ფენოლოური ნაერთების ექსტრაქციის ოპტიმალური პირობები. ექსპერიმენტისას გამოყენებული ექსტრაქციის

მეთოდებიდან ფენოლოური ნაერთების ყველაზე მაღალი შემცველობა აქვს ულტრაბგერითი ექსტრაქციით მიღებულ ექსტრაქტებს. წყლისა და ეთილის სპირტის სხვადასხვა მოცულობითი თანაფარდობიდან კარგი შედეგი აჩვენა 0,25 წილი წყლისა და 0,75 წილი ეთილის სპირტის ნარევი. ექსტრაქციის ოპტიმალური დრო 90 წუთი იყო, ხოლო ოპტიმალური ტემპერატურა – 40 – 42°C. ამ მეთოდით მიღებულ ექსტრაქტებში ფენოლოური ნაერთების საერთო მნიშვნელობამ კვრინჩხის ნაყოფისათვის $35,62 \pm 0,17$ მგ·გ⁻¹ (მშრალი მასა) შეადგინა, ხოლო ფოთლებისათვის – $44,76 \pm 0,08$ მგ·გ⁻¹ (მშრალი მასა).

საკვანძო სიტყვები: ექსტრაქცია, კვრინჩხი (Prunus spinosa), ფენოლოური ნაერთები.

შესავალი

სურსათის წარმოებისა და გადამუშავების სხვადასხვა ეტაპზე გამოიყენება საკვებდანამატები, მისი ხარისხის გაუმჯობესებისა და კონსერვაციის მიზნით. საკვებდანამატების შერჩევა ხდება ორგანოლექტიკური და ენერგეტიკული მახასიათებლების გასაუმჯობესებლად, ვარგისობის ვადის გასაზრდელად, მჟავიანობის დასარეგულირებლად და სხვა. საკვებდანამატების დიდი ნაწილი სინთეზური გზითაა მიღებული და მათი უმრავლესობის მოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე ბოლომდე არ არის შესწავლილი. ქიმიური წარმოშობის საკვებდანამატების ჩანაცვლება ნატურალური, მცენარეული ანტიოქსიდანტებითა და კონსერვანტებით მნიშვნელოვნად ზრდის სურსათის ხარისხს. მცენარეული სურსათისათვის დამახასიათებელია მაღალი ბიოშედქვეცდობა, მასში შემავალი ვიტამინები, მიკროელემენტები აუმჯობესებს სურსათის კვებით ღირებულებას.

ძირითადი ნაწილი

მცენარეები რვა ათასზე მეტი ფენოლოური ნაერთის ბუნებრივი წყაროა [1]. მცენარეთა შედგენილობაში არსებული ფენოლოური ნაერთების რაოდენობა პირდაპირ უკავშირდება მცენარეული წარმოშობის სურსათის მაღალანტიოქსიდანტურ აქტივობას, რაც, თავის მხრივ, დადებითად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. სამეცნიერო კვლევები ადასტურებს ხილში შემავალი ფენოლოური ნაერთების ანტიოქსიდანტურ, ანტიმიკრობულ და ანთების საწინა-

აღმდეგო მოქმედებას [2]. ფენოლოური ნაერთების შემცველი ექსტრაქტები ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში სამკურნალო [3] და პროფილაქტიკური [4] მიზნებისათვის.

ვიტამინების, მიკროელემენტების, ანტიოქსიდანტების შემცველობის მხრივ განსაკუთრებით საყურადღებოა ველურად მოზარდი მცენარეები. ტყის მცენარეები გამოირჩევა განსაკუთრებული მდგრადობით სხვადასხვა დაავადებისა და მავნებლების წინააღმდეგ, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს ვეგეტაციური ორგანოებისა და ნაყოფის ქიმიურ შედგენილობასთან. ტყის მცენარეების კვლევა საშუალებას მოგვცემს მივიღოთ მაღალი ხარისხისა და ვიტამინებით მდიდარი ნატურალური საკვებდანამატები.

ამ მოსაზრებების გათვალისწინებით, შესასწავლად შეირჩა ვარდისებრთა ოჯახის მრავალწლიანი ველური მცენარე კვრინჩხი (*Prunus spinosa*). ის 5 მეტრამდე სიმაღლის ეკლიანი ბუჩქია. კლიმატური პირობებისა და სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის მიმართ საკმაოდ მდგრადი მცენარეა [5]. ყვავილობს გვიან გაზაფხულზე, ნაყოფი სიმწიფეს აღწევს შემოდგომაზე. მწიფე ნაყოფი 5 – 7 მმ დიამეტრისაა [6] და აქვს მომწარო-მწკლარტე გემო, მწვანე რბილობი გარედან დაფარულია მოლურჯო-შავი კანით.

ხალხურ მედიცინაში კვრინჩხი გამოიყენება მრავალი დაავადების სამკურნალოდ. კვრინჩხის ქერქის, ნაყოფისა და ყვავილის ნაყენს იყენებენ რესპირატორული, კუჭ-ნაწლავის დაავადებების სამკურნალოდ [7]. ფიტოთერაპიაში კვრინჩხის ნაყოფისაგან ამზადებენ დიურეტიკულ და დეტოქსიკაციურ საშუალებებს [5].

მცენარეული ექსტრაქტების ბიოლოგიურ და ორგანოლექტიკურ მახასიათებლებზე გავლენს ახდებს ექსტრაქციის პირობები [8]. კვლევის მიზანია კვრინჩ-

ხის ფოთლებიდან და ნაყოფიდან ბიოლოგურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფა მყარ-თხევადი ექსტრაქციის გზით. ექსტრაქციის ეფექტურობის ასამაღლებლად საჭიროა შეირჩეს მეთოდი და დადგინდეს ოპტიმალური პირობები – ტემპერატურა და ექსტრაქციის ხანგრძლივობა, აგრეთვე თხევადი ფაზა – ექსტრაგენტი.

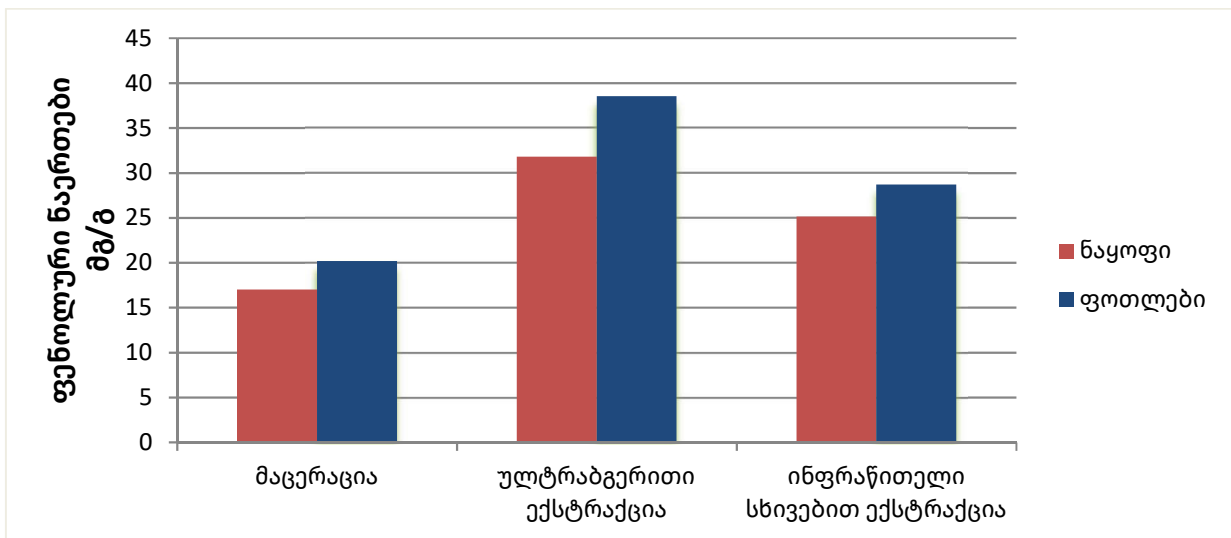
საკვლევი ნიმუშები შეგროვდა მცხეთა-მთიანეთის მუნიციპალიტეტში, დუშეთის რაიონის სოფელ ლაფანანთკარში, ეკოლოგიურად სუფთა ტერიტორიაზე, ზღვის დონიდან 800 მეტრის სიმაღლეზე. ადგილმდებარეობის მკაცრი კლიმატური პირობების გათვალისწინებით, კვრინჩხის ნაყოფი შეგროვდა 2020 წლის ოქტომბრის ბოლოს, ამავე პერიოდში შეგროვდა ფოთლებიც.

ექსპერიმენტისათვის კვრინჩხის ნაყოფი და ფოთლები დაქუცმაცდა ლაბორატორიულ ბლენდერში. თითოეული ნიმუშის 4 გ-ს (აწონილი 0.0001გ სიზუს-

ტით ანალიზურ სასწორზე) დაემატა 40 მლ გამხსნელი ან გამხსნელთა პიურე.

ფენოლური ნაერთების რაოდენობრივი ანალიზი ფოლინ-ჩოკალტეს მეთოდით ჩატარდა [9] სპექტროფოტომეტრზე. შესადარებელ სტანდარტად გამოვიყენეთ გალის მჟავა. ექსტრაქტების ოპტიკური სიმკვრივე განისაზღვრა 760 ნმ ტალღის სიგრძეზე.

კვრინჩხის (*Prunus spinosa*) ნაყოფიდან და ფოთლებიდან ფენოლური ნაერთების მაღალი გამოსავლიანობის მისაღწევად ერთ-ერთი საკვანძო საკითხია ექსტრაქციის მეთოდის შერჩევა. ექსტრაქცია ჩავატარეთ სამი განსხვავებული მეთოდით – მაცერაციით, ულტრაბგერით და ინფრაწითელი სხივებით. სამივე შემთხვევაში ექსტრაგენტად გამოვიყენეთ, სამეცნიერო კვლევებში ხშირად გამოყენებული, წყლისა და ეთილის სპირტის ნარევი 1:1 მოცულობითი თანაფარდობით. ექსტრაქციის ტემპერატურა იყო 40 °C, ხანგრძლივობა – 120 წუთი. 1-ელ სურ-ზე წარმოდგენილია მიღებული მონაცემები.



სურ. 1. ექსტრაქციის მეთოდის გავლენა ფენოლური ნაერთების გამოსავლიანობაზე

ექსტრაგენტის ან ექსტრაგენტთა ნარევის შერჩევაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ექსტრაქციის ეფექტურობა. შეირჩა ორი ნივთიერება – ეთილის სპირტი (ეთანოლის 96% მოც. წყალხსნარი) და წყალი. მომზადდა შერჩეული გამხსნელების სხვადასხვა მოცულობითი თანაფარდობის ხუთი ტიპის ნარევი: წყა-

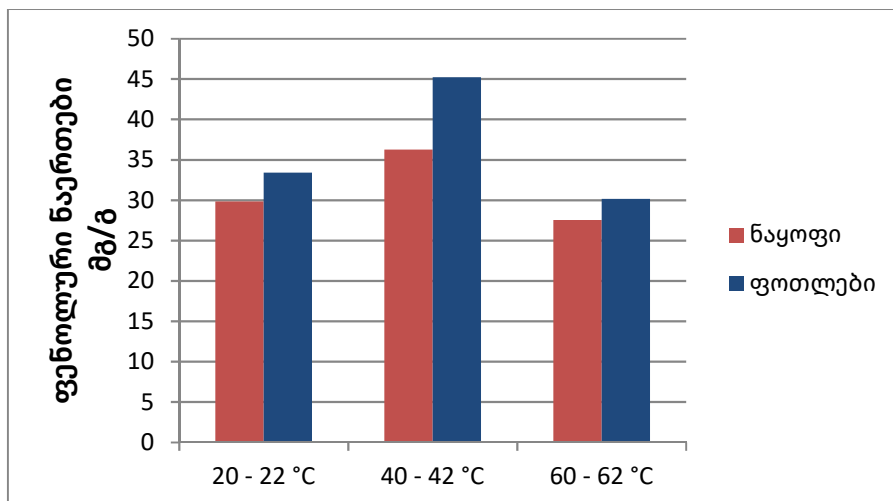
ლი: ეთილის სპირტი – 1 : 0; წყალი : ეთილის სპირტი – 0,75 : 0,25; წყალი : ეთილის სპირტი – 0,5 : 0,5; წყალი: ეთილის სპირტი – 0,25 : 0,75; წყალი : ეთილის სპირტი – 0 : 1. ექსტრაქციის ტემპერატურა – 40 °C, ხანგრძლივობა – 120 წუთი. ექსტრაქტებში მიღებული საერთო ფენოლების რაოდენობა მოცემულია ცხრილში.

ექსტრაგენტის გავლენა ფენოლური ნაერთების გამოსავლიანობაზე

გამხსნელთა ნარევი (მოცულობა – წყალი: მოცულობა 96% სპირტხსნარზე)	საერთო ფენოლები მგ/გ	
	ნაყოფი	ფოთლები
H ₂ O : C ₂ H ₅ OH 1 : 0	13,15 ± 0,18	18,31 ± 0,21
H ₂ O : C ₂ H ₅ OH 0,75 : 0,25	15,34 ± 0,22	20,23 ± 0,13
H ₂ O : C ₂ H ₅ OH 0,50 : 0,50	31,79 ± 0,24	38,54 ± 0,09
H ₂ O : C ₂ H ₅ OH 0,25 : 0,75	36,26±0,07	45,19±0,02
H ₂ O : C ₂ H ₅ OH 0 : 1	16,37 ± 0,03	22,63 ± 0,14

ექსტრაქციის ოპტიმალური ტემპერატურის დასადგენად ჩატარდა სამი ექსპერიმენტი: 20 – 22°C-ზე, 40 – 42°C-ზე და 60 – 62°C-ზე. ექსტრაგენტი წყალი:

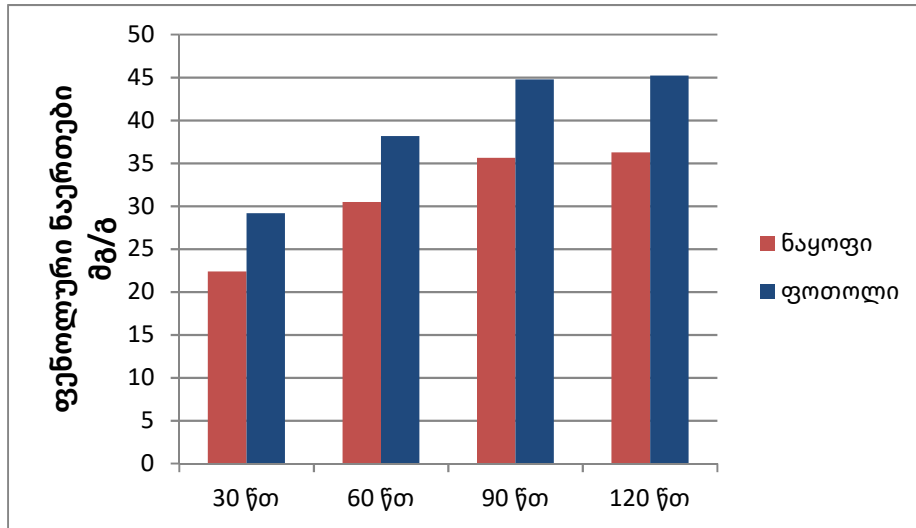
ეთილის სპირტი – 0,25 : 0,75; ხანგრძლივობა – 120 წუთი. შედეგები წარმოდგენილია მე-2 სურ-ზე.



სურ. 2. ტემპერატურის გავლენა ფენოლური ნაერთების გამოსავლიანობაზე

ექსტრაპირებული ნივთიერებების რაოდენობაზე გავლენას ახდენს ექსტრაქციის ხანგრძლივობა. ექსტრაქციის ოპტიმალური დროის დასადგენად პროცესი წარიმართა 30 წუთის, 60 წუთის, 90 წუთის და 120

წუთის განმავლობაში, დადგენილი მეთოდით, ოპტიმალურ ტემპერატურაზე და შერჩეული ექსტრაგენტით (სურ. 3).



სურ. 3. ექსტრაქციის ხანგრძლივობის გავლენა ფენოლური ნაერთების გამოსავლიანობაზე

(ულტრაბგერითი ექსტრაქცია; გამხსნელთა ნარევი წყალი : ეთილის სპირტი – 0,25 : 0,75; ტემპერატურა – 40 – 42 °C)

დასკვნა

ექსპერიმენტული სამუშაოების შედეგების ანალიზის მიხედვით, კვრინჩხის (*Prunus spinosa*) ნაყოფიდან და ფოთლებიდან ფენოლური ნაერთების მაღალი გამოსავლიანობით ხასიათდება ულტრაბგერითი ექსტრაქციით მიღებული საკვლევი ნიმუშები. აღნიშნული მეთოდით განსაკუთრებით კარგი შედეგები, ორივე სახის ნედლეულისათვის, დაფიქსირდა 40 – 42°C ტემპერატურაზე ორსაათიანი ექსტრაქციისას, გამხსნელთა ნარევით წყალი : ეთილის სპირტი – 0,25 : 0,75 – 36,26 მგ/გ (მშრალი ნაყოფი) და 45,19 მგ/გ (მშრალი ფოთლები). ამ მონაცემებს უმნიშვნელოდ,

მაგრამ მაინც ჩამორჩება 90-წუთიანი ექსტრაქციის შედეგი, რომელიც 1 გ მშრალ ნედლეულზე გადაანგარიშებით 35,62 ± 0,17 მგ-სა და 44,76 ± 0,08 მგ-ს შეადგენს, შესაბამისად, ნაყოფისა და ფოთლებისათვის. აქედან გამომდინარე, დროისა და ენერგობარჯის გათვალისწინებით, კვრინჩხის (*Prunus spinosa*) ნაყოფიდან და ფოთლებიდან ფენოლური ნაერთების მაღალი გამოსავლიანობისათვის მისაღებია ულტრაბგერითი ექსტრაქცია 90 წუთის განმავლობაში 40 – 42°C ტემპერატურაზე, გამხსნელთა ნარევის წყალი: ეთილის სპირტი – 0,25 : 0,75 გამოყენებით.

ლიტერატურა

1. Crozier A., Jaganath Indu B., Clifford Michael N.– Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health. *NPR*, vol.26, #8, p. 965 – 1096, 2009.
2. Chang S.K., Alasalvar C., Shahidi F. Superfruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health effects. A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(10), pp. 1580 – 1604. 2019.
3. Tungmunnithum D., Thongboonyou A., Pholboon A., Yangsabai A. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Medicines*. Vol.5, 93, 2018.
4. Li An-Na., Li Sha., Zhang Yu-Jie, Xu Xiang-Rong, Chen Yu-Ming, Li Hua-bin. Resources and biological activities of natural polyphenols. *Nutrients*, vol.6(12), p. 6020 – 6047, 2014.
5. Aparajita M., Juan Pedro M., Itziar A. Population genetic analysis of European *Prunus spinosa* (Rosaceae) using chloroplast DNA markers, *American Journal of Botany*, vol. 89, pp. 1223-1228, 2002.
6. Fraternali D., Giamperi L., Bucchini A., Piero S., Paolillo M., Ricci D. *Prunus spinosa* Fresh Fruit Juice: Antioxidant Activity in Cell-free and Cellular Systems. *NPC*, vol. 4, № 12, pp. 1665 – 1670, 2009.
7. Khidasheli Sh., Papunidze V. *Medical plants forest Georgian*. Publishing house "Soviet Adjara", Batumi, 1985 (in Georgian).
8. Terletskaia V., Rubanka E., Zinchenko I. Influence of technological factors on the process of black chokeberry extraction. *Technique and technology of food production*. №4, pp.127 – 131, 2013 (in Russian).
9. Singleton V.L., Rossi J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphormolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am.J.Enol.Viticul.* 16, pp. 144 – 158. 1965.

UDC 542.61

SCOPUS CODE 1106

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-49-56>

The Influence of the Extraction Conditions of Blackthorn (*Prunus spinosa*) Fruits and Leaves on the Yield of Phenolic Compounds

Nino Gamkrelidze Department of Food Technology, Georgian Technical University, Georgia, 0192, Tbilisi, 17 D. Guramishvili Str.

E-mail: nino.gamkrelidze@gtu.ge

Giorgi Kvartskava Department of Food Technology, Georgian Technical University, 17 D. Guramishvili Str., 0192, Tbilisi, Georgia

E-mail: g.kvartskhava@gtu.ge

Reviewers:

G. Tkemaladze, Professor, Faculty of Agricultural Science and Biosystems Engineering, GTU

E-mail: guram.tkemaladze@yahoo.com

M. Berejiani, Professor, Faculty of Agricultural Science and Biosystems Engineering, GTU

E-mail: malber@dr.com

Abstract. Plant extracts used in food production significantly improve the quality of food. Chemical composition is the main prerequisites for the final use of plant extracts. The chemical composition of the extracts is affected by the extraction method and conditions - temperature, duration and solvent. On the basis of experimental data optimal conditions for the extraction of phenolic compounds from the fruits and leaves of blackthorn (*Prunus spinosa*) were selected. Among the extraction methods used in the experiment, the highest content of phenolic compounds in obtained extracts was observed during the ultrasonic extraction. A mixture of 0.25 parts of water and 0.75 parts of 96% ethanol showed best results from different volume ratios of water and ethanol. The optimal extraction time was 90 minutes. And the optimum temperature is 45°C. The total content of phenolic compounds in the extracts obtained by the abovementioned method amounted is 35.62±0.17 mg·g⁻¹(dry weight) for blackthorn fruits and 44,76 ± 0.08mg·g⁻¹(dry weight) for the leaves.

Key words: blackthorn (*Prunus spinosa*); extraction; phenolic compounds.

UDC 542.61

SCOPUS CODE 1106

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-49-56>

Влияние условий экстракции на выход фенольных соединений из плодов и листьев терновника (*Prunus spinosa*)

Нино Гамкრელიძე Департамент пищевой технологии, Грузинский технический университет, Грузия,
0192, Пр. Д. Гурамишвили 17

E-mail: nino.gamkrelidze@gtu.ge

Геორგი Кварцхავა Департамент пищевой технологии, Грузинский технический университет, Грузия,
0192, Пр. Д. Гурамишвили 17

E-mail: g.kvartskhava@gtu.ge

Рецензенты:

Г. Ткемаладзе, профессор факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ

E-mail: guram.tkemaladze@yahoo.com

М. Бережани, профессор факультета аграрных наук и инженеринга биосистем ГТУ

E-mail: malber@dr.com

Аннотация. Растительные экстракты, используемые в пищевом производстве, значительно улучшают качество продуктов питания. Химический состав является основной предпосылкой для конечного использования растительных экстрактов. Химический состав экстрактов определяет способ и условия экстракции – температура, продолжительность и экстрагент. На основании экспериментальных данных были выбраны оптимальные условия извлечения фенольных соединений из плодов и листьев терновника (*Prunus spinosa*). Среди методов экстракции, использованных в эксперименте, наибольшее содержание фенольных соединений в полученных экстрактах наблюдалось при ультразвуковой экстракции. При различных объемных соотношениях воды и этанола наилучшие результаты показала смесь 0,25 части воды и 0,75 части 96 %-ого этанола. Оптимальное время экстракции составляло 90 минут. А оптимальная температура – 40 – 42 °С. Общее содержание фенольных соединений в экстрактах, полученных указанным способом для плодов терновника составило $35,62 \pm 0,17$ мг·г⁻¹ (на сухой вес) и $44,76 \pm 0,08$ мг·г⁻¹ (на сухой вес) для листьев.

Ключевые слова: терновник (*Prunus spinosa*); фенольные соединения; экстракция.

განხილვის თარიღი 08.02.2021

შემოსვლის თარიღი 15.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 339.15

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-57-66>

დარიცხვის მეთოდის არსის გაგება საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად

ბიძინა გრიგალაშვილი ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: grigalashvilibidzina gmail.com

რეცენზენტები:

ნ. ფაილოძე, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: n.failodze@gtu.ge

დ. ჯალაღონია, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი, ეკონომიკის აკადემიური დოქტორი

E-mail: Dato.jalagonia@gmail.com

ანოტაცია. ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების შემოღება მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო საქართველოს საბუღალტრო აღრიცხვის პრაქტიკაში. ფინანსური ანგარიშგების შედგენისას, ერთ-ერთ სიახლეს შეადგენდა „სააღრიცხვო პოლიტიკის“ და მისი ისეთი ელემენტის დამკვიდრება, როგორცაა „დარიცხვის მეთოდი“. აღნიშნული მეთოდი საბჭოთა ბუღალტრულ აღრიცხვაში არ გამოიყენებოდა. მისმა განმარტებამ, დეფინიციებმა საერთაშორისო სტანდარტების შემოღებიდან დღემდე გარკვეული სახეცვლილება განიცადა.

განალიზებულია განხორციელებული ცვლილებები, საერთაშორისო სტანდარტებსა და კონცეპ-

ტუალურ საფუძვლებში მოცემული დეფინიციები, სხვადასხვა ავტორის შეხედულებები ამ საკითხთან დაკავშირებით და გამოტანილია შესაბამისი დასკვნები. კვლევის საფუძველზე დასაბუთებულია, რომ „დარიცხვის მეთოდი“ გამოყენებული უნდა იქნეს საწარმოს შემოსავლებისა და ხარჯების აღიარება/ასახვის დროს და არა აქტივებისა და ვალდებულებების მიმართ. სხვადასხვა განმარტების შეჯერებისა და ანალიზის საფუძველზე შემოთავაზებულია „დარიცხვის მეთოდის“ ავტორისეული განმარტება.

საკვანძო სიტყვები: ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები; დარიცხვის მე-

თოდი; სააღრიცხვო პოლიტიკა; ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები.

შესავალი

საწარმოს ფინანსური ანგარიშგება მთელი სააღრიცხვო ციკლის დამამთავრებელი ეტაპია. ფინანსური ანგარიშგების სანდოობა, მიუკერძოებლობა და სამართლიანი წარდგენა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული იმ სააღრიცხვო პოლიტიკაზე, რომელსაც საწარმო შეარჩევს ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოებისა და ფინანსური ანგარიშგების შედგენისათვის. სააღრიცხვო პოლიტიკის დანიშნულებაა, ინფორმაციის მომხმარებელს მიაწოდოს სრულყოფილი და საიმედო ინფორმაცია საწარმოს ქონებრივ მდგომარეობასა და ფინანსურ შედეგებზე. მასში შეიძლება აისახოს ისეთი მნიშვნელოვანი მომენტები, როგორცაა: აქტივების, ვალდებულებების, შემოსავლებისა და ხარჯების აღიარების მეთოდები და სხვა. ერთ-ერთ ასეთ მეთოდად მიჩნეულია „დარიცხვის მეთოდი“. „საბჭოთა ბუღალტრულ აღრიცხვაში ეს მეთოდი აღიარებული არ იყო, თუმცა მისი ელემენტები პრაქტიკაში გამოიყენებოდა, მაგალითად: დარიცხული ხელფასი, სოცდაზღვევის ანარიცხები და სხვა ანალოგიური ხარჯები, რომლებიც ხარჯებად აისახებოდა მოცემულ საანგარიშო პერიოდში, მიუხედავად იმისა, რომ მათი გაცემა მომდევნო პერიოდში“¹ ხდებოდა. ამ მეთოდთან ერთად საერთაშორისო სტანდარტები აღიარებს

„ფუნქციონირებადი საწარმოს“ პრინციპს, რომლის მიხედვითაც იგულისხმება, რომ თუ საწარმო ფინანსურ ანგარიშგებას ამზადებს, ის არ აპირებს საქმიანობის შეწყვეტას.

საქართველოს მიერ საბუღალტრო აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების აღიარების შემდეგ „დარიცხვის მეთოდის“ გამოყენება სავალდებულო გახდა. მას უპირატესობა მიენიჭა საკასო მეთოდთან შედარებით. ამ უკანასკნელის გამოყენება აკრძალული არ არის, თუმცა, საგადასახადო კოდექსის მიხედვით, მისი გამოყენება ნაწილობრივ იზღუდება.

„დარიცხვის მეთოდის“ განმარტებამ საერთაშორისო სტანდარტების შემოღებიდან დღემდე გარკვეული მეტამორფოზი განიცადა, ამიტომ უპირიანია მიმოვიხილოთ ცვლილებები და სხვადასხვა ავტორის შეხედულება ამ საკითხთან დაკავშირებით.

ძირითადი ნაწილი

ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების გამოყენება საქართველოში სავალდებულო 2000 წლიდან გახდა. თუმცა აღსანიშნავია, რომ „ბასს-ების ოფიციალურ დამტკიცებულ ტექსტად ითვლება ბასსკ-ის მიერ გამოცემული ტექსტი ინგლისურ ენაზე“².

ქართულ ენაზე სტანდარტების პირველ გამოცემაში (2000 წ. შემოღებულ იქნა 34 სტანდარტი და სტრუქტურული საფუძვლები) „დარიცხვის მეთოდი“ განმარტებულია „ფინანსური ანგარიშგების მომზადებისა და წარდგენის სტრუქტურულ სა-

¹ ლ. გრიგალაშვილი. „ფინანსური აღრიცხვა“. თბილისი: გამომცემლობა „გეორგია“, 2014წ, გვ. 275.

² „ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები“. თბილისი: ბაფ-ის გამომცემლობა, 2000 წ. გვ. 4.

ფუძვლებში“, სადაც ვკითხულობთ, „თავისი მიზნიდან გამომდინარე, ფინანსური ანგარიშგების მომზადებას საფუძვლად უდევს დარიცხვის მეთოდი. ამ მეთოდის თანახმად, სამეურნეო ოპერაციების შედეგები აისახება მოხდენის მომენტში და არა ფულადი სახსრების და მისი ეკვივალენტების მიღებისა და გადახდის დროს. ამასთან, ისინი გატარდება სათანადო ბუღალტრულ დოკუმენტებში“.¹ როგორც ვხედავთ, ამ განმარტებაში ყურადღება გამახვილებულია სამეურნეო ოპერაციის შედეგზე, როგორცაა მაგალითად, საქონლის გაყიდვა, რომლის საფუძველზე საწარმო, ერთი მხრივ, აღიარებს მოთხოვნას და, მეორე მხრივ, უნდა აღიაროს ჯერ კიდევ მიუღებელი შემოსავალი. ანალოგიური მიდგომა გამოიყენება ხარჯების მიმართაც ანუ ხდება გადაუხდელი თანხების ხარჯებად აღიარება ბუღალტრული (ფინანსური) თვალსაზრისით.

ბუღალტრული აღრიცხვის მომდევნო საერთაშორისო სტანდარტები 2004 წელს გამოიცა, რომელშიც შეტანილ იქნა შემდეგი ცვლილებები: ბასს-მა შეიმუშავა ფინანსური ანგარიშგების ხუთი ახალი საერთაშორისო სტანდარტი; გადაისინჯა ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები, რომლის მიზანი მათი გაუმჯობესება და ხარისხის ამაღლება იყო; ახალი სტანდარტებისა და არსებულის გადასინჯვის საფუძველზე მოქმედ სტანდარტებში შევიდა შესაბამისი ცვლილებები; ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტებს ეწოდა „ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები“.

ყოველივე აღნიშნულის საფუძველზე მივიღეთ სტანდარტების სამი ჯგუფი:

- ფინანსური ანგარიშგების 5 საერთაშორისო სტანდარტი (ფასს);
- ბუღალტრული აღრიცხვის 32 საერთაშორისო სტანდარტი და
- 11 ინტერპრეტაცია.

ამ გამოცემის ერთ-ერთი მიზანი სტანდარტების გაუმჯობესებაც იყო, რომლის შესახებ აღნიშნულია, რომ „ბასს-ის გაუმჯობესების პროექტის შედეგად გადაისინჯა ბუღალტრული აღრიცხვის თხუთმეტი საერთაშორისო სტანდარტი. ამ პროექტის მიზანი გახლდათ ალტერნატივებს, გამეორებებსა და სტანდარტებს შორის წინააღმდეგობების შემცირება ან აღმოფხვრა, სტანდარტების შეჯერების საკითხის გადაწყვეტა და სხვა გაუმჯობესების გადაწყვეტა“.² აქვე დავძენთ, რომ ეს არის სერიოზული ხარვეზი, რომელსაც სტანდარტები არ უნდა შეიცავდეს.

მომდევნო სტანდარტული დოკუმენტი 2010 წელს გამოიცა, რომელშიც შეტანილ იქნა შემდეგი ცვლილებები: დაემატა ერთი ახალი სტანდარტი ფასს - 9 – „ფინანსური ინსტრუმენტები“; გადაისინჯა ბასს - 4 – „დაკავშირებულ მხარეთა განმარტებითი შენიშვნები“; სხვადასხვა ფასს - ებში განხორციელდა ცვლილებები და გამოიცა ორი ახალი ინტერპრეტაცია: ფაისკ - 18 – „აქტივების გადაცემა მომხმარებლების მიერ“ და ფაისკ - 19 – „ფინანსური ვალდებულებების დაფარვა წილობრივი ინსტრუმენტებით“. რაც შეეხება „დარიცხვის მეთოდს“,

¹ „ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები. თბილისი: ბაფ-ის გამომცემლობა, 2000 წ. გვ. 30.

² ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები. გამომცემლობა „თერგი XXI“, 2005 წ. გვ. X.

მის განმარტებაში, 2000 წლის გამოცემასთან შედარებით, 2004 წელს რაიმე სახის ცვლილება არ განხორციელებულა.

ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების საბჭომ 2010 წლის სექტემბერში გამოსცა „კონცეპტუალური საფუძვლები“, რომელმაც ჩანაცვლა მანამდე მოქმედი „სტრუქტურული საფუძვლები“. ამ უკანასკნელ დოკუმენტში ჩანს, რომ, საერთაშორისო სტანდარტების შემუშავებიდან „კონცეპტუალური საფუძვლების“ გამოცემამდე, საწარმოსათვის ყოველთვის სავალდებულო იყო ორი ისეთი ძირითადი დაშვების გამოყენება, როგორცაა „დარიცხვის მეთოდი“ და „ფუნქციონირებადი საწარმო“. დღეისათვის დატოვებულია მხოლოდ ერთი – „ფუნქციონირებადი საწარმო“, რომელშიც აღნიშნულია, რომ თუ საწარმო ფინანსურ ანგარიშგებას შეადგენს, ე.ი. ის თავის საქმიანობას აგრძელებს მომავალშიც და არ აპირებს მისი მასშტაბების შემცირებას ან საერთოდ ლიკვიდაციას. მაგრამ, თუ ამის საჭიროება არსებობს, მაშინ საწარმომ ანგარიშის შედგენას სხვა საფუძველი უნდა დაუდოს და ეს ყველაფერი განმარტოს შენიშვნების სახით¹. ამასთან დავეძინთ, რომ თუ საწარმოს განზრახული აქვს საქმიანობის შეწყვეტა ან მისი მასშტაბის საგრძნობლად შემცირება, მან ფინანსური ანგარიშგება უნდა მოამზადოს და წარადგინოს.

ამჟამად ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტების სრული კომპლექტი მოიცავს ფი-

ნანსური ანგარიშგების 16 საერთაშორისო სტანდარტს, ბუღალტრული აღრიცხვის 25 საერთაშორისო სტანდარტს და „ფინანსური ანგარიშგების კონცეპტუალურ საფუძვლებს“.²

სანამ „დარიცხვის მეთოდს“ დავუბრუნდებოდეთ, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გამოვთქვათ ჩვენი მოსაზრება ამ სტანდარტების საერთო დასახელების ანუ სახელწოდების შესახებ. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ჯერ ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების კომიტეტმა (ბასსკ), მოგვიანებით კი საბჭომ (ბასსს) გამოსცა „ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები (ბასს)“, ხოლო შემდეგ „ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები (ფასს)“.

სტანდარტების 2000 წლის ქართულ გამოცემაში ბუღალტრული აღრიცხვის სტანდარტები განმარტებულია შემდეგნაირად – „ყოველ ქვეყანაში ფინანსური ანგარიშგების გამოცემისას მეტ-ნაკლებად გაითვალისწინება ადგილობრივი წესები. ეს წესები მოიცავს ბუღალტრული აღრიცხვის სტანდარტებს, რომელსაც ავრცელებს მარეგულირებელი ორგანოები“.³ მაშასადამე, ბუღალტრული აღრიცხვის სტანდარტები არის ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოების წესები, ხოლო საერთაშორისო სტანდარტები – ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოების საერთაშორისო წესები.

ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტებში აღნიშნულია, რომ ფინანსური ანგარიშ-

¹ <https://saras.gov.ge/ka/Ifrs/Pdf/542>, კონცეპტუალური საფუძვლები, პ.4.1.

² <https://saras.gov.ge/ka/Ifrs/Pdf/542>.

³ „ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები“, თბილისი: ბაფ-ის გამომცემლობა, 2000 წ. გვ. 21. პ.9.

გება სტრუქტურულად გვიჩვენებს საწარმოს ფინანსურ მდგომარეობას და საქმიანობის ფინანსურ შედეგებს¹.

ბუღალტრული აღრიცხვის N_i საერთაშორისო სტანდარტში „ფინანსური ანგარიშგების წარდგენა“ მოცემულია შემდეგი განმარტება - ფასს-ი შედგება უშუალოდ სტანდარტებისა და ინტერპრეტაციებისაგან, რომლებსაც გამოსცემს ბასს-ის საბჭო.

ფასის მოიცავს:

ა) ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტებს;

ბ) ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტებს;

გ) ინტერპრეტაციებს.²

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ცხადია, რომ ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოება და ფინანსური ანგარიშგების შედგენა არის ორი განსხვავებული რამ. შესაბამისად, საერთაშორისო სტანდარტებიც ორი მიმართულებით მუშავდება. აქედან გამომდინარე, მიზანშეწონილია ამ დოკუმენტს ეწოდოს „ბუღალტრული აღრიცხვისა და ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები“ და არა ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები“, რომელიც თავის თავში მოიცავს ისევ ფასსებ-სა და ბასსებ-ს. წინააღმდეგ შემთხვევაში გამოდის, რომ მთელი თავის თავში მოიცავს ისევ მთელს და კიდევ სხვა ნაწილს, რაც, რა თქმა უნდა, მართებული არ არის.

ახლა დავუბრუნდეთ „აღრიცხვის მეთოდს“. აღრიცხვის მეთოდის არსს სხვადასხვა ავტორი რამდენადმე განსხვავებული ინტერპრეტაციით წარმოგვიდგენს, მაგალითად, პროფ. ლ. გრიგალაშვილი მას შემდეგნაირად განმარტავს: „აღრიცხვის მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მოვლენებისა და შედეგების აღიარება ხდება მათი მოხდენისთანავე და არა ფულადი თანხების მიღების ან გადახდის დროს. აღრიცხვის მეთოდის შესაბამისად რეალიზებულად ითვლება მიწოდებული პროდუქცია, მიუხედავად იმისა თანხა შემოსულია თუ არა მიმწოდებლის ანგარიშზე; ხარჯები გაწეულად ითვლება მათი აღრიცხვისთანავე“³.

სხვა ავტორები შემდეგ განმარტებას გვთავაზობენ: „აღრიცხვის მეთოდით შემოსავლების აღიარებისათვის საკმარისია, რომ საკუთრების უფლება საქონელსა და მომსახურებაზე გადაეცეს მყიდველს და მან აღიაროს გარიგების საფუძველზე წარმოქმნილი ვალდებულების დაფარვა კონტრაქტით დადგენილ ვადაში“⁴. როგორც ვხედავთ, ამ შემთხვევაში ავტორებს ყურადღება გამახვილებული აქვთ საქონელზე საკუთრების უფლების გადაცემასა და მყიდველის მიერ ვალის აღიარებაზე.

პროფ. ე. ხარაბაძის განმარტებით, „ამ მეთოდის თანახმად, სამეურნეო ოპერაციების შედეგებისა და სხვა მოვლენების აღიარება ხდება მათი მოხდენისთანავე და არა ფულადი სახსრებისა და მისი ეკვივალენტების მიღებისა და გადახდის დროს. ამას-

¹ ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები, თბილისი: გამომცემლობა „თერგი XXI“, 2005 წ. გვ. 558.

² <https://saras.gov.ge/ka/Ifrs/Pdf/517>, ბასს-1, პ. 7

³ ლ. გრიგალაშვილი. „ფინანსური აღრიცხვა“. თბილისი: გამომცემლობა „გეორგია“. 2014წ. გვ. 275.

⁴ ა. ხორავა და სხვ. „ბუღალტრული აღრიცხვა“. თბილისი: გამომცემლობა „მერიდიანი“, 2012წ. გვ. 471.

თან, ისინი გატარდება სათანადო ბუღალტრულ დოკუმენტებში და აისახება იმ პერიოდის ფინანსურ ანგარიშგებაში, რომელსაც განეკუთვნება¹. ამ შემთხვევაში ავტორი სტანდარტულ განმარტებას ეყრდნობა.

ავტორთა ჯგუფი (ზ. ლიპარტია, ნ. ფაილოძე და სხვა) დარიცხვის მეთოდს „დარიცხვის პრინციპად“ მოიხსენიებს და შემდეგ განმარტებას იძლევა: „დარიცხვის პრინციპი გულისხმობს, რომ საწარმოს შემოსავლების აღიარება-ასახვა ხდება აქტივის მყიდველზე გადაცემის ან მომხმარებლისათვის მომსახურების გაწევისას, ე. ი. საქონლის გაყიდვიდან მიღებული ამონაგები შემოსავლად აღიარდება და ბუღალტრულ აღრიცხვაში აისახება მაშინ, როდესაც საქონლის ფლობასთან დაკავშირებული რისკი და სარგებელი მყიდველს გადაეცემა“².

დღეისათვის მოქმედი ბასს - 1 დარიცხვის მეთოდის გამოყენების ვალდებულებას და შინაარსს შემდეგნაირად განმარტავს: „საწარმომ ფინანსური ანგარიშგების მომზადებისას უნდა გამოიყენოს დარიცხვის მეთოდი, რომლის დროსაც აქტივები, ვალდებულებები, შემოსავლები და ხარჯები უნდა აღიარდეს მაშინ, თუ ისინი დააკმაყოფილებს კონცეპტუალურ საფუძვლებში მოცემულ განმარტებას და აღიარების კრიტერიუმებს“³. თუ მოცემულ განმარტებას შევადარებთ ბუღალტრული აღრიცხ-

ვის საერთაშორისო სტანდარტების 2000 წლის ქართულ გამოცემასთან, ვნახავთ, რომ შემოსავლებისა და ხარჯების აღიარების გარდა, დარიცხვის მეთოდში იგულისხმება აგრეთვე აქტივებისა და ვალდებულებების აღიარების საკითხიც. ამასთან, აღიარების კრიტერიუმები უკვე ბუღალტრული აღრიცხვის N1 საერთაშორისო სტანდარტში კი არ არის მოცემული, არამედ „კონცეპტუალურ საფუძვლებში“.

„კონცეპტუალური საფუძვლების“ მიხედვით, „აქტივი ის რესურსია, რომლისგანაც საწარმომ მომავალში ეკონომიკური სარგებელი უნდა მიიღოს, ხოლო ვალდებულების დაფარვა საწარმოდან რესურსების გასვლას გამოიწვევს. ამასთან, იგი მიმდინარე პერიოდის ვალდებულებაა, რომელიც წარსულში მომხდარი მოვლენების შედეგად არის წარმოქმნილი“⁴. აქ საინტერესოა ერთი დეტალი, კერძოდ, „კონცეპტუალური საფუძვლების“ 4.5 პუნქტის შესაბამისად, „აქტივებისა და ვალდებულებების განმარტებებში მხოლოდ არსებითი ნიშანთვისებებია აღწერილი, მაგრამ განსაზღვრული არ არის მათი ბალანსში ასახვის კრიტერიუმები“⁵. ეს კრიტერიუმები მოცემულია 4.38 პუნქტში – „მუხლი, რომელიც ფინანსური ანგარიშგების ელემენტს წარმოადგენს ამ ელემენტის განმარტების შესაბამისად, უნდა აღიარდეს და აისახოს ფინანსურ

¹ ე. ხარაბაძე. ფინანსური აღრიცხვა. თბილისი: გამომცემლობა „უნივერსალი“, 2009წ., გვ. 149.

² ნ. ფაილოძე, ჯ. ალანია, ზ. ლიპარტია, ვლ. კეკელიძე, ი. ხუციშვილი. საბუღალტრო საქმე, ტ. I. საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2008წ., გვ. 28.

³ <https://saras.gov.ge/ka/lfrs/Pdf/517>, ბასს-1, პ. 27-28

⁴ <https://saras.gov.ge/ka/lfrs/Pdf/517>, კონცეპტუალური საფუძვლები, პ. 4.4.

⁵ <https://saras.gov.ge/ka/lfrs/Pdf/517>, კონცეპტუალური საფუძვლები, პ. 4.5.

ანგარიშგებაში, თუ: ა) მომავალში ამ მუხლით მოსალოდნელია ეკონომიკური სარგებლის მიღება ან საწარმოდან გასვლა; ბ) შესაძლებელია ამ მუხლის თვითღირებულების ან ღირებულების საიმედოდ შეფასება¹. ამ პრობლემის გადასაწყვეტად უნდა განვსაზღვროთ რა არის „აქტივებისა“ და „ვალდებულებების“ ბუღალტრულ აღრიცხვაში და შემდეგ ფინანსურ ანგარიშგებაში ასახვა.

ბუღალტრულ აღრიცხვაში ასახვა არის სამეურნეო ოპერაციაზე, როგორც მომხდარ ფაქტზე, პირველადი დოკუმენტის შედგენა და ამის საფუძველზე ამ ოპერაციის ბუღალტრულ ანგარიშგებაში ასახვა. მაგალითად, ძირითადი საშუალებების, საქონლის, ნედლეულის ან მასალების შექმნა ან შექმნის დროს ვალდებულების წარმოქმნა. მომდევნო ეტაპი არის ამ აქტივების ან ვალდებულებების ფინანსურ ანგარიშგებაში (ბუღალტრულ ბალანსში) აღიარება/ასახვა. აქ შეიძლება გამოვიყენოთ სტანდარტის მოთხოვნა, რომ „აღიარება არის საწარმოს ბალანსში ან მოგება/ზარალის ანგარიშში იმ მუხლის ასახვის პროცესი, რომელიც აკმაყოფილებს შესაბამისი ელემენტის განმარტებას და გულისხმობს მოცემული მუხლის სიტყვიერ და თანხობრივ ასახვას ბუღალტრულ ბალანსსა და მოგება/ზარალის ანგარიშში“. აქვე დავმენტ, რომ ასახვა უნდა გულისხმობდეს არა მარტო ბუღალტრულ ბალანსში ანუ ფინანსურ ანგარიშგებაში ასახვას, არამედ ბუღალტრულ აღრიცხვაში ასახვასაც. ეს პროცესი კი არის „სამეურნეო ოპერაციის რეგისტრაცია“ ბუღალტ-

რულ აღრიცხვაში და შემდეგ ასახვა ფინანსურ ანგარიშგებაში და არა „დარიცხვის მეთოდი“. აქედან გამომდინარე მიგვაჩნია, რომ „აქტივებისა“ და „ვალდებულებების“ ფინანსურ ანგარიშგებაში აღიარება/ასახვის საკითხში „დარიცხვის მეთოდის“ გამოყენება არ არის მართებული მოთხოვნა. „დარიცხვის მეთოდი“ უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ „შემოსავლებისა“ და „ხარჯების“ აღიარება/ასახვისას და მასთან არ უნდა გავაიგივოთ აქტივებისა და ვალდებულებების აღიარება/ასახვის საკითხები. აღნიშნული მოსაზრების გასამყარებლად შეიძლება მოვიყვანოთ ბუღალტრული აღრიცხვის განმარტებითი ლექსიკონი, სადაც ტერმინი „დარიცხვა“ შემდეგნაირად არის წარმოდგენილი: „დარიცხვა (ინგლ. accruing) – ბუღალტრული გატარება, რომელიც ასახავს შემოსავლების ან ხარჯების აღიარებას“². მაშასადამე, დარიცხვაში უნდა ვიგულისხმოთ შემოსავლების მიღების უფლება ან ხარჯების გაწვევის ვალდებულება, როგორცაა, მაგალითად, მისაღები პროცენტების დარიცხვა, მისაღები ჯარიმების დარიცხვა ან გადასახდელი ხელფასის დარიცხვა, გადასახადების დარიცხვა, გადასახდელი ვალდებულებების დარიცხვა და სხვა.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება ჩამოვაყალიბოთ „დარიცხვის მეთოდის“ შემდეგი დეფინიცია: „დარიცხვის მეთოდი – მეთოდი, რომლის მიხედვითაც შემოსავლების აღიარება/ასახვა ბუღალტრულ აღრიცხვასა და ფინანსურ ანგარიშგებაში ხდება შემოსავლებზე უფლების მო-

¹ <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, კონცეპტუალური საფუძვლები, პ. 4.38

² „ბუღალტრული აღრიცხვის განმარტებითი ლექსიკონი“. აკად. ა. სილაგაძის საერთო რედაქციით. თბილისი: საგამომცემლო სახლი „სიახლე“, 2005 წ. გვ. 161.

პოვნის ან ხარჯების გაწევის ვალდებულების წარმოქმნის მომენტში, ფულადი თანხების მიღებისა და გადახდის მიუხედავად, ამასთან ეჭვგარეშეა ამონაგების მიღების შესაძლებლობა და ხარჯების გაწევის აუცილებლობა“.

დასკვნა

მიგვაჩნია, რომ ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტებს ეწოდოს „ბუღალტრული აღრიცხვისა და ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები“. ამასთან, „დარიცხვის მეთოდი“ უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ „შემოსავლებისა“ და „ხარჯების“ მიმართ და მასთან არ უნდა

გავაიგივოთ აქტივებისა და ვალდებულებების აღიარება/ასახვის საკითხები. დარიცხვის მეთოდის განმარტება შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოვაყალიბოთ: „დარიცხვის მეთოდი – მეთოდი, რომლის მიხედვითაც შემოსავლების აღიარება/ასახვა ბუღალტრულ აღრიცხვასა და ფინანსურ ანგარიშგებაში ხდება შემოსავლებზე უფლების მოპოვების ან ხარჯების გაწევის ვალდებულების წარმოქმნის მომენტში, ფულადი თანხების მიღებისა და გადახდის მიუხედავად, ამასთან ეჭვგარეშეა ამონაგების მიღების შესაძლებლობა და ხარჯების გაწევის აუცილებლობა“.

ლიტერატურა

1. Grigalashvili L. Financial Accounting, Tb., Georgia, 2014, 275 p. (In Georgian).
2. Khorava A. Accounting, Tb., Publishing House “Meridiani”, 2012, 471p. (In Georgian).
3. Kharabadze E. Financial Accounting, Tb., Universali, 2009, 149p. (In Georgian).
4. Failodze N, Alania Dj, Lipartia Z, Kekenadze Vl, Khutsishvili O, Accounting, Tbilisi: Publishing House “Technical University”, 2008, 28p. (In Georgian).
5. Internacional Accounting Standards, GFPAA, Tb., 2000, 21p. (In Georgian).
6. Internacional Reporting Standards, Tergi XXI, 2005, 558p. (In Georgian).
7. <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/542>, Conceptual Framework for financial reporting, (In Georgian).
8. <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, IASs -1, (In Georgian).
9. <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, Conceptual Framework for financial reporting. (In Georgian).
10. Accounting Terminology Guide, Publishing House “Siagle” Tb., 2005, 161p. (In Georgian).

UDC 339.15

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-57-66>

Understanding the Essence of the Accrual Method According to the International Standards

Bidzina Grigalashvili Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160,
Tbilisi, 77 M. Kostava str.
E-mail: grigalashvilibidzina@gmail.com

Reviewers:

N. Failodze, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Business Technology, GTU

E-mail: n.failodze@gtu.ge

D. Jalagonia, Professor, Academic Doctor of Economics, Sokhumi State University

E-mail: Dato.jalagonia@gmail.com

Abstract. Assumption of international accounting standards was considerable event in the accounting practice of Georgia. One of the innovation was the introduction of "accounting policy" and establishment such an element in the compilation of financial statements as "accrual method". Mentioned method was not used in Soviet accounting. Based on his explanation, after the introduction of international standards, the definitions have undergone some changes.

The article analyzes the implemented changes, definitions, given in international standards and conceptual frameworks, outlook of various authors concerning subject matter and relevant conclusions drawn. Based on researches have been proven that, the "accrual method" should be used by the enterprise in recognizing / reflecting income and expenses and not in relation to assets and liabilities. Based on the reconciliation and analysis of different definitions, the author's designation of the "accrual method" is proposed.

Key words: accounting policy; accrual method; international financial reporting standards; international accounting standards.

UDC 330.1

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-67-75>

უსაფრთხოება კომპანიის მენეჯმენტში

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

რეცენზენტები:

თ. დევიძე, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: tamar devidze@gtu.ge

ნ. გეგენავა, სტუ-ის საინჟინრო ეკონომიკის, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: . Nato Gegenava@gtu.ge

ანოტაცია. ბიზნესის მართვასთან დაკავშირებული საფრთხეების გასაწინააღმდეგებლად წარმატებული კომპანიების მენეჯმენტის სისტემაში არსებობს უსაფრთხოების სპეციალური სამსახური, რომლის სტრუქტურა დამოკიდებულია ბიზნესის მოღვაწეობის ხასიათსა და მასშტაბებზე. საშუალო ფირმის უსაფრთხოების სამსახური ოთხი სტრუქტურული დანაყოფისგან შედგება: 1. დაცვის; 2. ოპერატიული; 3. ანალიტიკური; 4. ტექნიკური. თითოეულში, საქმიანობის სპეციფიკიდან გამომდინარე, შეიძლება დასაქმდეს 1-დან 10-მდე თანამშრომელი. ყველა ბიზნესს აქვს ზოგადი და სპეციფიკური გამოწვევები. მთავარი გამოწვევა უშუალო კონკურენტებიდან მომდინარეობს. მეტოქეობა ხშირად სცდე-

ბა ცივილიზებულ საზღვრებს და ფიზიკურ ან სხვა დაპირისპირებაში გადაიზრდება, განსაკუთრებით თუ მოცემულ სეგმენტში ახალი „მოთამაშე“ შედის. დასავლეთის მოწინავე ქვეყნებში უსაფრთხოების უზრუნველყოფა სახელმწიფო ინსტიტუტებთან ერთად არსებობს კერძო სამმებრო და დეტექტიური ორგანიზაციები, საინფორმაციო სააგენტოები, სასწავლო-სამეცნიერო და საკონსულტაციო ცენტრები, რომლებიც შესაბამისი ანაზღაურების საფუძველზე აწარმოებენ სხვადასხვა მომსახურებას. დახვეწილია სახელმწიფო სამართლდამცავი ორგანოებისა და უსაფრთხოების კერძო სტრუქტურების კოორდინაცია. შექმნილი სპეციალური ორგანო, საჭიროების შემთხვევაში, ახდენს მათი საქმიანობის ჰარმონიზა-

ციას. კარგი იქნება აღნიშნული პრაქტიკის საქართველოს პირობებში გადმოღება.

საკვანძო სიტყვები: ბაზარი; ბიზნესი; კომპანია; კონკურენცია; უსაფრთხოება.

შესავალი

ბიზნესის მართვა დაკავშირებულია საფრთხეებთან. თითოეული ობიექტი, საქმიანობის სპეციფიკიდან გამომდინარე, განსხვავებულ გამოწვევებს აწყდება. მათი ზოგადი კლასიფიკაცია შესაძლებელია სხვადასხვა ნიშნით: წარმოშობის წყაროს მიხედვით; შედეგის სიმძიმის ხარისხით; მოხდენის ალბათობით; ბიზნესპროცესის ტექნოლოგიურ სტადიაზე ზემოქმედებით და ა.შ.

აღნიშნული გამოწვევების გასაწინააღმდეგოდ წარმატებული კომპანიების მენეჯმენტის სისტემაში ოპერირებს უსაფრთხოების სპეციალური დანაყოფი, რომლის სტრუქტურა დამოკიდებულია ბიზნესის მოღვაწეობის ხასიათსა და მასშტაბზე.

ყველა ობიექტისთვის, იქნება ეს სუპერმარკეტი, საკონდიტრო, სტომატოლოგიური კლინიკა, სპორტული ინვენტარის მაღაზია და ა.შ., საერთო პრობლემა რეალიზაციაა, რაც მაღალი მოგების საწინდარია. ამისათვის მნიშვნელოვანია მათი ბიზნესის უსაფრთხოდ ფუნქციონირება.

ძირითადი ნაწილი

ბიზნესს აქვს, ზოგადი და საქმიანობის ხასიათიდან გამომდინარე, სპეციფიკური გამოწვევები. საერთოა, მაგალითად, კონკურენტებიდან მომდი-

ნარე საფრთხეები – ბიზნესდაზვერვის ნიუანსები, ასევე კონტრაგენტებიდან და კრიმინალიდან მომდინარე გამოწვევები და ა.შ. სპეციფიკურია კონკრეტული ბიზნესის მართვის ტექნოლოგიიდან გამომდინარე. მაგალითად, სამშენებლო კომპანიას მწყობრიდან გამოუვიდა ამწე.

ავიღოთ კონკრეტული ბიზნესობიექტი, ყველაზე გავრცელებული სუპერმარკეტების ქსელიდან ერთ-ერთი. გავანალიზოთ რა გამოწვევები შეიძლება შეექმნას ტიპურ მარკეტს ოპერირების პროცესში?

დავიწყოთ იქიდან, რომ მან მუდმივად უნდა აკონტროლოს ფასები და ხარისხი მოცემულ უბანში (საბაზრო სეგმენტში), ასევე საქმის კურსში იყოს კონკურენტების ბიზნესის თავისებურებებზე – ხომ არ შემოიტანეს ახალი საქონელი ან მომსახურება, როგორი აქციები აქვთ, ხომ არ დანერგეს სიახლეები დაცვის სისტემაში და ა.შ.

სუპერმარკეტისთვის საფრთხეს შეიძლება ქმნიდნენ:

- უშუალო კონკურენტები, მეზობლად მდებარე ანალოგიური პროდუქციით მოვაჭრე მარკეტები;
- ირიბი კონკურენტები, მოცემულ რაიონში ანალოგიური და მსგავსი ნაწარმით მოვაჭრე ობიექტები;
- მომწოდებლები, დისტრიბუტორები – დააგვიანეს მოწოდება, მოულოდნელად გაზარდეს ფასი, უხარისხო (ვადაგასული) საქონელი შემოიტანეს და ა.შ.;
- კონტრაგენტები – დაარღვიეს ხელშეკრულების პირობები. მაგალითად, ინტერნეტის დროული და ხარისხიანი მოწოდება; ასევე ბანკები, სადაზღვევო კომპანიები, კომუნალური სერვისები: ელექტროენერგია, გაზი, წყალმომარაგება, დასუფთავება და ა.შ.

- თანამშრომლები, მათი მხრიდან ქურდობის გამოვლენის შემთხვევები; ასევე დისციპლინური გადაცდომები – დაგვიანება, მოვალეობის ზერელედ შესრულება, დაუდევრობა, პროდუქციის ნებისით თუ უნებლიედ დაზიანება და ა.შ.

- სახელმწიფო სტრუქტურები – არასტაბილური ბიზნესგარემო, მაკროეკონომიკური დისპროპორციები და რყევები, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს ეროვნული ვალუტის კურსის მკვეთრი ცვლილება, დეფიციტი გარკვეულ რესურსებსა და მომსახურებაზე; ასევე გადასახადებისა და მოსაკრებლების ადმინისტრირებაში მოულოდნელი ცვლილებები, გამკაცრებული სანიტარიულ-ეპიდემიოლოგიური მოთხოვნები და ა.შ.;

- კლიენტები – გაღიზიანებული მომხმარებელი იპარავს ან კონფლიქტში შედის მოლარე-ოპერატორთან, კონსულტანტთან და ა.შ.

- კრიმინალური სტრუქტურები – ძარცვა, ყაჩაღური თავდასხმა, გამოძალგები და ა.შ.

- მოულოდნელი საფრთხეები – მაგალითად, მეზობლად მიმდინარე სარემონტო-გათხრითი სამუშაოების შედეგად დაზიანდა სუპერმარკეტში შემავალი ელექტროენერჯის სადენი, რამაც შეაჩერა მაცივრებისა და კონდენციონერების მუშაობა. ბუნებრივია, ეს მნიშვნელოვან საფრთხეს შეუქმნის მალფუნქციონირების პროდუქტების მარაგს.

მთავარი გამოწვევა მაინც უშუალო კონკურენტებიდან მომდინარეობს. მათი სპეციალურად მომზადებული თანამშრომლები არცთუ იშვიათად სტუმრობენ მეზობელ მარკეტს, რათა უკეთ შეისწავლონ მისი სავაჭრო ბიზნესის სხვადასხვა ასპექტი: ასორტიმენტი, ფასი, ხარისხი, მომსახურების პირობები, მომხმარებელთა მოზიდვისა და შენარჩუნების მეთოდები და ა.შ.

მნიშვნელოვანია სავაჭრო დარბაზის დაგეგმვა – დაწყებული პურიდან სპირტიანი სასმელებით დამთავრებული ყველა პროდუქტს სავაჭრო

სივრცეში განსაზღვრული ადგილი აქვს. თანამედროვე ტელეფონები იძლევა სურათისა და ვიდეორგოლის გადაღების საშუალებას, ასევე ლაივში უშუალო მითითებების მიღების შესაძლებლობას.

საჭიროების შემთხვევაში მათ შეუძლიათ ე.წ. „ფარული შესყიდვა (mystery shopping), პერსონალის ჩვევებსა და ყურადღებთანობაზე დაკვირვება, ინფორმაციის დაზუსტების მიზნით მათთან გასაუბრება. ამ დროს შეიძლება განისაზღვროს არა მხოლოდ არსებული შეღავათები, არამედ იმ ინტერესების დაკმაყოფილების შესაძლებლობა, რაც კონკურენტს მნიშვნელოვან უპირატესობას მიანიჭებს, ვინაიდან აღნიშნულ ბიზნესში ბევრი რამე დაკვირვებით და ერთმანეთის მიბაძვით ინერგება.

მაგალითად, სუპერმარკეტის, როგორც ვაჭრობის ორგანიზების, მოდელისთვის აუცილებელი ატრიბუტია ე.წ. „სასურსათო ურიკა“ – ნაყიდი პროდუქტების სალარომდე და შემდეგ (თუ საჭიროა) მანქანამდე მისატანად. ის მარკეტებში გაჩნდა ჯერ კიდევ გასული საუკუნის 40-იანი წლებში, როდესაც ერთ-ერთმა ქალბატონმა შოპინგის დროს ნაყიდი პროდუქტები საბავშვო ეტლით გადაიტანა. აღნიშნულმა მარკეტმა მაშინვე დანერგა ეს იდეა პრაქტიკულ მომსახურებაში. სიახლე აიტაცეს მეზობელმა მარკეტებმაც. დღეს სუპერმარკეტები იყენებს მსგავს ეტლებს (უკვე სხვადასხვა ზომის და დიზაინის).

თუ კონკურენტი მოინდომებს, შეიძლება გარკვეული დროით, მეტოქის ჩამოსაშორებლად, თვითღირებულებითაც იმუშაოს. ამ შემთხვევაში გაიმარჯვებს ძლიერი, რაც გამოიხატება გამძლეობაში ანუ დემპინგურ ფასზე მუშაობის. როგორი ფინანსური და ფსიქოლოგიური და ა.შ. რესურსი აქვს. ამ შემთხვევაში იგულისხმება ერთი და იგივე ხარისხი და სერვისი. ზოგ შემთხვევაში, მეტოქეობა შეიძლება წარიმართოს ხარისხით – მეტი წონით და გემოვნური თვისებებით შეჯიბრი;

ასევე სერვისით კონკურენციაში – შეფუთვა, სანიტარიული პირობები და ა.შ.

მეტოქეობის შემადგენელი ნაწილია ის, რომ ბრძოლა შეიძლება გასცდეს ცივილიზებულ საზღვრებს და ფიზიკურ ან სხვა დაპირისპირებაში გადაიზარდოს, თუ მოცემულ სეგმენტზე ახალი „მოთამაშე“ გამოვა.

განსაკუთრებით მწვავეა დაპირისპირება მსხვილ კომპანიებს შორის. პრაქტიკაში ცნობილია კონკურენტული დაზვერვის უამრავი შემთხვევა, რომელიც ხშირად არაცივილურ ფორმებსაც ღებულობს.

თუ დაპირისპირება სცილდება სამართლებრივ საზღვრებს, საჭიროა სპეციალური სტრუქტურებისთვის მიმართვა. დასავლეთის მოწინავე ქვეყნებში უსაფრთხოების უზრუნველყოფ სახელმწიფო ინსტიტუტებთან ერთად არსებობს კერძო სამსახურ და დეტექტიური ორგანიზაციები, საინფორმაციო სააგენტოები, სასწავლო-სამეცნიერო და საკონსულტაციო ცენტრები, რომლებიც შესაბამისი ანაზღაურების საფუძველზე აწარმოებენ სხვადასხვა მომსახურებას: კომერციული საიდუმლოების დაცვა, კონკურენტებისა და კონტრაქტის დამდები პირების შესახებ ინფორმაციის შეგროვება და ანალიზი, არასაიდუმლო პარტნიორების გამოვლენა და ა.შ.

განვითარებულ ქვეყნებში სწორედ კერძო სტრუქტურებზე მოდის ბიზნესის დაცვის ძირითადი დატვირთვა. მაგალითად, აშშ-ში მათი საერთო ბიუჯეტი 50%-ით მეტია სახელმწიფო პოლიციის ბიუჯეტზე, ინგლისში კერძო ობიექტებზე დასაქმებულთა რაოდენობა 2-ჯერ აღემატება სახელმწიფო პოლიციის თანამშრომლების რაოდენობას. 5 - მილიონიან ისრაელში არის 2 ათასი კერძო დეტექტიური და დაცვითი კომპანია.

დახვეწილია სახელმწიფო სამართალდამცავი ორგანოებისა და უსაფრთხოების კერძო სტრუქტურების კოორდინაციის საკითხები. შექმნილი სპე-

ციალური ორგანო, საჭიროების შემთხვევაში, ახდენს მათი საქმიანობის ჰარმონიზაციას ისეთ პრობლემებზე, როგორცაა:

- ოპერატიული ინფორმაციის გაცვლა;
- ძალებისა და საშუალებების ერთობლივი გამოყენება;
- კადრების მომზადება, გადამზადება და ა.შ.

საქართველოში ჯერ არ არის ჩამოყალიბებული კომპლექსური მიდგომა ბიზნესის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პრობლემაზე. ერთი მხრივ, სახელმწიფო ვერ თმობს მონოპოლიურ პოზიციებს, მეორე მხრივ, სათანადოდ ვერ უზრუნველყოფს კერძო ბიზნესის უსაფრთხოებას.

მსოფლიო ბანკისა და საერთაშორისო საფინანსო კორპორაციის ერთობლივი კვლევის „Doing Business 2020“ მიხედვით, საქართველო ბიზნესის კეთების სიმარტივით მსოფლიოს 190 ქვეყანას შორის მე-7 ადგილზეა. თუმცა, რატომღაც მეწარმეობის მასიური გავრცელება და ზრდა არ ხდება.

ბიზნესის მდგრადი განვითარებისთვის აქტუალურია არა მხოლოდ მისი რეგისტრაცია, არამედ კონკრეტულ საბაზრო სეგმენტში შესვლა და იქ ადგილის დამკვიდრება. მუდმივად საუბარია სახელმწიფოს მხრიდან მცირე ბიზნესის ხელშეწყობაზე, მაგრამ რა უნდა გაკეთდეს კონკრეტულად, ამაშია მთავარი გამოწვევა. ჩვენი აზრით, პრობლემა უნდა განვიხილოთ იმ საფრთხეების ჭრილიდან, რომლებიც დამწყები მცირე მეწარმეების წინაშეა.

საჭიროა დამუშავდეს კონკრეტულ-დარგობრივ საბაზრო სეგმენტებში ბიზნესობიექტის შესვლის, უსაფრთხოდ ოპერირების დაწყებისა და შემდგომი ფუნქციონირების მეთოდოლოგია. მაგალითად, ავილოთ სამშენებლო ბლოკის წარმოების (ან სხვა) ბიზნესი. რა ტენდენციები არსებობს მოცემულ საბაზრო სეგმენტში? უნდა გაირკვეს რა წინააღმდეგობებს აწყდებიან ბაზრის წამყვანი, ძირითადი და მცირე „მოთამაშეები“. დღეს არც ერთი უწყება არ

ფლობს კონკრეტულ დარგობრივ სეგმენტებში არსებულ პრობლემებზე სრულყოფილ ინფორმაციას.

როგორც ახლად დარგული მცენარე დასაწყისში საჭიროებს მზრუნველის ხელს, ასევე ბიზნესიც. საბაზრო ურთიერთობები მკაცრია, იგი ახლოსაა ველური ბუნების წესებთან, სადაც მოქმედებს პრინციპი – იმარჯვებს ძლიერი. შედეგად, სწორედ საფრთხეების შერბილების კუთხით ესაჭიროება ხელშეწყობა დამწყებ მეწარმეს.

მეთოდოლოგია უნდა ითვალისწინებდეს ბიზნესის უსაფრთხოების სფეროს საჭირო კადრებით უზრუნველყოფასაც. ამ მხრივ საზღვარგარეთ არსებობს მდიდარი გამოცდილება, სადაც გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან ფუნქციონირებს აღნიშნული პროფილის კადრების მომზადების სისტემა. მაგალითად, აშშ-ში თხუთმეტი მსგავსი კოლეჯია, რომელთაგან ხუთი მაგისტრის ხარისხს იძლევა. ისინი აღჭურვილია დახვეწილი სასწავლო პროგრამებითა და მეთოდური გეგმებით, საჭირო სპეციალური ლიტერატურითა და ტექნიკური საშუალებებით, სტუდენტები გადიან პრაქტიკას წარმატებულ ბიზნესობიექტებზე და ა.შ. ამ კუთხით გამოირჩევა ასევე აღმოსავლეთ აზიის ქვეყნები, განსაკუთრებით იაპონია და ჩინეთი.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ძირითადი საფრთხე მომდინარეობს კონკურენტების მხრიდან. მათ „ცნობისმოყვარეობას“ ფირმის მენეჯმენტმა უნდა დაუპირისპიროს შემდეგი ღონისძიებები: სუსტი მხარეებისა და რისკების დამალვა, რეალური ზრახვების, მოსამზადებელი და განსახორციელებელი ქმედებების შენიღბვა, ინფორმატორობის ე.წ. „წყაროების“, მათ შორის ფირმის თანამშრომლების მხილება და ა.შ.

როგორც სტატიის დასაწყისში აღვნიშნეთ, წარმატებულ კომპანიებს აქვს საკუთარი უსაფრთხოების დანაყოფი. საშუალო მასშტაბის ფირმის უსაფრთხოების სამსახური შედგება ოთხი სტრუქტურული ერთეულისგან: 1. დაცვის; 2. ოპერატიული; 3. ანალიტიკური; 4. ტექნიკური. თითოეულში, საქმიანობის სპეციფიკიდან გამომდინარე, შეიძლება დასაქმდეს 1-დან 10-მდე თანამშრომელი.

1. დაცვის დანაყოფის ფუნქციებში შედის შენობა-ნაგებობების, მოწყობილობებისა და კომუნიკაციების, საიდუმლო დოკუმენტაციის ფინანსური და სხვა ფასეულობების დაცვა, ტრანსპორტირებისა და გადაზიდვების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, საშვითი რეჟიმის ორგანიზება, მომწოდებლებისა და ობიექტზე შემავალი სატრანსპორტო საშუალებების კონტროლი, ასევე საგანგებო შემთხვევების განეიტრალება, კომპანიის ხელმძღვანელებისა და თანამშრომლების დაცვა, სხვადასხვა მასიური ღონისძიების უსაფრთხოების უზრუნველყოფა და ა.შ.

2. ოპერატიული დანაყოფის ძირითად ფუნქციებში შედის: სპეციალური ოპერატიულ-სამძებრო ღონისძიებების განხორციელება, საჭირო ოპერატიული ინფორმაციის შეგროვება, რეალური და პოტენციური კონკურენტების შესწავლა და ა.შ. აღნიშნული დანაყოფის სპეციალისტს უნდა ჰქონდეს შესაბამისი კვალიფიკაცია შემდეგ სფეროებში:

- დაზვერვისა და კონტრდაზვერვის საფუძვლები;
- ოპერატიული მუშაობის მეთოდები;
- სოციალური და პიროვნების ფსიქოლოგიები;
- ბიზნესისა და მენეჯმენტის საფუძვლები;
- სამოქალაქო და სისხლის სამართალი.

3. ინფორმაციულ-ანალიტიკური დანაყოფი. საქართველოში ბიზნესის უზრუნველყოფაში ძირითადი აქცენტი გადატანილია დაცვის და რეჟიმულ ღონისძიებებზე. ბაზრების მაღალი მონოპოლიზაციის პირობებში ნაკლები მოთხოვნილებაა ინფორმაციულ-ანალიტიკურ შემადგენელზე.

წარმატებული კომპანიების გამოცდილებით როგორც კერძო, ისე სახელმწიფო უსაფრთხოების სტრუქტურებში ერთ-ერთი წამყვანი მიმართუ-

ლებს ანალიტიკური სამსახური, რომელიც კორპორაციას უწევს დანარჩენი სამი დანაყოფის მუშაობას. მაგალითად, კომპანიის ხელმძღვანელის ამა თუ იმ რეგიონში გამგზავრების წინ ოპერატიული დანაყოფი წინასწარ მოიპოვებს მონაცემებს რეგიონის თავისებურებებზე: სოციალურ-პოლიტიკურ გარემოზე, ადგილობრივ ხელმძღვანელობაზე, მოსახლეობის შეხედულებებზე, ადათ-წესებზე და აწვდის ანალიტიკურ დანაყოფს, რომელიც საჭირო რეკომენდაციებს ამზადებს ტოპ-მენეჯერისთვის, ღირს თუ არა მოცემულ რეგიონში ოპერირება. როგორც ცნობილია, ჰიდროელექტროსადგურების მშენებელი კომპანია მნიშვნელოვან წინააღმდეგობებს წააწყდა საქართველოში, კერძოდ პანკისის ხეობაში „ხადორი 3“ ჰესის მშენებლობის დაწყებისას. იგივე პროცესებს ჰქონდა ადგილი სვანეთში „ნენსკრა“ ჰესის მშენებლობის პროცესში.

მეორე მაგალითი. ვთქვათ, ანალიტიკურმა დანაყოფმა მიიღო დავალება დაადგინოს, სად აპირებს კონკურენტი ახალი ფილიალის მშენებლობას. თავდაპირველად დანაყოფის თანამშრომელმა პრესიდან და ცნობარიდან დაადგინა რომელი სააგენტოა დაკავებული კადრების შერჩევით, შემდეგ ჩაატარა ადგილობრივი პრესის მონიტორინგი და აღმოაჩინა ერთ-ერთი პატარა ქალაქის ადგილობრივ გაზეთში აღნიშნული სააგენტოს განცხადება, სადაც გამოცხადებული იყო კონკურსი კონკრეტულ სპეციალისტებზე.

„უცნობი“ დაუკავშირდა და წარედგინა, როგორც კანდიდატი ერთ-ერთ ვაკანსიაზე, ოპერატორმა კი საჭირო ინფორმაცია მიაწოდა მომავალ სამსახურზე. გადაწყვეტილების მისაღებად აუცილებელია მიღებული ინფორმაციის გადამოწმება დამოუკიდებელი წყაროდან, თუ საქმე ეხება მნიშვნელოვან სახსრებს და ინტერესებს რამდენიმე წყაროდან.

ანალიტიკური დანაყოფი უნდა ფლობდეს საჭირო მონაცემებს კონკურენტების შესახებ. საინტერესოა თუ ვინ არიან ძირითადი დამფუძნებლები და ხელმძღვანელები? ვინ ლეზულობს გადაწყვეტილებებს? რამდენია მათი ძირითადი კაპიტალი? თანამშრომლების რაოდენობა? კომპანიის მდგომარეობა ბოლო სამი წლის განმავლობაში. შესაძლო კავშირები ხელისუფლებასა და კრიმინალურ სტრუქტურებში და ა.შ.

სერიოზული კონტრაქტის დადებამდე გადამოწმება ხდება შემდეგი ნიუანსების მიხედვით: ფირმა რეგისტრირებულია ოფშორში, არ გააჩნია საკუთარი შენობა, იჯარით აქვს აღებული, თანაც ცოტა ხნის წინ. შტატში მხოლოდ ხელმძღვანელებია, რიგითი თანამშრომლები არ ჩანან. არ ხდება დროული ანგარიშსწორება ბიუჯეტთან, ბანკებთან, ირღვევა ხელშეკრულების ვადები და ა.შ.

ანალიტიკური დანაყოფის სპეციალისტს უნდა ჰქონდეს შესაბამისი კვალიფიკაცია შემდეგ სფეროებში:

- ინფორმაციულ-ანალიტიკური მუშაობის ჩვენებები;
- ოპერატიული და სტრატეგიული ანალიზისა და პროგნოზირების მეთოდები;
- სოციალური და პიროვნების ფსიქოლოგიები;
- საბანკო საქმის საფუძვლები და ბუღალტრული აღრიცხვა;
- მენეჯმენტისა და მარკეტინგის საფუძვლები;
- სამოქალაქო და სისხლის სამართალი.

4. ტექნიკური დაცვის დანაყოფის ფუნქციებში შედის ობიექტის აღჭურვა კავშირის ტექნიკური საშუალებებით, ინფორმაციის გაქონვის ტექნიკური არხების გამოვლენა და ა.შ. როგორც ცნობილია, კომერციული ინფორმაციის მნიშვნელოვანი ნაწილის მოპოვება სპეცტექნიკის საშუალებებით ხდება.

ტექნიკური დაცვის ელემენტებს განეკუთვნება: კავშირგაბმულობის (შიგა და გარე) და ვიდეოდაკ-

ვირვების საშუალებები; სახანძრო სიგნალიზაცია; განათების მოწყობილობა; ობიექტის პერიმეტრის აღჭურვა სპეცსაშუალებებით; ასევე ჩამკეტი მოწყობილობებით – სეიფები, კლიტეები და ა.შ.

ზემოთ აღნიშნული ქვედანაყოფების წარმატებულ კოორდინაციის მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ სოლიდური კომპანია „ბოინგის“ უსაფრთხოების სამსახური. თანამედროვე, მაღალტექნოლოგიური თვითმფრინავის 1000 მილიონ დოლარად გაყიდვა საკმაოდ რთული საქმეა. კომპანიის სპეციალისტების ჯგუფი, მარკეტოლოგ-რეალიზატორები და ტექნიკური ინჟინრები მყიდველის მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად მუდმივი სიახლეების ძიებაში არიან. ანალიტიკური დანაყოფის საქმიანობა ავიაინდუსტრიის ექსპერტად ჩამოყალიბებით იწყება. მთავარია იმის დადგენა, თუ რომელი ავიაკომპანია აპირებს საქმიანობის გაფართოებას და როდის დასჭირდება ავიალაინერის შეცვლა. შემდეგ საქმეში ერთვება ოპერატიული დანაყოფი და სწავლობს მომავალი კლიენტი კომპანიის ფინანსურ მდგომარეობას.

საკუთარი პროდუქციის უპირატესობის საჩვენებლად რეალიზატორი, ანალიტიკოსის დახმარებით, „ბოინგისა“ და კონკურენტი კომპანიის თვით-

მფრინავების მონაცემების მიხედვით ახდენს შესაძლო ავიამარშრუტების მოდელირებას, ითვლის დაუნახარჯებს და ა.შ. მოპოვებული ინფორმაციის შეფასების შემდეგ იწყება რეალური მოლაპარაკება. გაყიდვის პროცესი შეიძლება გაიწელოს და პირველი პრეზენტაციიდან გაყიდვის გამოცხადებამდე თვეები გავიდეს.

საბოლოო კონტრაქტის გასაფორმებლად ზოგჯერ ორივე მხარის ტოპ-მენეჯერები ხვდებიან ერთმანეთს. მათი შეხვედრის უსაფრთხოებას დაცვის ქვედანაყოფი უზრუნველყოფს. კონტრაქტის გაფორმების შემდეგ, კლიენტის მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად, გაყიდვების პერსონალს მათთან განუწყვეტელი კავშირი აქვს. წარმატებას მომხმარებელთან ნდობაზე აგებული ხანგრძლივი ურთიერთობა განაპირობებს.

დასკვნა

წარმატებული ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად ბიზნესობიექტის მენეჯმენტი ამუშავებს ღონისძიებების კომპლექსს, რომლის რეალიზაციას კომპანიის ერთიანი მართვის სისტემაში უსაფრთხოების სპეციალური დანაყოფი ახდენს.

ლიტერატურა

1. <https://www.wilsonsdetectives.com/most-dangerous-countries>
2. Shavaev A.G., The system of combating economic intelligence, M., 2000, p. 103.
3. worldbank.org/curated/en/688761571934946384/pdf/Doing-Business-2020-Comparing-Business-Regulation-in-190-Economies.pdf
4. https://grad.dominican.edu/mba/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=%5BDOM%5D%20Search%20-%20MBA%20-%20CA%20v1.0%20GA&gclid=CjwKCAjwrKr8BRB_EiwA7eFapoK1NCvkXktv-MwFbsuc6aV5dpS4GbRXUDeA7dKzJeQuYTeS2xQ7-hoCEwQQA_vD_BwE
5. Otinashvili R., Business Security, Lecture Course, Tbilisi, 2016.- 324 p.
<https://www.alchemer.com/resources/blog/competitor-analysis/>
6. <https://www.boeing.com/defense/cybersecurity-information-management/>

UDC 330.1

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-67-75>

Security in Company Management

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

Reviewers:

T. Davidze, Associate Professor, Faculty of Business Technology, GTU

E-mail: tamardevidze@gtu.ge

N. Gegenava, Professor, Faculty of Engineering Economics, Media-Technologies and Social Sciences, GTU

E-mail: NatoGegenava@gtu.ge

Abstract. To neutralize the danger associated with business management there is a special security service in the management system of successful companies the structure of which depends on the nature and scale of the business.

A medium-sized security service consists of four structural divisions: 1. Security; 2. Operative; 3. Analytical; 4. Technical. In each, depending on the specifics of the activity, up to 1 or 10 employees can be employed. Every business has its general and specific challenges. The main challenge still comes from direct competitors. Rivalry often transcends civilized boundaries and escalates into physical or other confrontation, especially if there is a new "player" in the segment. In the advanced countries of the West, in addition to state security institutions, there are private detective and detective organizations, news agencies, studying scientific and consulting centers, which provide various services on a fee-for-service basis. Coordination of state law enforcement agencies and private security structures is sophisticated. There is created a special body, if necessary and it harmonizes their activities. It would be nice to transfer this practice to Georgian conditions.

Key words: business; company; competition; market; security.

UDC 330.1

SCOPUS CODE 1403

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-67-75>

Безопасность в менеджменте компании

Рамаз Отинашвили Департамент бизнес администрирования, Грузинский технический университет,
Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 7
E-mail: r.otinashvili@gtu.ge

Рецензенты:

Т. Девидзе, ассоциированный профессор факультета бизнес-технологий ГТУ

E-mail: tamar devidze@gtu.ge

Н. Гегенава, ассоциированный профессор факультета инженерной экономики, медиа-технологий и социальных наук ГТУ

E-mail: NatoGegenava@gtu.ge

Аннотация. Управление бизнесом связано с опасностями, для их нейтрализации в системе управления успешных компаний существует специальная служба безопасности, структура которой зависит от характера и масштаба бизнеса. Служба безопасности фирмы среднего размера состоит из четырех структурных подразделений: 1. охраны; 2. оперативной; 3. аналитической; 4. технической. В каждом, в зависимости от специфики деятельности, может задействовано от одного до 10 сотрудников. В каждом бизнесе существует общие и специфические проблемы. Основная проблемы исходят от прямых конкурентов. Соперничество часто выходит за рамки цивилизованных границ и перерастает в физическое или иное противостояние, особенно если в этом сегменте появляется новый «игрок». В передовых странах Запада, помимо органов государственной безопасности, существуют частные детективные организации, информационные агентства и учебно-научные и консультационные центры, оказывающие различные услуги на платной основе. Налажена координация государственных правоохранительных органов и частных структур. При необходимости специальный орган гармонизирует их деятельность. Было бы неплохо перенести эту практику в Грузии.

Ключевые слова: бизнес; безопасность; компания; конкуренция рынок.

განხილვის თარიღი 22.01.2021

შემოსვლის თარიღი 24.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 658.5

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-76-84>

მიწოდების ჯაჭვის ეფექტური მართვა თანამედროვე ტექნოლოგიებით

მანანა მალრაძე

საწარმოო ინოვაციებისა და ოპერაციათა მენეჯმენტის დეპარტამენტი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი,
მ. კოსტავას 75

E-mail: mmanana0109@gmail.com

ლიანა ციმაკურიძე

საწარმოო ინოვაციებისა და ოპერაციათა მენეჯმენტის დეპარტამენტი,
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი,
მ. კოსტავას 75

E-mail: l.tsimakuridze88@gmail.com

რეცენზენტები:

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

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

ნ. ბებიაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: natobebiashvili@yahoo.com

ანოტაცია. მიწოდების ჯაჭვი ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პროცესია ბიზნესის სფეროში, რომელსაც პროდუქცია/მომსახურება გადის შექმნიდან საბოლოო მომხმარებლამდე.

ახალი ტექნოლოგიების გამოყენება მნიშვნელოვანი და აუცილებელია კონკურენტუნარიანობის გაზრდისათვის. აქედან გამომდინარე, ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენება მიწოდების ჯაჭვის მართვის პროცესში მნიშვნელოვანია, რადგან მართვა უფრო ეფექტური და სწრაფია.

ნაშრომი მოიცავს ისეთი მნიშვნელოვანი თანამედროვე ტექნოლოგიების განხილვას, როგორებიცაა: რადიოსიხშირული იდენტიფიკაცია (RFID), დრონი, დიდი მონაცემები (BIG DATA), რობოტული პროცესის ავტომატიზაცია (RPA), ხელოვნური ინტელექტი, ნივთების ინტერნეტი (IOT), ბლოკჩეინი.

საქართველოში თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენების საუკეთესო მაგალითად შეიძლება ჩაითვალოს იუსტიციის სამინისტროსა და მასში შემავალი სსიპ-ების ერთობლივი მიწოდების ჯაჭვის ეფექტური მართვა თანამედროვე ტექნოლოგიებით. სსიპ იუსტიციის სახლი ინოვაციური ტექნოლოგიე-

ბის გამოყენებით მოქალაქეებს აწვდის იუსტიციის სამინისტროს მმართველობის სფეროში მოქმედი სსიპ-ების, სხვადასხვა საჯარო უწყებისა და კერძო სექტორის ოთხასზე მეტ სერვისს.

საკვანძო სიტყვები: ეფექტური მართვა; ინოვაციური ტექნოლოგია; მიწოდების ჯაჭვი.

შესავალი

მიწოდების ჯაჭვის მენეჯმენტის კონცეფცია არის მთელი პროდუქციის/მომსახურების სასიცოცხლო ციკლი, რომელშიც იგულისხმება პროდუქციის/მომსახურების შემუშავების, წარმოების, რეალიზაციის პროცესი და მათი შემდგომი გაყიდვების სერვისი.

მკვლევრებმა დაადგინეს ექვსი ძირითადი მიმართულება, რომელზეც ორიენტირებულია მიწოდების ჯაჭვის მენეჯმენტი, ესენია: წარმოება, მომარაგება, ადგილმდებარეობა, ინვენტარი, ტრანსპორტირება და ინფორმაცია. ეს არის პროცესი, რომელიც არა მხოლოდ განაწილების ეფექტურობას განსაზღვრავს, არამედ იმ პროდუქტის ხარისხსაც, რომელსაც მომხმარებელი ყიდულობს.

მობილობა, მოქნილობა და უსადენო მოწყობილობები მიწოდების ჯაჭვის მართვის მენეჯერებს ხელს უწყობს უფრო კოორდინირებულად და ეფექტურად წარმართონ ჯაჭვში მიმდინარე ყველა პროცესი, მიუხედავად იმისა სად იმყოფებიან ისინი ფიზიკურად.

მიწოდების ჯაჭვის მართვაში დღეს ბევრი კომპანია იყენებს ტექნოლოგიებს იმისათვის, რომ შეი-

ნარჩუნოს გლობალური კონკურენტუნარიანობა და შეძლოს დარჩეს რთული ბიზნესსამყაროს ნაწილად. ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენება უზრუნველყოფს მიწოდების ჯაჭვის მართვის ეფექტიანობას, როგორც ადამიანური რესურსის, ფული-სა და დროის დაზოგვას.

პროგრამული უზრუნველყოფა და ღრუბლოვანი გამოთვლის ტექნოლოგიები მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს მასალებისა და პროდუქტის მონიტორინგს და მათი ადგილმდებარეობის განსაზღვრას. ამ მონაცემების განახლება მუდმივად ავტომატურად ხდება. აღნიშნული ტექნოლოგიები კომპანიებს შესაძლებლობას აძლევს შეცვალოს პროდუქტის წარმოების გრაფიკი და მუშაობის პროცესში განსაზღვროს ინვენტარიზაციასთან დაკავშირებული საკითხები.

უახლესი ტექნოლოგიები ხელს უწყობს ყველა ინდუსტრიაში მოღვაწე კომპანიების მიწოდების ჯაჭვის მართვას – ნაკლები დანახარჯებით ფუნქციონირებას, ამცირებს წარმოების პროცესში დაშვებულ შეცდომებს და აუმჯობესებს მომსახურების ხარისხს.

ძირითადი ნაწილი

ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენება მთავარი უპირატესობაა მიწოდების ჯაჭვის მენეჯერებისთვის, რათა ეფექტურად მართონ მთელი მიწოდების ჯაჭვის პროცესი და მოახდინონ მონიტორინგი. ეს ეფექტური მართვის გზაა კონკურენტული უპირატესობის მოპოვებისა და მომხმარებლის კმაყოფილების გაზრდისათვის.

პროდუქტის/მომსახურების წარმოება რთული პროცესია და ჯაჭვში შემავალი ნებისმიერი შეფერხება იწვევს ხარჯებისა და პროდუქტის/მომსახურების ციკლის დროის გაზრდას. ინფორმაცია მიწოდების ჯაჭვის სწრაფი და ეფექტური მართვის მთავარი ფაქტორია. ტექნოლოგიურ გადაწყვეტილებებს მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება მიწოდების სიჩქარის გაზრდასა და მომხმარებლის ინფორმირებაში. მომხმარებლები ინფორმირებულნი უნდა იყვნენ მთელი პროცესის განმავლობაში, დაწყებული შეკვეთის დადასტურებიდან შეკვეთის შესრულებამდე. მონარაგების ჯაჭვის მართვის პროგრამული უზრუნველყოფა შექმნილია მიწოდებლის ქსელის სხვადასხვა საკვანძო პარტნიორთან ინფორმაციის გაცვლის გასაუმჯობესებლად, ისეთი შედეგების მისაღწევად, როგორცაა დროული შესყიდვა, საჭიროების შემთხვევაში ინვენტარის შემცირება, წარმოების ეფექტურობის გაზრდა და მომხმარებელთა საჭიროების დროულად დაკმაყოფილება.

გავეცნოთ რამდენიმე მთავარ ინოვაციურ ტექნოლოგიას, რომელიც ცვლის და აუმჯობესებს მიწოდების ჯაჭვის მართვის პროცესს და მიღებულია ინდუსტრიის ლიდერების მიერ:

რადიოსიხშირული იდენტიფიკაცია (RFID) – განვითარებული ავტომატური სამეთვალყურეო სისტემა, რომელსაც ინვენტარიზაციის მონიტორინგისა და პროდუქციის გადაადგილების თვალყურის დევნა და ჩაწერა შეუძლია. ეს ფორმა მნიშვნელოვნად ამარტივებს მიწოდების ჯაჭვის მართვას და ამცირებს საოპერაციო ხარჯებს.

გარდა ამისა, რადიოსიხშირული იდენტიფიკაციის ტექნოლოგიის მნიშვნელოვანი შედეგია დრო-

ის დაზოგვა, რადგან ის გამორიცხავს ხელით სკანირების საჭიროებას და ხელს უწყობს მუშაკების მხრიდან შეცდომების შემცირებას. ეს არის პრობლემის გამოსწორების ინოვაციური გზა.

დრონი – სულ უფრო საინტერესო და ცნობილი ტექნოლოგია ხდება, ეს მფრინავი მანქანა მიწოდების ჯაჭვის მენეჯმენტში დიდი ცვლილების შემომტანია.

ორი სამომხმარებლო საქონლის გიგანტმა – ამაზონმა და ვოლმარტმა ერთ-ერთმა პირველებმა აღიარეს დრონის დანიშნულება. ისინი ამ ტექნოლოგიას იყენებენ თავიანთ საწყობში და მომხმარებელთან ურთიერთობისას.

ამაზონს აქვს „პრაიმ ეარის“ მოწყობილობა, რომელიც არის მიწოდების სისტემა დრონის საშუალებით, რომელსაც შეუძლია უსაფრთხოდ მიიტანოს პაკეტი მომხმარებელთან 30 წთ განმავლობაში. ამანათების სწრაფი მიწოდება კი აუმჯობესებს მიწოდების პროცესის უსაფრთხოებას და საერთო ეფექტურობას. „ჩვენ აღფრთოვანებული ვართ Prime Air-ით, ეს არის Amazon-ის მომავალი მიწოდების სისტემა, რომელიც მომხმარებელს 30 წთ-ში მიაწოდებს პაკეტს დრონის გამოყენებით, რომელსაც ასევე თვითმფრინავებს უწოდებენ. Prime Air-ს აქვს დიდი შესაძლებლობა, რომ გააძლიეროს მომსახურება, რომელსაც ვთავაზობთ მილიონობით მომხმარებელს სწრაფი ამანათების მიწოდებით, რაც ასევე გაზრდის სატრანსპორტო სისტემის საერთო უსაფრთხოებას და ეფექტურობას“, – აცხადებს ამაზონის კომპანია თავის ვებგვერდზე.

ვოლმარტი დრონს მიწოდების ჯაჭვის მართვის სხვადასხვა ეტაპზე იყენებს, ასევე საწყობის სრული

ინვენტარიზაციისას. შედეგად ხდება დროისა და სიზუსტის გაუმჯობესება, რადგან ადრე ამ პროცესს ადამიანი ერთი თვე ანდომებდა, მაგრამ ეხლა დროის საშუალებით ერთ დღეში კეთდება.

ფარმაცევტული ინდუსტრია მზად არის გამოიყენოს უპილოტო მიწოდების მომსახურება – ეს იქნება მნიშვნელოვანი პროცესი სოციალური დახმარების მიღებისას, რეცეპტით გასაცემი წამლებისა და სხვა ტიპის მცირე შენაძენებისთვის კონკრეტული საცალო ავთიაქებიდან და მაღაზიებიდან.

დიდი მონაცემები (big data) – რამაც გამოიწვია ციფრული მიწოდების ჯაჭვის გაზრდა. მიწოდების ჯაჭვის მენეჯერებს შეუძლიათ დიდი მონაცემების დახმარებით (big data) განახორციელონ ბიზნესაქმიანობის ეფექტურობის გაზრდა, რისკების შემცირება და მომსახურების გაუმჯობესება. დიდი მონაცემების დახმარებით შეიძლება დადგინდეს მიწოდების ჯაჭვის ძლიერი და სუსტი მხარეები, მენეჯერებს შესაძლებლობა აქვთ ნახონ პრობლემები ჯაჭვის სხვადასხვა ეტაპზე: მიმწოდებლის, წარმოებისა და განაწილების პროცესში და დაუყოვნებლივ დაიწყონ ხარვეზის გამოსწორება, ასევე, მიწოდების ჯაჭვს განვითარების დაჩქარებასთან ერთად, ეხმარება კონკურენტული უპირატესობის მოპოვებაში.

რობოტული პროცესის ავტომატიზაცია (RPA) – მისი მექანიზმი ამცირებს ხარჯს. უზრუნველყოფს მნიშვნელოვანი შეცდომებისა და ხარვეზების აღმოფხვრას, აჩქარებს პროცესს და ერთმანეთს უკავშირებს სხვადასხვა ტექნიკის ფუნქციას. შეუძლია გაანალიზოს მონაცემების დიდი კომპლექტების ნიუანსები, ტენდენციები და მომხმარებელთა შესყიდვების აქტივობა. ეს მენეჯერებს საშუალებას აძ-

ლევს ეფექტურად შეიმუშაონ უფრო ზუსტი პროგნოზები ნაკლები დროით და რესურსებით.

ხელოვნური ინტელექტი – მხარს უჭერს მიწოდების ჯაჭვში ავტომატიზაციის პროცესს. ხელოვნური ინტელექტი მიწოდების ჯაჭვში მოიცავს ტექნოლოგიას, რომელიც ცდილობს მიზანმიმართულად ადამიანის მუშაობას და ცოდნის მიღებას. ავტომატიზაციის დონე შეიძლება იყოს ნახევრად ავტომატიზებული, სრულად ავტომატიზებული ან მიქსი, გარემოებიდან გამომდინარე. ხელოვნური ინტელექტის გადაწყვეტილებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს მიწოდების ჯაჭვის სხვადასხვა პროცესის ავტომატიზაციას, როგორცაა მოთხოვნის პროგნოზი, წარმოების დაგეგმვა ან პროგნოზის შენარჩუნება.

ნივთების ინტერნეტი (IOT) – ინტერნეტთან დაკავშირებული მოწყობილობების სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს მოწყობილობებსა და პროგრამებს შორის არსებული მონაცემებისა და კომუნიკაციის ურთიერთდამოკიდებულებას.

ნივთების ინტერნეტი გამოიყენება მიწოდების ქსელის გადაზიდვის ელემენტში, ლოჯისტიკური ჯგუფები უკვე იყენებენ სენსორებს იმისათვის, რომ განსაზღვრონ აქტივებისა და კონტეინერების ადგილმდებარეობა, სენსორები უკვე იქნა გამოყენებული ტემპერატურის, ბატარეის ხანგრძლივობის და ნებისმიერი შესაძლო შეცდომის დასაზვერად. მსოფლიო ეკონომიკური ფორუმის თანახმად, 2022 წლისთვის, სავარაუდოდ, ინტერნეტი ერთ ტრილიონ სენსორს დაუკავშირდება.

ნივთების ინტერნეტით ხდება ინფორმაციის უკეთესად გაზიარება, ხოლო მეტი ინფორმაციის საშუალებით – უფრო ზუსტი გადაწყვეტილებების

მიღების შესაძლებლობა, საბოლოოდ კი – მიწოდების ჯაჭვის ხელმისაწვდომობა, საიმედოობა და ეფექტური მართვა.

ბლოკჩეინი – მას იყენებს ყველა, ვისაც ინტერნეტთან აქვს წვდომა. ბლოკჩეინის ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა განხორციელდეს პირდაპირი კონტაქტი შუამავლის გარეშე, იგი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნებისმიერი ღირებული ტრანზაქციის მიმართ: ფული, ქონება, საქონელი და ა.შ. ბლოკჩეინის მეშვეობით შესაძლებელია თაღლითობის მნიშვნელოვნად შემცირება, რადგან ყველა ტრანზაქციის შესახებ ჩანაწერი ფიქსირდება შესაბამის ბლოკში, რომელიც საჯაროა და რომლის შეცვლა ან წაშლა შეუძლებელია. ბლოკჩეინი იყენებს უსაფრთხო დეცენტრალიზებულ ტრანზაქციების სისტემას, რომელიც უზრუნველყოფს მათ უსაფრთხოებას. ბლოკჩეინის სისტემა ძალიან მნიშვნელოვანი და მოსახერხებელია, როდესაც არსებობს კიბერშეტევა, კიბერტერორიზმი, რადგან მისი სისტემის ჩამოშლა, დეცენტრალიზაციის გამო, რთულია. ბლოკჩეინი რევოლუციური ტექნოლოგიაა, რომელიც ბევრ რამეს შეცვლის მომავალში. ეს არის ტექნოლოგია, რომელიც ხასიათდება განსაკუთრებული ეფექტურობით, იგი აჩქარებს ტრანზაქციებს და ამცირებს ხარჯებს. ბლოკჩეინის ტექნოლოგიის ათვისებაში ჩართულია ისეთი გიგანტები, როგორებიცაა UBS, Microsoft, IBM, კანადის ბანკი და სხვა.

ასევე გაზრდილია ბლოკჩეინის, როგორც მომსახურების ან მიწოდების ჯაჭვის, განვითარების შესაძლებლობის შეთავაზება, რაც უზრუნველყოფს მომსახურების ავტომატიზებას, მიკვეთვადობას და უსაფრთხოებას. დღეს ბლოკჩეინის ტექნოლოგიის

ძირითადი გამოწვევაა არარეგულირებული და არავტორიზებული ტრანზაქციები. ის ინახავს თითოეული ტრანზაქციის დეტალებს, ასეთი ჩანაწერის წაშლა ან შეცვლა შეუძლებელია. ამ ეტაპისთვის მიმდინარეობს ბლოკჩეინის განვითარების დაფინანსება, მისი მიწოდების ჯაჭვში შემდგომი გამოყენების მიზნით.

განვიხილოთ ერთ-ერთი ქართული ორგანიზაცია, რომელიც წარმატებულად ახერხებს საინფორმაციო ტექნოლოგიების სრულ მომსახურებას, ეფექტური მიწოდების ჯაჭვის მართვის საშუალებით.

„სმართ ლოჯიკი“ არის საქართველოს იუსტიციის სამინისტროს მმართველობის სფეროში მოქმედი საჯარო სამართლის იურიდიული პირი, რომელიც სახელმწიფო უწყებებსა და სტრატეგიულ პარტნიორებთან ერთად მუდმივად უზრუნველყოფს ქვეყნის კონკურენტუნარიანობას დინამიკურად განვითარებადი საინფორმაციო ტექნოლოგიების სფეროში. მათ ენდობიან ისეთი ორგანიზაციები, რომელთაც სახელმწიფოსთვის სასიცოცხლო ფუნქცია აკისრია.

სსიპ „სმართ ლოჯიკის“ ინფრასტრუქტურა არის დაცული, მუდმივად განახლებადი და თანამედროვე სტანდარტების შესაბამისი. მათი მუშაობით, იუსტიციის სამინისტრო, თავისი სსიპ-ების ერთობლიობით და თანამედროვე ტექნოლოგიებით ქმნის მიწოდების ჯაჭვის ეფექტური მართვის სისტემას და ამ ჯაჭვში შემავალი სამსახურების დახმარებით მოქალაქეებს აწვდის იუსტიციის სამინისტროს მმართველობის სფეროში მოქმედი სსიპ-ების, სხვადასხვა საჯარო უწყებისა და კერძო სექტორის ოთხასზე მეტ სერვისს.

ერთ-ერთი პროექტი, რომელიც სსიპ იუსტიციის სახლისათვის შეიქმნა არის Just Drive-ის პროგრამული უზრუნველყოფა. თბილისის იუსტიციის სახლში მომხმარებელს უნიკალური შესაძლებლობა აქვს, თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით, სახელმწიფო სერვისები „ჯასთ დრაივის“ მეშვეობით მიიღოს. მისი საშუალებით მომხმარებელი პასპორტის, დაბადების მოწმობისა და სხვა დოკუმენტების ასაღებად განაცხადის გაკეთებას და სხვა ნებისმიერი მზა დოკუმენტების გატანას შენობაში შეუსვლელად, უფრო მეტიც, ავტომობილიდან გადაუსვლელად, იუსტიციის სახლის მიმდებარე ტერიტორიაზე, „ჯასთ დრაივის“ ფანჯარასთან შეძლებს.

აღნიშნული სერვისით ხდება დროის დაზოგვა როგორც მომხმარებლისთვის, ისე მიწოდების ჯაჭვის მართვის სისტემისთვის. საბოლოოდ მომხმარებელი კმაყოფილია, რომელიც გავლენას ახდენს სამსახურის ავტორიტეტზე.

ასევე, მათი ერთ-ერთი პროექტი „ქლაუდპლატფორმა“ აერთიანებს კომპიუტერულ რესურსებს – საჯარო, კერძო და ჰიბრიდულ ინფრასტრუქტურას. „ქლაუდპლატფორმა“ მართავს ჯაჭვს, მეხსიერების საცავებსა და იმ საოპერაციო კვანძებს, რითაც იქმნება ერთიანი ქლაუდინფრასტრუქტურა. „ქლაუდპლატფორმის“ იერარქიული სტრუქტურის საშუალებით შესაძლებელია მხოლოდ ერთი სამართავი ინტერფეისის გამოყენებით გაიზომოს და დახარისხდეს ასეულობით ფიზიკური სერვერი. პროექტის მიზნებია:

- მომსახურების მისაღებად მომხმარებლები, სპეციალური თვითმომსახურების პორტალის მეშვეობით, შეძლებენ მათთვის სასურველი, ნების-

მიერი ოპერაციის შესრულებას „სმარტ ლოჯისტიკის“ ჩარევის გარეშე;

- მომხმარებლებს აღარ მოუწევთ ხანგრძლივი და რთული პროცედურების გავლა. ისინი მათთვის სასურველ სერვისს შეკვეთიდან რამდენიმე წუთში მიიღებენ;
- მომხმარებლები შეძლებენ ზუსტად იმ მოცულობის გამოთვლითი სიმძლავრეების მიღებას, რამდენიც მოცემულ მომენტში სჭირდებათ და გადაიხდიან იმისას, რასაც გამოიყენებენ.

აქედან გამომდინარე, როდესაც მენეჯერები ეფექტურად ახდენენ მიწოდების ჯაჭვის მართვას, ის აუცილებლად განაპირობებს მომხმარებლის კმაყოფილებას, რომელიც ყველაზე მნიშვნელოვანია სერვისის გამცემი სამსახურისთვის.

დასკვნა

ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოყენების მთელი იდეა პროცესის გამარტივება და ეფექტური მართვაა, რაც ხელს უწყობს როგორც ადამიანური რესურსის, ისე ფულისა და დროის დაზოგვას. თანამედროვე ტექნოლოგია ხელს უწყობს მართვისა და პროცესის ეფექტიანობის ამაღლებას, ვინაიდან დროულად ხდება მნიშვნელოვანი შეცდომებისა და ხარვეზების აღმოჩენა - აღმოფხვრა, ასევე სწრაფად დგინდება და ვრცელდება ინფორმაცია მოსალოდნელი რისკების შესახებ, დაჩქარებულად მიმდინარეობს პროცესები, გაუმჯობესებულია უსაფრთხოება და გამარტივებულია რთული დავალებების შესრულება. აქედან გამომდინარე, მიწოდების ჯაჭვის ეფექტური მართვა ინოვაციური ტექნოლოგიის გარეშე წარმოუდგენელია.

თანამედროვე ტექნოლოგიის განსახორციელებლად საჭიროა ინვესტიცია, ვინაიდან ტექნოლოგია საშუალებას იძლევა მუდმივად განახორციელოს მთლიანი მიწოდების ჯაჭვის მონიტორინგი. კომპიუტერული ქსელის მენეჯმენტმა რევოლუცია მოახდინა თანამედროვე ბიზნესში, რაც ჯაჭვის უკეთეს ხილვადობას და თვალყურის დევნას უზრუნველყოფს. მიწოდების ჯაჭვში ტექნოლოგიის გამო-

ყენება მოიცავს პროდუქტის დაბალ ფასს, კაპიტალის საჭიროების შემცირებას და მომხმარებლის კმაყოფილების გაზრდას.

საბოლოოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ახალი ტექნოლოგიებით სწრაფად ხდება ინფორმაციის და სიახლის გავრცელება, რაც ხელს უწყობს უფრო ზუსტი და დროული გადაწყვეტილების მიღებას და ეფექტურად აისახება მიწოდების ჯაჭვის მართვაზე.

ლიტერატურა

1. G. Shubladze, D. Mghebrishvili, F. Tsotskolauri. Fundamentals of Management. Publishing House "Universal", Tbilisi, 2008. (In Georgian).
2. V. Gurabanidze. "Strategic Human Resource Management and Its Implementation", *Economic Profile*, vol. 12, pp. 37-40, Kutaisi, 2013. (In Georgian).
3. R. Amit and C. Zott. "Business Model Design: An Activity Systems Perspective", *Long Range Planning*, vol. 43, pp. 216-226, 2010. (In English).
4. A. Richard, J. Bessant, and R. Phelps. "Innovation management measurement: A review." *International journal of management reviews* 8.1, pp. 21-47, 2006. (In English).
5. B. Ch., and C. Marcus Wallenburg. "Innovation management of logistics service providers", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2011. (In English).
6. G. Shikhashvili. "Modern management prospects by Peter Drucker.", pp. 541-547, 2017. (In English).
7. S. Ilyenkova, L. M. Gokhberg, and S. Yagudin. "Innovation management." *Uniti*, 2003. (In Russian).
8. A. Fedotov, A. Sokolitsyn, M. Ivanov, K. Shvetsov, E. Yaroshevskaya, M. Eliseeva, & T. Selentieva. *Innovation management*, (2015). (In Russian).
9. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-8-supply-chain-technology-trends-for-2019/>.
10. <http://www.smartlogic.gov.ge/index.php>
11. <https://blh.com.ge>

UDC 658.5

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-76-84>

Effective Management of the Supply Chain With Modern Technologies

Manana Maghradze Department of Industrial Innovations and Operations Management, Georgian Technical University, Georgia, 0175, Tbilisi, 75 M. Kostava str.

E-mail: mmanana0109@gmail.com

Liana Tsimakuridze Department of Industrial Innovations and Operations Management, Georgian Technical University, Georgia, 0175, Tbilisi, 75 M. Kostava str.

E-mail: l.tsimakuridze88@gmail.com

Reviewers:

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

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

N. Bebiashvili, Associate Professor, Faculty of Energy and Telecommunications, GTU

E-mail: natobebiashvili@yahoo.com

Abstract. The use of innovative technology in effective supply chain management and its concept is one of the most important processes in the business sector, which includes the entire process that a product/ service goes through from creation to the last customer.

The use of new technologies is important and necessary to increase competitiveness, therefore, the use of innovative technologies in the supply chain management process is important because management is more efficient and faster.

In addition, the paper covers the discussion of such important modern technologies as Radio Frequency Identification (RFID), Drone, Big Data (BD), Robotic Process Automation (RPA), Artificial Intelligence, Internet of Things (IoT), Blockchain.

The best example of the use of modern technologies in Georgia can be considered the effective management of the joint supply chain of the Ministry of Justice and its LEPL with modern technologies. LEPL House of Justice uses innovative technologies to provide citizens with more than four hundred services of LEPLs operating in the field of governance of the Ministry of Justice, various public agencies and the private sector.

Key words: effective management; innovative technology; supply chain.

UDC 658.5

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-76-84>

Эффективное управление цепочкой поставок с использованием современных технологий

Манана Маградзе Департамент производственных инноваций и менеджмента операций, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75.
E-mail: mmaghradze@gmail.com

Лиана Цимакуридзе Департамент производственных инноваций и менеджмента операций, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75.
E-mail: l.simakuridze88@gmail.com

Рецензенты:

М. Кикнадзе, профессор факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Н. Бебиашвили, ассоциированный профессор факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ

E-mail: natobebiashvili@yahoo.com

Аннотация. Концепция управления цепочкой поставок - это жизненный цикл всего продукта/услуги, который включает в себя процесс разработки продукта/услуги, производства, продажи и их послепродажного обслуживания.

Исследователи определили шесть ключевых областей управления цепочкой поставок: производство, поставка, местонахождение, запасы, транспортировка и информация. Это процесс, который определяет не только эффективность распределения, но и качество продукта, который покупает потребитель.

Мобильность, гибкость и беспроводные устройства позволяют менеджерам по управлению цепочкой поставок управлять всеми процессами в цепочке более скоординированным и эффективным образом, независимо от того, где они физически расположены.

Многие компании сегодня используют технологии управления цепочками поставок, чтобы поддерживать глобальную. Использование инновационных технологий обеспечит эффективность управления цепочкой поставок, а также сэкономит человеческие ресурсы, деньги и время.

Программное обеспечение и технологии облачных вычислений значительно облегчают мониторинг материалов и продуктов и определение их местонахождения, эти данные постоянно обновляются автоматически. Эти технологии также позволяют компаниям изменять графики производства продукции и выявлять проблемы с запасами в процессе.

Новейшие технологии помогают управлять цепочкой поставок компаний, работающих во всех отраслях, с меньшими затратами, сокращать производственные ошибки и повышать качество обслуживания.

Ключевые слова: инновационные технологии; цепочка поставок; эффективное управление.

განხილვის თარიღი 25.01.2021

შემოსვლის თარიღი 15.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 659.4

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-85-94>

მარკეტინგის განვითარების სტრატეგიები სამედიცინო სფეროში

- მანანა მალრაძე** საწარმოო ინოვაციებისა და ოპერაციათა მენეჯმენტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: mmanana0109@gmail.com
- ქეთევან ქუთათელაძე** საწარმოო ინოვაციებისა და ოპერაციათა მენეჯმენტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: kkutateli@gmail.com
- ქეთევან ბურდულაძე** საწარმოო ინოვაციებისა და ოპერაციათა მენეჯმენტის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: ketevan.burduladze@gmail.com

რეცენზენტები:

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

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

ნ. ბებიაშვილი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: natobebiashvili@yahoo.com

ანოტაცია. სახელმწიფო დოკუმენტების შემცირებამ, სადაზღვევო კომპანიების მიერ დანახარჯების კონტროლმა, მედიცინაში ეთიკური სტანდარტების დანერგვამ ჯანდაცვის დაწესებულებათა მხრიდან გაზარდა მოთხოვნა დამატებით ინვესტიციებზე. კერძო სამედიცინო-სამკურნალო დაწესებულებების კონკურენტუნარიანობის ამაღლებისა და მოღვაწეობის მდგრადობისათვის ერთ-ერთი

მნიშვნელოვანი ფაქტორი მარკეტინგული კომპლექსის ფორმირებაა.

სამედიცინო სფეროს დაწესებულებების მომსახურების პოპულარიზაციის მიზნით გამოიყენება მარკეტინგული კომუნიკაციების სისტემის ძირითადი საშუალებები: რეკლამა, საზოგადოებასთან ურთიერთობა და ე.წ. სინთეზური საშუალებები.

სამედიცინო მარკეტინგი არ შეიძლება განვიხილოთ, როგორც მხოლოდ კარგი მომსახურების

შემუშავება და მომხმარებლისათვის მისი გაწევა. სამედიცინო დაწესებულებამ ასევე მჭიდრო კავშირი უნდა დაამყაროს არსებულ და მომავალ კლიენტებთან. მარკეტინგულმა ღონისძიებებმა უნდა უზრუნველყოს ახალი სამედიცინო მომსახურების შექმნა და უკვე არსებულის განვითარება. მნიშვნელოვანია სახელმწიფოს როლი სამედიცინო ბაზრის რეგულირებაში, რათა ხელი შეეწყოს მიმწოდებელთა შორის ჯანსაღ კონკურენციას და სამედიცინო მომსახურების ხარისხის განუხრელ გაუმჯობესებას.

საკვანძო სიტყვები: მარკეტინგული კომუნიკაციები; სამედიცინო მარკეტინგი; სამედიცინო ბაზარი.

შესავალი

დღეისათვის ჯანდაცვის სფეროში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხია სამედიცინო მომსახურების ეფექტურობისა და ხარისხის ამაღლება, რაც შესაძლებელია განხორციელდეს „სამედიცინო მომსახურების მარკეტინგის“ ფართო დანერგვით.

სამედიცინო მომსახურებაში მარკეტინგული კვლევის ძირითადი მიზნებია: ობიექტური ინფორმაციის მიღება და ანალიზი, სამედიცინო დახმარების სტრატეგიის ოპტიმიზაცია, ახალი მომსახურების ბაზრის შექმნა.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჯანდაცვის ისეთი მოდელის ფორმირება, რომელშიც ოპტიმიზებული იქნება ექიმისა და პაციენტის ურთიერთობა და ადეკვატურად ასახავს სამედიცინო ბაზრის დღევანდელ რეალობას. როგორც პრაქტიკა გვი-

ჩვენებს, ზემოაღნიშნული არ არის მარტივი პრობლემა. აუცილებელია სამედიცინო მუშაკებს (სამედიცინო დაწესებულებები) და მომხმარებლებს (პაციენტები, კლიენტები) შორის ჩამოყალიბდეს პროფესიული და ეკონომიკური ურთიერთობის ხარისხობრივად ახალი გაგება.

საზოგადოების განვითარების თანამედროვე პირობებში, რომელიც ხასიათდება ინფორმაციის მზარდი დინებით, მნიშვნელოვნად გართულებულია ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღება.

რეგიონული ჯანდაცვის სისტემის წარმატებული ფუნქციონირება, სამედიცინო დაწესებულებების მართვა საბაზრო ურთიერთობის ფონზე მოითხოვს მართვის ახალი ფორმებისა და მეთოდების აქტიურ გამოყენებას, რომელიც საბაზრო სოციალურ-ეკონომიკური სტრუქტურების არსს შეესაბამება.

ძირითადი ნაწილი

მარკეტინგი (Marketing < market „ბაზარი“) განისაზღვრება, როგორც სოციალური და მმართველობითი პროცესი, რომელიც მოწოდებულია გაცვლის მეშვეობით ადამიანთა საჭიროებისა და მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად.

ჯანდაცვის სფეროში მარკეტინგი ეფუძნება შემდეგ ძირითად პრინციპებს:

- ჯანდაცვის ბაზრის სრული კვლევა, მათ შორის სამედიცინო დაწესებულებების, სპეციალისტების, სამედიცინო მომსახურების, პაციენტების, სასწავლო დაწესებულებების, მასწავლებლების, სტუდენტების და ა.შ.
- ბაზრის სეგმენტაცია – სამედიცინო მომსახურებაში ყველაზე ხელსაყრელი პირობების გა-

მოვლენა (ასაკობრივი ჯგუფები, სქესი, პროფესია, დემოგრაფიული მაჩვენებელი და ა.შ.);

- კლიენტის მოთხოვნილებაზე სწრაფი რეაგირება;
- ინოვაცია – მომსახურებისა და მართვის ახალი ფორმების დანერგვა;
- სტრატეგიული დაგეგმარება – ისეთი ნაბიჯების გადადგმა, რაც უზრუნველყოფს სტრატეგიული მიზნების მიღწევას;
- მარკეტინგის დაგეგმვა – სიმძლავრეების, კადრების, სამედიცინო მომსახურების ფორმების, პერსონალს შორის ფუნქციების განაწილების და ა.შ.

დღეისათვის ჯანდაცვის სფეროში მიმდინარეობს ახალი მარკეტინგული ურთიერთობის დანერგვა, რაც გულისხმობს სამედიცინო პერსონალსა და პაციენტს შორის ურთიერთობის ალგორითმის კონცეფციის შემუშავებას.

კერძო სამედიცინო-სამკურნალო დაწესებულებების კონკურენტუნარიანობის ამაღლებისა და მოდერნიზაციის მდგრადობისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია მარკეტინგული კომპლექსის ფორმირება. სამედიცინო-სამკურნალო დაწესებულებების კონკურენტუნარიანი (მარკეტინგული) შესაძლებლობის მართვის გამოცდილების ანალიზი მეტად მნიშვნელოვანია საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის სისტემისათვის. იმ სამედიცინო დაწესებულებების უმეტესობაში, რომლებიც მოსახლეობას ფასიან მომსახურებას უწევს, არ არის გამოყოფილი ცალკე განყოფილება მარკეტინგული მომსახურებისათვის. მიუხედავად ამისა, ეს ორგანიზაციები მუდმივად ახორციელებს შემდეგ მარ-

კეტინგულ ფუნქციებს: ბაზრის შესწავლა, მომხმარებელთა კვლევა, ფასების პოლიტიკის განსაზღვრა და ფორმირება, კონკურენტების კვლევა, რეკლამირების განვითარება და ა.შ.

იმისათვის, რომ გამოვიკვლიოთ სამედიცინო-სამკურნალო დაწესებულების პოზიცია ბაზარზე, აუცილებელია საწარმოს ძლიერი და სუსტი მხარეების ანალიზი კონკურენტებთან მიმართებაში (SWOT ანალიზი). ორგანიზაციის ხელმძღვანელობას არა აქვს გათვითცნობიერებული სხვადასხვა სეგმენტის პოტენციური და მომგებიანობა. ამასთან, მენეჯმენტი ნელა რეაგირებს ბაზრის სიტუაციის მოულოდნელ ცვლილებაზე, რადგან ხშირად გამოიყენება მოძველებული საბაზრო ინფორმაცია.

მარკეტინგული კვლევის ჩატარებისას შესაძლებელია გამოყენებული იყოს: სატელეფონო ინტერვიუები პაციენტებთან, გამოკითხვა ელექტროფოსტით, კითხვარებით შეფასება, პაციენტებთან გასაუბრება და ა.შ.

გამოკვეთილ სამეცნიერო ინტერესს იწვევს სამედიცინო დაწესებულებების მარკეტინგული კომუნიკაციების სპეციფიკა, რომელიც დაკავშირებულია მიწოდებული პროდუქციის მახასიათებლებთან. სერვისების პოპულარიზაციის მიზნით აქტიურად გამოიყენება მარკეტინგული კომუნიკაციების სხვადასხვა ტიპი, ფორმები და არხები. სამედიცინო მომსახურების სფეროში შემოთავაზებული პროდუქციის პოპულარიზაციას თავისი გამოხატული სპეციფიკა აქვს. ინფორმაციის მიწოდება პოტენციურ მომხმარებლებზე ხშირად გართულებულია შემოთავაზებული მომსახურების პარამეტრებით.

გამოცდილება აჩვენებს, რომ სამედიცინო სფეროს დაწესებულებების მომსახურების პოპულარიზაციის მიზნით გამოიყენება მარკეტინგული კომუნიკაციების სისტემის ძირითადი საშუალებები:

- რეკლამა;
- საზოგადოებასთან ურთიერთობა;
- ე.წ. სინთეზური საშუალებები, რომლებიც ჩამოყალიბდა ძირითადი საშუალებების სინთეზის შედეგად – სპონსორობა, პროდუქტის განთავსება, საგამოფენო საქმიანობა და სხვა).

ფასიანი სამედიცინო დაწესებულებების საქმიანობის რეკლამა, მათი მიზნობრივი დანიშნულებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

- გამოსახულებითი;
- ინფორმაციული;
- ინფორმაციულ-გამოსახულებითი.

ყველაზე გავრცელებულია გამოსახულებითი სოციალური რეკლამა, რომელიც წინა პლანზე წამოწევს პროდუქციის დადებით სოციალურ იმიჯს.

ინფორმაციული რეკლამირება კი, პირიქით, მიზნად ისახავს სოციალური პროდუქტის შესახებ ცნობიერების ზრდას სიტყვიერი ან ტექსტური სარეკლამო შეტყობინებების გადაცემით, ამასთან გამორიცხულია ინფორმაციის წარდგენის გამოსახულებითი ფორმა.

ინფორმაციულ-გამოსახულებითი რეკლამა ზემოთ ჩამოთვლილი რეკლამების მიქსია, რომელიც ზემოთ მოცემული ორივე რეკლამის თვისებებს აერთიანებს. პრინციპები, რომელთა საფუძველზე გამოირჩევა ამ ტიპის სარეკლამო რგოლები,

გამოსადეგია ყველა სხვა მასიური კომუნიკაციის საშუალებებისათვის.

თავისი დანიშნულებით, კერძო სამედიცინო დაწესებულებების რეკლამა არის მხოლოდ ცალმხრივად მიმართული საშუალება, რაც არ გულისხმობს აუდიტორიასთან უკუკავშირს. ამასთან, სარეკლამო კომუნიკაციის ყველაზე მნიშვნელოვან მომხმარებელთა შორის უნდა აღინიშნოს გარე ადრესატები: სამიზნე ბაზარი და საკონტაქტო აუდიტორია.

როგორც მარკეტინგული კომუნიკაციების სისტემის მთავარი ინსტრუმენტი, კერძო მედიცინის რეკლამა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დამოუკიდებლად, მისი ფუნქციების დაკარგვისა და სხვა ინსტრუმენტებთან ურთიერთობის გარეშე. ამის მიუხედავად, რეკლამა მჭიდრო კავშირშია სხვა საკომუნიკაციო საშუალებებთან. განსაკუთრებით რთულად შესამჩნევია საზღვარი რეკლამასა და საზოგადოებასთან ურთიერთობას შორის.

საზოგადოებასთან ურთიერთობა არის დაგეგმილი გრძელვადიანი ძალისხმევა, რომელიც მიზნად ისახავს ორგანიზაციასა და საზოგადოებას შორის მეგობრული ურთიერთობისა და ურთიერთგაგების შექმნა-შენარჩუნებას.

საზოგადოებასთან ურთიერთობა მხოლოდ ცალმხრივი მიმართულებით – გარე მარკეტინგულ გარემოსთან არ შემოიფარგლება. მისი ზემოაღნიშნული მიზნიდან გამომდინარე, საზოგადოებასთან ურთიერთობა ორმხრივად დამყარებული კომუნიკაციაა, რომლის მიზანია საერთო იდეების ან საერთო ინტერესების იდენტიფიცირება და ურთიერთგაგების მიღწევა, რომელიც ცოდნასა და სრულ ინფორმირებულობას ეფუძნება. სამედიცინო სფერო

როს დაწესებულებების საზოგადოებასთან ურთიერთობა გამოიხატება ბრიფინგების, თემატური და სადღესასწაულო ღონისძიებების ორგანიზების, სტატიების გამოქვეყნების ან სოციალურ საკითხებზე სპეციალიზებული პუბლიკაციების შექმნით და ა.შ.

მიუკერძოებლობა - მომსახურებაზე ან საქმიანობაზე სამედიცინო მოთხოვნის უპიროვნო სტიმულირება კომერციულად მნიშვნელოვანი სიახლეების გამოქვეყნებით პუბლიკაციებში ან რადიოტელევიზიაში საქველმოქმედო პრეზენტაციების ჩვენებით, რომლებიც არ არის ანაზღაურებული კონკრეტული სპონსორის მიერ. მიუკერძოებლობა ასოცირდება საჯაროობასთან, რომელიც გულისხმობს სოციალური საწარმოების თანაბარ პარტნიორობას მედიასთან.

მედია დაინტერესებულია აქტუალური სოციალური საკითხების გაშუქებით. ეს ერთ-ერთი პირობაა გაზეთისა და ჟურნალის ტირაჟის რეალიზებისა და სატელევიზიო და რადიოპროგრამების რეიტინგის ასამაღლებლად. პრაქტიკაში მიუკერძოებლობის მიზნის მისაღწევად არის ისეთი საშუალებები, როგორცაა პრესრელიზები, პრესკონფერენციები, ბრიფინგები და მიღებები, სატელევიზიო და ვიდეოკონფერენციები, ონლაინფორუმები.

მარკეტინგული კომუნიკაციების სისტემის სინთეზური საშუალებები გულისხმობს მასობრივი კომუნიკაციების ძირითადი საშუალებების სრულ ან ნაწილობრივი შერწყმას (სინთეზს) გარკვეული კომბინაციით. სოციალური სფეროს სპეციფიკა ზღუდავს მასობრივი კომუნიკაციის ძირითადი საშუალებების არჩევის სპექტრს და შემოაქვს მხოლოდ რეკლამასა და პიარში. მიუხედავად ამისა,

თითოეულ კონკრეტულ შემთხვევაში, მიზნებიდან გამომდინარე, სარეკლამო და პიარსაშუალებები გამოიყენება სხვადასხვა პროპორციით. ეს საშუალებას გვაძლევს ვისაუბროთ როგორც თავად სინთეზური საშუალებების, ისე მათი გამოყენების მეთოდების მრავალფეროვნებაზე.

სოციალური სფეროს მარკეტინგული საკომუნიკაციო სისტემის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული საშუალებაა სპონსორობა.

სპონსორობა არის საკომუნიკაციო პოლიტიკის ინსტრუმენტი, რომელიც სასარგებლო სახელშეკრულებო ურთიერთობის სისტემაა. მისი ბუნება რეგულირებადია და შექმნილია იმისთვის, რომ პოზიტიური რეაგირება მოახდინოს მომხმარებელსა და სხვა პირებზე. სპონსორობის ფენომენის ანალიზისათვის საჭიროა იგი განვიხილოთ ორი პოზიციიდან, კერძოდ:

- როდესაც თავად საწარმო აფინანსებს გარკვეულ სოციალურად მნიშვნელოვან მოვლენას, ამასთან თავად არის მკაფიოდ გამოხატული აქტიური სპონსორი. ამ შემთხვევაში სპონსორობა შესაძლებელია განვიხილოთ, როგორც რეკლამისა და საზოგადოებასთან ურთიერთობის კომბინაცია.
- პასიური სპონსორობა – პრაქტიკაში ყველაზე გავრცელებული, როდესაც კომპანია გაמודის, როგორც მიმღები მხარე.

გამოფენის ორგანიზების ფენომენი გამომდინარეობს მოთხოვნილებისა და დაკმაყოფილების აუცილებლობიდან.

გამოფენა არის მოკლევადიანი და პერიოდული ღონისძიება, რომელიც, როგორც წესი, ერთსა და

იმავე ადგილზე ტარდება. გამოფენის ფარგლებში მნიშვნელოვანი რაოდენობის საწარმო ნიმუშების (ექსპონანტების) საშუალებით იძლევა მოცულობით ინფორმაციას ერთ ან რამდენიმე სფეროში შემოთავაზებულ საქონელზე/მომსახურებაზე და ისწრაფვის ინფორმაცია მიაწოდოს მომხმარებლებს ფირმის და პროდუქციის შესახებ, რაც საბოლოოდ გაყიდვებს უწყობს ხელს.

გამოფენას, რომელიც მარკეტინგის კომპლექსის სტრუქტურის ნაწილია, განსხვავებით მონათესავე საქმიანობისაგან (რეკლამა, საზოგადოებასთან ურთიერთობა), აქვს პირდაპირი კომუნიკაციისა და ცოცხალი კონტაქტის უპირატესობა საქონლითა და მომსახურებით დაინტერესებულ სუბიექტებთან. ამგვარად, გამოფენაზე ორმხრივი კომუნიკაცია ხორციელდება პოტენციურ მყიდველებთან.

გამოფენა ხელს უწყობს კონკრეტული სოციალური პროდუქტის მიმართ საზოგადოების ინტერესის გაღრმავებას, საწარმოს სანდოობის ამაღლებას, მისი ადაპტაციის გაუმჯობესებას საზაზრო პირობებთან. როგორც საკომუნიკაციო საშუალება, გამოფენაზე უფრო მეტი ყურადღება ეთმობა გარემოს. გამოფენის ეფექტური ორგანიზება უზრუნველყოფილია მარკეტინგული საკომუნიკაციო სისტემის ისეთი ინსტრუმენტების გამოყენებით, როგორცაა რეკლამა და საზოგადოებასთან ურთიერთობა.

ეს ინსტრუმენტები კლასიკური საშუალებებია, რითაც სამედიცინო კომპანიას შეუძლია ფუნქციონირება გამოფენის ორგანიზებისას, იმ მიზნით, რომ პასიური მონაწილეობა გარდასახოს აქტიურში.

პროდუქტის განთავსება სამედიცინო სერვისების პოპულარიზაციის ყველაზე ნაკლებად განვი-

თარებულ ფორმად ითვლება. ის ხორციელდება მედიაპროგრამაში (კინო, ვიდეო და სატელევიზიო პროგრამები), სარეკლამო ფუნქციების ეფექტური ინტეგრაციის ხარჯზე პროდუქტთან და/ან მომსახურებასთან. მისი მიზანია როგორც პროდუქტის ცნობადობის გაუმჯობესება, ისე ბაზარზე წარმატების მიღწევა.

სოციალური პროდუქტის (სოციალური იდეის) შექმნისას შეგვიძლია ვისაუბროთ მისი გამოსახულების გამოყენების ან ინოვაციური განთავსების (ფარული რეკლამის) დასაშვებობაზე. ეს დამოკიდებულია იმ იდეაზე, გვსურს უკვე მიღწეული პოზიციების გაძლიერება თუ საზოგადოებაში სოციალური იდეის ან პრაქტიკის დანერგვა.

მიუხედავად იმისა, რომ პროდუქტის განთავსებაზე ფარული რეკლამირების გავლენის ეფექტის შეფასება ჯერ კიდევ რთულია, ჩვენი აზრით, საქონლისა და მომსახურების პოპულარიზაციის ეს ფორმა ჯერ კიდევ განვითარების სტადიაშია და, ცხადია, უახლოეს მომავალში განვითარდება, რადგან რეკლამის ეს ფორმა საშუალებას იძლევა გაფართოვდეს საკომუნიკაციო პოლიტიკის საზღვრები.

მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემას შესაძლებელია მივაკუთვნოთ ე.წ. კოლატერიალური (გვერდითი, მეორეხარისხოვანი) საშუალებები (collateral materials). ამ ინსტრუმენტს აქვს განცალკევებული პოზიცია მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემაში. ერთი მხრივ, ის შეიძლება მიეკუთვნოს ცალკეულ მარკეტინგულ ინსტრუმენტებს, მეორე მხრივ, არ შეუძლია მონაწილეობდეს კომუნიკაციის პროცესში დამოუკიდებლად, მარკეტინგული კომუნიკაციის სხვა სისტემასთან დაქვემდებარების გარეშე.

ფაქტობრივად, კოლატერიალური საშუალებები არის "ინსტრუმენტი ინსტრუმენტში" და ხელს უწყობს მასთან დაკავშირებული მარკეტინგული კომუნიკაციის საშუალებების მიზნების მიღწევას და ამოცანების გადაჭრას. კოლატერიალური საშუალებები არის მარკეტინგული კომუნიკაციის საშუალებების მოქმედების ეფექტის გაძლიერება.

კოლატერიალური საშუალებების ძირითად საკომუნიკაციო მიზნებად შეიძლება ჩაითვალოს: მომხმარებლისთვის დამატებითი ინფორმაციის მიწოდების უზრუნველყოფა; ყურადღების მიქცევა სოციალური პროდუქტის რეალიზაციის ადგილზე (შენობა, რომელშიც მდებარეობს სოციალური სფეროს ორგანიზაცია; გამოფენა და ა.შ.). კოლატერიალური საშუალებების კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი მახასიათებელია განაწილების ფართო სპექტრი, რომელიც სცილდება დაწინაურების საზღვრებს და მოიცავს მარკეტინგული მიქსის სხვა ელემენტებს, ჩვენს შემთხვევაში ადგილს.

კოლატერიალური საშუალებების გარდა, სამედიცინო მომსახურების პოპულარიზაციის მიზნით პრაქტიკაში გამოიყენება ე.წ POS მასალები. POS საშუალებების ძირითადი მიზანია გაზარდოს კონკრეტული პროდუქტის (საქონლის ჯგუფი) გაყიდვები, მომხმარებელი აიძულოს შეიძინოს საქონელი "აქ და ახლა". სოციალური პროდუქტის სპეციფიკა საშუალებას არ გვაძლევს მოვახდინოთ POS მასალებით მომხმარებელზე გავლენა, მისგან დაუყოვნებელი რეაქციის მიღების მიზნით.

მიუხედავად ამისა, ეს არ გამორიცხავს POS მასალების გამოყენების მიზანშეწონილობას სოციალური სფეროს საწარმოების მიერ. მარკეტინგული

კომუნიკაციების დამყარება კოლატერიალური საშუალებების დახმარებით შეიძლება მიმართული იყოს როგორც გარე, ისე შიგა გარემოზე.

ამრიგად, სოციალური სფეროს მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემის ინსტრუმენტები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად – აქტიური და პასიური. ეს დამოკიდებულია იმაზე, კომუნიკაციის სისტემის ესა თუ ის ინსტრუმენტი ემსახურება კომუნიკაციის გამგზავნს (სოციალური საწარმოს – კომუნიკატორი) თუ მიმღებს (სოციალური საწარმო – კომუნიკანტი). ცალმხრივი ან ორმხრივი მიმართულების კომუნიკაციის ნიშანი განისაზღვრება კომუნიკატორის უნარით, კონკრეტული ინსტრუმენტის საშუალებით განახორციელოს თავის აუდიტორიასთან უკუკავშირი (მიიღოს კომუნიკანტის პასუხი შეტყობინებაზე).

კომუნიკაციის პრობლემის დამოუკიდებლად გადაჭრის შესაძლებლობა აქვს მხოლოდ მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემის ძირითად საშუალებას. მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემის დანარჩენი საშუალებები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კომბინაციაში (როგორც დამოუკიდებლად, ისე ძირითადი საშუალებების დაქვემდებარებაში) ან დაქვემდებარებაში, მხოლოდ როგორც მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემას დამატებული სხვა საშუალებები. ზემოთ ჩამოთვლილი ნიშნებით შეიძლება მოვახდინოთ მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემის საშუალებების (ინსტრუმენტები) კლასიფიკაცია.

კლასიფიკაციის წყალობით კარგად ჩანს ზოგიერთი ინსტრუმენტის ცვალებადობის შესაძლებლობა. მაგალითად, რეკლამა, მიზნობრივი დანიშნულებიდან გამომდინარე, შეიძლება იყოს გამო-

სახელებითი (იმიჯური), ინფორმაციული ან ინფორმაციულ-გამოსახულებითი; სპონსორობა შეიძლება იყოს აქტიური და პასიური. ზოგადი დასკვნა იმ ტენდენციების ანალიზისა, რომელიც წარმოიშვა სამედიცინო სფეროს ფასიანი მომსახურების სერვისში, ძნელია დახასიათდეს, როგორც პოზიტიური. გეგმური ეკონომიკის განადგურების შემდეგ არ შექმნილა ძირითადი სამედიცინო საჭიროების დაკმაყოფილების ეკვივალენტური მექანიზმი. მიუხედავად იმისა, რომ ერის ჯანმრთელობა დიდწილად აღარ არის სახელმწიფო პრიორიტეტი, შესაბამისი სამედიცინო სერვისების ანაზღაურებადმა მომსახურებამ ვერ შეიძინა მასიური ხასიათი, რაც მოსახლეობის თანდათანობითი დეგრადაციის საფუძველია.

დასკვნა

სამედიცინო მომსახურების ეფექტურობისა და ხარისხის ამაღლება შესაძლებელია განხორციელდეს

„სამედიცინო მომსახურების მარკეტინგის“ ფართო დანერგვით. კერძო სამედიცინო-სამკურნალო დაწესებულებების კონკურენტუნარიანობის ამაღლებისა და მოღვაწეობის მდგრადობისათვის აუცილებელია მარკეტინგული კომპლექსის ფორმირება. სამედიცინო სფეროს დაწესებულებების პოპულარიზაციის მიზნით გამოიყენება მარკეტინგული კომუნიკაციების საშუალებები: რეკლამა, საზოგადოებასთან ურთიერთობა და ე.წ. სინთეზური საშუალებები. სოციალური სფეროს მარკეტინგული კომუნიკაციის სისტემის ინსტრუმენტები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად – აქტიური და პასიური, იმის მიხედვით, ესა თუ ის ინსტრუმენტი ემსახურება კომუნიკაციის გამგზავნს თუ მიმღებს. სოციალური კვლევებით მიღებული შედეგები ადასტურებს მარკეტინგის განსაკუთრებულ როლს სამედიცინო ორგანიზაციებისა და პერსონალის საქმიანობის ეფექტიანობის მიღწევაში.

ლიტერატურა

1. Law of Georgia on Health Care. 2019; (In English).
2. Law of Georgia on the State Budget of Georgia for 2020; (In English).
3. Order of the Minister of Georgia. On the Functioning of the Internal System for Improving the Quality of Medical Services in the Inpatient Medical Facility and Ensuring Patient Safety. 2012; (In Georgian).
4. Law of Georgia on Medicines and Pharmaceutical Activities. 2018; (In English).
5. Law of Georgia on Advertising, 2018; (In English).
6. Gandolf S. 15 Healthcare Marketing Strategies That Bring More Patients. hs healthcare success. Retrieved from: <https://healthcaresuccess.com/blog/healthcare-marketing/healthcare-marketing-strategy.html>. (In English).

UDC 659.4

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-85-94>

Marketing Development Strategies in the Medical Field

Manana	Department of Industrial Innovations and Operations Management, Georgian
Maghradze	Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str. E-mail: mmanana0109@gmail.com
Ketevan	Department of Industrial Innovations and Operations Management, Georgian
Kutateladze	Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str. E-mail: kkutateli@gmail.com
Ketevan	Department of Industrial Innovations and Operations Management, Georgian
Burduladze	Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str. E-mail: ketevan.burduladze@gmail.com

Reviewers:

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

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

N. Bebiashvili, Associate Professor, Faculty of Energy and Telecommunications, GTU

E-mail: natobebiashvili@yahoo.com

Abstract. The reduction of state subsidies, the control of expenditures by insurance companies, the introduction of ethical standards in medicine by health care institutions have increased the demand for additional investment. One of the important factors for increasing the competitiveness of private medical institutions and the sustainability of its activities is the formation of a marketing complex.

In order to popularize the services of medical institutions, the main tools of the marketing communication system are used: advertising, public relations and so-called Synthetic means.

Medical marketing cannot be considered as just developing good services and delivering it to customers. Medical facilities should also establish close links with existing and future clients. Marketing activities should ensure the creation of new medical services and the development of existing medical services. It is important to increase the role of the state in regulating the medical market in order to promote healthy competition among suppliers and the unwavering improvement of the quality of medical services.

Key words: marketing communications; medical marketing; medical market.

UDC 659.4

SCOPUS CODE 1405

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-85-94>

Стратегии развития маркетинга в сфере медицины

Манана Маградзе	Департамент производственных инноваций и менеджмента операций, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75. E-mail: mmaghradze@gmail.com
Кетеван Кутателадзе	Департамент производственных инноваций и менеджмента операций, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75. E-mail: kkutateli@gmail.com
Кетеван Бурдуладзе	Департамент производственных инноваций и менеджмента операций, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75. E-mail: ketevan.burduladze@gmail.com

Рецензенты:

М. Кикнадзе, профессор факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Н. Бебиашвили, ассоциированный профессор факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ

E-mail: natobebiashvili@yahoo.com

Аннотация. Сокращение государственных субсидий, контроль над расходами страховых компаний, внедрение этических стандартов в медицине учреждениями здравоохранения увеличили потребность в дополнительных инвестициях. Одним из важных факторов повышения конкурентоспособности частного медицинского учреждения и устойчивости его деятельности является формирование маркетингового комплекса.

В целях популяризации услуг медицинских учреждений используются основные инструменты системы маркетинговых коммуникаций: реклама, связи с общественностью и так называемые синтетические средства.

Медицинский маркетинг нельзя рассматривать как просто разработку хороших услуг и их доставку клиентам. Медицинские учреждения также должны установить тесные связи с существующими и будущими клиентами. Маркетинговая деятельность должна обеспечивать создание новых медицинских услуг и развитие существующих медицинских услуг. Важно усилить роль государства в регулировании медицинского рынка, чтобы способствовать здоровой конкуренции между поставщиками и неуклонному повышению качества медицинских услуг.

Ключевые слова: маркетинговые коммуникации; медицинский маркетинг; медицинский рынок.

განხილვის თარიღი 29.01.2021

შემოსვლის თარიღი 15.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 543.3; 553.6

SCOPUS CODE 1502

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-95-105>

აზამბურის მირაბილიტის საბადოსა და ტბის წყლის გამოკვლევა უწყლო ნატრიუმის სულფატის მიღების მიზნით

თამარ ნასუაშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: tamara2903@gmail.com

მარლენ მჭედლიშვილი ქიმიური და ბიოლოგიური ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 69
E-mail: m.mchedlishvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

თ. ფალავანდიშვილი, სტუ-ის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტის პროფესორი, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge

ჟ. გურჯია, შპს „გამა“, სამეცნიერო-კვლევითი ფირმა „გამა-ს“ საგამოცდო ლაბორატორიის ხელმძღვანელი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: zh.gurjia@gamma.ge

ანოტაცია. ქიმიურ ინდუსტრიაში ნატრიუმის სულფატი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პროდუქტია და მასზე სამრეწველო მოთხოვნილება თანდათანობით იზრდება, თუმცა წარმოების ზრდის ტემპები მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მოთხოვნილებას.

მსოფლიოს იმ ქვეყნებში, სადაც ნატრიუმის სულფატი გავრცელებულია ბუნებრივი რესურსების სახით, მისი სამრეწველო წარმოება სწორედ ბუნებრივი რესურსების გამოყენებით მიმდინარეობს, ხოლო ზოგიერთი ქვეყანა ნედლეულად სხვა ქიმიური წარმოების ნარჩენ სულფატის შემცველ ხსნარებს იყენებს.

საკვანძო სიტყვები: ბუნებრივი რესურსი; დანალექი; მარილ-პეჭო; მირაბილიტი; ნატრიუმის სულფატი; ტენარდიტი.

შესავალი

საქართველო მდიდარია ბუნებრივი რესურსებით, რომელშიც გაერთიანებულია მადნეული და არამადნეული სასარგებლო წიაღისეული. არამადნეული წიაღისეულიდან აღსანიშნავია საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე არსებული აზამბურის ჯგუფის მლაშე ტბები, რომლებიც მირაბილი-

ტის საბადოზე განთავსებული. ესენია: სახარე ტბა, გარეჯელა და ქაჩალტბა. მირაბილიტის მარაგის თვალსაზრისით, მნიშვნელოვანია მხოლოდ პირველი ორი. აზამბურის საბადოს მირაბილიტის მთლიანი მარაგი პირველადი გეოლოგიური მონაცემებით 1 მილიონ ტონას აღემატება [1].

ნატრიუმის სულფატის შემცველი ბუნებრივი მარილ-პეჯო მრავალკომპონენტური სისტემაა და მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები სისტემატურად იცვლება გარემო პირობების გავლენით (ტემპერატურა, ტენიანობა, ატმოსფერული ნალექები და ა.შ.). აღნიშნული სისტემის ფიზიკურ-ქიმიური წონასწორობის შესწავლა ჯერ კიდევ 1877 წელს ვანტ-ჰოფმა დაიწყო [2,3] და გაგრძელდა მრავალი მკვლევრის ნაშრომში, თუმცა ბუნებრივი მარილ-პეჯო და მათი მოდელები ჯერ კიდევ კვლევის საგანია. ბუნებრივი მარილ-პეჯო ხასიათდება შედგენილობის მრავალფეროვნებით და ყოველი კონკრეტული საბადო, გადამუშავების თვალსაზრისით, წინასწარ გამოკვლევას საჭიროებს. ამ მხრივ არც აზამბურის ჯგუფის ტბებია გამორჩეული, მით უმეტეს, რომ მირაბილიტის საბადოს თავზე განთავსებული მარილ-პეჯოს სიღრმე მეტად მცირეა (0,5–1,0 მ) და, შესაბამისად, ნალექიანობის და ტემპერატურის სეზონური ცვლილება არსებით გავლენას ახდენს მის შედგენილობაზე.

ძირითადი ნაწილი

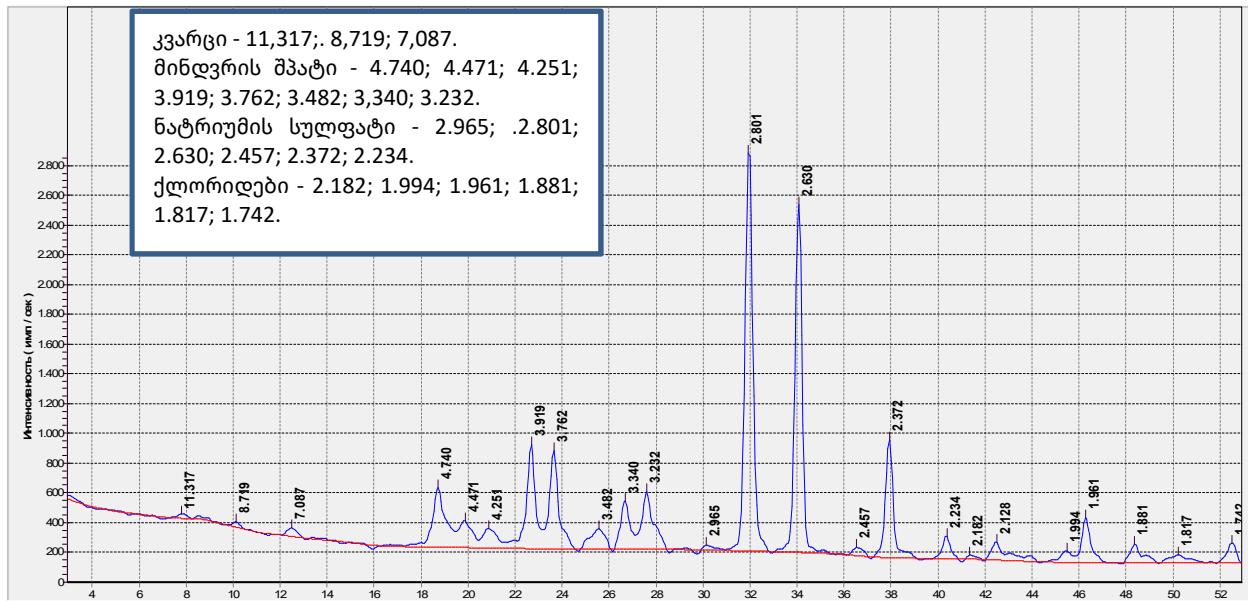
აზამბურის ჯგუფის მირაბილიტის საბადოდან და მის ზედაპირზე, მარილ-პეჯოს სახით არსებული მლაშე ტბიდან, უწყლო ნატრიუმის სულფატის მილების საკითხი დღემდე არ არის გადაწყვეტილი.

ცნობილია, რომ საბადოზე ტბის სარკული ზედაპირის ფართობი სეზონურად იცვლება. იგი მკვეთრად მცირდება შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში და საბადო იფარება მარილის კრისტალების ფენით.

რეგიონის კლიმატური პირობების სეზონური ცვლილების მიხედვით, მირაბილიტის საბადოზე არსებული მარილ-პეჯოს და მისგან სეზონურად გამოკრისტალბული მირაბილიტის შედგენილობის დადგენის მიზნით, 2019–2020 წლების ნოემბერ-ივნისის თვეებში, ერთთვიანი ინტერვალით, გამოვიკვლიეთ გამოკრისტალბული მირაბილიტისა და მარილ-პეჯოს სრული ქიმიური შედგენილობა. კვლევა ჩატარდა სამეცნიერო-კვლევითი ფირმა „გამას“ საგამოცდო ლაბორატორიაში.

ნოემბერში ტბის სარკული ზედაპირის ფართობის მნიშვნელოვანი ნაწილი დაფარულია გამოკრისტალბული მარილით (სურ. 1). წყალი ზედაპირზე ფიქსირდება მხოლოდ ტბის შუაგულში, სარკული ზედაპირის დაახლოებით 20–25 %-ზე. ნოემბერში ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 14 °C-ია [4], რაც ხელსაყრელ პირობად ითვლება ამ ტემპერატურაზე მარილ-პეჯოდან მირაბილიტის გამოსაკრისტალბულად. ტბის შუაგულში კრისტალბით დაუფარავი ნაწილი მიუთითებს, რომ ამ ტემპერატურაზე ტბაში დარჩენილი მარილხსნარი არ არის ნატრიუმის სულფატით გადაჯერებული და მისგან მირაბილიტის გადაკრისტალბების პროცესი შეჩერებულია.

ამავე თვეში ტბიდან აღებულ კრისტალბებში საკვლევი მარილის – ნატრიუმის სულფატის დადგენის მიზნით ჩატარდა კრისტალბების რენტგენოლოგიური კვლევა (სურ. 1).



სურ. 1. 2019 წლის ნოემბერში სახარე ტბის ზედაპირიდან აღებული კრისტალების რენდგენოგრამა

რენტგენოლოგიური კვლევის თანახმად, საკვლევი კრისტალები შეიცავს: ნატრიუმის სულფატს, კვარცს, მინდვრის შპატს და უმნიშვნელო რაოდენობით ქლორიდებს [5]. ამასთან, ნატრიუმის სულფატის წილი დაახლოებით 70 %-ია. ბუნებრივ კრისტალში კვარცი და მინდვრის შპატი განპირობებულია ბუნებრივი მინარევების არსებობით.

სხვა სურათი გვაქვს დეკემბერსა და იანვარში. დეკემბერში ტბის ზედაპირზე წყლით დაფარული ფართობები კიდევ უფრო შემცირებულია ნოემბერთან შედარებით და ტბის სიღრმეში წარმოდგენილია ცალკეული გუბურების სახით. იანვარში ეს გუბურებიც ქრება, თუმცა ტბის ნაპირებზე დანალექები კვლავ გაწყლოვანებულია.

თებერვალში ტბის ზედაპირზე მარილ-პეკო პრაქტიკულად აღარ არის. გარდა ამისა, გამოკრისტალბული მირაბილიტის ფენა თებერვალში სავარაუდოდ გადასულია ტენარდიტში. ამ პერიოდში ტბის ზედა-

პირზე წარმოდგენილია თეთრი ფერის ფხვნილის და თიხოვანი ნალექების მშრალი ნარევი, ხოლო დანალექის გაწყლოვანებული ფენა გვხვდება ტბის მშრალი ზედაპირიდან დაახლოებით 10 სმ სიღრმეში.

ქვეყანაში შექმნილი ეპიდემიური მდგომარეობიდან გამომდინარე, დაწესებული შეზღუდვების გამო, მარტსა და აპრილში ტბაზე ექსპედიციის ჩატარება ფიზიკურად ვერ განხორციელდა და, კვლევის ფარგლებში, ტბაში წყლის დონის მატების დაახლოებითი პერიოდის განსაზღვრა ვერ მოხერხდა.

კვლევის დროს ტბის სრული გაწყლოვანება დაფიქსირდა მაისში – ტბის სარკული ზედაპირი სრულად იყო წყლით დაფარული, ხოლო ივნისში – ნელ-ნელა იწყება ტბაში წყლის შემცირება. ამ პერიოდში წყლით დაფარული ზედაპირი ტბის ნაპირიდან საშუალოდ 3 მეტრით არის შემცირებული. საკვლევი ტბის ხედები თვეების მიხედვით წარმოდგენილია მე-2 სურათზე.

ნოემბერი



დეკემბერი



იანვარი



მაისი



სურ. 2. სახარე ტბის ხედეგი თვეების მიხედვით

ტბაზე ჩატარებული ექსპედიციისას გაწყლოვანებული დანალექებიდან და ტბიდან აღებულ წყლის ნიმუშებს, ქიმიური კვლევა ჩაუტარდა.

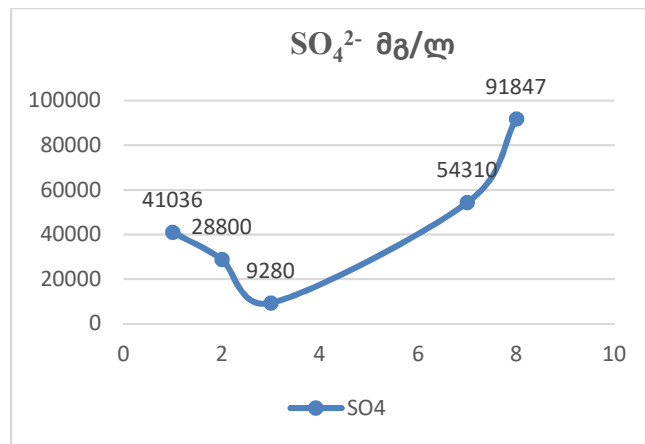
ნოემბერში აღებულ წყლის ნიმუშში გამოკვლეულ იქნა: Na^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} და Mg^{2+} , გაიზომა ელექტროგამტარობა, ხოლო დანარჩენ ნიმუშებში, წყლის ჰიდროგეოლოგიური ბუნების შეფასების

მიზნით, ზემოთ ჩამოთვლილ იონებთან ერთად ასევე განისაზღვრა HCO_3^- , CO_3^{2-} და K^+ იონები.

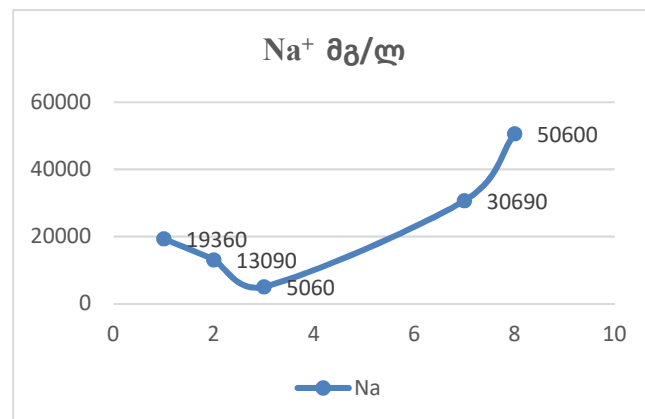
სახარე ტბიდან აღებული წყლის ნიმუშების ქიმიური კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილში, ხოლო საკვლევი იონების კონცენტრაციების ცვლილება, თვეების მიხედვით, 1-ელ – მე-8 დიაგრამებზე.

2019–2020 წლებში სახარე ტბიდან აღებული წყლის სინჯების ქიმიური შედგენილობის კვლევა, თვეების მიხედვით

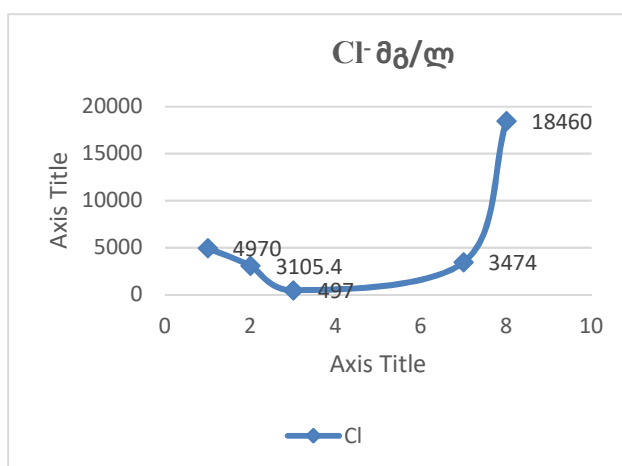
სინჯის აღების პერიოდი	SO ₄ ²⁻ მგ/ლ	Cl ⁻ მგ/ლ	HCO ₃ ⁻ მგ/ლ	CO ₃ ²⁻ მგ/ლ	Na ⁺ მგ/ლ	K ⁺ მგ/ლ	Ca ²⁺ მგ/ლ	Mg ²⁺ მგ/ლ	ელექტრო-გამტარობა, სიმ/მ	კრისტალები
11.2019	41036.0	4963.0	-	-	19360.0	-	520.0	2568.0	5.2260	კი
12.2019	28800.0	3105.4	1122.0	<0.5	13090.0	42.4	520.0	1632.0	3.7570	არა
01.2020-02.2020	9280.0	497.0	246.4	<0.5	5060.0	-	92.0	148.0	1.7810	არა
05.2020	54310.0	3474.0	805.2	<0.5	30690.0	55.60	720.0	2616.0	7.345	არა
06.2020	91847.0	18460.0	829.2	<0.5	50600.0	-	-	-	-	არა



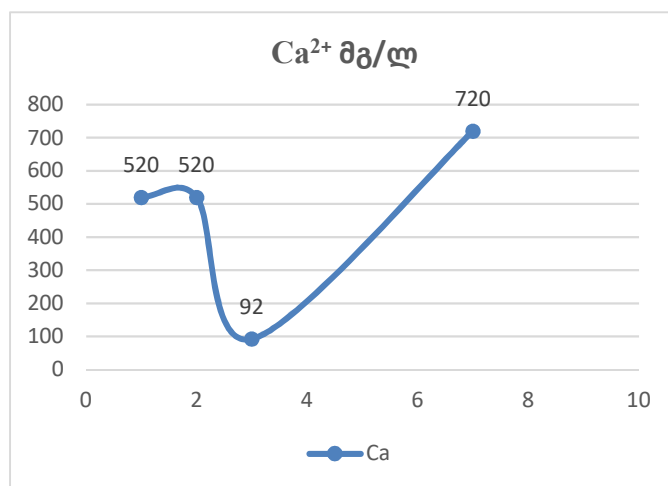
დიაგრამა 1. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში სულფატის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



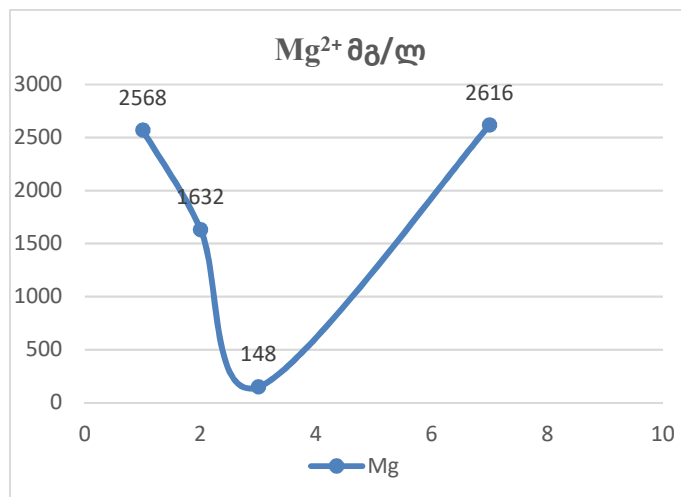
დიაგრამა 2. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში ნატრიუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



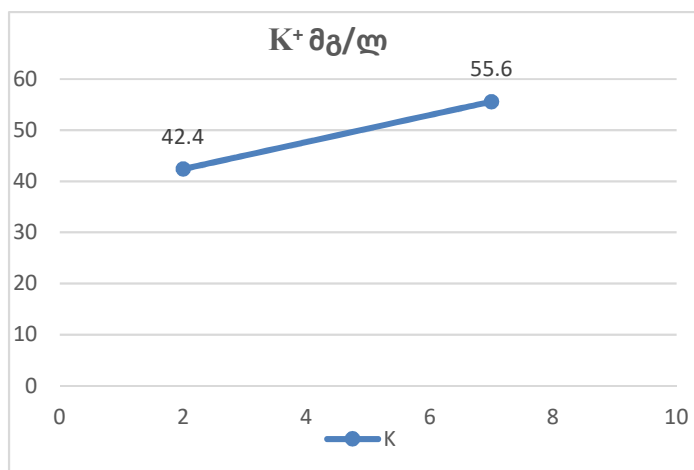
დიაგრამა 3. სახარე ტბიდან აღებული მარილ-პეჯოში ქლორის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



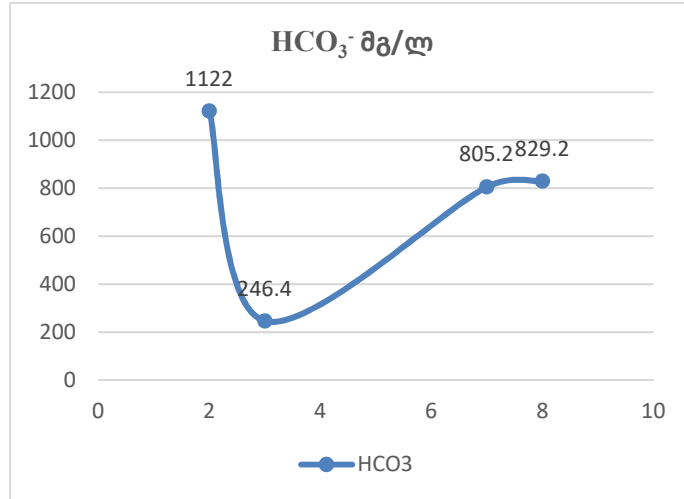
დიაგრამა 4. სახარე ტბიდან აღებული მარილ-პეჯოში კალციუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



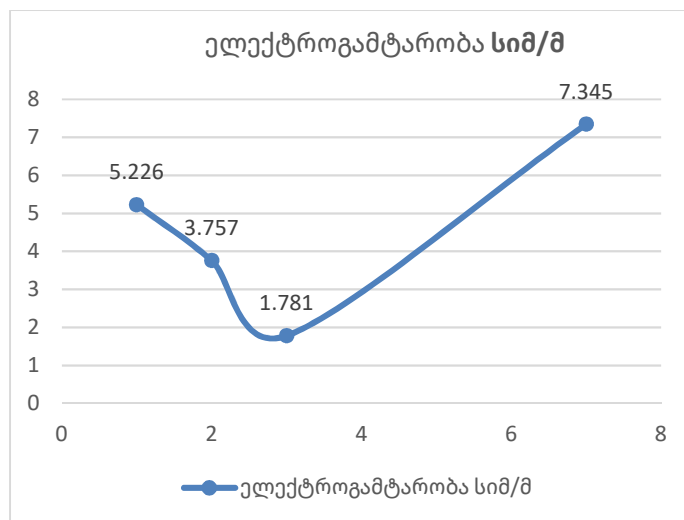
დიაგრამა 5. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში მაგნიუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



დიაგრამა 6. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეჯოში კალიუმის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



დიაგრამა 7. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეუოში ჰიდროკარბონატის იონის ცვლილება თვეების მიხედვით



დიაგრამა 8. სახარე ტბიდან აღებულ მარილ-პეუოში ელექტროგამტარობის ცვლილება თვეების მიხედვით

როგორც ცხრილსა და 1-8 დიაგრამებზეა მოცემული, მარილ-პეუოში საკვლევი იონების კონცენტრაციები სეზონურად იცვლება, კერძოდ ყველა გამოკვ-

ლეული იონი შემოდგომიდან იწყებს კლებას, ზამთარში მკვეთრად მცირდება, ხოლო გაზაფხულიდან მატულობს და ზაფხულში საგრძნობლად იზრდება.

დასკვნა

ჩატარებული კვლევა საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ, რომ ტბის წყალი, ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით, ძირითადად სულფატურ-ქლორიდულია და სუსტად ვლინდება მისი ჰიდროკარბონატული ბუნება. ამასთან, კვლევის მასალების მიხედვით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შედარებით მკვეთრად არის გამოხატული წყლის სულფატური ბუნება, რადგან SO_4^{2-} -ის კონცენტრაცია Cl^- -ის კონცენტრაციას ნოემბერში დაახლოებით 8-ჯერ აღემატება, დეკემბერში – 9-ჯერ; იანვარში – 18-ჯერ; მაისში – 15-ჯერ, ხოლო ივნისში – 5-ჯერ.

რაც შეეხება ტბის წყალში გამოკვლეულ კატიონებს, საყურადღებოა Na^+ და Mg^{2+} . აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ Na^+ -ის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად აღემატება Mg^{2+} -ის კონცენტრაციას.

მიუხედავად იმისა, რომ წლის თბილ პერიოდში მარილ-პეჯოში სულფატის იონების კონცენტრაციასთან ერთად იზრდება ქლორიდ-იონების კონცენტრაცია და Na_2SO_4 -თან ერთად არსებობს $NaCl$ -ის გამოკრისტალების ალბათობა. იმ შემთხვევაში, თუ საბადოდან მირაბილიტი მოპოვებულია სხვადასხვა ქვეყანაში მიღებული ტექნოლოგიური მიდგომით, რომელიც ითვალისწინებს მირაბილიტის არა დანალექიდან, არამედ წყლიდან ამოღებას. ამისათვის ხელსაყრელ სეზონად მიჩნეულია ზაფხულის ბოლო, ხოლო ტექნოლოგიურ პროცესში გათვალისწინებული უნდა იქნეს $NaCl$ -ის გამოკრისტალების ფაქტორი.

ნოს, რომ Na^+ -ის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად აღემატება Mg^{2+} -ის კონცენტრაციას. მიუხედავად იმისა, რომ წლის თბილ პერიოდში მარილ-პეჯოში სულფატის იონების კონცენტრაციასთან ერთად იზრდება ქლორიდ-იონების კონცენტრაცია და Na_2SO_4 -თან ერთად არსებობს $NaCl$ -ის გამოკრისტალების ალბათობა. იმ შემთხვევაში, თუ საბადოდან მირაბილიტი მოპოვებულია სხვადასხვა ქვეყანაში მიღებული ტექნოლოგიური მიდგომით, რომელიც ითვალისწინებს მირაბილიტის არა დანალექიდან, არამედ წყლიდან ამოღებას. ამისათვის ხელსაყრელ სეზონად მიჩნეულია ზაფხულის ბოლო, ხოლო ტექნოლოგიურ პროცესში გათვალისწინებული უნდა იქნეს $NaCl$ -ის გამოკრისტალების ფაქტორი.

ლიტერატურა

1. Proceedings of the Kirov State Polytechnic Institute, vol. 5, 1956; (In Georgian) .
2. M. Pozin "Technology of mineral salts (fertilizers, pesticides, industrial salts, oxides and acids" publishing house "Chemistry", 1974; (In Russian).
3. L. Shikheeva, V. Zyryanov. Sodium sulfate Properties and production, Publishing house "Chemistry", Leningrad branch, 1978; (In Russian).
4. www.meteo.gov.ge;
5. http://webmineral.com/MySQL/mineral_chem.php#.X6gks1qSIPZ;
6. N. Matusevich, "Crystallization from Solutions in the Chemical Industry", Publishing House "Chemistry", Moscow, 1968. (In Russian).

UDC 543.3; 553.6

SCOPUS CODE 1502

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-95-105>

Investigation of Azambur Mirabilite Deposit and Lake Water to Obtain Anhydrous Sodium Sulfate

Tamar Nasuashvili Department of Chemical and Biological Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69 M. Kostava str.

E-mail: tamara2903@gmail.com

Marlen Mchedlishvili Department of Chemical and Biological Technologies, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 69 M. Kostava str.

E-mail: m.mchedlishvili@gtu.ge

Reviewers:

T. Palavandishvili, Associate Professor, Candidate of Technical Sciences, Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, GTU

E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge

Zh. Gurjia, Doctor of Chemistry, Head of the research laboratory of the research firm Gamma LLC

E-mail: zh.gurjia@gamma.ge

Abstract. Under the influence of environmental conditions, the article examines the change in the physical and chemical properties of the natural brine system containing sodium sulfate, which is located in Georgia, on the territory of the municipality of Sagarejo. To this purpose in November-June 2019-2020 the full chemical compositions of natural brine were studied at one-month intervals. The following ions were studied in brine: SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} and Mg^{2+} . In water samples, conductivity was also measured. The concentrations of the studied ions in the natural brine vary with the season, in particular, all the studied ions begin to decrease in the fall, sharply decrease in the winter, increase in the spring and significantly increase in the summer.

Key words: brine; deposit; Mirabilite; natural resource; Sodium Sulfate; Thenardite.

UDC 543.3; 553.6

SCOPUS CODE 1502

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-95-105>

Исследование месторождения мирабилита Азамбур и воды озера с целью получения безводного сульфата натрия

Тамар Насуашвили Департамент химических и биологических технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 69

E-mail: tamara2903@gmail.com

Марлен Мchedlishvili Департамент химических и биологических технологий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 69

E-mail: m.mchedlishvili@gtu.ge

Рецензенты:

Т. Ралаванишвили, кандидат технических наук, профессор факультета химической технологии и металлургии ГТУ

E-mail: t.palavandishvili@gtu.ge

Ж. Гурджия, доктор химических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией ООО «Гамма».

E-mail: zh.gurjia@gamma.ge

Аннотация. Под влиянием условий окружающей среды в статье рассматривается изменение физико-химических свойств природной системы рассола, содержащей сульфат натрия, который находится в Грузии, на территории муниципалитета Сагареджо. С этой целью в ноябре-июне 2019-2020 гг. исследовался полный химический состав природных рассолов с интервалом в один месяц. В рассоле были исследованы следующие ионы: SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} и Mg^{2+} . В пробах воды, также была измерена электропроводность. Концентрации исследуемых ионов в природном рассоле меняются по сезонам, в частности, все исследованные ионы начинают уменьшаться осенью, резко уменьшаются зимой, увеличиваются весной и значительно увеличиваются летом.

Ключевые слова: месторождение; мирабилит; природные ресурсы; рассол; сульфат натрия; тенардит.

განხილვის თარიღი 05.02.2021

შემოსვლის თარიღი 22.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 62-52

SCOPUS CODE 1701

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-106-113>

პროპორციულ-ინტეგრალური (PI) რეგულატორის პარამეტრების არჩევა მაქსიმალური დასაშვები გადახრის უზრუნველყოფის პირობიდან სისტემაზე ნახტომისებრი ზემოქმედების დროს

- ზადრი გვასალია** მშენებლობის კომპიუტერული დაპროექტების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: gvasaliabadri01@gtu.ge
- თამუნა კვაჭაძე** მშენებლობის კომპიუტერული დაპროექტების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: tamuna.kvachadze@mail.ru
- კორნელი ოდიშარია** მართვის ავტომატიზებული სისტემების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: O_korneli@yahoo.com

რეცენზენტები:

ე. აბრამიძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: edisoni.abramidze@mail.ru

დ. ჯანყარაშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: d.jankarashvili@gtu.ge

ანოტაცია. PI რეგულატორის პარამეტრების განგარიშების მეთოდი საშუალებას იძლევა მოიძებნოს რეგულატორის პარამეტრების ის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც სარეგულირებელი სიდიდის მაქსიმალური გადახრა არ აღემატება წინასწარ მოცემულ სიდიდეს. ამ მეთოდის გამოყენება ეფექტურია მაშინ, როდესაც ავტომატური მართვის სისტემა შეიცავს წრფივ-სტატიკურ ობიექტს, რომლის ლოგარითმულ-ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებელი არის მონოტონურად კლებადი ფუნქცია ან

აქვს ერთი რეზონანსული პიკი და პრაქტიკულად არ აქვს ვარდნა სიხშირეებისას, რომელიც ნაკლებია რეზონანსულზე. სავარაუდოდ დაზუსტებულია ფორმულები დასაშვები გადახრის ცდომილების სიზუსტის გაზრდის მიზნით, რაც უფრო საიმედოს ხდის მიღებულ შედეგებს.

საკვანძო სიტყვები: ავტომატური მართვის სისტემა; მაქსიმალური დასაშვები გადახრა; პროპორციულ-ინტეგრალური რეგულატორი.

შესავალი

პრაქტიკაში არსებულ მრავალ ავტომატურ მართვის სისტემას მკაცრად მოეთხოვება, რომ მათი დინამიკური მახასიათებლები მაქსიმალურად იყოს მიახლოებული ტექნოლოგიური პროცესებით განპირობებულ მაჩვენებლებთან, კერძოდ სისტემის გამოსავალი სიდიდის მაქსიმალური გადახრა დაუშვებელია აღემატებოდეს წინასწარ მოცემულ სიდიდეს. რამდენადაც დიდი მაქსიმალური გადახრისას შეიძლება აღიძვრას მნიშვნელოვანი დინამიკური ძალები სისტემის მექანიკურ ნაწილში და მეტისმეტი გადაძაბვა ელექტრონულ ელემენტებში, ამდენად ასეთი მართვის სისტემების დაპროექტებისას მნიშვნელოვანია სამართავი კოორდინატის მაქსიმალური გადახრის მნიშვნელობა სისტემაზე ნახტომისებრი სიდიდის ზემოქმედებისას.

რეგულატორის პარამეტრების არჩევის მეთოდი [1] უზრუნველყოფს, რომ მაქსიმალური გადახრა არ აღემატებოდეს წინასწარ მოცემულს. ეს მეთოდი დაფუძნებულია რეზონანსული სიხშირის ცოდნაზე, რომელიც ცნობილი ხდება მხოლოდ სისტემის დაპროექტების შემდეგ.

ნაშრომში მოცემულია რეგულატორის პარამეტრების გაანგარიშების გაუმჯობესებული მეთოდი, რომელიც

მელიც საშუალებას იძლევა მოიძებნოს რეგულატორის პარამეტრების ის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც სარეგულირებელი სიდიდის მაქსიმალური (დასაშვები) გადახრა არ აღემატება წინასწარ მოცემულს, რეზონანსული სიხშირის გამოყენების გარეშე.

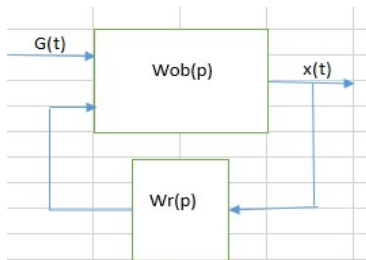
ძირითადი ნაწილი

ამოცანის დასმა და მეთოდის არსი

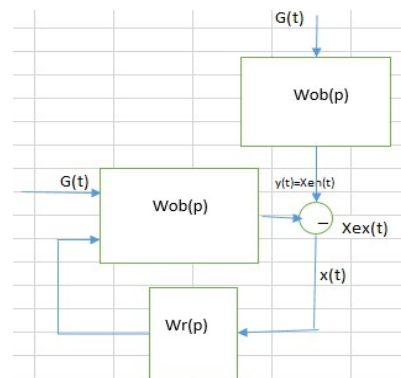
ამოცანა შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგნაირად: მოცემულია წრფივი სტატიკური ობიექტი, რომლის ლოგარითმული ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებელი არის მონოტონურად კლებადი ფუნქცია ან აქვს მხოლოდ ერთი რეზონანსული პიკი და პრაქტიკულად არ აქვს დახრა, როდესაც სიხშირე $\omega < \omega_{rez}$. იგულისხმება, რომ ობიექტზე მოქმედებს ნახტომისებრი ზემოქმედება.

რეგულატორის პარამეტრები ისე შევარჩიოთ, რომ სამართავი სიდიდის მაქსიმალური გადახრა, სისტემაზე ნახტომისებრი ზემოქმედების დროს, არ აღემატებოდეს წინასწარ მოცემულ სიდიდეს.

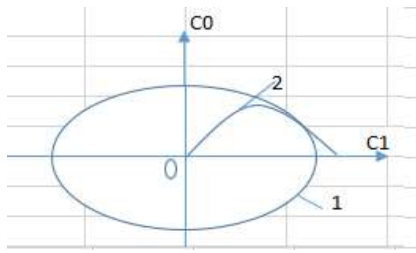
განვიხილოთ ავტომატური მართვის სისტემა, რომლის სტრუქტურული სქემა წარმოდგენილია 1-ელ სურ-ზე.



სურ. 1



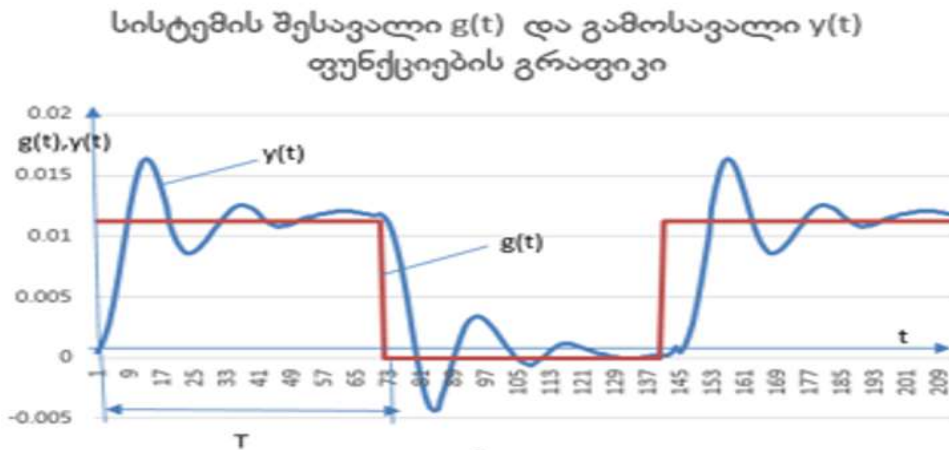
სურ. 2



სურ. 3

სადაც $W_{reg}(p)$ და $W_{ob}(p)$ რეგულატორისა და ობიექტის გადაცემის ფუნქციებია; $G(t)$ – მოცემული

ნახტომისებრი სიდიდე; $x(t)$ –სამართავი სიდიდე. სტრუქტურული გარდაქმნის შედეგად 1-ელი სურათი შეიძლება წარმოვადგინოთ, როგორც მე-2 სურათი. სისტემის გაანგარიშების მიზნით ვისარგებლოთ შემდეგი ხერხით [2]. შევცვალოთ მოცემული ნახტომისებრი სიგნალი $G(t)$ პერიოდული სწორკუთხოვანი სიგნალით $g(t)$ და საკმარისად დიდი პერიოდით (სურ. 4).



სურ. 4

სტრუქტურული სქემისა და ნახტომისებრი სიდიდის ზემოთ აღნიშნული გარდაქმნის შემდეგ ადვილად ჩაიწერება $g(t)$ და $y(t)$ ფუნქციების ანალიზური სახე ფურიეს მწკრივის საშუალებით, რამდენადაც ისინი, როგორც ავტომატური მართვის თეორიიდან არის ცნობილი [2], აკმაყოფილებს დირიხლეს პირობას.

ფუნქციების ფურიეს მწკრივად გაშლას აქვს შემდეგი სახე:

$$g(t) = \frac{g}{2} +$$

$$+ \frac{g}{\pi} (\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t + \dots), \quad (1)$$

$$y(t) = x_{ent}(t) = \frac{g}{2} |W_{ob}(0)| + \frac{g}{\pi} \{ |W_{ob}(\omega)| \sin[\omega t + \varphi_{ob}(\omega)] + \frac{1}{3} |W_{ob}(3\omega)| \sin[3\omega t + \varphi_{ob}(3\omega)] + \dots \}, \quad (2)$$

სადაც $\omega = \frac{2\pi}{T}$, T – ფუნქციის პერიოდი, g – პერიოდული სწორკუთხოვანი ზემოქმედების სიდიდე, $W_{ob}(\omega)$ და $\varphi_{ob}(\omega)$ – ობიექტის ამპლიტუდურ-სიხშირული და ფაზურ-სიხშირული მახასიათებლები.

T პერიოდი აირჩევა შემდეგნაირად: გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა t_c შეიძლება შეფასდეს η მდგრადობის ხარისხის მიხედვით [3]. თუ წარმოსახვით ღერძთან მდებარე უახლოესი ფესვი ნამდვილია, მაშინ გარდამავალ პროცესზე დომინირებულ მნიშვნელობას ექსპონენტა ახდენს, რომელიც ამ ფესვით ხასიათდება. გარდამავალი პროცესის ჩაქრობის სისწრაფე განპირობებული იქნება ამ ექსპონენტით ცნობილი დამოკიდებულებიდან გამომდინარე:

$$t \approx \frac{3}{\eta} = 3T_1, \quad (3)$$

სადაც T_1 ობიექტის შედგენილობაში შემავალი რგოლების დროის მუდმივებს შორის უდიდესია. ამ შემთხვევაში ლოგარითმულ-სიხშირულ მახასიათებელზე სიხშირე შეესაბამება ამ მახასიათებლის დახრის დაწყებას.

თუ წარმოსახვით ღერძთან უახლოესად მდგომი ფესვი კომპლექსურია, მაშინ გარდამავალი პროცესი ხასიათდება მილევადი სინუსოიდით, რომლის შემომსაზღვრელ ექსპონენტს აქვს სახე: $y = c \cdot e^{-\eta t}$. გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობის შეფასება შეიძლება მოვახდინოთ (3) დამოკიდებულებითაც. სიხშირე ამ შემთხვევაში შეესაბამება რეზონანსულ სიხშირეს. მაშასადამე, შეგვიძლია ავარჩიოთ მოცემული ფუნქციის პერიოდი.

$$T = 2t_c = \frac{6}{\eta}.$$

(2) გამოსახულება ზოგიერთი გარდაქმნის შემდეგ ღებულობს სახეს:

$$|y|_{\max} = |x_{ent}|_{\max} \leq \frac{\xi}{\pi} [|W_{ob}(\omega_1)| + \frac{1}{3} |W_{ob}(3\omega_1)| + \dots], \quad (4)$$

სადაც $|y|_{\max}$ პერიოდული შემადგენლის მაქსიმუმია, ω_1 – რეზონანსული სიხშირე ან შეესაბამება ლოგარითმულ-სიხშირული მახასიათებლის დახრის დაწყებას. თუ ლოგარითმულ მახასიათებელს აქვს 20დბ/დეკ და მეტი დახრა, მაშინ შესაძლებელია დაიწეროს:

$$\begin{aligned} |W_{ob}(\omega_1)| &\geq 3|W_{ob}(3\omega_1)| \\ |W_{ob}(\omega_1)| &\geq 5|W_{ob}(5\omega_1)|. \end{aligned} \quad (5)$$

(5) ფორმულაში ტოლობის ნიშანი გამოიყენება მაშინ, როდესაც ლოგარითმულ-სიხშირულ მახასიათებელს აქვს 20 დბ/დეკ. დახრა ჩავსვით (5) ფორმულა (4)-ში, მივიღებთ

$$\begin{aligned} |y|_{\max} &= |x_{ent \max}| \leq \\ &\leq \frac{\xi}{\pi} |W_{ob}(\omega_1)| \left[1 + \frac{1}{9} + \frac{1}{25} + \dots + \frac{1}{(2n-1)^2} + \dots \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

იმასთან დაკავშირებით, რომ კვადრატულ ფრჩხილებში მოთავსებული მწკრივის ჯამი $\frac{\pi^2}{8}$ ტოლია, გამოსახულება (6) შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგნაირად:

$$|y|_{\max} = |x_{ent \max}| \leq \frac{\xi\pi}{8} |W_{ob}(\omega_1)|. \quad (7)$$

გადაცემის ფუნქციის მოდულის გამოსათვლელად გადახრის მიხედვით, როცა $\omega = \omega_1$, სარგებლობენ ფორმულით:

$$\frac{x_{per}}{|x_{ent}|_{\max}} = \frac{1}{|1 + W_{ob}(i\omega)W_{reg}(i\omega)|}, \quad (8)$$

სადაც x_{per} წინასწარ მოცემული დასაშვები სიდიდეა. ტოლობა (8) შეიძლება გადავწეროთ შემდეგნაირად:

$$\frac{|x_{ent}|_{max}}{x_{per}} = |1 + W_{ob}(i\omega)W_{reg}(i\omega)|. \quad (9)$$

ამ ინტერვალში სიხშირე, როცა $|W_{ob}(i\omega)W_{reg}(i\omega)| \gg 1$, გამოსახულება (9) მიახლოებით შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგნაირად:

$$\frac{|x_{ent}|_{max}}{x_{per}} \approx |W_{ob}(i\omega)W_{reg}(i\omega)|. \quad (10)$$

ამოცანაში დასმული მოთხოვნების შესრულებისათვის რეგულატორის პარამეტრები უნდა იყოს ისეთი, რომ შესრულდეს პირობა:

$$|W_{ob}(i\omega)| \cdot |W_{reg}(i\omega)| \geq \frac{|x_{ent}|_{max}}{|x_{per}|}. \quad (11)$$

ახლა გამოვსახოთ მაქსიმალური გადახრა x_{per} რეგულატორის პარამეტრებით.

გადავწეროთ (7) გამოსახულება შემდეგნაირად:

$$|x_{ent}|_{max} = \beta \frac{g\pi}{8} |W_{ob}(i\omega_1)|, \quad (12)$$

სადაც β კოეფიციენტი, რომელიც 1-ის ($\beta = 1$) ტოლია, როცა სრულდება ტოლობა (7). სხვა შემთხვევაში დებულობს ფიქსირებულ მნიშვნელობას, რომელიც მოთავსებულია ნულსა და ერთს შორის, ე.ი. $|W_{ob}(\omega_1)| = |W_{ob}(i\omega)|$ და (12)-ის გათვალისწინებით (11)-დან გვაქვს:

$$|W_{reg}(i\omega_1)| \geq \beta \frac{g\pi}{8x_{per}}. \quad (13)$$

სისტემაში უდიდესი გადახრა გადახრის დამყარებული მნიშვნელობისა და პერიოდული შემადგენლის ამპლიტუდის ჯამის ტოლია, შეასაბამისად გვაქვს:

$$\max_t x(t) = x_{ste} + x_{per},$$

$$x_{ste} = \frac{g|W_{ob}(0)|}{2|1 + W_{ob}(0)W_{reg}(0)|} \approx \frac{g}{2|W_{reg}(0)|} \quad (14)$$

რამდენადაც 1-იანს უგულებელვყოფთ, საბოლოოდ გვექნება:

$$\max_t x(t) \approx g \left[\frac{1}{2|W_{reg}(0)|} + \beta \frac{\pi}{8|W_{reg}(i\omega_1)|} \right]. \quad (15)$$

სტატიკური რეგულატორებისათვის (P,PI,PID)

$$\max_t x(t) = \frac{\beta g \pi}{8|W_{reg}(i\omega_1)|}. \quad (16)$$

მაგალითი. პროპორციულ-ინტეგრალური (PI) რეგულატორის გადაცემის ფუნქციას აქვს სახე:

$$W_{reg}(p) = \frac{q_0}{p} + q_1. \quad (17)$$

(13) და (17) გამოსახულებებიდან მივიღებთ:

$$\sqrt{q_1^2 + \frac{q_0^2}{\omega_1^2}} \geq \frac{\beta \pi g}{8x_{est}} \equiv a, \quad (18)$$

$$q_1^2 + \frac{c_0^2}{\omega_1^2} \geq a^2. \quad (19)$$

თუ (19) გამოსახულებაში უტოლობის ნიშანს შევცვლით ტოლობის ნიშნით, მივიღებთ ელიფსის განტოლებას:

$$\frac{q_1^2}{a^2} + \frac{q_0^2}{b^2} = 1, \quad (20)$$

სადაც $b^2 = a^2 \omega^2$, რომელიც გამოსახულია მე-2 სურათზე (მრუდი-1). იქვე ნაჩვენებია ჩაქრობის კოეფიციენტის ერთნაირი მნიშვნელობის მრუდი, რომელიც აგებულია $\psi = 0.75$ შემთხვევაში.

(20) გამოსახულების ანალიზით ადვილად ვრწმუნდებით, როცა $0 < \beta < 1$, მივიღებთ უფრო მცირე ზომის ელიფსს, ვიდრე, როცა $\beta = 1$. ამგვარად, ვინაიდან β -ს მნიშვნელობა წინასწარ უცნობია, აგებენ ელიფსს, როცა $\beta = 1$.

მაშასადამე, სამართავი კოორდინატის მაქსიმალური გადახრა არ აღემატება წინასწარ მოცემულ სიდიდეს პარამეტრების იმ მნიშვნელობებისათვის, რომლებიც მოთავსებულია ელიფსის კონტურით შემოფარგლულ საზღვრებს გარეთ და მიიღება იმ შემთხვევაში, როცა $\beta = 1$.

შენიშვნა. მდგრადობის პირობიდან გამომდინარე, $q_0 > 0, q_1 > 0$ პარამეტრების მნიშვნელობა განიხილება მხოლოდ პირველ კვადრანტში (სურ. 2).

დასკვნა

შემუშავებულია გარკვეული კლასის ავტომატური მართვის სისტემებისათვის PI რეგულატორის

პარამეტრების არჩევის მეთოდი. ამ მეთოდით მიღებული პარამეტრების მნიშვნელობა უზრუნველყოფს, რომ სარეგულირებელი სიდიდის დასაშვები მაქსიმალური გადახრა არ აღემატებოდეს წინასწარ მოცემულ სიდიდეს. ეს სისტემები შეიცავს სტატიკურ ობიექტებს, რომელთა ლოგარითმულ-ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლებია მკაცრად კლებადი მონოტონური ფუნქციები ან აქვს მხოლოდ ერთი რეზონანსული პიკი და პრაქტიკულად არ გააჩნია ვარდნა სიხშირეთა იმ მნიშვნელობებისას, რომლებიც ნაკლებია რეზონანსულ სიხშირეზე.

ლიტერატურა

1. Rotach V. Automatic Control Theory. Textbook, 5th edition, Publishing House *MPEI*, 2008. (In Russian).
2. Dudnikov E. Fundamentals of Automatic regulation of thermal processes. Gosenergoizdat, 1956. (In Russian).
3. Basics of automatic regulation and control. Ed. M. Ponomareva and P. Litvinov. Publishing House *High School*, 1974. (In Russian).

UDC 62-52

SCOPUS CODE 1701

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-106-113>

Selecting the Proportional-Integral (PI) Regulator Parameters from the Condition of Maximum Permissible Deviation in Leap Impacts on the System

- Badri Gvasalia** Department of Computer-aided Design of Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b M. Kostava str.
E-mail: gvasaliabadri01@gtu.ge
- Tamuna Kvachadze** Department of Computer-aided Design of Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b M. Kostava str.
E-mail: tamuna.kvachadze@mail.ru
- Korneli Odisharia** Department of Automated Control Systems, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava str.
E-mail: O_korneli@yahoo.com

Reviewers:

E. Abramidze, associate professor, Faculty of Construction, GTU

E-mail: edisoni.abramidze@mail.ru

D. Djankarashvili, associate professor, Faculty of Construction, GTU

E-mail: d.jankarashvili@gtu.ge

Abstract. The amplitude-frequency characteristic, which determines the parameters of the PI controller for linear objects, is either a monotonically feeding function, or has one resonant peak, and practically does not have a drop at a frequency less than the resonant one. The parameters of the PI controller selected in this way ensure, that the maximum deviation of the controlled value does not exceed the set value when stepping on the input of the object.

Key words: automatic control system; maximum permissible deviation; proportional-integral controller.

UDC 62-52

SCOPUS CODE 1701

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-106-113>

Выбор параметров пропорционально-интегрального (ПИ) регулятора из условия обеспечения максимально допустимого отклонения скачкообразных воздействий на систему

- Бадри Гвасалия** Строительный департамент компьютерного проектирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68^б
E-mail: gvasaliabadri01@gtu.ge
- Тамуна Квачадзе** Строительный департамент компьютерного проектирования, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68^б
E-mail: tamuna.kvachadze@mail.ru
- Корнели Одишария** Департамент автоматизированных систем управления, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, М. Костава 77
E-mail: O_korneli@yahoo.com

Рецензенты:

Е. Абрамидзе, ассоциированный профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: edisoni.abramidze@mail.ru

Д. Джанкарашвили, ассоциированный профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: d.jankarashvili@gtu.ge

Аннотация. Амплитудно-частотная характеристика, определяющая параметры ПИ регулятора для линейных объектов, либо является монотонно подающей функцией, либо имеет один резонансный пик, и практически не имеет спада при частоте меньше резонансного. Выбранные этим способом параметры ПИ-регулятора гарантируют, что максимальное отклонение регулируемого значения не превышает заданного значения при ступенчатом воздействии на вход объекта.

Ключевые слова: максимально допустимое отклонение; пропорционально-интегральный регулятор; система автоматического управления.

განხილვის თარიღი 11.11.2020

შემოსვლის თარიღი 11.11.2020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 627.11:627.81

SCOPUS CODE 1901

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-114-126>

2007 წლის მიუნხენის კონფერენცია და ახალი მსოფლიო წესრიგის კონტურები

კარლო კოპალიანი პოლიტიკისა და საერთაშორისო ურთიერთობების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: karlo.kopaliani@yahoo.com

ზურაბ კვეტენაძე პოლიტიკისა და საერთაშორისო ურთიერთობების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: kvetenadzezurabi07@gtu.ge

რეცენზენტები:

ქ. ჯიჯეიშვილი, სტუ-ის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი, პოლიტიკის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: jijeishviliketevan07@gtu.ge

ე. გვენეტაძე, სტუ-ის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი, ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი

E-mail: gvenetadzeedisher07@gtu.ge

ანოტაცია. 2007 წლის თებერვალში მიუნხენის უსაფრთხოების საერთაშორისო კონფერენციამ ახალი მსოფლიო წესრიგის ფორმირებას დაუდო სათავე. საბჭოთა კავშირის დაშლისა და „ცივი ომის“ დასრულების შემდეგ ყველა ფიქრობდა, რომ რუსეთი პროდასავლურ დემოკრატიული განვითარების გზას დაადგებოდა. პირველ ეტაპზე მართლაც გამოიკვეთა, რომ რუსეთის ფედერაცია თავისუფალი სამყაროს სასარგებლოდ აკეთებდა არჩევანს, თუმცა სახელმწიფოებრივმა სისუსტემ და ოლიგარ-

ქიული მმართველობის სტილმა შემდგომ აჩვენა, რომ ამგვარი დასკვნის გაკეთება ნაჩქარევი იყო. მიუხედავად იმისა, რომ რუსეთში სამოქალაქო საზოგადოება ვითარდებოდა და შეიძლებოდა დროთა განმავლობაში ამას შედეგი გამოეღო, რუსეთის პოლიტიკურმა ხელმძღვანელობამ ბორის ელცინის მეთაურობით ვერ შეძლო სახელმწიფოს წინაშე მდგარი მწვავე პრობლემების მოგვარება. რუსეთის სახელმწიფოს გაძლიერება უკავშირდება ელცინის მემკვიდრის, ვლადიმერ პუტინის მოსვლას ხელისუფლების სათავეში. ეფექტური კონტრტერორისტული

ოპერაციების შედეგად რუსეთის პრეზიდენტის ავტორიტეტი მნიშვნელოვნად გაიზარდა.

პუტინმა მიზნად დაისახა პროდასავლური ორიენტირები ევრაზიული შეეცვალა, რაც, ვფიქრობთ, რუსეთისათვის ბუნებრივი მოვლენა იყო, მაგრამ იგი აუცილებლად გამოიწვევდა დაპირისპირებას დასავლეთთან. 2007 წლის მიუნხენის უსაფრთხოების საერთაშორისო კონფერენცია სწორედ ამის ნათელი მაგალითია, სადაც რუსეთის პრეზიდენტმა უმკაცრესად გააკრიტიკა ერთპოლარული მსოფლიოს არსებობა და სათავე დაუდო დაპირისპირების ახალ ეტაპს ევროატლანტიკურ სივრცესთან.

საკვანძო სიტყვები: დემოკრატია; ეთნიკურობა; კონფლიქტი; სანქცია; სუვერენი; უსაფრთხოება; შეთანხმება.

შესავალი

კაცობრიობის ისტორიაში არაერთი ფაქტი იყო, რომელმაც მსოფლიოს შემდგომ განვითარებაზე უდიდესი ზეგავლენა მოახდინა, ზოგმა კი კარდინალურად შეცვალა თავად საზოგადოებრივ-პოლიტიკური წყობა და განვითარების ახალი ეტაპის დაწყებას მისცა ბიძგი. ასეთ მოვლენათა რიგშია ისეთი დიდი სოციალურ-კულტურული მოძრაობები, როგორცაა რენესანსი და რეფორმაცია, დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენები, ჯვაროსნული ლაშქრობები, ნიდერლანდების, ინგლისისა და საფრანგეთის დიდი რევოლუციები და ა.შ. ისტორიულ პროცესს თავისი კანონზომიერება განსაზღვრავს და ზოგჯერ ძნელიც კია მასში ლოგიკა დაინახო, მაგრამ

რომ მოვლენათა ანალიზის შემთხვევაში ნათელი ხდება, რომ ამა თუ იმ პოლიტიკურ პროცესს თავისი მიზეზშედეგობრივი კავშირი აქვს. მართლაც, შემთხვევით არაფერი ხდება. დიდი გერმანელი ფილოსოფოსი ფრიდრიხ ჰეგელი ამბობდა: „ყოველივე ნამდვილი გონიერია“ [1:12].

საერთაშორისო ურთიერთობების ისტორიაში ასევე ყოფილა მეტ-ნაკლებად საყურადღებო მოვლენები, რომლისთვისაც თითქოს ზედმეტი ყურადღების გამოჩენა არც ღირდა, მაგრამ მოვლენების შემდგომმა განვითარებამ აჩვენა, რომ მისდამი ზერელე დამოკიდებულება შეცდომა იყო.

სწორედ ამგვარ მოვლენათა რიგში განვიხილავთ მიუნხენის 2007 წლის 10 თებერვალს გამართულ კონფერენციას, რომელიც ევროპულ და მსოფლიოს უსაფრთხოების საკითხებს მიეძღვნა. კონფერენციაზე რუსეთის ფედერაციის პრეზიდენტ ვლადიმერ პუტინის გამოსვლას, ზოგჯერ, „ახალი ცივი ომის“ დასაწყისადაც მოიხსენიებენ. შეიძლება ამგვარი შეფასება გადაჭარბებულიც კი იყოს, მაგრამ რუსეთის პრეზიდენტის გამოსვლამ ნამდვილად ახალ ცივილიზებულ დაპირისპირებას დაუდო სათავე, რომელიც შეიძლება დროდადრო გამწვავდეს, ცალკეულ შემთხვევებში კი გადაიტვირთოს. გამწვავების შემთხვევაში კი არავინ იცის, თუ რა მასშტაბებს მიიღებს.

ძირითადი ნაწილი

მიუნხენის 2007 წლის კონფერენციაზე იმიტომ გავამახვილეთ ყურადღება, რომ იგი საუკეთესო მაგალითია იმისა, თუ რატომ არ უნდა მოეკიდო ზერელედ ცალკეული პოლიტიკოსების და მით უფრო

ბირთვული სახელმწიფოს ლიდერის გამონათქვამებს. სინამდვილეში პოლიტიკურ ექსპერტთა ერთი ნაწილი პუტინის გამოსვლას, მსოფლიოში საკუთარი შესუსტებული პოზიციის გამო, „პერიოდულ ორთქლის გამოშვებადაც“ მოიხსენიებდა. მათ შორის იყვნენ ცალკეული ქართველი პოლიტიკური ექსპერტებიც. ამგვარი არასერიოზული დამოკიდებულება რუსეთის პოლიტიკური ხელისუფლების უმაღლესი წარმომადგენლის გამოსვლისადმი მრავალი ფსიქოლოგიური ფაქტორით აიხსნება. საბჭოთა კავშირი დამარცხდა „ცივ ომში“ და დაიშალა. მის მემკვიდრე დასუსტებულ რუსეთის ფედერაციას კი რა შეეძლო ისეთი მოემოქმედა, რომელიც მსოფლიოში პოლიტიკურ დღის წესრიგის შეცვლიდა? ამგვარმა ზერელე დამოკიდებულებამ ყველაზე მეტად საქართველო, შემდეგ კი უკრაინა და აზარალა. რუსეთის პრეზიდენტის სიტყვას საქმე მოჰყვა და 2008 წელს რუსეთ-საქართველოს აგვისტოს ომში გამარჯვების შემდეგ რუსეთმა ე.წ. სამხრეთ ოსეთი და აფხაზეთი დამოუკიდებელ სახელმწიფოებად აღიარა, ხოლო 2014 წელს უკრაინაში მომხდარი მეორე რევოლუციის შემდეგ ყირიმის ნახევარკუნძულის ანექსია მოახდინა და სისხლიანი სეპარატისტული კონფლიქტები გააჩაღა აღმოსავლეთ უკრაინაში – დონბასისა და ლუგანსკის რაიონებში, რომელიც დღემდე მეტ-ნაკლები ინტენსივობით გრძელდება.

რუსეთის პრეზიდენტმა ვლადიმერ პუტინმა კონფერენციაზე დაგმო ერთპოლარული მსოფლიოს შექმნის მცდელობა. მან აღნიშნა: „კაცობრიობის ისტორიას ახსოვს ერთპოლარული მსოფლიოს არსებობა, მისწრაფება ერთპიროვნული მსოფლიო

ბატონობისაკენ. მართლაც, რა არ მომხდარა ისტორიაში, მაგრამ რა არის ერთპოლარული სამყარო? რამდენადაც არ უნდა ეცადონ შეალამაზონ ეს ტერმინი, საბოლოო ჯამში იგი მაინც ნიშნავს ერთ რამეს: ესაა ძალაუფლების, ძალის ერთი ცენტრი, გადაწყვეტილების მიღების ერთი ცენტრი.

ესაა ერთი ბატონის, ერთი სუვერენის სამყარო და საბოლოო ჯამში დამღუპველია არა მარტო იმათთვის, ვინც ამგვარი სისტემის ფარგლებშია მოქცეული, არამედ თავად სუვერენისთვის, რადგან მასაც ანადგურებს შიგნიდან.

ყოველივე ამას არაფერი აქვს საერთო დემოკრატიათან, რადგან დემოკრატია, როგორც ცნობილია, ესაა უმრავლესობის ბატონობა უმცირესობის ინტერესების გათვალისწინებით. სხვათა შორის ჩვენ, რუსეთს მუდმივად გვასწავლიან დემოკრატია, მაგრამ ვინც გვასწავლის, რატომღაც თავად არ სურს სწავლა.

მივიჩნევთ, რომ თანამედროვე მსოფლიოსთვის ერთპოლარული მოდელი არა მარტო მიუღებელია, არამედ შეუძლებელიცაა და არა მარტო იმიტომ, რომ თანამედროვე – სწორედ თანამედროვე მსოფლიოს ერთპიროვნულ ლიდერობაში საკმარისი არ იქნება არც სამხედრო-პოლიტიკური და არც ეკონომიკური რესურსები, არამედ, რაც მთავარია, იმიტომ, რომ თავად ამგვარი მოდელი არ იმუშავებს, რადგან მის საფუძველში არ არის და არც შეიძლება იყოს თანამედროვე ცივილიზაციის მორალურ-ზნეობრივი ბაზა“ [2].

როგორც ვხედავთ, რუსეთის პრეზიდენტმა მკვეთრად გააკრიტიკა ერთპოლარული მსოფლიოს არსებობა და მისი გაგრძელება შეუძლებლადაც კი

მიიჩნია. მანვე აღნიშნა, რომ რუსეთისა და ამერიკის შეერთებული შტატების ურთიერთობა საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ ყველაზე ცუდ ნიშნულზე იმყოფებოდა, რომელიც არც ერთი მხარისათვის არ იყო მისაღები.

პუტინმა ყურადღება გაამახვილა საერთაშორისო უსაფრთხოების პრობლემებზე და აღნიშნა, რომ ერთპოლარულ მმართველობით სისტემაში რაიმე ხელშესახები შედეგი კონფლიქტების გადაჭრის გზაზე არ მომხდარა, კერძოდ კონფერენციაზე ითქვა შემდეგი: „ცალმხრივმა, არალეგიტიმურმა მოქმედებამ ვერ გადაჭრა ვერც ერთი პრობლემა, უფრო მეტიც, მან ბიძგი მისცა ახალი ადამიანური ტრაგედიებისა და დამაბულობის ახალი კერების წარმოქმნას. თავად განსაჯეთ: ომები, ლოკალური და რეგიონალური კონფლიქტები არ შემცირებულა... და ამ კონფლიქტებში გაცილებით მეტი ხალხი იღუპება, ვიდრე ადრე იღუპებოდა, დიახ, გაცილებით მეტი! დღეისათვის საერთაშორისო არენაზე ვხედავთ ყოვლად შეუკავებელი ძალის ჰიპერტროფირებულ გამოყენებას, ძალისა, რომელიც ერთმანეთის მიყოლებით კონფლიქტების უფსკრულში მიაქანებს მსოფლიოს. შედეგად არ კმარა ძალა ამ კონფლიქტების კომპლექსურად გადასაჭრელად. შეუძლებელი ხდება მათი პოლიტიკური გადაჭრა“ [2].

რუსეთის პრეზიდენტი, ზოგადად რუსეთის პოლიტიკური ხელმძღვანელობა ხშირად აპელირებს საერთაშორისო სამართალზე. დასავლეთთან დაპირისპირებისას სწორედ საერთაშორისო სამართლის განსხვავებულ ინტერპრეტაციას იშველიებს. თავად რუსეთის ფედერაცია ძალზე ხშირად არღვევს საერთაშორისო სამართალს. ამის მაგალითია საქართვე-

ლოსა და უკრაინაში მისი მოქმედება, მაგრამ სამართლიანობა მოითხოვს ითქვას, რომ საერთაშორისო სამართლის ნორმების დარღვევას ზოგჯერ ადგილი აქვს დემოკრატიული სამყაროს მხრიდანაც, მაგალითად: ნატოს სამხედრო ოპერაციები ერაყსა და იუგოსლავიაში, კოსოვოს ე.წ. პრეცედენტი, რომელმაც განსაკუთრებით დაგვაზარალა და ა.შ. ყოველივე ამას რუსეთი მოხერხებულად იყენებს და დიპლომატიურ მანევრებში ხშირად აპელირებს იმაზე, რომ სწორედ დასავლეთი არღვევს საერთაშორისო სამართლის ძირითად პრინციპებს. ამიტომაც იყო, რომ მიუნხენის 2007 წლის კონფერენციაზე პუტინმა განაცხადა: „ჩვენ სულ უფრო და უფრო ვხედავთ საერთაშორისო სამართლის ფუძემდებლური პრინციპების უგულვებელყოფას. უფრო მეტიც, ერთი სახელმწიფოს, ამერიკის შეერთებული შტატების ცალკეულმა ნორმებმა და უფლებებმა ეროვნული საზღვრები გადალახა ყველა სფეროში: ეკონომიკაში, პოლიტიკაში, ჰუმანიტარულ სფეროში და იგი თავს მოახვია სხვა სახელმწიფოებს. ვის მოეწონება ეს?“ [2].

რუსეთის პრეზიდენტმა მოხსენებაში ხაზი გაუსვა იმ გარემოებას, რომ ძალის გამოყენების შემთხვევაში ლეგიტიმურობა შეიძლება მოდიოდეს მხოლოდ და მხოლოდ გაეროდან. სხვა შემთხვევაში საერთაშორისო სამართლის ნორმები ირღვევა. ერთადერთი უნივერსალური საერთაშორისო ორგანიზაცია არის გაერო, ნატო და ევროკავშირი კი ასეთებად ვერ ჩაითვლება. თუ ნატო და ევროკავშირი იყენებს ძალას გაეროს სანქციის გარეშე, ამას შეიძლება მოჰყვეს ჯაჭვური რეაქცია სხვა სახელმწიფოების მხრიდანაც: პუტინი აქ, პირველ

ყოველისა, რუსეთს გულისხმობდა, რამდენადაც ის საკუთარი ინტერესებიდან ამოდიოდა. ამის ყველაზე მწარე მაგალითი კი საქართველომ იწვინა 2008 წლის აგვისტოს ომში. რუსეთის პრეზიდენტი ერთი სიტყვითაც არ შეხებია იმას, თუ რატომ იყენებდა ნატო და ევროკავშირის წევრი სახელმწიფოები პლანეტის ამა თუ იმ კუთხეში ძალას. ჩვენ არ ვამტკიცებთ, რომ ნატო და ევროკავშირი არასოდეს არღვევდა საერთაშორისო სამართალს, მაგრამ ძალის გამოყენების კონტექსტი რუსეთის ფედერაციის შემთხვევასა და ნატო-ევროკავშირის სახელმწიფოებს შორის იყო აბსოლუტურად განსხვავებული. მაგ., როდესაც რუსეთის პრეზიდენტი აცხადებდა, რომ თუ კოსოვოს უნდა ჰქონდეს დამოუკიდებლობა, ასეთ შემთხვევაში ამას იმსახურებს აფხაზეთი და ე.წ. სამხრეთ ოსეთიც, არც ერთი სიტყვით არ უხსენებია მიზეზი, თუ რატომ გადაწყვიტა დასავლეთმა კოსოვოსათვის დამოუკიდებლობის მინიჭება. ამ შემთხვევაში დასავლეთმა მორალური ნორმებით იხელმძღვანელა და მილოშევიჩის რეჟიმს განუცხადა, რომ ტერიტორიული მთლიანობის პრინციპი არ არის ინდულგენცია თუ საქმე გვაქვს კაცობრიობის წინაშე ჩადენილ დანაშაულთან. აფხაზეთსა და ე.წ. სამხრეთ ოსეთში კი რუსეთმა თავად შეუწყო ხელი ქართველთა ეთნიკურ წმენდას და უამრავ დანაშაულს, მაგრამ, მილოშევიჩის რეჟიმისაგან განსხვავებით, რუსეთი არ დასჯილა ძალის ფაქტორიდან გამომდინარე, რუსეთს ვერავინ გაუბედავდა იმას, რაც გამოყენებულ იქნა მილოშევიჩის იუგოსლავიის წინააღმდეგ. იმასაც ვიტყვით, რომ კოსოვოს შემთხვევაში, მიუხედავად დასავლეთის მორალური სიმართლისა, საერთაშორისო სამართ-

ლის ნორმები მაინც დაირღვა. თუ ამას იმასაც დავუმატებთ, რომ სწორედ „კოსოვოს პრეცედენტის“ შემდეგ აღიარა რუსეთმა აფხაზეთისა და ე.წ. სამხრეთ ოსეთის დამოუკიდებლობა (რასაც სხვა შემთხვევაში მოერიდებოდა, ყოველ შემთხვევაში, თავად პირველი რომ არ იყოფილიყო, თუნდაც ამ მხრივ), უნდა ვიფიქროთ, რომ ამ ფაქტმა საქართველო უკიდურესად დააზარალა. ამიტომ ვფიქრობთ, რომ ამ მოვლენებს ღრმა მეცნიერული ანალიზი სჭირდება.

რუსეთის ფედერაციის პოლიტიკური ხელმძღვანელობა და პირადად ვლადიმერ პუტინი ძალზე მოხერხებულად იყენებენ გაეროში ორ ანტინომიურ სამართლებრივ პრინციპს: ერთა თვითგამორკვევისა და სახელმწიფოთა ტერიტორიული მთლიანობის ურღვეობის შესახებ, მაგრამ სამართლიანობა მოითხოვს ითქვას, რომ ამაში მათ ხელი გარკვეულწილად დასავლეთმაც შეუწყო. მიგვაჩნია, რომ, მიუხედავად მორალური უპირატესობისა, დასავლეთმა კოსოვოს შემთხვევაში შეცდომა დაუშვა. ამ აზრს ისიც აღრმავებს, რომ რუსეთის საგარეო საქმეთა მინისტრმა სერგეი ლავროვმა 2014 წლის მარტში განაცხადა, რომ „თუ კოსოვო განსაკუთრებული შემთხვევაა, მაშინ ყირიმიც არანაკლებ განსაკუთრებული შემთხვევაა“.

მიუნხენის კონფერენციაზე კი 2007 წლის თებერვალში რუსეთის პრეზიდენტმა აღნიშნა: „ძალის გამოყენება ლეგიტიმურად შეიძლება ჩაითვალოს, თუ გადაწყვეტილება მიღებულია გაეროს ჩარჩოების საფუძველზე და გაერო არ უნდა შევცვალოთ არც ნატოთი და არც ევროკავშირით. როდესაც გაერო რეალურად გააერთიანებს საერთაშორისო თანამეგობრობის ძალებს, რომელსაც ნამდვილად შეეძლება რეაგირება მოახდინოს ცალკეულ ქვეყნებში მიმ-

დინარე მოვლენებზე, როდესაც თავს შევიკავებთ საერთაშორისო სამართლის უგულვებელყოფისაგან, მაშინ სიტუაცია შეიძლება შეიცვალოს. წინააღმდეგ შემთხვევაში სიტუაცია შევა მხოლოდ ჩიხში და მძიმე შეცდომების რიცხვი მოიმატებს, ამასთანავე, ცხადია, უნდა მივალწიოთ იმას, რომ საერთაშორისო სამართალს ჰქონდეს უნივერსალური ხასიათი როგორც გაგების, ისე ზომების მიღებაში“ [2].

რუსეთის პრეზიდენტმა უკმაყოფილება გამოხატა ნატოს გაფართოების პერსპექტივასთან დაკავშირებით. ეს გასაგებია, რადგან ნატო სამხედრო-პოლიტიკური ბლოკია, რომელიც თავისუფალი სამყაროს უსაფრთხოების მთავარი გარანტიაა. რუსეთს წესით უნდა აწყობდეს მის ირგვლივ დემოკრატიული გარემოს შექმნა, რადგან უახლესმა ისტორიულმა წარსულმა გვიჩვენა, რომ დემოკრატიული რეჟიმები ერთმანეთში არ ომობენ. მეზობლად თუ დემოკრატიული სახელმწიფო გყავს, ეს ნიშნავს, რომ შენც განვითარებისათვის კარგი პერსპექტივა გექმნება, მაგრამ რუსეთის ფედერაცია სხვაგვარად ფიქრობს და ეს მხოლოდ მისი აგრესიული პოლიტიკით არ არის განპირობებული. ჩვენი აზრით, ეს არის ბუნებრივი მოცემულობა, რუსეთს მენტალური სხვაობა აქვს დასავლეთთან, ის ევრაზიული სახელმწიფოა და დასავლური ლიბერალური ფასეულობები მისთვის იმ ფორმით, რა ფორმითაც ის ევროპულ და ამერიკულ საზოგადოებაშია გავრცელებული, მიუღებელი აღმოჩნდა. რუსეთში ლიბერალურმა რეფორმებმა სწორედ ამ ფაქტორის გამო განიცადა კრახი. მაშინ რუსეთში სამოქალაქო საზოგადოება ვითარდებოდა, სახელმწიფო კი სუსტი იყო. პუტინის მმართველობის პირობებში რუსეთის სახელმწიფო ძლიერდება

და ახალ პრეტენზიებს გამოთქვამს მსოფლიო წესრიგის მოწყობის თვალსაზრისით.

რუსული ტრადიციულ-კონსერვატორული მენტალიტეტი უცხო აღმოჩნდა დასავლურ რაციონალისტურ მსოფლმხედველობასთან, სადაც ერი-სახელმწიფოს ჩამოყალიბება უმთავრესად ბიუროკრატიული ცენტრალიზმის პრინციპით მიმდინარეობდა. რუსეთში კი ამგვარი ტიპის სუვერენული სახელმწიფო არასოდეს ყოფილა [3:37].

XX საუკუნის 90-იანი წლების ლიბერალური რეფორმების კრახი რუსეთის ისტორიაში პირველი არ არის. გავიხსენოთ რუსეთის 1905 წ., ასევე 1917 წლის თებერვლის რევოლუციები. რატომ არ მოხდა 1917 წლის თებერვლის რევოლუციის შემდეგ რუსეთის დემოკრატიული განვითარება? საქმე გვაქვს ისტორიულ შეცდომასთან? ისტორიული ფსევდომორფოზები მოვლენათა მხოლოდ ზედაპირული ხედვის შედეგია. სინამდვილეში კი ყველა ეპოქა იძლევა იმას, რისი შესაძლებლობაცაა არსებულ საერთაშორისო გეოპოლიტიკურ ვითარებაში, სხვაგვარად ეპოქის პოტენციალში.

პროფესორი ივანე მენთეშაშვილი სტატიაში „ობიექტური კანონზომიერებებისა და ალტერნატივის შესახებ ისტორიაში“ ეხება რა ლიბერალური პროექტის კრახის მიზეზებს 1917 წლის რევოლუციის შედეგ, აღნიშნავს: „საზოგადოებრივ-პოლიტიკური სისტემის კონსერვატიულმა ხასიათმა განაპირობა თვითმპყრობელობის ახლებური ფორმებით აღდგენა. სავარაუდო ლიბერალური პლატფორმის დამარცხება, პირველ რიგში, გამოიწვია იმან, რომ ის ვერ იქცა საზოგადოებრივ-პოლიტიკური ცხოვრების მოთხოვნილებად. საქმე მართლაც ის კი არ არის, რომ

ერთმა პიროვნებამ დანარჩენებს სძლია, არამედ ის, რომ ლიბერალური აზრების განხორციელებისათვის საზოგადოების წიაღში არ აღმოჩნდა შესაბამისი წანამძღვრები“ [4:32]. ზუსტად იგივე მიზეზების გამო განიცადა დასავლურმა რეფორმებმა კრაზი ბორის ელცინის პრეზიდენტობის პერიოდში (XX საუკუნის 90-იანი წლები). პუტინის მმართველობის (რომელიც დღემდე გრძელდება) პერიოდში მომხდარი მოვლენები კი მეტყველებს იმაზე, რაც რუსული საზოგადოების მოთხოვნების წიაღში იდო. მიუნხენის კონფერენციაზე რუსეთის პრეზიდენტის გამოსვლა იყო აღიარებისა და პრესტიჟისათვის ბრძოლის მაგალითი „ცივ ომში“ დამარცხებული საბჭოთა კავშირის მემკვიდრის, რუსეთის ფედერაციის პოლიტიკური ხელმძღვანელის მხრიდან. მიუნხენის კონფერენცია იყო ახალი მსოფლიო წესრიგის ფორმირების პროცესის დასაწყისი, ეს იყო ახალი ვექტორი საერთაშორისო ურთიერთობების სისტემაში. რუსეთის პრეზიდენტის გამოსვლამ ბიძგი მისცა მსოფლიოს წამყვან სახელმწიფოთა შორის ურთიერთობის ახალ მიმართულებებს. ნატოზე განსაკუთრებული აქცენტის გაკეთება იმით აიხსნება, რომ ჩრდილო-ატლანტიკური ალიანსის გაფართოებით რუსეთს სულ უფრო ეზღუდებოდა სამოქმედო არეალი თავისი მიზნების განხორციელებაში, მაგრამ ვლადიმერ პუტინის გამოსვლაში იყო ლოგიკა, რომელსაც ყურადღებით აკვირდებოდა კონფერენციის ყველა მონაწილე. რუსეთის პრეზიდენტმა აღნიშნა: „ვფიქრობ, ერთი რამ ნათელია: ნატოს გაფართოების პროცესს არაფერი აქვს საერთო თავად ალიანსის მოდერნიზაციასთან, ევროპული უსაფრთხოების უზრუნველყოფასთან. პირიქით, ეს არის ურთიერთ-

შორის ნდობის დამაქვეითებელი სერიოზული მაპროვოცირებელი ფაქტორი. ამიტომ, გვაქვს სამართლიანი უფლება ვიკითხოთ: ვის წინააღმდეგაა ეს გაფართოება? რა მოუვიდა იმ აღთქმას, რომელსაც გვაძლევდნენ დასავლელი პარტნიორები ვარშავის ხელშეკრულების გაუქმების შემდეგ? სად არის ეს განცხადებები? მათ შესახებ აღარავის არაფერი ახსოვს, მაგრამ მე ჩემს თავს უფლებას მივცემ აუდიტორიას შევახსენო მათ შესახებ. შეგახსენებთ 1990 წლის 17 მაისს ბრიუსელში ნატოს გენერალური მდივნის, ბატონ ვერნერის ციტატას. მან თქვა: „თავად ფაქტი, რომ ჩვენ მზად ვართ არ განვაღაგოთ ნატოს ჯარები გფრ-ის საზღვრებს მიღმა, საბჭოთა კავშირს უსაფრთხოების მყარ გარანტიას აძლევს“. სად არის ეს გარანტია?

ბერლინის კედლის ქვები და ბეტონი უკვე კარგა ხანია სუვენირებად წაიღეს, მაგრამ არ შეიძლება დავივიწყოთ, რომ მისი დაცემა შესაძლებელი გახდა ისტორიული არჩევანის, მათ შორის ჩვენი ხალხის, რუსეთის ხალხის არჩევანის გამო, დემოკრატიისა და თავისუფლების, ღიაობისა და გულწრფელი პარტნიორობის სასარგებლოდ, დიდი ევროპული ოჯახის ყველა წევრთან ერთად. ამჟამად კი ცდილობენ თავს მოგვახვიონ ახალი გამყოფი ხაზები და კედლები, მართალია ვირტუალური, მაგრამ მაინც გამყოფი, რომელიც ნაწილებად ჭრის ჩვენს კონტინენტს. ნუთუ ისევ საჭირო გახდება მრავალი წელი და ათწლეული, მრავალი თაობის პოლიტიკოსთა ცვლილება, რათა ისევ „დავშალოთ“, „დემონტაჟი“ მოვახდინოთ ამ ახალი კედლების“? [2]

ამ სიტყვებიდან წელიწად-ნახევარში რუსეთის ფედერაციამ თავად დაიწყო ახალი ხაზების, მავ-

თულხლართებისა და სხვა გამყოფი საშუალებების აგება. მისი სამიზნე უმთავრესად პოსტსაბჭოთა სივრცის ურჩი სახელმწიფოები – საქართველო და უკრაინა იყო. მაგრამ ყურადღება უნდა მივაქციოთ იმ „განსხვავებულ ენას“, რომლითაც რუსეთის პრეზიდენტი მიმართავდა უსაფრთხოების საერთაშორისო კონფერენციის მონაწილეებს. თავად ტექსტში არაფერია მიუღებელი, თითქოს ის არაფერს ახალს არ ლაპარაკობს. ვის სურს ახალი ზღუდეები, ბარიერები, კედლები? მით უმეტეს თუ ამის საფუძველი არ არსებობს. მაგრამ წინააღმდეგობა, რომელზედაც რუსეთის ლიდერი არაფერს ამბობდა, იმალება იმ ცხოვრების წესის მიუღებლობაში, რომელიც ევრო-ატლანტიკურ სამყაროშია. თუ დასავლური ტიპის დემოკრატიაზე ყველა თანხმდება, მაშინ წინააღმდეგობაც არ არსებობს. მაგრამ, სწორედ ცივილიზებული, მენტალური სხვაობა იყო ის ბუნებრივი ბარიერი, რომელიც ბოლოს და ბოლოს გამოჩნდა კიდევ მიუნხენის კონფერენციაზე. მიგვაჩინა, რომ ლიბერალურ-დემოკრატიული ფასეულობები რუსეთისათვის არ არის ბუნებრივი მოცემულობა. თუ რუსეთი ამ გზას დაადგებოდა, მის პოლიტიკურ მესვეურთა აზრით, იგი გახდებოდა დასავლეთის სატელიტი. ეს არის ის მომენტი, რასაც ფრენსის ფუკუიამა აღიარებისათვის ბრძოლას უწოდებს. ამერიკელი მკვლევრის აზრით, „უნივერსალურ აღიარებას უპირისპირდება აღიარების არასრული, ნაწილობრივი ფორმები, რომლებიც ეთნოსს, რელიგიას, რასას, სექტისადმი კუთვნილებას, გენდერს და სხვა ცალკეულ ნიშნებს ან თუნდაც ცალკეული ინდივიდების სხვებზე უპირატესი და არაპრივილეგირებული მდგომარეობის დეკლარირებას ემყარება. ლი-

ბერალურ დემოკრატიაში იდენტობასთან დაკავშირებული პოლიტიკური პროცესის გამწვავება ერთ-ერთი მთავარი საფრთხეა, რომლის წინაშეც ეს პოლიტიკური სისტემები დგას. საზოგადოება, რომელიც არ ეცდება ღირსების უფრო უნივერსალურ გაგებას მიუახლოვდეს და დაამკვიდროს ის, განწირულია სოციალური კონფლიქტების გამწვავებისათვის“ [5:18].

რუსეთის ფედერაციასა და დასავლეთს შორის სწორედ ამ უნივერსალური ფასეულობების გაგებაზეა უთანხმოება, სწორედ აქ გადის გამყოფი ზღვარი, მაგრამ ეს ზღვარი არ არის ისეთი მკვეთრი, როგორც ეს ორპოლარული მსოფლიოს პერიოდში იყო, როცა უკიდურესად განსხვავებული დასავლური დემოკრატები და კომუნისტური სამყარო უპირისპირდებოდა ერთმანეთს. დღეს რუსეთიც აცხადებს, რომ მასთან დემოკრატიაა, ოღონდ განსხვავებული „სუვერენული“ დემოკრატია, რომელიც 2006 წელს კრემლის ერთ-ერთმა იდეოლოგმა ვლადისლავ სურკოვმა გაახმოვანა.

„სუვერენული დემოკრატის“ თანახმად: 1. რუსმა ხალხმა თავად უნდა განსაზღვროს ქვეყნის ხელისუფლების წყაროები; 2. რუსეთმა ხელი უნდა შეუწყოს საერთაშორისო ურთიერთობებში სახელმწიფოების სუვერენულობის ზრდას – რაც განასახიერებს დასავლეთის მიერ მის საშინაო საქმეებში ჩარევასთან რუსეთის მუდმივ წინააღმდეგობას; 3. დემოკრატიული სახელმწიფო სუვერენულად თავად უნდა წყვეტდეს ეკონომიკური უსაფრთხოების საკითხებს და ირჩევდეს საგარეო-პოლიტიკურ ორიენტაციას – რაც ნატოს ახალ წევრებსა და ალიანსში შესვლის მსურველებს შორის მთავარი განსხვავებაა,

რომლებიც, რუსეთის აზრით, ალიანსს და, შესაბამისად, აშშ-ს ზედმეტ გავლენას მიანიჭებს საკუთარ ეროვნულ უსაფრთხოებაში [6:67-68].

ტერმინი „სუვერენული დემოკრატია“ არაერთხელ გამოიყენა რუსეთის პოლიტიკური ელიტის არაერთმა წარმომადგენელმა, მათ შორის პრეზიდენტმა პუტინმაც.

მიუნხენის 2007 წლის უსაფრთხოების კონფერენციაზე ბევრ სხვა საკითხებზეც იყო საუბარი, მათ შორის ტერორიზმზე, ნარკოტრეფიკზე, არალეგალურ მიგრაციაზე, შეიარაღების კონტროლზე და ა.შ. ჩვენს მიზნებში ამჯერად მათი განხილვა არ შედის. სხდომის თავმჯდომარე ხ. ტელჩიკმა პუტინს რამდენიმე შეკითხვაც დაუსვა ადამიანის უფლებების, ნატოს გაფართოების საკითხთან დაკავშირებით, თუ რატომ ფიქრობდა იგი, რომ ნატო საფრთხე იყო რუსეთისთვის, როცა ევროპა მას საპირისპიროს უმტკიცებდა, რუსეთში ერთპოლარულ ხელისუფლებაზე და ა.შ. რაზედაც რუსეთს პრეზიდენტმა ჩვეული პროპაგანდისტული მანერით უპასუხა, მაგრამ კონფერენციის მთავარი შედეგი, ვფიქრობთ, რუსეთსა და დასავლეთს შორის წინააღმდეგობის ახალი ეტაპის დაწყება იყო. მიგვაჩნია, რომ ელცინის პერიოდი იყო ლოგიკური პაუზა რუსეთ-დასავლურ ურთიერთობებში. ეს იყო გარდამტეხი ეტაპი „ცივი ომის“ შემდეგ ორ განსხვავებულ სოციალურ-კულტურულ და ცივილიზებულ სუბიექტებს შორის. როგორც ვიცით, მეორე მსოფლიო ომს მოჰყვა გარდაუვალი დაპირისპირება ყოფილ მოკავშირეებს (სსრკ, აშშ და დიდი ბრიტანეთი) შორის, ზუსტად ასევე „ცივი ომის“ შემდეგ ერთმანეთს დაუპირისპირდნენ ევრო-ატლანტიკური სივრცე და რუსეთის

ფედერაცია, ორივე შემთხვევაში მათ (მეორე მსოფლიო ომი და „ცივი ომი“) ჰარმონიულად რომ გაეგრძელებინათ თანამშრომლობა – ერთ შემთხვევაში საბჭოთა კავშირსა და დემოკრატიულ სამყაროს, ხოლო მეორე შემთხვევაში – რუსეთის ფედერაციასა და დასავლეთს შორის, მივიღებდით „იდეალურ მსოფლიო წესრიგს და ისტორიაც „დასრულდებოდა“, კაცობრიობა მიაღწევდა სანუკვარ მიზანს, რაც ჯერჯერობით, სამწუხაროდ, მხოლოდ ვირტუალურად შეიძლება წარმოვიდგინოთ. ეს არის მარადიული კითხვა, ზოგადად, მსოფლიო წესრიგის შესაძლებლობის თუ შეუძლებლობის შესახებ, რომელიც სცდება პოლიტიკური საკითხის სფეროს და ფილოსოფიურ ასპექტში ინაცვლებს. ამიტომ ჩვენს ნაშრომს დავასრულებთ ფ. დოსტოევსკის ცნობილი ფრაზით, რომელიც დიდმა მწერალმა და მოაზროვნემ ადამიანის ბუნებას დაუკავშირა: „ადამიანს მიზნის მიღწევის პროცესი უფრო უყვარს და არა თავად მიზანი და ვინ იცის, იქნებ მთელი ეს მიზანი დედამიწაზე, რომლისკენაც მიისწრაფვის კაცობრიობა, მდგომარეობს მხოლოდ და მხოლოდ ამ მიზნის მიღწევის პროცესის უწყვეტობაში, სხვა სიტყვებით, თავად სიცოცხლეში და არა საკუთრივ იმ მიზანში, რომელიც, ცხადია, უნდა იყოს სხვა არაფერი, რომ ორჯერ ორი ოთხია. ე.ი. ფორმულა, რომ ორჯერ ორი ოთხია უკვე აღარაა სიცოცხლე, არამედ სიკვდილის დასაწყისია“.

ამიტომ ვფიქრობთ, რომ დედამიწაზე უნივერსალურ იდეოლოგიაზე ვერავის ექნება პრეტენზია. კაცობრიობა ისევ და ისევ განსხვავებულის თანაარსებობის პრინციპზე უნდა შეთანხმდეს, რაც ჯერჯერობით შორეულ პერსპექტივად გვესახება.

დასკვნა

ამრიგად, 2007 წლის თებერვალში, გერმანიის ქალაქ მიუნხენში გამართულმა უსაფრთხოების კონფერენციამ ახალი მსოფლიო წესრიგის კონტურები გამოკვეთა, რომელიც დღეისათვის ფორმირების პროცესშია. სახეზეა ახალი იდეოლოგიური დაპირისპირება. ეს დაპირისპირება არა ხელოვნური, ვინმეს მიერ კონსტრუირებული კი არ არის, არამედ ბუნებრივი პროცესია. ცივილიზებული შეუთავსებლობა წარმოშობს დაპირისპირებას, რომელიც სხვადასხვა ფორმით ვლინდება.

საბჭოთა კავშირის დაშლისა და „ცივი ომის“ დასრულების შემდეგ ბევრი ფიქრობდა, რომ რუსეთი პროდასავლური გზით წავიდოდა და მსოფლიოს ყველაზე წარმატებულ ცივილიზებულ სივრცეს შეუერთდებოდა. თავიდან თითქოს ასეც მოხდა. ბორის ელცინის პრეზიდენტობის პერიოდში რუსეთში დაიწყო სამოქალაქო საზოგადოების წარმოქმნა, რომელსაც რუსულ ცივილიზებულ ბირთვში წამყვანი ფუნქცია უნდა შეესრულებინა, მაგრამ გასული საუკუნის 90-იანი წლების ბოლოს აშკარა გახდა რუსეთში ლიბერალური რეფორმების კრაზი, რასაც რუსული სახელმწიფოს სისუსტეც დაერთო. რუსეთის

ტერიტორიული მთლიანობა კი სერიოზული გამოწვევის წინაშე აღმოჩნდა. არ იყო გამორიცხული ჩეჩნეთისთვის სხვა ავტონომიებსაც მიებაძა.

სწორედ ასეთ კრიტიკულ სიტუაციაში მოვიდა ხელისუფლების სათავეში ვლადიმერ პუტინი, რომელმაც რუსეთი მწვავე კრიზისული ვითარებიდან გამოიყვანა, რისთვისაც ყველაზე ხისტი მეთოდები გამოიყენა. 2007 წლის თებერვალში მიუნხენში მის სიტყვას ფართო გამოხმაურება მოჰყვა როგორც პოლიტიკურ, ისე სამეცნიერო წრეებში. რუსეთის პრეზიდენტმა მკვეთრად გააკრიტიკა ერთპოლარული მსოფლიოს ფორმირების მცდელობა და სერიოზული განაცხადი გააკეთა ახალი რუსული პოლიტიკური პოლუსის შესაძლო წარმოქმნის შესახებ. ყოველივე ეს მოსალოდნელი იყო და იგი ბუნებრივ პროცესად მიგვაჩნია, რითაც ისტორია კი არ „დასრულდა“, არამედ ახალი კონტურები შეიძინა და კაცობრიობა ახალი დაპირისპირების ფაზაში შევიდა. ახალი „ცივი ომი“ კი რით დასრულდება, ამაზე პროგნოზის გაკეთება ნაადრევია. კაცობრიობის წარმატება კი იმაზე იქნება დამოკიდებული, რამდენად შეძლებს ის განსხვავებულის თანაარსებობის პრინციპზე შეთანხმებას.

ლიტერატურა

1. Hegel F., Philosophy of History, Tbilisi, 2001, (In Georgian).
2. President of the Russian Federation, V. Putin's speech at the Munich Conference on Security Policy, February 10, 2007. <http://kremlin.ru/events/president/transcripts/24034> (In Russian).
3. Dugin A., "Basics of Geopolitics", Tbilisi, 1999, (In Georgian).
4. Menteshashvili A., "History of Objective Regularities and Alternatives", Scientific-Methodological Journal "History", Tbilisi, 1998. (In Georgian).
5. Fukuyama F., Identity, Tbilisi, 2018(In Georgian).
6. Toroshelidze I., "Putin's Foreign Policy", The group of political research, Tbilisi, 2008, (In Georgian).
7. Kvetenadze Z., "Russia's Foreign Policy and NATO's Expansion to the East", Journal "Issues of New and Recent History" N2 (8), Tbilisi, 2010. p. 287-292. (In Georgian).
8. EU, Russia Have Great Opportunity for Counterterrorism Cooperation – Official, Sputnik 2017. <https://sputniknews.com/europe/201706071054406018-eu-russia-counterterrorism-cooperation-iklody/> / (In English).
9. Murvanidze L., "The Contemporary Russian Foreign Policy in the Post-Soviet Space", Doctoral Dissertation, GTU, Tbilisi, 2016. (In Georgian).
10. Ghudushauri N., "Political Anatomy of Russia", Doctoral Dissertation, GTU, Tbilisi, 2009. (In Georgian).

UDC 627.11:627.81

SCOPUS CODE 1901

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-114-126>

2007 Munich Conference and Contours of the New World Order

- Karlo Kopaliani** Department of Political and International Relations, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 Kostava street
E-mail: karlo.kopaliani@yahoo.com
- Zurab Kvetenadze** Department of Political and International Relations, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 Kostava street
E-mail: kvetenadzezurabi07@gtu.ge

Reviewers:

K. Jjeishvili, Professor, Faculty of Law and International Relations, Doctor of Politics, GTU

E-mail: jjeishviliketevan07@gtu.ge

E. Gvenetadze, Professor, Faculty of Law and International Relations, Doctor of History, GTU

E-mail: gvenetadzeedisher07@gtu.ge

Abstract. The International Security Conference held in Munich in February 2007 laid the foundation for the formation of the new world order. After the collapse of the Soviet Union and the end of the Cold War, everyone thought that Russia would choose the way for pro-Western democratic development. In the first stage, it seemed that the Russian Federation was making a choice in favor of the free world. However, the weakness of both the state and style of oligarchic governance showed that the conclusion was premature.

Although civil society was developing in Russia and after some time it could achieve concrete successes, the Russian political leadership under the leadership of Boris Yeltsin was unable to solve the acute problems facing the state. The strengthening of the Russian state is linked to the coming to power of Yeltsin's successor, Vladimir Putin. As a result of effective counterterrorism operations, the authority of Russian president has increased significantly.

Putin aimed to change pro-Western orientations to Eurasian. We think, it was a natural occurrence for Russia, but it would inevitably lead to a confrontation with the West. The 2007 Munich International Security Conference is a clear example, where the Russian president strongly criticized the existence of a unipolar world and initiated foundation of a new phase of confrontation with the Euro-Atlantic space.

Key words: agreement; conflict; democracy; ethnicity; sanction; sovereign; safety.

UDC 627.11:627.81

SCOPUS CODE 1901

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-114-126>

Мюнхенская конференция 2007 года и контуры нового мирового порядка

Карло Копалиани Департамент политики и международных отношений, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: karlo.kopaliani@yahoo.com

Зураб Кветенадзе Департамент политики и международных отношений, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 77
E-mail: kvetenadzezurabi07@gtu.ge

Рецензенты:

К. Джиджеишвили, доктор политических наук, профессор факультета права и международных отношений, ГТУ

E-mail: jjeishviliketevan07@gtu.ge

Е. Гвенетадзе, доктор исторических наук, профессор факультета права и международных отношений, ГТУ

E-mail: gvenetadzeedisher07@gtu.ge

Аннотация. В феврале 2007 года конференция по международной безопасности в Мюнхене считается точкой отчета нового мирового порядка. После распада Советского Союза и окончания холодной войны казалось бы, что Россия будет развиваться в прозападном демократическом направлении. На первом этапе было очевидно, что Российская Федерация делает выбор в пользу свободного мира, однако, как выяснилось позже, слабость государства и стиль олигархического правления дали свои плоды, и в результате оказалось, что выводы были поспешными. Стоит отметить, что гражданское общество в России развивалось достаточно позитивно и могло со временем исправить ситуацию. Однако, российское политическое руководство во главе с Борисом Ельциным не смогло решить острые проблемы, стоящие перед государством.

Укрепление российского государства начинается с прихода к власти Владимира Путина, преемника Бориса Ельцина. В результате эффективных контртеррористических операций авторитет президента России, Владимира Путина значительно вырос. Целью Путина было изменение прозападных ориентаций на евразийские, что, для России было естественным явлением, которое и привело к конфронтации с Западом. Ярким примером этого является Мюнхенская конференция по безопасности 2007 года, где в своей речи президент России резко критикует существование однополярного мира, таким образом начав новый этап противостояния с евroatлантическим пространством.

Ключевые слова: безопасность; демократия; конфликт; соглашение; суверен; санкция; этническая принадлежность.

განხილვის თარიღი 15.03.2020

შემოსვლის თარიღი 22.03.2020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 615.327

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-127-141>

მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლების ზოგადი დახასიათება

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:

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

E-mail: n.poporadze@gtu.ge

ზ. კაკულია, სტუ-ის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

ანოტაცია. საკვლევი ობიექტი შიგა კახეთის ძირითადი ჰიდროგრაფიული ერთეულის – მდ. ალაზნის მარცხენა ნაპირზე მდებარეობს, დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის წინამთიანეთის გასწვრივ და მოიცავს ზოლს სოფ. შაქრიანიდან (თელავის რაიონი) დაწყებული რაიონულ ცენტრ ლაგოდეხით დამთავრებული (მდ. ლაგოდეხისწყალი, მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადი). აღნიშნული ზოლის ფარგლებში, მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადების ხეობებში, აგრეთვე წინამთიანეთის მთისძირეთში გოგირდწყალბადიანი (H₂S) მინერალური წყაროების ბუნებრივი გამოსავლება გავრცელებული. გარდა ამი-

სა, ეს წყლები გახსნილია საძიებო - ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილებით. ამ წყაროებს შორის განსაკუთრებით პოპულარულია „თორღვას აბანო“ და „ლაგოდეხის აბანო“. პირველი მდებარეობს მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკად მდ. სტორის ხეობის ზემო წელში, ხოლო მეორე – მდ. ლაგოდეხისწყლის ხეობაში, დასახლებიდან 7კმ-ის დაშორებით. სამკურნალო თვისებებით არანაკლებ მნიშვნელოვანია შედარებით მცირედებიტიანი მინერალური წყაროები – „მუნის წყარო“ და „მყრალი წყლები“. თეორიული და ველზე მოპოვებული ფაქტობრივი მასალების ანალიზისა და განზოგადების საფუძველზე მთიანი კახეთის გოგირდწყალბადიანი წყლები დახასია-

თებულია დეტალურად და შესაძლოა მათი ათვისება საკურორტო მშენებლობის მიზნით.

საკვანძო სიტყვები: გოგირდწყალბადი; ინფილტრაცია; მდ. ალაზანი; ღრმა ცირკულაციის მისივე წყლები; წყალშემცველი ჰორიზონტი.

შესავალი

გოგირდწყალბადი წყალს უსიამოვნო სუნს ანიჭებს, გოგირდოვან ბაქტერიებს ავითარებს და კოროზიას იწვევს. მიწისქვეშა წყლებში არსებული გოგირდწყალბადი შეიძლება იყოს მინერალური, ორგანული ან ბიოლოგიური წარმოშობის, გახსნილი აირის ან სულფიდების სახით. ეს უკანასკნელი დამოკიდებულია წყლის რეაქციაზე (PH):

1. როდესაც $PH < 5$ ზე, H_2S -ის ფორმით;
2. $PH > 7$, HS^- იონის სახით;
3. $PH = 5 - 7$, HS^- იონის სახით, აგრეთვე H_2S -ის სახით.

ძირითადი ნაწილი

საქართველოს ტერიტორიის ჰიდროგეოლოგიური დარაიონების სქემის მიხედვით [1], საკვლევი ტერიტორია მოიცავს მესტია – თიანეთის ნაპრალოვანი და ნაპრალოვან - კარსტული წყალშემცველი სისტემის სამხრეთ - აღმოსავლეთ ნაწილს და ნაწილობრივ ალაზნის არტეზიული აუზის ფოროვანი და ნაპრალოვან - კარსტული სისტემის ჩრდილოეთ პერიფერიას.

დაღმავალ ჰიდროგეოლოგიურ ჭრილში რაიონში გავრცელებული ძირითადი წყალშემცველი ჰორიზონტები და კომპლექსები შემდეგი თანამიმდევრობით ლაგდება:

1. თანამედროვე ალუვიონის წყალშემცველი ჰორიზონტი;

2. მეოთხეული ალუვიურ-პროლუვიური ნალექების წყალშემცველი ჰორიზონტი;

3. კიმერიჯ-ქვედა ცარცის კარბონატული ნალექების კარსტული წყალშემცველი ჰორიზონტი;

4. ზედა იურის (კალოვიურ-ოქსფორდული) ტერიგენული ფლიშური ნალექების წყალშემცველი კომპლექსი;

5. ტოარსული და აალენური სართულების ქვიშაქვა-ფიქლებრივი წყების წყალშემცველი კომპლექსები;

6. პლინსბახის სართულის ფიქლებრივი წყების წყალშემცველი ჰორიზონტი.

ქვემოთ მოცემულია აღნიშნული ჰორიზონტების მოკლე დახასიათება.

პლინსბახის სართულის ფიქლებრივი წყების გრუნტის წყლები ($J_1 P$) – ვიწრო ზოლის სახით ვრცელდება რაიონის მაღალმთიან ტერიტორიაზე, ლითოლოგიურად წარმოდგენილია მეტამორფიზებული ასპიდური თიხა-ფიქლებით და საშუალომარცვლოვანი ღია ფერის ქვიშაქვებით. გრუნტის წყლების ცირკულაცია გამოფიტვის ზონის ნაპრალებში ხდება, თუმცა ეს უკანასკნელი მცირე სიღრმეში ვრცელდება ისე, რომ ჰორიზონტის წყალშემცველობა დაბალია. წყაროების გამოსავლები ხშირია მდინარეთა ხეობების ფერდობებზე. დებიტი 0.03 – 0.1 ლ/წმ ფარგლებში მერყეობს [2]. ქიმიურად ისინი, ჰიდროკარბონატულ-კალციუმის შედგენილობის ულტრამტკნარი წყლებია, t იცვ-

ლება $9-11^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში, საერთო მინერალიზაცია 0.15 გ/ლ არ აღემატება.

ტარსული და აალენური სართულების გრუნტის წყლები ($J_1^t + J_2^a$). აღნიშნული კომპლექსი ლითოლოგიურად წარმოდგენილია შავი თიხაფიქლების მონაცვლეობით სქელშრებრივ ნაცრისფერ ქვიშაქვებთან. აქ გამოფიტვის ზონის სიღრმე 30 მ-ს აღწევს. ქანების ნაპრალიანობა საკმაოდ მაღალია, რაც ხელს უწყობს ატმოსფერული ნალექების ინფილტრაციას. თიხაფიქლებთან დაკავშირებული წყაროების მაქსიმალური დებიტი 0.5 ლ/წმ არ აღემატება. შედარებით წყალუხვია ქვიშაქვები, რომლებშიც უხვდებიტიანი (3 ლ/წმ) წყაროებიც გვხვდება. ქიმიური შედგენილობით გაბატონებულია ჰიდროკარბონატული კალციუმიან-მაგნიუმიანი ტიპი, საერთო მინერალიზაცია $0.1-0.2$ გ/ლ ფარგლებშია. მინერალიზაციის ერთგვარი მატება აღნიშნება აალენის სართულთან დაკავშირებულ წყაროებში, ტემპერატურა $9 - 13.5^{\circ}\text{C}$ იცვლება.

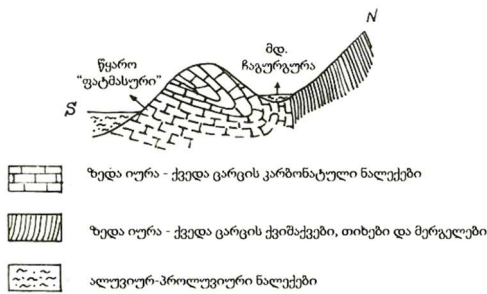
ზედა იურის ტერიგენული ფლიშის გრუნტის წყლები (J_3^{k-o}). ტერიგენული ფლიში ლითოლოგიურად ზედა ლიასის ქვიშაქვა - ფიქლებრივი წყების მსგავსია, თუმცა წყალშემცველობის მხრივ განსახილველი ფლიში გაცილებით წყალუხვია. ამ კომპლექსთან დაკავშირებული წყაროების საშუალო ხარჯი $0.4-0.6$ ლ/წმ საზღვრებშია. გარდა ამისა, გვხვდება უფრო უხვდებიტიანი ($6-10$ ლ/წმ) წყაროებიც, რომელთა გამოსავლები წყების ზედა კარბონატულ ნაწილთან არის დაკავშირებული. ქიმიური შედგენილობით გაბატონებულია ჰიდროკარბონატული კალციუმიან-მაგნიუმიანი ტიპი, საერთო მინერალიზაცია $0.2-0.5$ გ/ლ. სამხრეთ-აღმოსავლეთით

მინერალიზაცია უმნიშვნელოდ, მაგრამ თანდათან მატულობს. აღნიშნული წყლების ქიმიურ ფორმულაში არცთუ იშვიათად სულფატ-იონი (SO_4^{2-}) იჩენს თავს, t იცვლება $11.5-15.5^{\circ}\text{C}$ ფარგლებში.

კიმერიჯ - ქვედა ცარცის (ვალანჟინი) კარსტული წყლები ($J_3^{(km)} - k_1^{(v)}$), ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით, ძალზე მნიშვნელოვანი და საინტერესო წყალშემცველი ჰორიზონტია. მისი დამახასიათებელი ნიშან-თვისებაა მაღალი წყალშემცველობა, რითაც ეს ჰორიზონტი აშკარად გამოირჩევა დანარჩენი ჰიდროგეოლოგიური ერთეულებისგან. ლითოლოგიურად ჰორიზონტი აგებულია პელიტმორფული სქელშრებრივი, თითქმის მასიური მერგელოვანი კირქვებით, რომლებშიც თიხაფიქლების და ქვიშაქვების დასტები და შუაშრები გვხვდება. პელიტმორფული კირქვებისთვის ძალზე დამახასიათებელია კარსტული პროცესი, რომელიც გამოხატულია როგორც ზედაპირულ, ისე მიწისქვეშა კარსტულ ფორმებში. ზედაპირული ფორმები შედარებით ნაკლებად ჩანს მაშინ, როდესაც მიწისქვეშა კარსტული ნაპრალები და სიცარიელები ფართოდ არის განვითარებული. ნაპრალებს შორის სამი გენეტიკური სახე გამოიყოფა: ტექტონიკური, ლითოგენეტიკური და გამოფიტვის ნაპრალიანობა. კარბონატული ფლიშის მთლიან გავრცელებაზე უხვდებიტიანი კარსტული წყაროები გამოდის. ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით ძირითადი კარსტული წყაროები შემდეგი თანამიმდევრობით ლაგდება: “კუს წყალი”, “ვატმასური”, “წიწკანანათსერი”, “ჩანთლის ყურე”, “ზინობიანი”, “აფენის წყალი”. მათ შორის განსაკუთრებით

წყალუხვია “აფენის წყალი”, რომლის დებიტი 252 ლ/წმ შეადგენს. იგი დასაბამს აძლევს ერთსახელა მდინარეს. სხვა კარსტული წყაროებიდან აღსანიშნავია ყვარლის ღვინის ქარხნის ტერიტორიაზე არსებული წყაროები: “ფატმასური” (დებიტი–188 ლ/წმ) და “ზინობიანი” (დებიტი – 72 ლ/წმ) [3].

რაიონის კარსტული წყლების კვებაში წამყვანი როლი ატმოსფერულ ნალექებს ეკუთვნის, ამასთან მნიშვნელოვანია ზედაპირული წყლებიც. ზედაპირული წყლების ხარჯზე კარსტული წყაროს კვების კლასიკური მაგალითია წყარო “ფატმასური”, რომელიც მდ. ჩაგურგულაძან ინფილტრირებული წყლების ხარჯზე იკვებება.



ზედაპირული წყლების როლი კარსტული წყაროების კვებაში

სქემიდან ჩანს, რომ მდინარის წყლების ინფილტრაცია ამაღლებულ ჩრდილოეთ ფერდობიდან ხდება, რომელიც მერგელოვანი კირქვებით არის აგებული. საკვლევი რაიონის კარსტი განვითარების პროცესშია, რასაც ხელს უწყობს თანამედროვე ტექტონიკური მოძრაობა. ქიმიური შედგენილობით კარსტული წყლები მრავალფეროვნებით არ გამოირჩევა, გარდა იმისა, რომ ჰიდროკარბონატებთან ერთად გარკვეული რაოდენობით სულფატურ მარილებსაც შეიცავს. საერთო მინერალიზაციის მაჩვენებელი 0.2–0.4 გ/ლ ფარგლებშია, $t - 12-14^{\circ}C$, რეჟიმი არამდგრადია და მჭიდროდ არის დაკავშირებული წლის განმავლობაში ატმოსფერული ნალექების გამოყოფასთან.

მეთხეული ალუვიურ-პროლუვიური ნალექების წყალშემცველი ჰორიზონტი (Q_{al-pr}) ფართოდ არის გავრცელებული მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროზე. ამ წარმონაქმნებით აგებულია მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადების მძლავრი გამოტანის კონუსები და კონუსთმორისი სივრცეები. წყალშემცველია ქვიშის, ქვიშნარისა და ქვიშის-შემავსებლიანი კენჭნარების დასტები, რომლებიც ერთმანეთისგან გამოყოფილია შედარებით წყალგამტარი თიხებისა და თიხნარების შუაშრებით. გამოტანის კონუსების ფარგლებში წყალშემცველი ჰორიზონტები დაწნევიანია. აქ გავრცელებულია ე.წ. “ყვარლის წყალშემცველი ჰორიზონტი”, რომელიც იარუსის აგებულებისა და ერთმანეთთან მონაცვლე წყალშემცველი და წყალგამტარი ქანებით არის წარმოდგენილი. ყვარლის წყალშემცველი ჰორიზონტის წყლები ფართოდ გამოიყენება ალაზნის ველის მარცხენა სანაპიროზე მდებარე დასახლებული პუნქტების წყალმომარაგებაში. ქიმიურად ეს დაბალმინერალიზებული (0.3–0.5 გ/ლ), ჰიდროკარბონატულ-სულფატურკალციუმიან-მაგნიუმიანი წყლებია, $t - 12-14^{\circ}C$ და სრულად პასუხობს სასმელი წყლისადმი წაყენებულ მოთხოვნებს.

თანამედროვე ალუვიონის წყალშემცველი ჰორიზონტი (Q_{al}) ვრცელდება მდინარეთა ხეობების კალაპოტებსა და კალაპოტზედა ტერასებზე, რომლებიც ლითოლოგიურად ფხვიერი კაჭარკენჭნარით არის აგებული. კალაპოტქვეშა ნაკადი მდინარის

სტუ-ის შრომები – Works of GTU – Труды ГТУ
 №2 (520), 2021

დინების მიმართულებით არის დახრილი. მისი სიღრმე 0.5 – 3.0 მ-ს შეადგენს. ამ ჰორიზონტთან დაკავშირებული წყაროების გამოსავლები მრავლადაა მდინარეების – ბურსას, არემის, შოროხევის, ნი-ნოსხევის, ჩაგურგულასა და სხვათა ჭალებში.

ჰორიზონტის წყალშემცველობა მაღალია, წყაროთა დებიტები 1.8 – 6.2 ლ/წმ საზღვრებში მერყეობს. ქიმიური შედგენილობით გავრცელებულია ჰიდროკარბონატულ კალციუმ-მაგნიუმის ტიპი, საერთო მინერალიზაცია 0.1 – 0.2 გ/ლ.

ალაზანგაღმა მთიანი კახეთის მინერალური წყაროები. საკვლევი რაიონი მინერალური წყლების სიხშირით არ ხასიათდება. ამ ზოლში მხოლოდ შვიდი გამოსავალია დაფიქსირებული და მათ განლაგებაში გარკვეული კანონზომიერება აღინიშნება, კერძოდ მინერალური წყლების გავრცელების ზოლი თითქმის ყველა შემთხვევაში კიმერიჯული სართულის კარბონატული წყების კირქვებსა და მერგელებს უკავშირდება, რითაც კახეთის ფარგლებში კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის მთისწინეთი არის აგებული. გამონაკლისია მინერალური წყაროები – „თორღვას აბანო“ და „ლაგოდების აბანო“, რომლებიც გენეტიკურად ქვედა იურის ტოარსული სართულის ქვიშაქვა - ფიქლებრივ წყებას უკავშირდება [4]. აღნიშნული მინერალური წყაროების ღრმა ცირკულაციაზე მათი სპეციფიკური აირული და ქიმიური შედგენილობა მიუთითებს, აგრეთვე საერთო მინერალიზაციის შედარებით მაღალი მაჩვენებელი და სტაბილური რეჟიმი, რომელიც კლიმატურ ფაქტორებზე არ არის დამოკიდებული. სავარაუდოა, რომ მინერალური წყლების გამოსავლები კონტროლდება ტექტონიკური რღვე-

ვის ხაზით, რომელიც სიღრმული წყლების მოძრაობის არხს უნდა წარმოადგენდეს. მიწისქვეშა წყლების აღმავალი მოძრაობის პროცესში განსაკუთრებული როლი ეკუთვნის ტექტონიკური წარმოშობის ვერტიკალურ ნაპრალებს, რომლებიც ნაოჭების გადაღუნვის ზოლშია განვითარებული. რღვევა მეოთხეული საფარით არის დაფარული და დედამიწის ზედაპირზე არ ფიქსირდება. გამოთქმული ვარაუდით დასტურდება ფაქტი, რომელსაც ადგილი ჰქონდა ერთ-ერთი მინერალური წყაროს – „მუნის წყაროს“ გამოსავლის უბანზე.



„მუნის წყაროს“ ბუნებრივი გამოსავალი
ეგზოგენურ ნაპრალებში

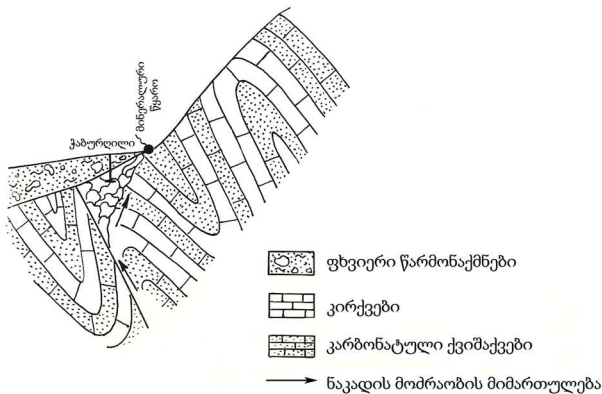
აღნიშნული წყაროს გამოსავლიდან 50 მ-ის დაშორებით, სამხრეთით გაყვანილ იქნა ჭაბურღილი, რომლის საპროექტო სიღრმე 1200 მ-ს შეადგენდა. ჭაბურღილი მხოლოდ 51 მ სიღრმემდე გაიბურღა. აქედან 48 მ წარმოდგენილია ფხვიერი მეოთხეული კენჭნარით და მხოლოდ ქვედა სამი მეტრი – კირქვებით. ეს საკმარისი აღმოჩნდა, რომ ჭაბურღილის პირზე მიგველო მტკნარი წყლის თვითდენა მაღალი დებიტით (40 ლ/წმ), რის გამოც „მუნის წყაროს“ ბუნებრივმა გამოსავალმა ფუნქციონირება შეწყვიტა,

ჭაბურღილიდან ამომავალ წყალს კი გოგირდწყალბადის სუნის სდევს.



არტეზიული ჭაბურღილი მინერალურ წყარო „მუნის წყაროსთან“

ექვგარეშეა, რომ ჭაბურღილმა სიღრმეში გადაკვეთა ერთგვარად განცალკევებული ნაპრალი ან სისტემა, რომლის გავლითაც აღნიშნული მინერალური წყალი, ჰიდროსტატიკური დაწნევის გავლენით, მიწის ზედაპირზე ამოდიოდა. ჭაბურღილის ლულა იქცა იმ ჭურჭლად, რომელშიც მინერალური წყალი შეერია მტკნარი წყლის ჰორიზონტს და მასში მინერალიზაციის კლებასთან ერთად გოგირდწყალბადის შემცველობაც შემცირდა.



„მუნის წყაროს“ გამოსავლის მიტაცება ჭაბურღილით

რაიონის მინერალური წყაროები ჩრდილო - დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისკენ შემდეგი თანამიმდევრობით არის განლაგებული:

მინერალური წყარო „მუნის წყალი“. სახელწოდება ნათლად მიუთითებს პრაქტიკული გამოყენებისას ამ წყლის დანიშნულებაზე. წყარო განლაგებულია სოფელ შაქრიანიდან 3 კმ მანძილზე აღმოსავლეთით და გრძივი ქედის ძირას სივრცობრივად დაკავშირებულია კარბონატული ფლიშის კირქვებსა და კარბონატულ ქვიშაქვებთან. წყალი გამოედინება დაახლოებით 10 სმ სიგანის ნაპრალებიდან, რომლებითაც დასერილია ქანები სხვადასხვა მიმართულებით.



მინერალური წყაროს სივრცობრივი კავშირი ეგზოგენურ ნაპრალიანობასთან

თვალთახედვითი შეფასებით წყაროს დებიტი 6 ლ/წმ შეადგენს. წყალი გამჭვირვალეა, მოცისფრო შეფერილობის, გოგირდწყალბადის მკვეთრი სუნით, ტემპერატურა – 16 °C .

მინერალური წყარო „მლაშე წყარო“ – მდებარეობს სოფელ წიწკანაანთსერიდან 2 კმ მანძილზე, სამხრეთ-აღმოსავლეთით. გამოსავალი დაკავშირებულია დაბალ ირიბგორას ძირთან, რომელიც აგებულია თხელშრეებრივი გამოფიტული მერგელე-

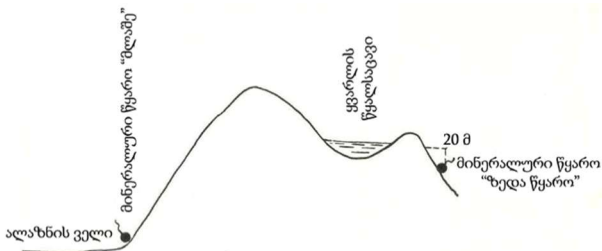
ბით და მერგელოვანი ფიქლებით. წყაროს ორი გამოსავალი შეინიშნება, ჯამური დებიტი 1 ლ/წმ.



„მლაშე წყაროს“ პრიმიტიულად დაკაპტაჟებული ბუნებრივი გამოსავალი

წყალი გამჭვირვალეა მომლაშო გემოთი, უფერო და უსუნო, ტემპერატურა – 16 °C. მარილთან ერთად უმნიშვნელო რაოდენობით მეთანი გამოიყოფა.

მინერალური წყარო „ზედა წყარო“ – მდებარეობს სამების ქედის ჩრდილოეთ ამაღლებულ ფერდობზე. ჰიფსომეტრიულად, დაახლოებით 300 მეტრით მაღლა „მლაშე წყაროსთან“ შედარებით. წყაროს გამოსავალი ახლოსაა ყვარლის ხელოვნურ წყალსაცავთან, თანაც გამოსავლის ნიშნული დაახლოებით 20 მ-ით დაბლაა წყალსაცავში წყლის დონესთან შედარებით.



მინერალური წყაროების განმხოლოება ზედაპირული წყლებიდან

გამოსავალი დაკავშირებულია მოცივითალო დელუვიურ თიხნარებთან, რომლებითაც გადაფარულია ძირითადი განლაგების კირქვები და ქვიშაქვები. წყაროს დებიტი ვიზუალური შეფასებით 0.2 ლ/წმ შეადგენს. წყალი მტკნარია, უსიამოვნო ლაყე კვერცხის სუნით და ხასიათდება გოგირდწყალბადის მძაფრი სუნით, ტემპერატურა – 15.5 °C.

მინერალური წყარო „მყრალი წყლები“. ეს წყალი ამ ტერიტორიაზე გაყვანილ ღრმა (1200 მ) ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილიდან მიღებულ წყალთან ერთად ქმნის ადგილობრივი მნიშვნელობის ბალნეოლოგიური კურორტის ჰიდრომინერალურ ბაზას. წყაროს გამოსავალი მდებარეობს სოფელ ოქტომბრიდან ჩრდილო-დასავლეთით 2 კმ-ზე, გამოსავალი დაკაპტაჟებულია 1 მ დიამეტრისა და 2 მ სიღრმის ბეტონის ავზით. თუ საბაზანო მწარმოებლობით ვიმსჯელებთ, წყაროს დებიტი 0.5 ლ/წმ უნდა უდრიდეს. გამოსავალი დაკავშირებულია კირქვებისა და კარბონატული ქვიშაქვების დანაპრალიანებულ ზონასთან.



ბეტონის ჭით დაკაპტაჟებული ბუნებრივი გამოსავალი



არტეზიული კაბურღილი „მყრალი წყლების“
მინერალურ წყაროსთან

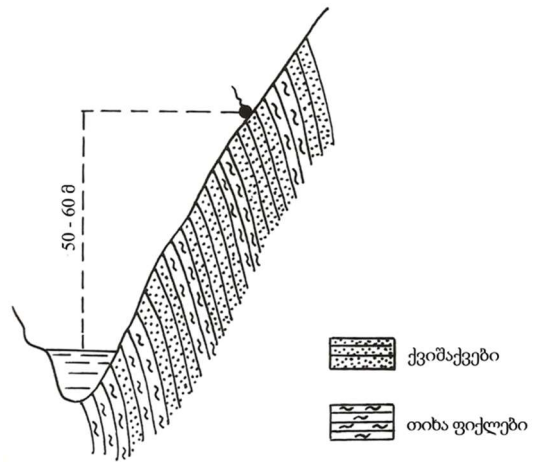
წყალი მტკნარია, ბლანტი, ჯამში მოცისფრო ფერისაა, ახასიათებს გოგირდწყალბადის მძაფრი სუნი, ტემპერატურა – 16°C .

მინერალური წყარო „თხილის წყარო“ – მდებარეობს სოფ. თხილიანის ჩრდილო - დასავლეთ პერიფერიაზე, დაკავშირებულია თიხნარებთან, მოშორებით თეთრი ფერის კირქვების გამიშვლებათა, რომლებსაც ადგილობრივი მოსახლეობა კირის გამოსაწვავად იყენებს. წყაროს დებიტი 2 ლ/წმ ტოლია, შეინიშნება საწვავი აირის იშვიათი გამოყოფა პატარა ბუშტუკების სახით, წყალი მტკნარია, გამჭვირვალე, ახასიათებს გოგირდწყალბადის სუსტი სუნი, ტემპერატურა – 15°C .

მინერალური წყარო „ახალსოფელი“ – დაკავშირებულია დაბალი ქედის ძირში გამიშვლებულ წვრილმარცვლოვან მკვრივანაპრალოვან კირქვებთან. გამოდინების ადგილას ნაპრალების გახსნა 10 სმ-ს აღწევს. გამოსავლების ჯგუფი აღინიშნება საერთო დებიტით 2.5 ლ/წმ, წყალი მტკნარია, უფერული, გოგირდწყალბადის სუსტი სუნით, ტემპერატურა – 15°C .

მინერალური წყარო „ლაგოდების აბანო“ - ერთადერთია ზემოთ აღწერილ წყლებს შორის, რომლის

გამოსავალი ზედა იურა-ქვედა ცარცის კარბონატულ წყებასთან კი არ არის დაკავშირებული, არამედ ქვედა იურის ტოარსული სართულის ქვიშაქვაფიქლებრივ წყებასთან ანუ ასაკობრივად ბევრად უფრო ძველ ქანებთან [5]. გამოსავალი მდებარეობს ლაგოდებიდან ჩრდილოეთით 7 კმ მანძილზე, მდ. ლაგოდებისწყლის ზემო წელში, მარჯვენა ფერდობის ზედა ნაწილში, კალაპოტიდან 60 მ სიმაღლეზე.



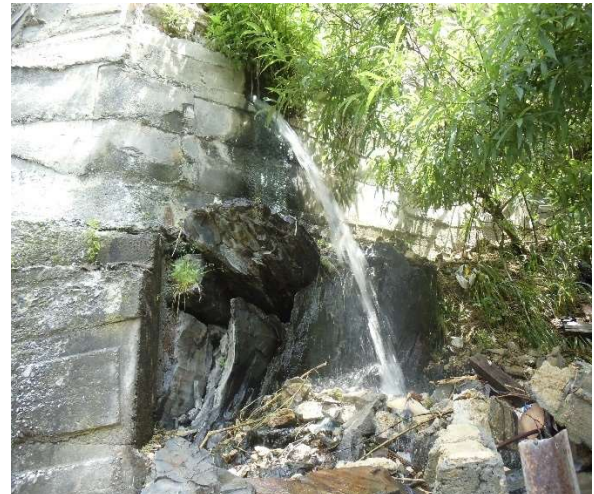
მინერალური წყაროს „ლაგოდების
აბანოს“ გამოსავალი

გამოსავალი დაკავშირებულია კაჟიან-ნაპრალოვან გამოფიტულ ქვიშაქვებთან და თვალნათლივ არის მიზმული რეგიონალური ტექტონიკური რღვევის (შეცოცების) ზონასთან, რომლის გასწვრივაც პლინსბახის ფიქლებრივი წყება ტექტონიკურ კონტაქტშია ზედა ლიასის ქვიშაქვა - ფიქლებრივ წყებასთან. გამოსავლები რამდენიმეა ნაპრალების გასწვრივ. მთავარი გამოსავალი, რომლის დებიტი 0.8 ლ/წმ-ის ტოლია, პრიმიტიულად არის დაკავშირებული და აბაზანებისთვის გამოიყენება. ჯამური დებიტი დაახლოებით 1.3 ლ/წმ, ტემპერატურა – 23°C , უფრო მაღალი, ვიდრე რაიონის სხვა მინერა-

ლური წყაროების შემთხვევაში. ჰაერი გაჟღენთილია გოგირდწყალბადის სუნით, წყალი უსიამოვნო გემოსია, მოცისფრო ფერია.

მინერალური წყარო „თორღვას აბანო“ - „ლაგოდების აბანოს“ მსგავსად, „თორღვას აბანოს“ მინერალური წყაროს გამოსავალი ასევე არ არის დაკავშირებული ზედა იურა-ქვედა ცარცის კარბონატულ ფლიშთან, არამედ დაკავშირებულია ლიასის ინტენსიურად დისლოცირებული ფიქლებრივი წყების გავრცელების ზონასთან და აღინიშნება მსხვილი რეგიონული რღვევით.

წყარო თუშეთში მდებარეობს, მდ. სტორის (მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადი) ხეობის ზემო წელში, სოფ. ფშაველიდან დაახლოებით 30 კმ მანძილზე. „თორღვას აბანო“ დიდი პოპულარობით სარგებლობს ადგილობრივ მოსახლეობაში და მიუხედავად იმისა, რომ ძნელად მისადგომია, ზაფხულობით მას მრავალრიცხოვანი დამსვენებელი ჰყავს. ხანგრძლივი სამედიცინო დაკვირვებით დადგენილია, რომ მას შესანიშნავი სამკურნალო თვისებები ახასიათებს [6]. გამოსავლები რამდენიმეა, ერთმანეთისადმი საფეხურებად განლაგებული.



ლიასის ინტენსიურად დისლოცირებული ქანები „თორღვას აბანოს“ ბუნებრივ გამოსავალთან

„თორღვას აბანოს“ ბუნებრივი და პრიმიტიულად დაკაპტაჟებული გამოსავლები

ყველა გამოსავლის ჯამური დებიტი 600 მ³დღ./დ. ტოლია. წყლის ტემპერატურა (36,5 °C) ახლოსაა ადამიანის სხეულის ტემპერატურასთან, რაც წყალს განსაკუთრებით ფასეულს ხდის, ასევე სტაბილურია წყაროს ჰიდროდინამიკური და ჰიდროქიმიური რეჟიმი. თავისუფალი გოგირდწყალბადის შემცველობა (H₂S) 5–7 მგ/ლ ფარგლებშია. ქიმიური შედგენილობით „თორღვას აბანოს“ წყალი გოგირდწყალბადიან ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმთან ტიპს მიეკუთვნება. სავლელ პერიოდში შესაძლებლობა მოგვეცა, მთიანი კახეთის სხვა მინერალური წყაროების პარალელურად, დაგვესინჯა

„თორღვას აბანო“, რომლის ქიმიური ანალიზის შედეგი სხვა წყაროების ანალიზების შედეგებთან ერთად მოცემულია მე-3 ცხრილში.

რაიონის მიწისქვეშა წყლების აირული შედგენილობა

აირების გამოვლინება რაიონის თითქმის ყველა შესწავლილ მიწისქვეშა წყალში (მათ შორის მინერალურ წყაროებში) შეინიშნება. აირების მშრალი გამოსავლები საკვლევ ტერიტორიაზე არ გვხვდება. სპონტანურ ფაზაში სხვადასხვა აირის შემცველობის შესახებ წარმოდგენას ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი გვაძლევს.

ცხრილი 1

მთიანი კახეთის მიწისქვეშა წყლების აირული შედგენილობა

წყალ-პუნქტის ტიპი	ადგილმდებარეობა	აირების შემცველობის მოცულობითი %				
		CH ₄	N ₂	CO ₂	O ₂	H ₂
1	2	3	4	5	6	7
ჭაბურღილი	მდ. ჩელთის ხეობა	52.41	45.96	1.38	0.25	-
ჭაბურღილი	სოფ. წიწკანანთსერის განაპირას	43.25	55.37	1.38	-	-
მინერალური წყარო „მლაშე“	სოფ. წიწკანანთსერის პერიფერიაზე	61.20	36.98	1.82	-	-
მინერალური წყარო „მყრალი წყლები“	ყვარელსა და ლაგოდეხს შორის	72.90	24.90	2.20	-	-
ჭაბურღილი	„მყრალი წყლებიდან“ 300 მ დაშორებით	55.17	44.15	0.29	0.39	-
მინერალური წყარო	სოფ. თხილიანის პერიფერიაზე	48.52	49.06	1.14	0.28	-

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ რაიონის მიწისქვეშა წყლების სპონტანური აირების შედგენილობაში ნახშირორჟანგი (CO₂) პრაქტიკულად არ

გვხვდება. მისი არარსებობა უნდა აიხსნას საკვლევ ტერიტორიის მნიშვნელოვანი დაშორებით ახალგაზრდა ვულკანური გამოვლინების კერებიდან,

რომლებიც დიდი კავკასიონის ნაოჭა სისტემის ცენტრალური ნაწილისთვის არის დამახასიათებელი. ნახშირორჟანგის აღმავალი ჭავლები აქამდე ვერ აღწევს და, ამიტომ, მიწისქვეშა წყლების აირულ შედგენილობაში ბიოქიმიური წარმოშობის აირები ჭარბობს, ძირითადად მეთანი (CH_4).

აირების გამოყოფა პერიოდულად ხდება სუსტი აღმავალი ჭავლების სახით. უნდა აღინიშნოს, რომ სპონტანური აირების შემცველი რაიონის ყველა მინერალური წყარო გოგირდწყალბადიანია. როგორც ცნობილია, H_2S წყალში კარგად იხსნება (რამდენიმე ასეული მგ/ლ), რის გამოც მიწისქვეშა წყალი შესაფერის პირობებში გაჯერებულია აღნიშნული აირით. გოგირდწყალბადის პარციალური დრეკალობიდან გამომდინარე, მისი გარკვეული ნაწილი თავისუფალ ფაზაში გადადის და გამოიყოფა, რის გამოც მინერალური წყაროების განტვირთვის უბნებზე, ხშირ შემთხვევაში, გოგირდწყალბადის მკვეთრი სუნი შეინიშნება.

განვიხილოთ მთიანი კახეთის მიწისქვეშა წყლებში ზოგიერთი აირის დაგროვების და განაწილების ზოგადი კანონზომიერება.

მეთანი (CH_4). მოცემულ შემთხვევაში მეთანის ბიოქიმიური წარმოშობა ეჭვგარეშეა. სიღრმეში მისი წარმოქმნისთვის სათანადო პირობები არსებობს. იგულისხმება საკვლევ რაიონში ნორმალურად დანალექი ქანების (თიხაფიქლები, ასპიდური ფიქლები, მერგელოვანი ფიქლები) კომპლექსის ფართო გავრცელება. ეს ქანები ორგანული ნივთიერებებით არის გამდიდრებული, რასაც ქვემოთ მოყვანილი ცხრილის მონაცემები ადასტურებს.

ცხრილი 2

**ორგანული ნივთიერებების შემცველობა
 თიხაფიქლებში**

#	ნიმუშის დასახელება	გეოლოგიური ასაკი	ორგანულის შემცველობა %-ში
1	2	3	4
1	თიხაფიქალი	J_1^3	1.11
2	თიხაფიქალი	J_1^3	1.53
3	თიხაფიქალი	J_1^3	1.53
4	თიხაფიქალი	J_1^3	2.28
5	თიხაფიქალი	J_1^3	1.59
6	თიხაფიქალი	J_1^3	1.53

შესწავლილი რაიონის მეთანის შემცველი მიწისქვეშა წყლები ქიმიური შედგენილობით წარმოდგენილია ქლორიდულ-ნატრიუმისა და ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-ნატრიუმის ტიპებით ანუ გამწვანებული ცირკულაციის მიწისქვეშა წყლებით, სადაც მეთანის დაგროვებისა და შენახვის სათანადო პირობებია [7].

აზოტი (N_2). მეთანთან ერთად განსახილველი რაიონის მიწისქვეშა წყლების აირულ შედგენილობაში აზოტიც წამყვან როლს ასრულებს. ის სავარაუდოდ ატმოსფერული წარმოშობის უნდა იყოს. ამ მოსაზრების სასარგებლოდ მეტყველებს რაიონის ამგები ქანების ღრმა და ინტენსიური ტექტონიკური ნაპრალიანობა. ამ ნაპრალებში ინფილტრირებულ წყლებს სიღრმეში ჩააქვს ატმოსფერული აზოტი. გარდა აღნიშნულისა, აზოტის გარკვეული რაოდენობა რაიონის მინერალურ წყლებში შეიძლება დაგროვდეს მათში ატმოგენური აზოტის შემცველი მტკნარი, არაღრმა ცირკულაციის წყლების შერევით.

ცხრილი 3

წყლის სინჯების კიბეური ანალიზის შედეგები

NN	ადგილმდებარეობა	წყალ-ბუნების ტიპი	იონების შემცველობა, მგ/ლ								pH	NH ₄	NO ₃	NO ₂	კუროლოვის ფორმულა	შენიშვნა
			(Na+K)	Ca	Mg	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃							
1	„თორღვას აბანი“, სააბაზანოს შენობა	წყარო	197	5	1	84	14	256	60	8.4	-	-	-	$M_{0.02} \frac{HCO_3 47Cl 27CO_3 23}{(Na+K)97}$		
2	„თორღვას აბანოსთან“ მტკნარი წყალი	წყარო	56	31	3	18	36	183	-	7.6	-	-	-	$M_{0.33} \frac{HCO_3 71SO_4 18Cl 12}{(Na+K)58Ca36}$		
3	„თორღვას აბანი“, გამოსავალი	წყარო	176	6	1	71	10	207	72	8.3	-	-	-	$M_{0.54} \frac{HCO_3 42CO_3 30Cl 25}{(Na+K)96}$		
4	„თორღვას აბანოსთან“ მეორე მტკნარი წყალი	წყარო	44	27	6	18	23	171	-	7.4	-	-	-	$M_{0.29} \frac{HCO_3 74SO_4 13Cl 13}{(Na+K)51Ca36Mg13}$		
5	სოფ. შუქიანიდან აღმოსავლეთით 2 კმ დაშორებით	კარსტული წყარო	69	65	21	29	56	366	-	6.9	-	-	-	$M_{0.01} \frac{HCO_3 75SO_4 15Cl 10}{Ca41(Na+K)37Mg22}$		
6	მდ. დურუჯის ხეობა, მიწერალური წყარო „ვეფსი“	მიწერალური წყარო	1828	32	17	1335	82	2635	-	7.2	0.02	7.8	-	$M_{5.93} \frac{HCO_3 52Cl 146}{(Na+K)96}$		
7	სოფ. შუქიანის მიდამოებში „აკუს წყარო“	კარსტული წყარო	65	54	13	11	91	268	-	7.1	-	-	-	$M_{0.30} \frac{HCO_3 67SO_4 29}{(Na+K)43Ca41Mg16}$		
8	სოფ. შუქიანის მიდამოებში	კარსტული წყარო	69	40	11	13	75	244	-	7.3	-	-	-	$M_{0.45} \frac{HCO_3 68SO_4 26}{(Na+K)51Ca34Mg15}$		
9	სოფ. წიქვანანთ-სერის მიდამოებში „მლაშე წყალი“	მიწერალური წყარო	771	28	13	934	63	512	-	7.3	0.31	-	-	$M_{2.32} \frac{Cl 73HCO_3 23}{(Na+K)93}$		
10	ყვარლის რაიონი, სოფ. ზინობიანთან „მერალი წყლები“	გოგორდ-წყალბა-დიანი მიწერალური წყარო	196	54	25	128	61	512	-	7.0	-	-	-	$M_{0.08} \frac{HCO_3 63Cl 27}{(Na+K)64Ca20Mg15}$		
11	ყვარლის რაიონი, სოფ. ზინობიანი	კარსტული წყარო	62	66	22	19	101	317	-	6.8	-	-	-	$M_{0.59} \frac{HCO_3 66Cl 27}{Ca42(Na+K)34Mg24}$		

გოგირდწყალბადი (H_2S) რაიონის მინერალური წყლების აირული ფაზის აუცილებელი კომპონენტია.

ექსპერიმენტულ ნაწილად მიჩნეული უნდა იქნეს ჩვენ მიერ სავსე პერიოდში დასინჯული მინერალური წყაროების ბუნებრივი გამოსავლებიდან და ჭაბურღილებიდან აღებული სინჯების ქიმიური ანალიზების შედეგები. ანალიზები შესრულდა ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის მიმართულების ჰიდროგეოქიმიურ ლაბორატორიაში. ანალიზის შედეგები ცალკეულ წყალ-პუნქტებთან მიმართებაში მოცემულია მე-3 ცხრილში.

დასკვნა

ალაზანგალმა მთიანი კახეთის გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყაროების ბუნებრივი გამოსავლები, როგორც წესი, საერთო კავკასიური მიმართულების რეგიონულ რღვევებთან არის დაკავშირებული. ეს ერთნაირად ეხება როგორც კარბონატული ფლიშის ($J_3km - k_1(v)$) გავრცელების ზოლს, ისე ქვედა იურის (ლიასი) ფიქლებრივ წყებასთან დაკავშირებულ გოგირდწყალბადიან მინერალურ წყაროებს – „თორღვას აბანოს“ და „ლაგოდების

აბანოს“. ამასთან, ბუნებრივი გამოსავლები ლოკალიზებულია ისეთ უბნებზე, სადაც რეგიონული რღვევები გადაკვეთილია შედარებით მცირე ამპლიტუდის განივი რღვევებით. აღნიშნულ მოსაზრებას ადასტურებს ის გარემოება, რომ სოფ. შაქრიანიდან დაწყებული მდ. მაწიმისწყლით დამთავრებული ზედა იურა - ქვედა ცარცის კარბონატულ ფლიშთან დაკავშირებული მინერალური წყაროების გამოსავლები ერთმანეთისგან გარკვეული მანძილით არის დაშორებული და ისინი სამების ქედის გამკვეთ მდინარეთა ხეობებს არ უკავშირდება. მაშასადამე, ამ შემთხვევაში გადამწყვეტი ტექტონიკური კვანძებია, რომელთა ფარგლებში ხელსაყრელი პირობები იქმნება სიღრმული წყლების აღმავალი მიგრაციისთვის.

სავარაუდოა, რომ საკვლევი მინერალური წყაროების ჰიდროგეოლოგიური შესწავლით მოპოვებული მასალა, გარდა ერთგვარი თეორიული სიახლისა, პრაქტიკული ღირებულებისაა, რამდენადაც ხელს შეუწყობს ამ ძვირფასი სამკურნალო ნედლეულის დამატებითი რესურსების მოპოვებას და საქართველოს ერთ-ერთ ულამაზეს კუთხეში სამკურნალო - საკურორტო ფართო ქსელის შექმნას.

ლიტერატურა

1. Hydrogeology of the USSR, vol. X, Georgian SSR, ch. ed. Buachidze I.M., ed. "Nedra", Moscow, 1970.
2. Geology of the USSR, vol. X, Georgian SSR, ch. editor Gamkrelidze P.D., ed. "Nedra", Moscow, 1964.
3. Vladimirov L.A. Flow patterns in the river basin Alazani. Institute of Geography Vakhushti, Tbilisi, 1955.
4. Rengarten V.P. Mineral springs of the Georgian Military Highway, Tbilisi, 1932.
5. Aliev M.M. Geological outline of the region of the southern slope of the Main Caucasian ridge of the Lagodekhi-Akhalsopeli region. GSU funds, Tbilisi, 1936.
6. Kharashvili G.I. Mineralogy of the Transcaucasian ore belt (Ph.D. thesis) library GPI, Tbilisi, 1948.
7. Astakhov N.E., Maruashvili L.I., Changashvili G.Z. Alazano - Agrichay intermountain valley in the Eastern Transcaucasia as a modern continental geosyncline. Ed. USSR Academy of Sciences, ser. Geological No. 2, 1956.

UDC 615.327

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-127-141>

General Description of Hydrogen Sulfide Mineral Waters on the Left Bank of the Alazani River

Marine Mardashova Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi,
75 M. Kostava str

E-mail: m_mardashova@gtu.ge

Tamar Miqava Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi,
75 M. Kostava str

E-mail: t.miqava@gtu.ge

Reviewers:

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

E-mail: n.poporadze@gtu.ge

Z. Kakulia, Professor, Director of the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, GTU

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Abstract. The study object is located in the main hydrographic unit of Shida Kartli - on the left bank of Alazani river, along the southern slope of the Greater Caucasus and includes a strip starting from the village of Shakriani (Telavi district), ending with the regional center Lagodekhi (Lagodekhi gorge, left tributary of the Alazani river). Within this zone, hydrogen sulfide (H₂S) mineral springs are prevalent. Besides, these waters are opened by exploratory - hydrogeological wells. Among these springs, "Torghva Bath" and "Lagodekhi Bath" are especially popular among the local population. The first of these is located in the upper reaches of the Story Valley, and the second - in Lagodekhi gorge, 7 km away from the settlement. The mineral springs "Muni Tsakaro" and "Mkrali Waters" are also important for their healing properties. Based on the analysis of theoretical and field materials, Kartli hydrogen sulfide waters are characterized in detail and possibly their use for resort purposes.

Key words: Alazani River; aquifer; deep circulation groundwater; hydrogen sulfide; infiltration.

UDC 615.327

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-127-141>

Общая характеристика сероводородных минеральных вод на левом берегу реки Алазани

Марине Мардашова Департамент прикладной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75

E-mail: m_mardashova@gtu.ge

Тамар Микава Департамент прикладной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75

E-mail: t.mikava@gtu.ge

Рецензенты:

Н. Попорадзе, профессор горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: n.poporadze@gtu.ge

З. Какулия, профессор, директор Института гидрогеологии и инженерной геологии ГТУ

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Аннотация. Объект исследования расположен в основной гидрографической единице Шида Кахети - на левом берегу реки Алазани. вдоль южного склона Большого Кавказа и включает полосу, начинающуюся от с. Шакриани (Телавский район), заканчивающуюся районным центром Лагодехи (ущелье Лагодехи, левый приток реки Алазани). В этой зоне преобладают сероводородные (H₂S) минеральные источники. Кроме того, эти воды вскрыты разведочно-гидрогеологическими скважинами. Среди этих источников особой популярностью у местного населения пользуются «Торгвинские бани» и «Лагодехские бани». Первый из них находится в верховьях Сторский долины, а второй - в ущелье Лагодехи, в 7 км от поселка. Минеральные источники «Муни Цкаро» и «Мкрали Воды» также важны своими лечебными свойствами. На основе анализа теоретических и промысловых материалов сероводородные воды Кахетии детально охарактеризованы и возможно их использование в курортных целях.

Ключевые слова: водоносный горизонт; инфильтрация; подземные воды глубокой циркуляции; река Алазани; сероводород.

განხილვის თარიღი 16.02.2021

შემოსვლის თარიღი 24.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 663.64

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-142-163>

მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლების წარმოშობის გეოქიმიური პირობები

- მარინე მარდაშოვა** გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: m_mardashova@gtu.ge
- თინათინ ძაძამია** ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, 0126, თბილისი, სოფ. დილომი, მოციქულთა სწორი წმ. ნინოს 1
E-mail: tina.dzadzamia@gmail.com
- თამარ მიქავა** გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: t.miqava@gtu.ge

რეცენზენტები:

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

E-mail: n.poporadze@gtu.ge

ზ. კაკულია, სტუ-ის ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

ანოტაცია. განსახილველი ტერიტორიის გეოლოგიური აგებულებისა და ჰიდროგეოლოგიური პირობების დახასიათების საერთო ფონზე ორიგინალური მოსაზრება არსებობს მიწისქვეშა წყლებში გოგირდწყალბადის წარმოქმნისა და დაგროვების შესახებ, ამასთან ეს მოსაზრება სულფატ-რედუქციის კლასიკური თეორიისგან განსხვავდება. სახელდობრ, დასაბუთებულია, რომ მიწისქვეშა წყლებში გოგირდწყალბადის წარმოქმნა, სულფატ-მარედუცირებელი ბაქტერიების მოქმედების გამო, მხოლოდ ადდგენით გარემოში კი არ მიმდინა-

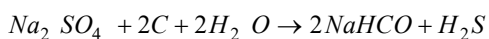
რეობს, არამედ ჟანგვის ზონაშიც წარმოიქმნება, ბაქტერიათა სპეციფიკური სახეობების ცხოველქმედების შედეგად. ამ მოსაზრების მართებულობა დადასტურებულია ღრმა ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილებისა და საველე კვლევების მონაცემების ანალიზის საფუძველზე. მთიანი კახეთის ფარგლებში გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყაროების არსებობა კარბონატულ ფლიშთან არის დაკავშირებული. მათი ფორმირება, შემდგომი ცირკულაცია, ბუნებრივი გამოსავლების ჩათვლით, მთლიანად ალაზნისგან კარბონატული ფლიშის წყებაში

მიმდინარეობს და, სავარაუდოდ, გოგირდწყალბადიანი სამკურნალო წყლების წარმოქმნის საწყისი სუბსტანციაა. გარდა კახეთის მინერალური წყაროების გენეზისის თეორიული საკითხებისა, განიხილება ამ წყლების პრაქტიკულად გამოყენების ფართო პერსპექტივა, რომელიც ტერიტორიის თვალწარმტაც ბუნებასა და შესანიშნავ კლიმატურ პირობებთან არის დაკავშირებული, რაც კახეთის რეგიონში საკურორტო-სამკურნალო მშენებლობის დიდ შესაძლებლობას იძლევა.

საკვანძო სიტყვები: ზოგადი კლასიფიკაცია; კარბონატული ფლიში; მდ. ალაზანი; მიწისქვეშა წყალი; ჰიდროგეოქიმიური ზონალობა.

შესავალი

ჰიდროგეოლოგთა შორის დაკანონებულად ითვლება მოსაზრება იმის შესახებ, რომ ბუნებრივი გოგირდწყალბადიანი წყლები, როგორც წესი, დაკავშირებულია დანალექი ქანების კომპლექსებთან და პარაგენეტულად ამ ქანებში ბიტუმის ან ნავთობის სხვა ინგრედიენტების შემადგენელი კომპონენტია. გოგირდწყალბადის დაგროვებას ხელს უწყობს ჟანგითი გარემოს გარდაქმნა ალდგენით გარემოდ – წყალში არსებული სულფატების სულფიდებად მიკრობიოლოგიური ალდგენა შემდეგი რეაქციით მიდის:



აღნიშნული რეაქცია ბიოქიმიური სულფატ-რედუქციის კლასიკური თეორიის გამოხატულებაა, რომლის მიხედვითაც გოგირდწყალბადის წარმო-

ქმნა ხდება მხოლოდ ალდგენით გარემოში, ჟანგბადის არარსებობის და ორგანული ნივთიერების არსებობის პირობებში. ამ თეორიის მიხედვით, მიწისქვეშა წყლების სულფატების მომხმარებელი სულფატ-მარედუცირებელი ბაქტერიები აუცილებლად ანაერობულია.

მეორე მხრივ, ალდგენითი გარემო, რომელიც დამახასიათებელია გაძნელებული წყალცვლის ღრმა ჰორიზონტებისთვის, არ შეიძლება შენარჩუნდეს ახალგაზრდა, ინტენსიურად დისლოცირებულ სტრუქტურებში, რომლებთანაც ხშირად არის დაკავშირებული შედარებით არაღრმა ცირკულაციის გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლები. სტატიაში სწორედ ამ კუთხით არის გაშუქებული ალაზანგადმა მთიანი კახეთის ცნობილი გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყაროების გენეზისი. ამ წყაროების ბუნებრივი გამოსავლები ძირითადად დაკავშირებულია ზედა იურა-ქვედა ცარცის ($J_3^{km} - K_1^v$) კარბონატული ფლიშის ქანებთან, რითაც აგებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის წინა მთიანეთი [1]. ეს უკანასკნელი თითქმის შვეული კარნიზების სახითაა აღმართული ალაზნის დაბლობზე.



კარბონატული ფლიშის გაშიშვლება სამების ქედზე

გასულ წლებში ალაზანგაღმა მთიანი კახეთის ფარგლებში ჩატარდა ღრმა საძიებო ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილების ბურღვა. ბურღვის მონაცემებით დადგენილია, რომ კარბონატული ფლიშის ჭრილში, დაახლოებით 200–300 მ სიღრმის ინტერვალში გავრცელებულია სულფატური შედგენილობის მიწისქვეშა წყლების ზონა, რომელიც საწყისი სუბსტანციაა გოგირდწყალბადიანი სამკურნალო წყლების წარმოქმნისათვის. აღნიშნული საკითხი დადასტურებულია არა მარტო არსებული საფონდო და ლიტერატურული წყაროებით, არამედ ველზე უშუალო დაკვირვებით [2; 3].

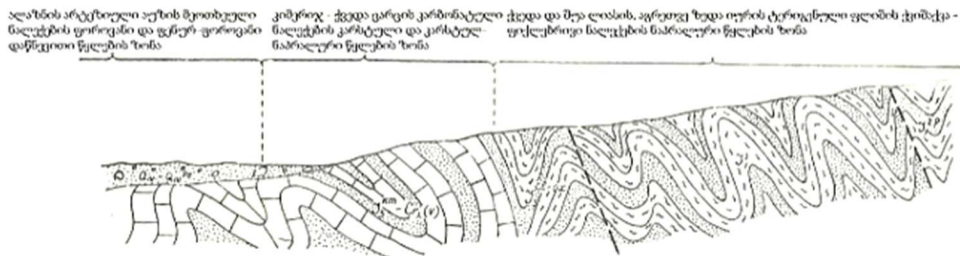
ძირითადი ნაწილი

საკვლევი ტერიტორია, რომელიც, ერთი მხრივ, მოიცავს დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის საშუალო- და დაბალმთიანეთს და, მეორე მხრივ, ალაზნის მთათაშორისი დეპრესიის ჩრდილოეთ პერიფე-

რიას, ამგვარი სპეციფიკური მდებარეობის გამო, რთული ჰიდროგეოლოგიური პირობებით ხასიათდება.

მდიდარი ფაქტობრივი მასალების ანალიზის საფუძველზე დადგენილია, რომ რაიონის მიწისქვეშა წყლების განაწილებაში აღინიშნება გარკვეული კანონზომიერება როგორც ჰორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მიმართულებით. მიწისქვეშა წყლების განაწილებაში გამოვლენილი ზონალურობა ასახავს ჰიდროგეოლოგიური პროცესების შინაარსს და, ამდენად, საძიებო სამუშაოების სწორად წარმართვაში დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

ლატერალურად, ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ მიწისქვეშა წყლების ცირკულაციის პირობების მიხედვით და ქიმიური შედგენილობის გათვალისწინებით, მკაფიოდ გამოიყოფა სამი მსხვილი ჰიდროგეოქიმიური ზონა:



სურ. 1. მთიანი კახეთის მიწისქვეშა წყლების ჰორიზონტალური ზონალურობის სქემა

I. ქვედა და შუა ლიასის ქვიშაქვა-ფიქლებრივი ნალექების ნაპრალოვანი წყლების ზონა, რომელიც განვითარებულია რაიონის უკიდურეს ჩრდილოეთ ნაწილში და მთლიანი ტერიტორიის დაახლოებით 3/4 უჭირავს. ამავე ზონას მიეკუთვნება ზედა იურის (კალოვიურ-ოქსფორდული) ტერიგენული ფლიშიც, რომელიც წარმოდგენილია

თიხაფიქლებისა და ქვიშაქვების მონაცვლეობით. აღნიშნულ წყლებს ჰიდროგეოლოგიურად შუალედი მდგომარეობა უკავია, კერძოდ მიწისქვეშა წყლების ცირკულაციის პირობებით არ განსხვავდება ლიასის ქვიშაქვა-ფიქლებრივი ნალექებისგან, ხოლო ქიმიური შედგენილობით უფრო ახ-

ლოსა კიმერიჯ-ქვედა ცარცის (ვალანჟინური) კარბონატულ სერიასთან;

II. კიმერიჯ-ქვედა ცარცის კარბონატული ნალექების კარსტული და კარსტულ-ნაპრალოვანი მიწისქვეშა წყლების ზონა, რომელიც ძალზე საინტერესოა და სრულად არის შესწავლილი ორი მიზეზის გამო: ჯერ ერთი, მასთან დაკავშირებულია რაიონის მინერალური წყაროების (მათ შორის გოგირდწყალბადიანი წყაროები) უმრავლესობა და, მეორე მხრივ, ამ ქანებში გაბურღულია 1000 მ-ზე მეტი სიღრმის ორი სტრუქტურულ-ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილი;

III. ალაზნის არტეზიული აუზის ჩრდილოეთ ნაწილის ფენური და ფენურ-ფოროვანი დაწნევიითი მიწისქვეშა წყლების ზონა.

რაიონის ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანი მიწისქვეშა წყლების შედარებით ერთგვაროვან ფონზე შესამღებელია თვალი გავადევნოთ ქიმიური შედგენილობის ცალკეულ კომპონენტებს შორის თანაფარდობათა ცვლილებას, რასაც გრუნტის წყლების ჩრდილოეთიდან სამხრეთისკენ საერთო მინერალიზაციის მატება მოსდევს.

ამგვარად, ზემოთ მითითებულ პირველ ზონაში, რომელიც მდინარეების–დურუჯის, არეშის, შოროხევის, ნინოს ხევის და სხვა ხეობების შუა და ზემო წელს მოიცავს, გვხვდება ულტრამტკნარი, ძალზე რბილი წყლები, საერთო მინერალიზაციით 0.1 – 0.2 გ/ლ, ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანი შედგენილობის. ჰიდროკარბონატისა და კალციუმის იონების გარდა, მცირე რაოდენობით (10 მგ/ლ–მდე) შეიცავს ქლორს, ხოლო სულფატიონი (SO_4^{2-}) ზოგიერთ სინჯში გამონაკლისის სახით გვხვდება. საერთოდ, განსახილველ შემთხვევაში სულფატ-იონის

შემცველობა ერთადერთი საიმედო კრიტერიუმია იმისთვის, რომ ერთმანეთისგან გავმიჯნოთ ცალკეული წყალშემცველი ჰორიზონტებისა და კომპლექსების გრუნტის წყლები. ასე, მაგალითად, შუა და ზედა ლიასის წყლები, როგორც წესი, სულ-ფატიონს არ შეიცავს. მხოლოდ რამდენიმე სინჯში, რომლებიც მდინარეების – უჩარას, სალესავის ხევის, სამალისა და ლანჯაურას ხეობებიდან არის აღებული, SO_4^{2-} დაფიქსირებულია 20 მგ/ლ–მდე რაოდენობით. ჰიდროკარბონატის და კალციუმის დომინირებული როლი შენარჩუნებულია ისე, რომ ქიმიური ტიპი, ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანი, უცვლელი რჩება. იშვიათად ვხვდებით ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-კალციუმიან წყლებს. გამონაკლისია სოფ. საცხენისთან მდებარე სამი გოგირდწყალბადიანი წყარო, რომლებიც ხასიათდება სულფატურ-ჰიდროკარბონატული ნატრიუმიან-კალციუმიან-მაგნიუმიანი შედგენილობით და წარმოქმნის სულფატური წყლების ლოკალურ ჩაკეტილ უბანს ტერიგენული ფლიშის ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანი წყლების ფონზე.

კიმერიჯ-ქვედა ცარცის კარბონატული სერიის კარსტული და კარსტულ-ნაპრალოვანი წყლები უმთავრესად წარმოდგენილია ჰიდროკარბონატულ-კალციუმიანი ტიპით, საერთო მინერალიზაციით 0.2–0.5 გ/ლ. ამ წყლების ქიმიურ შედგენილობაში სულფატ-იონის შემცველობის მატების ტენდენცია მკაფიოდ არის გამოხატული. სულფატ-იონების კონცენტრაცია მკვეთრად აღემატება ქლორ-იონების შემცველობას, რომლებიც ძალიან მცირე რაოდენობით გვხვდება ან საერთოდ არ არის.

ალაზნის არტეზიული აუზის ფოროვანი და ფოროვან-ფენური დაწნევიითი წყლების ქიმიური შედ-

გენილობა შემდგომი მეტამორფიზმის აშკარა კვალს ატარებს. ეს ტენდენცია კარგად შეინიშნება ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულებით მიწისქვეშა წყლების მოძრაობის (ფილტრაციის) კვალობაზე.

ცალკე უნდა აღინიშნოს ქვედა ლიასის ფიქლისებრი წყების წყალშემცველი ჰორიზონტის სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმთან წყლების შესახებ, რომლებიც გავრცელებულია მდინარეების

– შორხევისა და მაწიმისწყლის ხეობების ზემო წელში. ო. ქაროსანიძე [4] მიიჩნევს, რომ ეს წყლები სპილენძ-პიროტინიან გამადნებასთან დაკავშირებული “შარავანდის” წყლებია, მათთვის დამახასიათებელი სულფატური შედგენილობით. ჰორიზონტალური ზონალურობის აღწერილი სურათი ადვილად აღიქმება ჰიდროგეოქიმიური ზონალურობის რუკაზე (სურ. 2).



სურ. 2. საკვლევი რაიონის მიწისქვეშა წყლების ჰორიზონტალური გეოქიმიური ზონალურობის რუკა

რაიონის მიწისქვეშა წყლების ვერტიკალური ჰიდროქიმიური ზონალურობის დახასიათებამდე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ საკითხზე მოსაზრება ორი სტრუქტურულ-ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილის მონაცემებს ეყრდნობა. ეს ჭაბურღილები გაყვანილია ყვარლის რაიონის სოფელ წიწკანანათსერის მიდამოებში, კიმერიჯ-ქვედა ცარცის კარბონატული სერიის ქანებში. დაახლოებით 20 მ სიღრმემდე ჭრილი წარმოდგენილია დელუვიური თიხნარებით, ქვემოთ, სანგრევამდე (1200 მ) ჭრილი აგებულია ზედა იურა – ქვედა ცარცის კარბონატული ქანებით, რომლებიც წარმოდგენილია ნაპრალოვანი,

ნაწილობრივ გაკაჟებული, მკვრივი კირქვებისა და კარბონატული ქვიშაქვების მონაცვლეობით ფიქლებრივ წვრილმარცვლოვან მერგელოვან მუქი ფერის კირქვებთან. ნაპრალების კედლებზე აღინიშნება კალციტის გამონაყოფი და პირიტის წვრილი ჩანაწინწკლი. წყალგამოვლინების ინტერვალები, როგორც წესი, დაკავშირებულია ქანების და ნაპრალიანებულ უბნებთან. ჭაბურღილით გახსნილია დაწნევიითი წყლები პიეზომეტრული დონით +20 მ. დაახლოებით 750 მ სიღრმიდან წყალს ახლავს საწვავი აირი (მეთანი), რომლის გამოყოფა სიღრმის მატებასთან ერთად თანდათან და განუხრელად

იზრდება. ჭაბურღილის ჰიდროქიმიური დასინჯვის მონაცემების საფუძველზე ადვილად დგინდება, რომ მიწისქვეშა წყლების ქიმიური შედგენილობა, მათი მინერალიზაცია და ცალკეული იონების კონცენტრაცია მჭიდრო კავშირშია მიწისქვეშა წყლების განლაგების სიღრმესთან, სახელდობრ:

- ნატრიუმის იონის შემცველობა სიღრმესთან ერთად განუზრელად მატულობს. მკვეთრი ზრდა შეინიშნება 550 – 750მ სიღრმეში, უფრო ღრმად აღნიშნული იონის მატება თანაბარი ტემპით მიმდინარეობს;

- საპირისპირო ტენდენციას ამჟღავნებს კალციუმის იონი. მიწისქვეშა წყლებში ნატრიუმის კონცენტრაციის მატებასთან ერთად კალციუმის შემცველობა მუდმივად მცირდება, თუმცა დიდ სიღრმეებში (> 1000მ) შეინიშნება ამ იონის შემცველობის მატება, რაც მიწისქვეშა წყლების მეტამორფიზმის პროცესთან უნდა იყოს დაკავშირებული;

- ნატრიუმის პარალელურად, სიღრმის მატებასთან ერთად, მატულობს ქლორ-იონის შემცველობაც და 760 მ სიღრმეში მაქსიმუმს, 1683 მგ/ლ აღწევს;

- 300 მ სიღრმემდე ჰიდროკარბონატ-იონის კონცენტრაცია მცირდება, შემდეგ იზრდება და 1029 – 1031 მ წყალშემცველ ინტერვალში 1385 მგ/ლ აღწევს. ამასთან, თუ 300 მ სიღრმემდე ჰიდროკარბონატ-იონი წყალში დომინანტია, უფრო ღრმად დონიმიერებულ მდგომარეობას ჯერ სულფატ-იონი იკავებს, შემდეგ – ქლორი. შესაბამისად, იცვლება წყლის ქიმიური ტიპი;

- საინტერესოა თვალი მივადევნოთ სულფატ-იონის კონცენტრაციის ცვალებადობას. 300 მ სიღრ-

მემდე მისი შემცველობა თანდათან მატულობს და სულფატ-იონი აღემატება დანარჩენ ანიონებს. ქვემოთ ხდება ამ იონის თითქმის ნულამდე მკვეთრად შემცირება.

გოგირდწყალბადიანი (სულფიდური) მიწისქვეშა წყლების ზოგადი კლასიფიკაცია [5] მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

გოგირდწყალბადით მთლიანად გაჯერებული წყლები ბუნებაში არ გვხვდება. გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია დამოკიდებულია ორგანული ნივთიერებების არსებობასა და სულფატების შემცველობაზე. იშვიათ შემთხვევაში, გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია მაღალ სიდიდეს აღწევს თუ წარმოქმნილი გოგირდწყალბადი ბმულია რკინის მიერ ან მისი წარმოქმნა ხდება ნავთობპროდუქტების დაჟანგვის ან გახსნის შედეგად.

გოგირდწყალბადიანი (სულფიდური) წყლების ქიმიური ტიპები იაროცკის მიხედვით [6] წარმოდგენილია მე-2 ცხრილში.

სამკურნალო მიზნით გამოყენებულ გოგირდწყალბადიან წყლებს შორის H_2S -ის ყველაზე დიდი შემცველობა აღინიშნება დაღესტნის კურორტ თალგისწყალში – 560 მგ/ლ; მას მოსდევს ურალისპირა წყაროები და ფართოდ ცნობილი მაცესტის წყაროები, რომლებშიც გოგირდწყალბადის შემცველობა 400 მგ/ლ შეადგენს. ბევრ კურორტზე უფრო ნაკლები შემცველობის წყლებს იყენებენ. მაგალითად, ცხელი წყაროების თერმული წყლები კრასნოდარის მიდამოებში – 170 მგ/ლ H_2S -ს შეიცავს, ხოლო სერგეევსკის – 80 მგ/ლ [7].

გოგირდწყალბადიანი წყლების კლასიფიკაცია

ჯგუფი	გოგირდწყალბადის მცირე შემცველობის წყლები (<10მგ/ლ)	I	II	III
		დაბალი კონცენტრაციის $\Sigma H_2S=10-60$ მგ/ლ	საშუალო კონცენტრაციის $\Sigma H_2S=60-120$ მგ/ლ	მაღალი კონცენტრაციის $\Sigma H_2S= >120$ მგ/ლ
გოგირდწყალბადიანი (Ph<7.5)	აზოტოვანი და ჟანგბად-აზოტოვანი წყლები ნაპრალოვან და დაკარსტულ ქანებში, აგრეთვე ფხვიერ მეთოხეულ ნალექებში (ჰაობი, ტოფის საბადოების წყლები)	სულფიდური, კალციუმიანი და კალციუმიან-მაგნიუმიანი წყლები გარეცხილ ჰიდროგეოლოგიურ სტრუქტურებში	იგივე, რაც წინა გრაფაში, ნავთობგაზშემცველ აუზებში (სულფატური, სულფატურ-ქლორიდული, ქლორიდული)	მაღალკონცენტრირებული გოგირდწყალბადიანი წყლები მაცესტის ტიპის, ქლორიდული, კალციუმიან-ნატრიუმიანი (არსებული და დაშლილი ნავთობის ბუდობების რაიონში). სოჭი, მაცესტა, ფერგანა და სხვა
ჰიდროსულფიდური (Ph>7.5)	აზოტოვანი, თერმული, სუსტად ჰიდროსულფიდური წყლები (იხ. აზოტოვანი თერმების ჯგუფი)	აზოტოვანი ჰიდროსულფიდური წყლები მთიან ნაოჭა აუზებში (თბილისი, ნაოჭიკი და სხვა)	აზოტოვანი და აზოტ-მეთანიანი ჰიდროსულფიდური წყლები ნავთობგაზიანობის აუზებში	მაღალკონცენტრირებული აზოტმეთანიანი და მეთანიანი და ჰიდროსულფიდური წყლები, უმთავრესად ფლოზური ფორმაციის ქანებში (აზშერონის ნ.კ)

გოგირდწყალბადიანი წყლების ქიმიური ტიპები

ტიპი	მთავარი კომპონენტების შემცველობა (ეკვ. %)	საბადოები ყოფილ სსრკ-ში
I ქლორიდულ-ნატრიუმიანი	$Cl > 50$ $Na > 50$ $SO_4 < 25$ $Ca < 25$ $HCO_3 < 25$ $Mg < 25$	მაცესტა, სურახანი, ფერგანა, მენჯი
II ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმიანი	$Cl > 25$ $Na > 50$ $SO_4 < 25$ $Ca < 25$ $HCO_3 > 25$ $Mg < 25$	ცხელი წყარო, სერნოვოდსკი, თბილისი
III სულფატურ-ჰიდროკარბონატული და სულფატურ-კალციუმიანი	$Cl < 25$ $Na < 25$ $SO_4 > 25$ $Ca > 50$ $HCO_3 \geq 25$ $Mg < 25$	ტამისკი, ნემიროვი, სერგეევსკი და სხვა
IV ქლორიდულ-სულფატური სხვადასხვა კათიონური შედგენილობით	$Cl > 25$ $SO_4 > 25$ $HCO_3 < 25$	ურალისპირა წყაროები, სერგეევსკი

გოგირდწყალბადიანი (სულფიდური) წყლები გან სულფატების ბიოქიმიური აღდგენის პროცესს სხვადასხვაგვარი იონური შედგენილობისაა, რად- სხვადასხვა ბუნებრივ პირობებში მიმდინარეობს,

ესენია: ჟანგბადის არარსებობა, ორგანული ნივთიერების (ან წყალბადის) არსებობა, სულფატებისა და სულფატ - მარედუცირებელი მიკრობების არსებობა და ა.შ. სამკურნალო მიზნით ყველაზე მეტად ორგანული ნივთიერებების შემცველი გოგირდწყალბადიანი წყლები გამოიყენება. იმის მიუხედავად, რომ ბუნებრივ წყალში გოგირდწყალბადის შემცველობა ბევრად ნაკლებია გაჯერების ზღვარზე, აზოტმეთანური გაზის გამოყოფისას ყოველთვის აღინიშნება გოგირდწყალბადის გარკვეული რაოდენობა, რომელიც ხსნარში მის პარციალურ დრეკადობას შეესაბამება, რაც დამოკიდებულია წყლის ტემპერატურასა და საერთო მინერალიზაციაზე.

გოგირდწყალბადიანი წყლების საბადოთა ტიპები. გოგირდწყალბადიანი მიწისქვეშა წყლების ფორმირების პირობები, რომლებიც დაკავშირებულია წყლის იონურ შედგენილობაზე სულფატების აღდგენის ზედდებასთან, ძალზე მრავალფეროვანია. განსხვავება ვლინდება ორგანული ნივთიერების რაობასა და წარმოშობაში, განსაკუთრებით ქანების ლითოლოგიურ თავისებურებებში. ეს უკანასკნელი განსაზღვრავს გაცვლით-ადსორბციული პროცესების აქტიურობას და გოგირდწყალბადის შთანთქმის შესაძლებლობას გარკვეულ ჰიდროგეოლოგიურ პირობებში. მხედველობაშია მისაღები აგრეთვე წყლის ცირკულაციის ინტენსიურობა, ქანებიდან მარილების გამორეცხვის ხარისხი და ა.შ.

გოგირდწყალბადიანი წყლები შეიძლება ორ ძირითად ჯგუფად დაიყოს. პირველ ჯგუფში თავსდება ისეთი წყლები, რომლებიც წარმოიქმნება სულფატების შემცველი წყლების ურთიერთქმედებისას

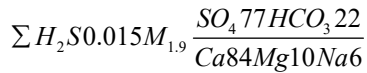
მეოთხეული ნალექების ორგანულ მასალასთან, ხოლო მეორე ჯგუფი აერთიანებს სულფატური წყლების ურთიერთქმედებას ძირითადი ქანების ბიტუმებთან.

მიკროორგანიზმების მიერ გამოყენებული ორგანული ნივთიერების ტიპი მნიშვნელოვანი გენეტიკური მაჩვენებელია, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ გოგირდწყალბადიანი წყლების ფორმირებაზე.

გოგირდწყალბადიანი წყლების იმ საბადოებში, რომლებიც წარმოიქმნება სულფატის წყლების ურთიერთქმედებით მეოთხეული ნალექების ორგანულ მასალასთან, ქიმიური შედგენილობის მიხედვით შეიძლება გამოვყოთ სულფატურ-კალციუმის წყლების საბადოები, რომლებიც შემდეგი ჰიდროგეოლოგიური თავისებურებებით ხასიათდება: მიწის ზედაპირთან ჰორიზონტის ახლო განლაგება, ამ ქანებამდე ეროზიული ბაზისის ან ტექტონიკური რღვევის არსებობა, რომელიც უზრუნველყოფს წყლის მოძრაობას ზედაპირისკენ და ტორფიანი ნალექების არსებობა, რომლებშიც ხდება სულფატ-კალციუმის წყლების განტვირთვა და მათი კონტაქტი ორგანულ ნივთიერებასთან.

აღნიშნული წყლების ტიპურ მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ კურორტ კრაინკას საბადო ტულის ოლქში. ეს საბადო დაკავშირებულია მდ. ჩერეპეტის ხეობის ტორფიან ნალექებთან. მეოთხეულ ნალექებში, სახელდობრ ტორფიან ნალექებში ნაპრალების გავლით შემოდის სულფატ-კალციუმის წყლები. ტორფიან ნალექებში სულფატის წყლის შედგენილობა მეტამორფიზმს გა-

ნიცდის ალდგენის პროცესის ზეგავლენით. აღნიშნული წყლის ქიმიური ფორმულაა:



ანალოგიური პირობები აღინიშნება სხვა საბადოებზეც, სადაც ნალექები გამდიდრებულია ორგანული ნივთიერებებით – ტორფი, საპროპელიტები და ა.შ.

გოგირდწყალბადიანი წყლების იმ საბადოთა ჯგუფში, რომელიც წარმოიქმნება სულფატების შემცველი წყლების ძირითადი ქანების ბიტუმებთან ურთიერთქმედების შედეგად, გამოიყოფა ცალკეული ტიპები, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდება არტეზიულ აუზებში მდებარეობით და ქანების ლითოლოგიური თავისებურებით. არტეზიულ აუზში მდებარეობა განსაზღვრავს ქანების გარეცხილობის ხარისხს, აგრეთვე წყალში არსებული სულფატების ორგანულ ნივთიერებასთან კონტაქტის პირობებს. ქანების ლითოლოგიური შედგენილობის როლი იმაში გამოიხატება, რომ სულფატისანი წყლების ბიტუმებთან ურთიერთქმედების პროცესი მკვეთრად განსხვავდება, ერთი მხრივ, როდესაც ეს პროცესი მიმდინარეობს კარბონატულ ქანებში და, მეორე მხრივ, ისეთ ქანებში, რომელიც წარმოდგენილია თიხებთან მონაცვლე ქვიშაქვებისა და კარბონატული ქვიშაქვების შრეებით. ქვიშაქვა-თიხოვანი ქანები აქტიურია გაცვლით – ადსორბციული პროცესების მიმართულებით. ამას კომნიშვნელობა აქვს წყლის იონური და გაზური შედგენილობის მეტამორფიზმში, რაც სულფატ-რედუქციის პროცესებით არის განპირობებული.

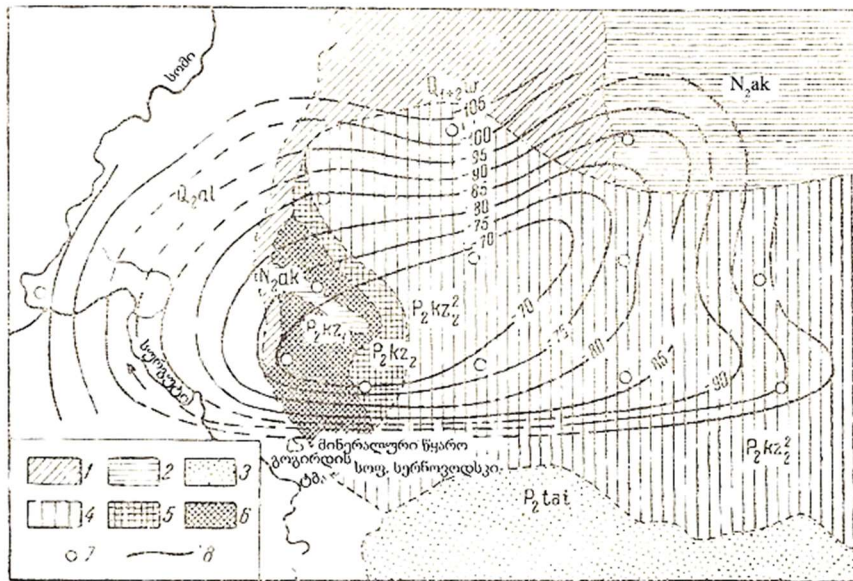
ბიტუმის შემცველი ქვიშაქვა-თიხოვანი ქანებისთვის დამახასიათებელია თაბაშირის არსებობა ქანგვის ზონაში, სადაც ადგილი აქვს არსებული პირიტის დაჟანგვას.

კარბონატულ ქანებთან შედარებით, ქვიშაქვა-თიხოვანი ქანები გაცილებით დაბალი ფილტრაციული თვისებებით ხასიათდება, რაც წყლის ცირკულაციის პირობებს განსაზღვრავს.

კარბონატულ და ქვიშაქვა-თიხოვან ქანებს შორის განსხვავება გოგირდწყალბადის ქცევაშიც ვლინდება. ქვიშაქვა-თიხოვანი ქანები, როგორც წესი, ბევრად უფრო მდიდარია რკინის ნაერთებით, ამიტომ გოგირდწყალბადი ებმის ამ ნაერთებს და წარმოქმნის პირიტს და სხვა სულფიდებს. ამათგან განსხვავებით, კარბონატულ წყებებში რკინა ნაკლებადაა და წყალში არსებული გოგირდწყალბადი უკეთ ინახება თავისუფალ მდგომარეობაში.

ამრიგად, ქვიშაქვა-თიხოვან ქანებში ცირკულირებად წყალში გოგირდწყალბადის არსებობა, ხშირ შემთხვევაში, შეიძლება განვიხილოთ, როგორც სულფატ-რედუქციის ახლა, აწმყოში, მიმდინარე პროცესი. კარბონატული ქანებისათვის შესაძლებელია გოგირდწყალბადის ხანგრძლივი დროის განმავლობაში შენარჩუნება და მისი წარმოქმნა ქანების პირველადი დამარილიანების ხარჯზე.

გოგირდწყალბადიანი სულფატურ-კალციუმისანი შედგენილობის მიწისქვეშა წყლების ტიპურ მაგალითად, რომლებიც წარმოიქმნება ბიტუმის შემცველი ძირითადი ქანების წყებებში, შეიძლება დავასახელოთ სერგეევსკის მინერალური წყლები და დასავლეთ უკრაინის გოგირდწყალბადიანი წყლები.

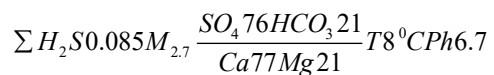


სურ. 3. ტაღინის გოგირდწყალბადიანი საბადოს გეოლოგიური აგებულების სქემა

აღნიშვნები: სერგევსკის მინერალური წყლების რაიონის გეოლოგიური სტრუქტურა: 1. თიხნარები, თიხები, ქვიშები; 2. თიხები; 3. ქვიშაქვების, მერგელების, თიხების, კირქვებისა და დოლომიტების გადაშრევა; 4. დოლომიტები, ქვიშაქვები, თიხები, თაბაშირი, მერგელები; 5. თაბაშირი, ანჰიდრიტი, დოლომიტის ფქვილი; 6. დოლომიტები, კირქვები; 7. ჭაბურღილები; 8. შვაგერინის კორიზონტის სახურავის სტრატოიზოჰიფსები

სერგევსკის მინერალური წყლების კუიბიშევის ოლქის საბადო მდებარეობს სერნოვოდსკის ბრაქიანტიკლინის დასავლეთ დაბოლოებაზე. ბრაქიანტიკლინის თაღში განვითარებულია თაბაშირიანი დოლომიტები და კირქვები, ხოლო ფრთებზე – თაბაშირიანი თიხები, დოლომიტები, კირქვები, თაბაშირი, მერგელები და ქვიშაქვები. ანტიკლინის თაღურ ნაწილში ადგილი აქვს წყლის ინტენსიურ

მოძრაობას ანაერობულ (უჟანგბადო) პირობებში, რომლებიც ხელსაყრელია სულფატების სულფიდებად აღდგენის პროცესში. სერგევსკის გოგირდწყალბადიანი წყლის მინერალური შედგენილობა კურლოვის ფორმულის მიხედვით ასე გამოისახება:



დასავლეთ უკრაინის საბადოები (ნემიროვი, შვლო და სხვა) დაკავშირებულია ანტიკლინის ფრთასთან, რომელიც კარპატების გაღუნვისკენ არის მიმართული. აქ გოგირდწყალბადიანი წყლები დაკავშირებულია კავერნულ კირქვებსა და ზედა იურის თაბაშირიან წყებებთან. ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით, საბადოები არტეზიული ფერდობის ზედა ნაწილში მდებარეობს. წყლის შედგენილობა სულფატურ-კალციუმის ან ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-კალციუმისა, ხოლო გოგირდწყალბადის შემცველობა 150 მლ-ს აღწევს.

დასახელებული მინერალური წყაროების გამოსავლების ხაზზე, საბჭოთა კავშირისა და პოლონეთის ტერიტორიებზე, გოგირდის მძლავრი საბადოებია აღმოჩენილი.

ქლორიდულ-სულფატური და ქლორიტულ-სულფატურ-ჰიდროკარბონატული წყლების წარმოქმნა თაბაშირის შემცველ ქანებში ხდება, ამ შემთხვევაში სულფატ-რედუქციის პროცესის შედეგად წყალში სულფატების შემცირება კომპენსირდება სულფატური მარილების ხელახალი გახსნით. ორგანული მასალის მაღალი შემცველობისას მინერალურ წყლებში გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია მაქსიმალურია, რაც გოგირდის აღდგენის პროცესს უკავშირდება.

მაღალმინერალიზებული ქლორიდულ-ნატრიუმის გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლების ტიპური წარმომადგენელია პერმის ოლქში მდებარე უსტკაჩკის საბადო, აგრეთვე სხვა უბნები, სადაც ჭაბურღილებით ანალოგიური წყლებია გახსნილი. აქ გოგირდწყალბადიანი წყლების ფართო გავრცელება დაკავშირებულია თაბაშირიანი წყებების არსებობასთან და ვოლგა – კამსკის არტეზიული აუზის ნავთობგაზიანობასთან.

ვ. კუკანოვის [8] მონაცემებით, უსტკაჩკის რაიონის გეოლოგიური ჭრილი შემდეგნაირია:

- ქვედა დევიონი – თიხა-ქვიშაქვების შუაშრები;
- შუა და ზედა დევიონი – კირქვები და დოლომიტები;
- კარბონი – კირქვები და დოლომიტები.

ძირითადი წყალშემცველი კომპლექსებია ქვედა დევიონი – ქვედა კარბონი, სადაც უგოგირდწყალბადო ქლორიდულ-ნატრიუმის წათხებია გავრ-

ცელებული. შუა და ზედა კარბონთან კი დაკავშირებულია ასევე ქლორიდულ-ნატრიუმის, მაგრამ გოგირდწყალბადიანი წათხები:

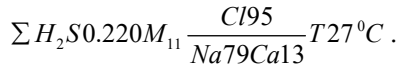
$$\sum H_2S 0.540 M_{265} \frac{Cl99}{Na95}$$

ფართოდ არის ცნობილი მაცესტის გოგირდწყალბადიანი წყლების საბადო, რომელიც დაკავშირებულია სოჭ-ადღერის დეპრესიასთან, ეს უკანასკნელი სამხრეთ-დასავლეთით იძირება შავ ზღვაში. დეპრესია აგებულია ქვედა ნაწილში იურულ ტუფოპორფირიტებისა და ქვიშაქვიანი ფიქლებით, ჯამური სიმძლავრე 2000 მ, ჭრილის შუა ნაწილი წარმოდგენილია ზედა იურისა და ცარცის კარბონატული წყებით, სიმძლავრე ასევე 2000 მ, ხოლო ზედა ნაწილში გვხვდება მესამეული ასაკის მერგელები, თიხები და ქვიშაქვიანი თიხები, სიმძლავრე 2500 მ. ჰიდროგეოლოგიური სოჭ-ადღერის დეპრესია ფართო გავრცელების არტეზიული აუზია, რომლის ძირითადი წყალშემცველი კომპლექსი ზედა იურისა და ცარცის კირქვებთან არის დაკავშირებული. აღნიშნული არტეზიული აუზის ღრმა ზონებში გავრცელებულია მაღალმინერალიზებული, ძალიან მაგარი გოგირდწყალბადიანი წყლები შემდეგი ქიმიური შედგენილობით:

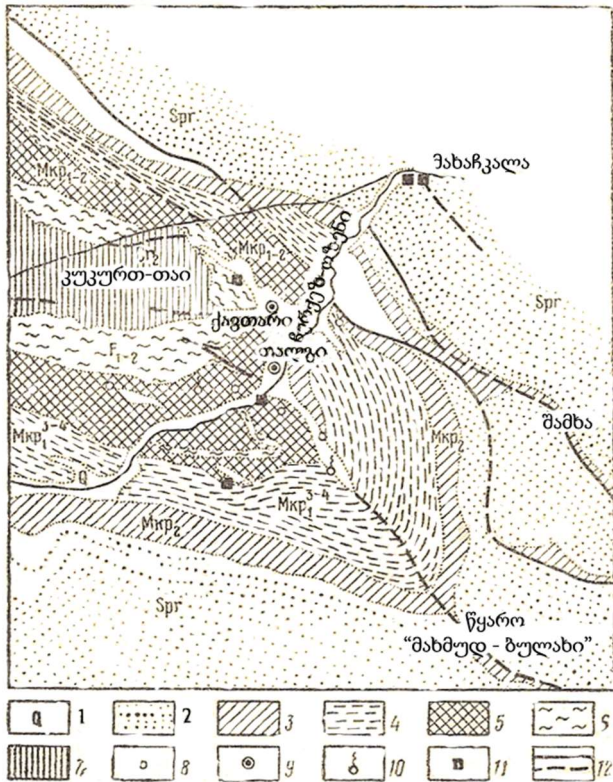
$$\sum H_2S 0.439 M_{2.7} \frac{Cl97}{Na79Ca14Mg6} T39^{\circ}C - Ph6.8.$$

არტეზიული აუზის პერიფერიაზე ზედა იურისა და ცარცის კირქვები გადარეცხილია. მაღალმინერალიზებული წყლები მთლიანად არის ჩანაცვლებული მტკნარი წყლებით, რომელთა შეღწევა ჰორიზონტში კვების არეებიდან ხდება, რომლებიც ანტიკლინების ბირთვთან არის დაკავშირებული. აქ მტკნარი წყლების შეღწევის მიზეზით აღინიშნება

მინერალური წყლის განზავება, რაც საკმაოდ დიდ სიღრმემდე აღწევს. განზავებული წყლის მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ მაცესტის ტიპი შემდეგი ქიმიური შედგენილობით:



მაღალკონცენტრირებული გოგირდწყალბადიანი წყლების საინტერესო მაგალითია ტალგის წყაროები დაღესტანში, რომელიც ზედა ცარცული კირქვებით აგებულ ბრაქიანტიკლინთან არის დაკავშირებული.



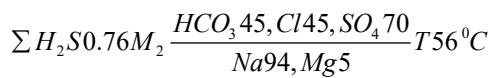
სურ. 4. გოგირდწყალბადიანი წყლების ტალგის საბადოს გეოლოგიური აგებულების სქემა

1. ალუვიური ნალექები; 2. ჩოკრაკის შრეები – თიხებისა და ქვიშაქვების მონაცვლეობა; 3. ზედა მაიკოპის შრეები: მუქი ფერის თიხები–სიდერიტის

კონკრეციები; 4. მუციდაკალის ჰორიზონტი: ფიქლისებრი ბიტუმიზებული თიხები, ქვიშაქვიანი შუაშრეებით; 5. ხადუმის ჰორიზონტი: ნაცრისფერი ფიქლისებრი თიხები ქვიშაქვების შუაშრეებით; 6. ფონამინიფერებიანი შრეები: ნაცრისფერი და მომწვანო მერგელები და კირქვები ბიტუმიზებული ფიქლების შუაშრეებით; 7. ზედა ცარცის კირქვები და დანიური სართულის მერგელები; 8. მტკნარი წყაროები; 9. გოგირდწყალბადიანი წყაროები; 10. აირების გამოსავლები; 11. ნავთობის გამოსავლები; 12. ტექტონიკური რღვევები

გოგირდწყალბადიან წყლებს შორის ფართოდაა გავრცელებული ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმის წყლები. ეს ტიპი დამახასიათებელია ისეთი ქანებისთვის, რომლებიც აღდგენით გარემოში ხსნად სულფატურ მარილებს არ შეიცავს, მაგრამ შეიცავს სულფიდებს. წყალში სულფატ-იონების გამოჩენა განპირობებულია ჟანგვის ზონაში მეორეული თაბაშირის გახსნით, სადაც მისი (თაბაშირი) გამოჩენა დაკავშირებულია სულფიდების (პირიტი) დაჟანგვასთან. ამგვარი სულფატების აღდგენა სავარაუდოდ გამოწვეულია ორგანული მასალის ზემოქმედებით, რის შედეგადაც ხდება სულფატების გოგირდწყალბადამდე აღდგენა. წყლის ანიონურ შედგენილობაზე სულფატ-რედუქციის პროცესების ზეგავლენის ერთ-ერთ მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ კრასნოდარის მხარეში მდებარე ცხელი წყაროს ჰიდროსულფიდური წყლები. საბადო მდებარეობს კოთხის ქედის ჩრდილო ფერდობის ძირში, რომელიც აგებულია ძირითადად ზედა ცარცის ფლიშური ნალექებით. ეს უკანასკნელი წარმოდგენილია არგილიტებისა

და ქვიშაქვების მონაცვლეობით, რომელთა შორის ორი შრე გამოიყოფა: ზედა – 15-მეტრიანი სიმძლავრით და ქვედა – 30-მეტრიანი სიმძლავრით. ტექტონიკურად სტრუქტურა მონოკლინია, შრეების ჩრდილო-აღმოსავლეთით დაქანებით, ქანები კი გაწყვეტილია ტექტონიკური ნაპრალებით. ჰიდროსულფიდური წყლის აღმავალი მიგრაცია ხდება ქვედა ქვიშაქვიანი ჰორიზონტის ნაპრალოვანი ზონის გავლით, წყლის ქიმიური შედგენილობაა:



ქვედა ქვიშაქვების ჰორიზონტში ნათლად ვლინდება არტეზიული ჰორიზონტისთვის დამახასიათებელი ჰიდროქიმიური ზონალურობა, კერძოდ ფერდობის ზედა ნაწილში ცირკულირებს მტკნარი ჰიდროკარბონატულ-სულფატურ-ქლორიდულ-ნატრიუმთან-კალციუმთან-მაგნიუმთან წყლები. ქვემოთ, მაგრამ არადიდ სიღრმეში გავრცელებულია სუსტად მინერალიზებული, სუსტად გოგირდწყალბადიანი, ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმთან წყლები. უფრო ქვემოთ, თითქმის 2000 მ სიღრმემდე ჰიდროკარბონატულ-ქლორიდულ-ნატრიუმთან წყლების გავრცელების ზონაა. ამ უკანასკნელის ქიმიური შედგენილობის ფორმირება განპირობებულია ზემოთ დასახელებული სხვადასხვა შედგენილობისა და გენერაციის წყლის შერევით. თიხური შრეების არსებობა განაპირობებს გაცვლით-ადსორბციული აქტიურობის პროცესს, რასაც ახლავს ორგანული მასალისა და პირიტის შემცველობა. ამ პროცესების ერთობლივ ზემოქმედებას მოსდევს, ჯერ ერთი, ნატრიუმის ქლორიდების შემცველობის ზრდა და, მეორე, ნატრიუმის კონცენტრაციის მა-

ტება ქანების კოლოიდურ მასალასთან გაცვლითი ადსორბციის ხარჯზე. აღსანიშნავია აგრეთვე მესამე პროცესი, რომელიც იმაში ვლინდება, რომ ადგილი აქვს სულფატების აღდგენას, სულფატ-მარედუცირებელი მიკროორგანიზმების ცხოველქმედების შედეგად. ამის გამო, წყალი კარგავს სულფატებს და მდიდრდება გოგირდწყალბადითა და ჰიდროკარბონატებით. სხვა მხრივ, თუ სულფატების აღდგენას თან არ ახლავს გაცვლით-ადსორბციული პროცესები, წარმოიქმნება ქლორიდულ-ნატრიუმთან წყლები, რომლებიც გოგირდწყალბადს არ შეიცავს.

დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ფარგლებში გავრცელებული ქვედა იურა – ზედა ცარცის კარბონატული ფლიშის გეოლოგიური აგებულები-სა და ჰიდროგეოლოგიური პირობების შესწავლით ბევრი მკვლევარი იყო დაკავებული [8; 9; 10; 11;]. როგორც ადრე აღვნიშნეთ, ხსენებული ფლიშით აგებულია კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის ნაოჭა სისტემის საკონტაქტო ზოლი მთიანი კახეთის ტერიტორიაზე ალაზნის დაბლობთან. კონტაქტი მკვეთრია (ტექტონიკური), რეგიონური სუბგანედური რღვევის სახით, რომლის გასწვრივ ფლიშური ნალექები შეცოცებულია ალაზნის დაბლობის მიოცენური ასაკის ფხვიერ კონტინენტურ წარმონაქმნებზე. ფლიშურ წყებასა და ლიასის ფიქლებრივ წყებასთან დაკავშირებულია მდ. ალაზნის მარცხენა სანაპიროს ცნობილი გოგირდწყალბადიანი წყაროები, რომელთა გამოსავლები შიგა ფორმაციული ტექტონიკური რღვევით კონტროლდება. 1200 მ სიღრმემდე სტრუქტურულ-ჰიდროგეოლოგიური ჭაბურღილის მონაცემებზე დაყრდნობით, შესაძლებელია თვალი გავადევნოთ აღნიშნულ

წყებაში მიწისქვეშა წყლების ცირკულაციის პირობებს და სიღრმეში ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობას, რაც მნიშვნელოვანია ამ წყაროების გენეზისის საკითხში გარკვევისთვის. შესწავლილ სიღრმემდე, ზედა იურა-ქვედა ცარცის ფლიშური ნალექები ლითოლოგიურად წარმოდგენილია ნაპრალოვანი კირქვებისა და კარბონატული ქვიშაქვების ფიქლებრივ-მერგელოვან კირქვებსა და თიხაფიქ-

ლებთან მონაცვლეობით. ნაპრალების კედლებზე ხშირია პირიტის კრისტალური ჩანაწინწკლები.

ბურღვის შედეგად წყალგამოვლინების გახსნილი ინტერვალები დაკავშირებულია ქანების დანაკრალიანებულ ზონებთან. მიწისქვეშა წყლების სიღრმული დასინჯვის მონაცემების მიხედვით, შეიძლება ვიმსჯელოთ ჩაღრმავების კვალობაზე ამ წყლების მთავარი ქიმიური კომპონენტების ცვალებადობის ხარისხზე.

ცხრილი 3

ჭაბურღილით გახსნილი მიწისქვეშა წყლების ჰიდროქიმიური ზონალურობა

#	წყალ- შემცველი ინტერვალი, მ	$t^{\circ}C$	იონების შემცველობა, მგ/ლ						ქიმიური შედგენილობის ფორმულა
			Na^+	Ca^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	HCO_3^-	
1	25 - 30	14.0	1.2	125.7	26.8	21.3	73.2	390.4	$M_{0.6} \frac{HCO_3 75 SO_4 18}{Ca 74 Mg 26}$
2	50 – 55	14.5	31.1	78.6	24.6	17.8	90.9	288.8	$M_{0.5} \frac{HCO_3 67 SO_4 26}{Ca 54 Mg 28}$
3	290 – 300	16.1	210.7	40.5	7.2	32.0	354.2	213.5	$M_{0.9} \frac{SO_4 63 HCO_3 30}{(Na + K) 78 Ca 17}$
4	495 – 500	18.8	92.9	42.9	21.6	63.9	27.2	342.0	$M_{0.6} \frac{HCO_3 70 Cl 23}{(Na + K) 51 Ca 27}$
5	530 - 535	19.3	332.8	24.7	10.2	327.0	61.8	366.0	$M_{1.12} \frac{Cl 56 HCO_3 36}{(Na + K) 87}$
6	750 – 755	22.8	1366.4	9.02	5.5	1682.7	14.8	768.0	$M_{3.84} \frac{Cl 79 HCO_3 21}{(Na + K) 98}$
7	890 - 895	24.0	3560.9	22.04	17.4	4835.1	7.4	1281.0	$M_{10.4} \frac{Cl 87}{(Na + K) 99}$
8	1030 - 1035	27.3	3927.0	31.9	27.1	5388.0	კვალი	1385.0	$M_{10.8} \frac{Cl 87}{(Na + K) 98}$

ცხრილის მონაცემების ანალიზიდან შეიძლება დავასკვნათ შემდეგი:

60 მ სიღრმემდე გავრცელებული მიწისქვეშა წყლები უნდა მივაკუთვნოთ ერთიან მძლავრ კარსტულ ჰორიზონტს, რომელიც მიწის ზედაპირზე ვლინდება მაღალდებიტიანი (100 ლ/წმ-მდე) წყაროების სახით – ფატმასური, აფენი, ოქტომბერი და სხვა. კარსტული წყაროების გამოსავლები დაკავშირებულია კარბონატული ფლიშის გაშიშვლებული ნაწილის მსხვილ ეგზოგენურ ნაპრალიანობასთან. ეს წყლები აქტიური წყალგაცვლის ზონის ზედა ნაწილს უნდა მივაკუთვნოთ, რამდენადაც ისინი თანამედროვე კლიმატური პირობებით და ინტენსიური დრენაჟის გავლენით მოქმედებს.

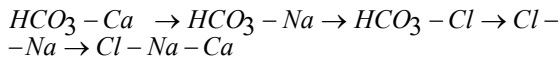
სულფატ-იონის შემცველობის თანდათანობითი მატება 290–300 მ ინტერვალში, სულფატურ-კარბონატულ-ნატრიუმის შედგენილობის წყლების არსებობასთან ერთად, გვიჩვენებს, რომ განსახილველ წყალშემცველ კომპლექსში უნდა არსებობდეს სულფატური წყლების ზონა, რომელიც ჭრილში ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმის წყლების ზემოთ თავსდება. 500 მ-ის ქვემოთ ადგილი აქვს სულფატ-იონების შემცველობის მკვეთრ შემცირებას, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ზედა იურა - ქვედა ცარცის კარბონატული ნალექების ჟანგვის ზონა დაახლოებით 500 მ სიღრმემდე ვრცელდება. სიღრმეში სულფატური წყლების არსებობა მნიშვნელოვანი ფაქტორია, თუ მათ განვიხილავთ, როგორც საწყის სუბსტანციას საკვლევი რაიონის გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლების წარმოშობისთვის.

ქლორიდულ-ნატრიუმის წყლები, რომლებიც ჭაბურღილში 800 მ სიღრმიდან ვლინდება, შესწავლილი ჭრილის ქვედა ნაწილს მთლიანად იკავებს. თუ ვიმსჯელებთ ამ წყლების შედარებით დაბალი საერთო მინერალიზაციით (მაქსიმუმი 11 გ/ლ) და ჰიდროკარბონატების გაზრდილი შემცველობით, მაშინ მათი გავრცელების ზონა უნდა მივიჩნიოთ მიწისქვეშა წყლების გამწვანებული ცირკულაციის საშუალო ზონად.

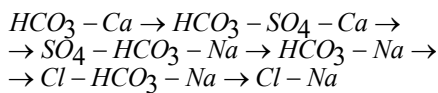
ამგვარად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფლიშური წყების წყალშემცველ კომპლექსში ნათლად შეინიშნება მიწისქვეშა წყლების ვერტიკალური ჰიდროქიმიური ზონალურობა, რომელიც გამოხატულია ჰიდროკარბონატული შედგენილობის წყლების სულფატურ და შემდგომ ქლორიდულ წყლებში კანონზომიერ გადასვლაში. საერთო მინერალიზაციისა და მეტამორფიზმის ხარისხის თანაბარი ზრდა მიუთითებს სხვადასხვა ჰიდროქიმიური ზონის მიწისქვეშა წყლების ჰიდრავლიკურ კავშირზე, რაც განპირობებულია ფლიშური წყების ტექტონიკური აგებულებით, სადაც შესწავლილ სიღრმემდე უნდა განიხილებოდეს, როგორც ნახევრად ღია ჰიდროგეოლოგიური სტრუქტურა, რომელიც ზღვიურ-მარილოვანი კომპლექსიდან თანდათანობით გამორეცხვას განიცდის.

მ. ვრუბლევსკი [11] განიხილავს რა მთიან ოლქებში ვერტიკალური ჰიდროქიმიური ზონალურობის საკითხს, აღნიშნავს, რომ გეოლოგიური ჭრილისთვის დამახასიათებელ გაფანტულ პირიტოზაციას არ მივეყვართ სულფატური წყლების წარმოქმნამდე, არამედ შეინიშნება მხოლოდ სულფატ-იონების მომატებული შემცველობა თავისუფალი

წყალგაცვლის ზონის დაბალმინერალიზებულ წყლებში. აქედან გამომდინარე, აფხაზეთ-კრასნო-პოლიანსკის დეპრესიის მაგალითზე ავტორი გვთავაზობს დიდი კავკასიონის ჰიდროგეოლოგიურ აუზებში მიწისქვეშა წყლების ვერტიკალური ზონალურობის შემდეგ ტიპურ სქემას:



დიდი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის აღმოსავლეთ პერიფერიისთვის დამახასიათებელი აღნიშნული სქემა რამდენადმე დეტალიზებული და სახეცვლილია სულფატური წყლების ზონის გამოჩენის ხარჯზე. ეს ზონა სწორედ ჩაწინწკლული პირიტის დაჟანგვის შედეგად წარმოიქმნება, რადგან განსახილველი წყება სულფატ-იონების წარმოქმნის სხვა წყაროს არ შეიცავს. აღნიშნულის გათვალისწინებით, მოცემულ შემთხვევაში ვერტიკალური ზონალურობის სქემა შემდეგნაირია:



თვალსაჩინოა, რომ ამ გარდაქმნებში ძირითად ფაქტორს წყალშემცველი ქანების ლითოლოგიურ-მინერალოგიური შედგენილობა და მასივის ტექტონიკური აგებულება შეადგენს. ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, განსაზღვრავს მიწისქვეშა წყლების ცირკულაციის ჰიდროდინამიკურ პირობებს და ქიმიური შედგენილობის ფორმირებას. ქვედა ცარცის შემდგომმა მძლავრმა ოროგენულმა მოძრაობამ გამოიწვია საერთო აზვეება და ტექტონიკური რღვევების წარმოქმნა. ამის შედეგად კარბონატული ფლიში დიდ სიმძლავრეზე იქნა დისლოცირებული, რაც ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ატმოგენური

წყლების მნიშვნელოვან სირღმემდე ინფილტრაციისა და ჟანგვითი პროცესების განვითარებისთვის, რომელთა შემადგენელი ნაწილი პირიტის დაჟანგვაა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ვრუბლევსკის მიერ შექმნილი მთიან-ნაოჭა სისტემების ფარგლებში გავრცელებული მიწისქვეშა წყლების ვერტიკალური ჰიდროქიმიური ზონალურობის სქემა უნივერსალური არ არის და გარკვეულ პირობებში მნიშვნელოვნად სახეცვლილია.

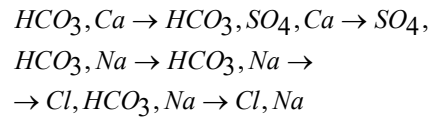
ცნობილია, რომ ამა თუ იმ მეცნიერული მოსაზრების მართებულობა საჭიროებს პრაქტიკული მაგალითებით დადასტურებას. მოცემული ინფორმაცია უნდა განვიხილოთ, როგორც მცდელობა, ფაქტობრივი მონაცემებით დავასაბუთოთ ჩეხი მეცნიერ რობერტ კვეტის [7] ორიგინალური შეხედულება მიწისქვეშა წყლებში გოგირდწყალბადის წარმოშობის შესახებ, როდესაც ეს წყლები დაკავშირებულია ღრმა რღვევითი ტექტონიკის ჰიდროგეოლოგიურ სტრუქტურებთან. ავტორი ექვექვემ აყენებს ბიოქიმიური სულფატ-რედუქციის კლასიკური თეორიის უნივერსალურობას, რომლის მიხედვითაც გოგირდწყალბადის წარმოშობა მხოლოდ აღდგენით გარემოში ხდება, რომელიც ჟანგბადის არარსებობით და ორგანული ნივთიერებების არსებობით ხასიათდება. ამ თეორიის მიხედვით, ბაქტერიები, რომლებიც ცხოველქმედებისთვის მიწისქვეშა წყლების სულფატებს იყენებს, ანაერობული ბაქტერიებია. მეორე მხრივ, აღდგენითი გარემო, რომელიც დამახასიათებელია ძალზე გამწვანებული წყალგაცვლის ღრმა ჰორიზონტებისთვის, არ შეიძლება შენარჩუნდეს ახალგაზრდა, ინტენსიურად დისლოცირებულ სტრუქტურებში,

რომლებთანაც, არცთუ იშვიათად, დაკავშირებულია შედარებით არაღრმა ცირკულაციის გოგირდწყალბადიანი მინერალური წყლები. მაგალითისთვის ავტორი მიუთითებს ჩეხეთის ფლიშზე, სადაც გოგირდწყალბადით გამდიდრებული მიწისქვეშა წყლების ცირკულაციის სიღრმე 100–200 მ-ს არ აღემატება. ამ პირობებში აღდგენითი პროცესების ინიცირებას ავტორი ხსნის დამჟანგველი წყლების შემოდენით იმ წყლებთან კონტაქტის ზონაში, რომლებიც ორგანულ ნივთიერებებს შეიცავს, ხოლო დამჟანგველი წყლები აერობული ბაქტერიების შემცველია. ხშირად, სწორედ აერობული ბაქტერიების ცხოველქმედებით წარმოიქმნება სათანადო საკვებად აუცილებელი ორგანული ნივთიერებები სულფატ-მარედუცირებელი ბაქტერიებისთვის, მაგრამ განსაზღვრულ პირობებში სხვადასხვა ჯგუფის მიკროორგანიზმებით გოგირდის ორგანული ნაერთები შეიძლება დაიშალოს და მინერალიზებულ იქნეს. გოგირდის ორგანული ნაერთების მინერალიზაციის პროცესში მონაწილეობს მრავალნაირი აერობული ჰეტეროტროფული და არასპეციალიზებული ანაერობული მიკროორგანიზმები, რის შედეგადაც ცნობილი საბოლოო პროდუქტის – გოგირდწყალბადის გარდა, წარმოიქმნება სხვა შენაერთებიც, კერძოდ მერკაპტანი, მინერალური გოგირდი და სულფატი. ამ არაორგანული გოგირდის ნაერთების ჟანგვას ახორციელებენ ობლიგატური (მკაცრი) აერობული გოგირდის ბაქტერიები – თიობაქტერიები (Thio-გოგირდი) Thiobacillus-ის გვარიდან. ამ ბაქტერიების ტიპური წარმომადგენლები ცხოვრობენ გოგირდის მრავალი ნაერთის ჟანგვის შედეგად გამოყოფილი ენერჯის ხარჯზე.

თიონური ბაქტერიების სხვადასხვა სახეობა ჟანგავს აღდგენილ გოგირდს, გოგირდწყალბადს, სულფიდებს, თიოსულფატებს, ტეტრათიონატებს, თიოციანატებს და გარდაქმნის სულფატად. ამ შემთხვევაში გოგირდი წყალბადის დონორი და ენერჯის წყაროა, ხოლო როცა წყალბადის აქცეპტორის როლს ასრულებს, ვითარდება აღდგენითი პროცესი. ჟანგვითი პროცესების შედეგად დაჟანგული გოგირდის ნაერთების აღდგენას ახდენენ მხოლოდ და მხოლოდ ობლიგატური ანაერობული სულფატ-რედუქტორი ბაქტერიები. სულფატების აღმდგენელი ბაქტერიების ორი გვარი არსებობს: არასპორაწარმომქმნელი *Desulfovibrio* და სპორაწარმომქმნელი *Desulfotomaculum*. ორივე გვარის წარმომადგენლები ობლიგატური ანაერობები არიან, სულფატებს სულფიდებად აღადგენენ. სულფატაღმდგენელი ბაქტერიები ეკუთვნიან განსაკუთრებულად სპეციალიზებულ ჯგუფის ბაქტერიებს, რომლებიც ანაერობულ პირობებში სულფატებს იყენებენ წყალბადის აქცეპტორად ორგანული ნაერთების ან წყალბადის დასაჟანგად. მათ არ შეუძლიათ ნახშირორჟანგის ასიმილირება და ზრდისათვის მზა ორგანული ნივთიერება სჭირდებათ. დაჟანგული ორგანული სუბსტრატის წყალბადი გადააქვთ დაჟანგული გოგირდის ნაერთში (სულფატები, სულფიტები, თიოსულფატები), რომელსაც გოგირდწყალბადამდე აღადგენენ. მიუხედავად იმისა, რომ გოგირდწყალბადი ტოქსიკური თვისებებით ხასიათდება, ის აქტიურად მონაწილეობს გეოლოგიურ პროცესებში. გოგირდწყალბადის ჟანგვისას წარმოიქმნება სამრეწველო მნიშვნელობის როგორც გოგირდის, ისე სულფიდური საბადოები [12].

ამ ფონზე საინტერესოა განვიხილოთ დიდი კავ-
კასიონის სამხრეთ ფერდობის საკვლევი ნაწილის
გოგირდწყალბადიანი წყლები, რომლებიც დაკავ-
შირებულია ზედა იურა – ქვედა ცარცის ფლიშურ
ნალექებთან. ლითოლოგიურად წყება წარმოდგე-
ნილია ნაპრალოვანი კირქვებისა და კარბონატული
ქვიშაქვების მონაცვლეობით მერგელოვან ფიქლებ-
თან. მინერალური წყაროების გამოსავლები აშკა-
რად უკავშირდება რეგიონალური ტექტონიკური
რღვევის ზონას, რომელიც სამხრეთ ფერდობის
ნაოჭა სისტემის და ალაზნის მთათაშუა ღრმულის
კონტაქტზე გადის. უახლესი ტექტონიკური სქემის
მიხედვით (ე. გამყრელიძე, 1994), აღნიშნული ფლი-
შით აგებულია მესტია - თიანეთის ტექტონიკური
ზონის ჩრდილოეთი ნაწილი. ქვედა ცარცის შემდ-
გომ პერიოდში, ძლიერი ოროგენული მოძრაობის
ზემოქმედებით, ხდებოდა ოლქის ამოზევება, რასაც
თან ახლდა ტექტონიკური რღვევების (ნასხლექ-
შეცოცებების) ფართო ზონების წარმოქმნა. კარბო-
ნატული ფლიშის ლითოლოგიური თავისებურე-
ბიდან გამომდინარე, წყებამ განიცადა ინტენსიური
დისლოკაცია დიდ სიღრმეში, რითაც ხელსაყრელი
პირობები შეიქმნა ატმოგენური წყლების მნიშვნე-
ლოვან სიღრმემდე ჩაღწევისთვის. 1200 მ-მდე
გაბურღული სტრუქტურული ჰიდროგეოლოგიუ-
რი ჭაბურღილის მონაცემებით, ამ ნალექებში გა-
მოიყოფა სულფატურ-ჰიდროკარბონატულ-ნატ-
რიუმის წყლების ზონა, რომელსაც გარდამავალი
მდგომარეობა უჭირავს ჰიდროკარბონატულ-კალ-
ციუმის და ქლორიდულ-ნატრიუმის შედგენი-
ლობის წყლების ზონებს შორის. ამის შესაბამისად,
დამუშავებულია საკვლევი რაიონის მიწისქვეშა

წყლების ვერტიკალური ჰიდროქიმიური ზონალო-
ბის სქემა:



სულფატური წყლების ზონა 300 მ სიღრმეში
მდებარეობს, მისი წარმოქმნა განპირობებულია ჟან-
გბადის შემცველი მიწისქვეშა წყლებით პირიტის
დაჟანგვის პროცესში. სიღრმეში სულფატური
წყლების არსებობა მნიშვნელოვანი ფაქტორია, თუ
მათ განვიხილავთ, როგორც საწყის სუბსტანციას
საკვლევი რაიონის გოგირდწყალბადიანი მინერა-
ლური წყლების წარმოშობისთვის. პირიტი ხშირი
ჩანაწინწკლების და ძარღვაკების სახით გაბნეულია
ფლიშის ქანებში, რომლებიც ორგანულ ნივთიერე-
ბებსაც შეიცავს ისეთი რაოდენობით, რაც საკმა-
რისია სულფატადგენითი პროცესების მიმდინა-
რეობისთვის. ე.წ. “ორგანულ ფილტრში” გავლის
შემდეგ სულფატების შემცველი მიწისქვეშა წყლები
თანდათან მდიდრდება გოგირდწყალბადით. ჭა-
ბურღილების ინტერვალური დასინჯვის მონაცე-
მების მიხედვით, ზემოთ მითითებული სიღრმე
(300 მ) აქტიური წყალგაცვლის ზონის დაახლოე-
ბით ნახევარს შეადგენს. ცხადია, ამ სიღრმემდე
ჟანგვითი პროცესები მკვეთრად უნდა აღემატე-
ბოდეს სხვა დანარჩენ პროცესებს. ასეთ პირობებში
გოგირდწყალბადის წარმოშობის ახსნა, სულფატ-
რედუქციის კლასიკური თეორიის პოზიციიდან,
თითქმის შეუძლებლად გვეჩვენება, რადგან გადაუ-
ლახავ წინააღმდეგობად გვევლინება გარემოს
ანაერობულობა. მეორე მხრივ საკითხი იოლად გა-
დაწყდება თუ გავითვალისწინებთ ზემოთ აღწერი-
ლი ჟანგვითი პროცესების მიმდინარეობას და და-

ვუშვებთ აღდგენითი პროცესების ინიცირებას – აერობული ბაქტერიების ცხოველქმედების შედეგად დაგროვილი მინერალიზებული გოგირდის ჟანგვითი პროდუქტების გამოყენებას სულფატ-რედუქტორი ბაქტერიების მიერ. აუცილებლად გასათვალისწინებელია ისიც, რომ ჟანგბადის შემცველობა არ გამოირიცხავს ნებისმიერ აერობულ სულფატში ანაერობული მიკროზონების არსებობას, სადაც ინტენსიურად მიმდინარეობს აღდგენითი პროცესები, მათ შორის გოგირდის არაორგანული ნაერთების აღდგენა. მაშასადამე, ბიოქიმიური სულფატ-რედუქციის ერთ-ერთი მთავარი პირობა – ანაერობულობა უალტერნატივოა.

ჟანგვა და აღდგენა ურთიერთშემავსებელი პროცესებისა და ბუნებრივი წონასწორობის არსებობის აუცილებელი პირობაა, ამიტომ გოგირდის ნაერთების ჟანგვასთან ერთად ხდება მათი აღდგენა სულფატ-რედუქტორი ბაქტერიების მიერ, ხოლო ბაქტერიების სიღრმეში ტრანსპორტირება ძირითადად დამჟანგველი წყლებით ხორციელდება. ამ გზით წარმოქმნილი განსაკუთრებული სახეობის ორგანული ნივთიერებები, სულფატ-იონებთან ერთად, აუცილებელია სულფატმარედუცირებელი ბაქტერიების კვებისთვის ანუ სულფატების სულფიდებამდე აღდგენის პროცესის სტიმულირებისთვის.

დასკვნა

ახლებურად გავაშუქეთ განსახილველ წყლებში გოგირდწყალბადის წარმოქმნის პირობები, თუმცა ეს მოსაზრება ორიგინალური არ არის, არამედ ჩეხი მეცნიერ რ. კვეტის მიერ გამოთქმული შეხედულებების ზოგიერთი პუნქტის კორექტირებაა, ჩვენს საკვლევ ობიექტზე მოპოვებული ფაქტობრივი მასალების საფუძველზე. ხაზგასმულია, რომ განსახილველ შემთხვევაში გოგირდწყალბადის მიწისქვეშა წყლებში დაგროვება სულფატ-რედუქციის კლასიკური თეორიის შესაბამისად ხდება, რაც განპირობებულია აერობულ გარემოში ჟანგვითი პროცესების მიმდინარეობაზე ბაქტერიების სპეციფიკური სახეობების ზემოქმედებით, მათ შორის არაორგანული გოგირდოვანი ნაერთების დამჟანგველი თიობაქტერიების მონაწილეობით, რომლებიც სულფატ-რედუქციის შედეგად აღდგენილ მინერალიზებულ გოგირდოვან ნაერთებს ჟანგავს, ხოლო ამ დაჟანგულ შენაერთებს სულფატ-რედუქტორი ბაქტერიები აღადგენენ ანაერობულ პირობებში. ფაქტობრივი მასალის ანალიზის საფუძველზე შემუშავებული გვაქვს მთიანი კახეთის მიწისქვეშა წყლების ვერტიკალური ჰიდროქიმიური ზონალურობის ახლებური სქემა, რომელიც მთიანი ოლქების ჰიდროგეოლოგიური სტრუქტურებისათვის დამახასიათებელი ზონალურობის სქემისგან რამდენადმე განსხვავდება.

ლიტერატურა

1. Geology of the USSR, vol. X, Georgian SSR, ch. editor Gamkrelidze P.D., ed. "Nedra", Moscow, 1964.
2. Dzhanelidze AI On the question of the geological structure of the Kakheti Range and Alazani Valley. Message Academy of Sciences of the Georgian SSR, t. IX, No. 8, 1950.
3. Aliev M.M. Geological outline of the region of the southern slope of the Main Caucasian ridge of the Lagodekhi-Akhalsopeli region. GSU funds, Tbilisi, 1936.
4. Karosanidze ON, Rukhadze G.L. Structure and geological study of Jurassic sediments of the Mazym chai - Chelty interfluvium for the purpose of correlation and establishment of ore-bearing strata. GSU funds, Tbilisi, 1969.
5. Ovchinnikov A.I. Hydrogeochemistry. M. "Nedra", 1970, 200 p.
6. Possokhov E.V. General hydrogeology, Publishing house "Nedra", L. 1975, 208 p.
7. Zviadadze U.I. On the issue of distribution of microcomponents in groundwater of oil fields in Eastern Georgia. In the book. Low-mineralized waters of deep horizons of oil and gas provinces. Kiev, "Naukova Dumka", 1985, 280 p.
8. Avalishvili P.I., Kopadze T.V., Loladze T.I., Pruidze M.P. Geological description of the basins of the Shorokhevi, Areshi, Kabali and Baisubani rivers. GSU funds, Tbilisi, 1958.
9. Kakhadze I.N. Stratigraphy of flysch deposits of the Southern slope of the Main Caucasian ridge. Sat. tr. geol. Institute of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, 1951.
10. Avalishvili PI, Gvaberidze GK, Kopadze TV, Geological description of the basins of the Chelty, Duruji and Intsoba rivers. GSU funds, Tbilisi, 1969.
11. Natural Resources of Georgia, Vol. III, Mineral Waters, Ch. ed. Chikhelidze S.S., ed. USSR Academy of Sciences, Moscow 1961.
12. Emtsev VT Microbiology. M, "Drof", 2005.

UDC 663.64

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-142-163>

Geochemical Conditions of the Origin of Hydrogen Sulfide Mineral Waters on the Left Bank of the Alazani River

- Marine Mardashova** Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str
E-mail: m_mardashova@gtu.ge
- Tinatin Dzadzamia** Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgia, 0126, Tbilisi, Village Dighomi, 1 Motsikulta Stsori Nino str
E-mail: tina.dzadzamia@gmail.com
- Tamar Miqava** Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str
E-mail: t.miqava@gtu.ge

Reviewers:

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

E-mail: n.poporadze@gtu.ge

Z. Kakulia, Professor, Director of the Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, GTU

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Abstract. Based on the description of the geological structure and hydrogeological conditions of the area in question, there is an opinion about the formation of hydrogen sulfide in groundwater. However, this view differs from the classical theory of sulfate reduction. It is substantiated that the production of hydrogen sulfide in groundwater due to the action of sulfate bacteria takes place not only in the recovery environment, but also in the oxidation zone. The validity of this view is confirmed by the analysis of deep hydrogeological wells and field survey data. Existence of hydrogen sulfide mineral springs within Kakheti is related to carbonate flysch. Their formation, circulation, including natural solutions is entirely in the form of carbonate flysch and is probably the origin of the formation of hydrogen sulfide healing waters. In addition to the mineral springs of Kakheti, the wide prospects of practical use of these waters are discussed, which is related to the picturesque nature and excellent climatic conditions of the area, which provides a great opportunity for resort-medical construction in the Kakheti region.

Key words: Alazani River; Carbonate flysch; general classification; groundwater; hydrogeochemical zoning.

UDC 663.64

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-142-163>

Геохимические условия образования сероводородных минеральных вод на левом берегу реки Алазани

- Марине Мардашова** Департамент прикладной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: m_mardashova@gtu.ge
- Тინათин Дзадзамия** Институт гидрогеологии и инженерной геологии, Грузия, 0126, Тбилиси, пос. Дигоми, улица Равноапостольной Святой Нино, 1
E-mail: tina.dzadzamia@gmail.com
- Тамар Микава** Департамент прикладной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75
E-mail: t.mikava@gtu.ge

Рецензенты:

Н. Попорадзе, профессор горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: n.poporadze@gtu.ge

З. Какулия, профессор, директор Института гидрогеологии и инженерной геологии ГТУ

E-mail: z.kakulia@gtu.ge

Аннотация. На общем фоне характеристики геологического строения и гидрогеологических условий обсуждаемой территории, существует оригинальное соображение об образовании и накоплении сероводорода в исследованных подземных водах, причем это соображение отличается от классической теории сульфатредукций, а именно тем, что образование сероводорода под воздействием сульфатредуцирующих бактерий, происходит не только в восстановительных условиях, но и в окислительной зоне при помощи жизнедеятельности специфических видов различных групп микроорганизмов. Достоверность этого соображения основана на результатах анализов глубоких гидрогеологических скважин и полевых исследованиях. В зоне горной Кахетии существование сероводородных минеральных вод на прямую связано с флишами. Их формирование и дальнейшая циркуляция, с учетом водных выходов, полностью происходят в карбонатных флишевых рядах на левой стороне реки Алазани и, по всей вероятности, представляют собой начальную субстанцию возникновения сероводородных лечебных вод. Кроме теоретических вопросов генезиса Кахетинских минеральных вод, рассмотрены широкие перспективы практического применения этих вод, наряду с необыкновенной красотой природы и отличными климатическими условиями.

Ключевые слова: гидрогеохимическая зональность; карбонатный флиш; общая классификация; подземные воды; река Алазани.

განხილვის თარიღი 01.02.2021

შემოსვლის თარიღი 24.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 621.31-21

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-164-171>

აირტურბინული კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების განტვირთვის ახალი შესაძლებლობები

თემურ მიქიაშვილი თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: temurmikiashvili@yahoo.com

ნინო ჩაღმელაშვილი თბოენერგეტიკისა და ენერგოეფექტურობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: chagmela@gmail.com

რეცენზენტები:

თ. ჯიშკარიანი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: tengish@yahoo.com

თ. მუსელიანი, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: museliani@yahoo.com

ანოტაცია. ელექტროსისტემების მუშაობის ეფექტიანობის განმსაზღვრელი ფაქტორი მათი სტაბილურობაა. სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია მეზობელი ელექტროსისტემების დაკავშირება, ელექტროსადგურების გადატვირთვისა და განტვირთვის შესაძლებლობების გაძლიერება, დანადგარების სამანევრო მაჩვენებლების გაუმჯობესება და სხვა.

მაღალი ავტონომიურობის ელექტროსისტემებისთვის მნიშვნელოვანია ასევე სიმძლავრის რეგულირების ამოცანების გადაწყვეტა სისტემაში არსებული დანადგარებით, მათ შორის კომბინირებული

ციკლის ენერგობლოკებით, რომელთა ძირითადი დანიშნულება საბაზისო დატვირთვის დაფარვაა. ავტორებმა ჩატარებული კვლევებით აჩვენეს, რომ ელექტროსისტემების დატვირთვის რეგულირების ამოცანების გადაწყვეტა შესაძლებელია აირტურბინული კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების გამოყენებით. ამისათვის საჭიროა ასეთი ენერგობლოკების ღრმა განტვირთვის შესაძლებლობების გამოვლენა და რეალიზება. სტანდარტულ პირობებში კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკებს იყენებენ საბაზისო დატვირთვის დაფარვისთვის და არ განიხილავენ მათ მონაწილეობას ელექტროსისტემების დატვირთვის სადღეღამისო რეგულირებაში. თუმცა

სიმძლავრის მართვის კომბინირებული მეთოდის კონცეფცია, რომელიც შემოგვთავაზებს სტატიის ავტორებმა, ითვალისწინებს აირტურბინული კომპონენტის რეგულირების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მეთოდების შეხამებას, რაც მნიშვნელოვნად აფართოებს ასეთი ენერგობლოკების განტვირთვის დიაპაზონს და ზრდის მათ ჩართულობას ელექტროსისტემის დატვირთვის რეგულირებაში.

საკვანძო სიტყვები: აირტურბინა, განტვირთვა, დანადგარი, ელექტროსისტემა, ენერგობლოკი, კომბინირებული, ციკლი.

შესავალი

თანამედროვე თბოელექტროსადგურებში სათბობის ქიმიური ენერჯიის ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნისთვის ფართოდ იყენებენ აირი-ორთქლის კომბინირებული ციკლის დანადგარებს, რომელშიც აირისა და ორთქლის ტურბინები ერთმანეთს ორთქლის ქვაბ-უტილიზატორით უკავშირდება: აირტურბინებში ნამუშევარი აირები მიემართება ორთქლის ქვაბ-უტილიზატორში, რომლის ორთქლწყლიან ტრაქტში ჩართულია ორთქლის ტურბინა (ტურბინები). ნამუშევარი აირების სითბოს ხარჯზე ქვაბ-უტილიზატორში მიიღება მაღალი პარამეტრების წყლის ორთქლი, რომელიც მიემართება ორთქლის ტურბინაში, ხოლო გაგრილებული აირები გადადის ატმოსფეროში. ასეთ ციკლებში, რომლებსაც აირტურბინულ კომბინირებულ ციკლებსაც უწოდებენ, ელექტროენერჯიას გამოიმუშავენ როგორც აირტურბინა (აირტურბინები), ისე ორთქლის ტურბინა (ტურბინები). ამას-

თან, სათბობის წვა ხორციელდება მხოლოდ აირტურბინებში (აქ არ განვიხილავთ შუალედურ შემთხვევას, როდესაც ორთქლის ტურბინების სიმძლავრის ფორსირებისთვის ქვაბ-უტილიზატორებზე იყენებენ დამატებითი სათბობის წვის სანთურებს). შესაბამისად, აირი-ორთქლის კომბინირებული ციკლის დანადგარების (ენერგობლოკები) სითბური ეფექტიანობა უფრო მაღალია (47–62%), ვიდრე განმხოლოებული რენკინის ციკლის დანადგარების (40–45%). მაღალი სითბური ეფექტიანობის გამო, კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკებს იყენებენ ელექტროსისტემების საბაზისო დატვირთვის დაფარვისთვის და არა ცვლადი დატვირთვების უზრუნველსაყოფად. ასეთი მიდგომის გამო, კომბინირებულ ციკლში აირტურბინების სიმძლავრის მართვის ალგორითმი შედგენილია ისე, რომ ის ითვალისწინებს დანადგარების მხოლოდ უმნიშვნელო განტვირთვას [1,2], რომლის დროსაც ინარჩუნებენ აირტურბინ(ებ)ის მაღალ საწყის და საბოლოო ტემპერატურებს (ნამუშევარი აირების ტემპერატურა), რათა მაქსიმალურად გამოიყენონ აირების სითბური პოტენციალი და ენერგობლოკის ეფექტიანობა შეინარჩუნონ მაღალ ნიშნულზე. მაგრამ, დანადგარების უფრო ღრმა განტვირთვა (ამორთვის გარეშე) შეუძლებელია, რადგან საბაზისო დატვირთვაზე ორიენტირებული მართვის ალგორითმი ამის საშუალებას არ იძლევა.

საქართველოს ელექტროსისტემაში კომბინირებული ციკლის თბოელექტროსადგურის ექსპლუატაციის (გარდაბანი-1) პრაქტიკამ აჩვენა, რომ, ხშირ შემთხვევებში, საჭიროა ენერგობლოკის ღრმა განტვირთვა, რომლის საშუალებას არ იძლევა სიმძლავრის მართვის სტანდარტული ალგორითმი. იმავე

დროულად, ღია ციკლით მოქმედ აირტურბინულ ენერგობლოკებზე შესაძლებელია დანადგარის ღრმა განტვირთვა, რამდენადაც აქ არ დგას ნამუშევარი აირების მაღალი ტემპერატურის შენარჩუნების ამოცანა.

სტატიის ავტორთა მიზანია კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკის სიმძლავრის მართვის ისეთი სცენარის შემუშავება, რომელიც თავისუფალი იქნება სტანდარტული ალგორითმის შეზღუდვებისგან და, როგორც ღია ციკლის ენერგობლოკებზე, შექმნის კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების ღრმა განტვირთვის შესაძლებლობას. ამ ამოცანის გადაწყვეტისთვის საკვანძო საკითხია აირტურბინების წვის კამერის დატვირთვის მოდელირება, რომლითაც დადგინდება კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების განტვირთვის თეორიული საზღვრები მართვის არასტანდარტული (ახალი) სცენარის გამოყენებისას.

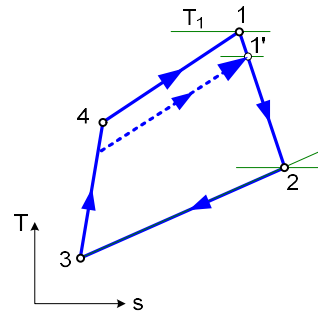
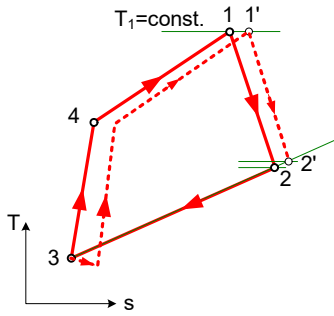
ძირითადი ნაწილი

კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების სიმძლავრის მართვა

სტანდარტული სტრუქტურის (2 აირტურბინა, 2 ქვაბ-უტილიზატორი, 1 ორთქლის ტურბინა) კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკის სიმძლავრის მართვის ალგორითმი ითვალისწინებს მის განტვირთვისას ~73%-მდე დანადგარების ამორთვის გარეშე და განტვირთვისას ~41%-მდე ნაწილი დანადგარების ამორთვით, რაც ხორციელდება ე.წ. საბოლოო ტემპერატურის მართვის პროგრამით (რაოდენობ-

რივი რეგულირება). ამ პროგრამით განტვირთვისთვის აირტურბინების წვის კამერაში პროპორციულად ამცირებენ ჰაერისა და სათბობის მიწოდებას, რა დროსაც აირების საწყისი ტემპერატურა პრაქტიკულად უცვლელია, ხოლო ნამუშევარი აირების ტემპერატურა იზრდება 2-დან 2' ტემპერატურამდე (სურ. 1, ა). ნამუშევარი აირების ტემპერატურის გადიდება იწვევს ქვაბ-უტილიზატორის ორთქლგადამხურებელი ზედაპირების გადახურებას და ამჟამად გამოყენებული ლითონებისთვის შეზღუდულია ~610–630°C-ით. ეს, თავის მხრივ, ზღუდავს კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების განტვირთვის სიდიდეს. ღია ციკლის აირტურბინული ენერგობლოკების განტვირთვისას წვის კამერაში ამცირებენ სათბობის მიწოდებას ჰაერის მიწოდების შეუცვლელად, რა დროსაც მცირდება აირების საწყისი ტემპერატურა (ხარისხობრივი რეგულირება) ნამუშევარი აირების უცვლელი ტემპერატურის პირობებში (უკანასკნელი შესაძლებელია დავაფიქსიროთ ჩვენთვის სასურველ მნიშვნელობაზე წვის კამერაში სათბობისა და ჰაერის მიწოდების რეგულირებით (სურ. 1, ბ).

ზემოთ ნაჩვენები ხარისხობრივი დამოკიდებულების რაოდენობრივში გადაყვანა, რაც საჭიროა კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების განტვირთვის თეორიული საზღვრების დასადგენად, მოითხოვს წვის კამერის სითბურ მოდელირებას და გაანგარიშებითი კვლევის ჩატარებას, რომლის შედეგები ნაჩვენებია ქვემოთ.



ა) კომბინირებული ციკლი: რაოდენობრივი რეგულირება (საბოლოო ტემპერატურის მართვის პროგრამით)

ბ) ღია ციკლი: ხარისხობრივი რეგულირება

სურ. 1. ტემპერატურების ცვლილება აირტურბინული ენერგობლოკის განტვირთვისას კომბინირებულ და ღია ციკლში:

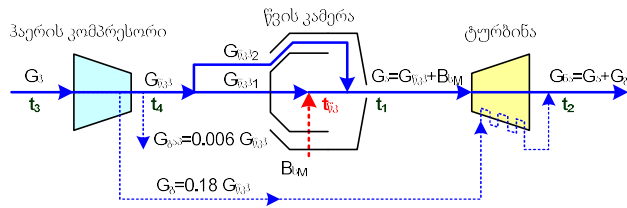
— ნომინალური დატვირთვა; - - - - - არასრული დატვირთვა

აირტურბინული დანადგარის წვის კამერის სითბური მოდელი

წვის კამერის სითბური მოდელი, რომლის ფარგლებშიც განხორციელდა ბალანსური გაანგარიშება, მოცემულია ქვემოთ:

- ბუნებრივი აირის მასური ხარჯი წვის კამერაში – $B_{LM} = Q_{ბ.ა.ტ} * \rho_{ბ} / Q_{უღ}$ კგ ბ.ა./წმ;
- პირველადი ჰაერის მასური ხარჯი წვის კამერაში – $G_{წკჰ1} = q_{წკჰ1} B_{LM}$, კგ ჰ/წმ, სადაც $q_{წკჰ1}$ არის პირველადი ჰაერის ნამდვილი რაოდენობა 1 მ³ სათბობზე, სტმ³ ჰაერი/სტმ³ ბ.ა. (მიიღება წვის პროცესის სტექიომეტრიული გაანგარიშებით);
- ბუნებრივი აირის წვის ტემპერატურა (წვის კამერაში) – $t_{წკ}$, °C;
- მეორეული ჰაერის მასური ხარჯი წვის კამერაში (სითბ. ბალანსიდან) $G_{წკჰ2} = (G_{წკჰ1} + B_{LM}) (c_{pჰ} T_{წკ} - c_{pა} T_1) / (c_{pა} T_1 - c_{pჰ} T_4)$, კგ ჰ/წმ;

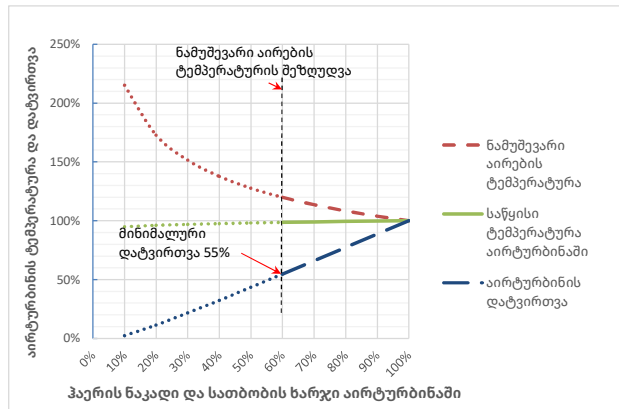
- ჰაერის სრული მასური ხარჯი წვის კამერაში – $G_{წკჰ} = G_{წკჰ1} + G_{წკჰ2}$, კგ ჰ/წმ;
- ჰაერის ხარჯი აირტურბინების ნიჩბების გაგრილებისთვის – $G_{გ} = 0.18 G_{წკჰ}$, კგ ჰ/წმ (სტანდარტულია ჰაერით საგრილებელი აირტურბინებისთვის);
- ჰაერის გაპარვა კომპრესორის შემჭიდროებიდან – $G_{გაპ} = 0.006 G_{წკჰ}$, კგ ჰ/წმ (სტანდარტულია ჰაერით საგრილებელი აირტურბინებისთვის);
- ჰაერის სრული ხარჯი კომპრესორში $G_{ჰ} = G_{წკჰ} + G_{გ} + G_{გაპ}$, კგ ჰ/წმ;
- მუშა აირების ნაკადი აირტურბინაში $G_{ა} = G_{წკჰ} + B_{LM}$, კგ ა/წმ;
- აირტურბინაში ნამუშევარი აირები $G_{ბა} = G_{ა} + G_{გ}$, კგ ნა/წმ.



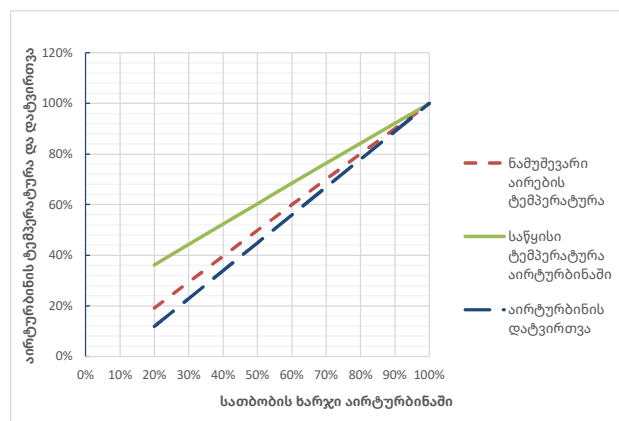
სურ. 2. აირტურბინის სადენი ნაწილის ნაკადების გამარტივებული სქემა

განგარიშების შედეგები ნაჩვენებია მე-3 სურათზე: ა) გრაფიკზე მოცემულია საწყისი და ნამუშევარი აირების ტემპერატურის, ასევე აირტურბინის დატვირთვის დამოკიდებულება მასში ჰაერისა და სათბობის მასურ ხარჯზე, კომბინირებული

ციკლის ენერგობლოკის რაოდენობრივი რეგულირებისას; ბ) გრაფიკზე ნაჩვენებია იგივე პარამეტრების დამოკიდებულება სათბობის მასურ ხარჯზე, ლია ციკლის ენერგობლოკის ხარისხობრივი რეგულირებისას.



ა) კომბინირებული ციკლი: რაოდენობრივი რეგულირება (საბოლოო ტემპერატურის მართვის პროგრამით)



ბ) ლია ციკლი: ხარისხობრივი რეგულირება

სურ. 3. საწყისი და ნამუშევარი აირების ტემპერატურების დამოკიდებულება ჰაერისა და სათბობის მასურ ხარჯებზე კომბინირებულ და ლია აირტურბინულ ციკლებში სიმძლავრის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი რეგულირების დროს

როგორც გრაფიკებიდან ჩანს, რაოდენობრივი რეგულირებისას, რომელიც სიმძლავრის მართვის სტანდარტული მეთოდია კომბინირებულ ციკლში, აირტურბინის დატვირთვის 55%-ის დროს (ეს შეესაბამება კომბინირებული ციკლის ~73% დატვირთვას) დგება შეზღუდვა ნამუშევარი აირების ტემპერატურის ზრდის მიხედვით და ენერგობლოკის განტვირთვა დანადგარების ამორთვის გარეშე შეუძლებელი ხდება. მეორე მხრივ, ხარისხობრივი რეგულირებისას ასეთი შეზღუდვა არ არსებობს, რაც თეორიულად კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკის სრული განტვირთვის შესაძლებლობას იძლევა. ასეთი რეგულირებისას პრაქტიკული შეზღუდვები აღარ უკავშირდება ქვაბუტილიზატორის ორთქლგადამხურებელი ზედაპირების შესაძლო დაზიანებას გადახურების გამო და განისაზღვრება ნაკლებად კრიტიკული საკითხებით, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების განტვირთვის შესაძლებლობას.

აირტურბინული ენერგობლოკების სიმძლავრის რეგულირების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მეთოდების შედარება აჩვენებს ხარისხობრივი მეთოდის უპირატესობას ენერგობლოკის განტვირთვის თვალსაზრისით.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, შესაძლებელია სიმძლავრის მართვის ისეთი ალგორითმის შემუშავება,

რომელიც გააერთიანებს რაოდენობრივი და ხარისხობრივი რეგულირების უპირატესობას და უზრუნველყოფს კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების ღრმა განტვირთვას ორეტაპიანი სცენარით: პირველ ეტაპზე – განტვირთვა ~73%-მდე რაოდენობრივი მეთოდით; მეორე ეტაპზე – შემდგომი განტვირთვა («73%») ხარისხობრივი მეთოდით. ასეთ სცენარს შეიძლება ვუწოდოთ კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკის ღრმა განტვირთვის კომბინირებული მეთოდი.

დასკვნა

აირტურბინული კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების განტვირთვის კომბინირებული მეთოდი განვიხილოთ, როგორც ეფექტური ინსტრუმენტი ენერგობლოკის არასრული დატვირთვის რეალიზაციისთვის (ცალკეული დანადგარების ამორთვის გარეშე) და შემდგომი შესამოწმებელი გამოცდების საფუძველზე ჩამოვყალიბოთ ასეთი ენერგობლოკების რეგულირების დიაპაზონის გაფართოების ახალი შესაძლებლობა. განტვირთვის აღნიშნული მეთოდის დანერგვა გაზრდის კომბინირებული ციკლის ენერგობლოკების მანევრულობას და როლს ელექტროსისტემების დატვირთვის რეგულირებაში, რაც მნიშვნელოვანია მათი კომერციული გამოყენების არეალის გაფართოებისთვის.

ლიტერატურა

1. Temur K. Mikiashvili, Baadur Sh.Chkhaidze, Tengiz S. Jishkariani, Omar D. Kiguradze, Gia O. Arabidze. Grid Power Daily Regulation by Combined-Cycle Power Plant. International Journal of Energy Management, Vol.:2, Issue 4, 2020.
2. T. Mikiashvili, Thermal power plant technology. 437 p. Tbilisi, 2020 / ISBN 978-9941-28-560-8.

UDC 621.31-21

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-164-171>

New Unloading Possibilities of Gas Turbine Combined Cycle Power Generating Units

Temur Mikaishvili Department of Thermal Energy and Energy Efficiency, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str
E-mail: temurmikaishvili@yahoo.com

Nino Chagmelashvili Department of Thermal Energy and Energy Efficiency, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str
E-mail: chagmela@gmail.com

Reviewers:

T. Chishkariani, Professor, Faculty of Power Engineering and Telecommunications, GTU
E-mail: tengish@yahoo.com

T. Museliani, Professor, Faculty of Power Engineering and Telecommunications, GTU
E-mail: museliani@yahoo.com

Abstract. The determining factor for the efficient operation of electrical systems is their stability. To ensure stability, it is important to establish links between neighboring electrical systems, enhance the capacity of overloading and unloading power plants, improving the flexibility of power plants, etc.

For electrical systems with high autonomy, it is also important to solve the problems of power control by the installations of the system itself, including the combined cycle power units, the main purpose of which is to cover the base load of the grid. The studies carried out by the authors of the article have shown that the tasks of regulating the load of electric power systems can be solved by using power units of a gas turbine combined cycle. In order to achieve this, it is required to identify and realize deep unloading capabilities of such power generating units. In standard conditions the combined cycle power generating units are utilized for covering base loads, and their participation in a daily regulation of the grid load is not considered. However, the concept of the combined power control method suggested by the authors of this article involves combination of quantitative and qualitative regulation methods of the gas turbine component which significantly expands the unloading range of such power generating units and increases their engagement in regulating the power system loads.

Key words: cycle; combined; equipment; gas producer; gas turbine; power generating unit; power grid; power system; unloading.

UDC 621.31-21

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-164-171>

Новые возможности разгрузки энергоблоков газотурбинного комбинированного цикла

Темур Микаишвили Департамент тепловой энергии и энергоэффективности, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75
E-mail: temurmikaishvili@yahoo.com

Нино Чагмелашвили Департамент тепловой энергии и энергоэффективности, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75
E-mail: chagmela@gmail.com

Рецензенты:

Т. Чижкариани, профессор факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ
E-mail: tengish@yahoo.com

Т. Муселиани, профессор факультета энергетики и телекоммуникации ГТУ
E-mail: museliani@yahoo.com

Аннотация. Определяющим фактором эффективной работы электросистем является их стабильность. Для обеспечения стабильности важное значение имеет установление связей между соседними электросистемами, усиление возможностей перегрузки и разгрузки электрических станций, улучшение показателей маневренности энергетических установок и т.д.

Для электрических систем с высокой автономностью важное значение имеет также решение задач регулирования мощности установками самой системы, в том числе энергетическими блоками комбинированного цикла, основное предназначение которых покрытие базовой нагрузки графика. Исследования, проведенные авторами работы, показали, что задачи регулирования нагрузки электроэнергетических систем могут быть разрешены путем использования энергоблоков газотурбинного комбинированного цикла. Для этого необходимы выявление и реализация возможностей глубокой разгрузки таких энергоблоков. В стандартных условиях энергоблоки комбинированного цикла используются для покрытия базовой части графика нагрузки электросистемы – их участие в суточном регулировании нагрузки системы не рассматривается. Хотя концепция комбинированного метода управления мощностью, которая предлагается авторами данной работы, предусматривает совмещение количественного и качественного методов управления газотурбинным компонентом энергоблока, что существенно расширяет разгрузочный диапазон таких энергоблоков и увеличивает степень их участия в регулировании нагрузки электросистемы.

Ключевые слова: газовая турбина; комбинированный; разгрузка; установка; цикл; электрическая система; энергоблок.

განხილვის თარიღი 05.02.2021

შემოსვლის თარიღი 24.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 623.93

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-172-178>

სამხედრო დანიშნულების ხიდები და მათი გამოყენება საგანგებო (ბუნებრივი ხასიათის სტიქიები) სიტუაციების დროს

ზეზვა ნავერიანი

სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: znaveriani@mod.gov.ge

რეცენზენტები:

ი. ბუიშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის სამხედრო მეცნიერებათა დოქტორი, მაიორი
E-mail: ibuishvili@mod.gov.ge

დ. მაისურაძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის სამხედრო მეცნიერებათა დოქტორი, პოლკოვნიკი
E-mail: maisuradzedavit1007@gmail.com

ანოტაცია. მნიშვნელოვანია სამხედრო ხიდების როლი სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციების დროს, ასევე სამხედრო ხიდების კლასიფიკაცია და განვითარების ისტორია.

აღწერილია სამხედრო-საინჟინრო ქვედანაყოფების როლი, კერძოდ სამხედრო ხიდების გამოყენება სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციების დროს, ბუნებრივი ან ტექნოგენური კატასტროფის სალიკვიდაციო სამუშაოებში. განხილულია საქართველოს ისტორიის ბოლო მონაკვეთში სამხედრო ხიდების გამოყენების მაგალითები, მათი მნიშვნელობა კრიზისის ლიკვიდაციის დროს, თუ რა როლი შეასრულა სამხედრო დანიშნულების ხიდებმა რუსეთ-საქართველოს ომის შემდგომ, დევნილთა დასახლებების მშენებლობის პროცესში, სვანეთის რეგიონში, ჭუბურის ხეობაში მდინარე ნენსკრას ადიდების შედეგად დაზიანებული ინფრასტრუქტურის ადგილზე, ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში მდინარე თერგზე დასახლებებს შორის დამაკავშირებელი გზის აღდგენითი სამუშაოების დროს.

სამხედრო დანიშნულების ხიდების გამოყენება ერთ-ერთი საუკეთესო მაგალითია სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციების დროს.

საკვანძო სიტყვები: ზურგის ხიდები; მიმყოლი ხიდები; მოიერიშე ხიდები; სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციები.

შესავალი

სამხედრო დანიშნულების ხიდების განვითარება მსოფლიოში საომარი მოქმედების მასშტაბისა და სამხედრო ტექნოლოგიის განვითარების პირდაპირპროპორციულად მიმდინარეობდა. უძველესი დროიდან სამხედრო შენაერთები სამხედრო ხიდებს იყენებდა. პირადი შემადგენლობისა და ტვირთის გადასატანად საჭირო იყო აეგოთ დროებითი ან ხანგრძლივმოქმედი ხიდები. სამხედრო ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად მნიშვნელოვნად დაიხვეწა სამხედრო სწრაფგამდები ხიდების გამოყენების ტაქტიკა.

სამხედრო ხიდების გამოყენება ომის თეატრის ყველა მონაკვეთზე გვხვდება. აღსანიშნავია, რომ სამხედრო ხიდების სამი ძირითადი ჯგუფი არსებობს: ზურგის ხიდი, რომელიც საომარი მოქმედების თეატრის საკომუნიკაციო მონაკვეთზე აიგება და შეიძლება იყოს როგორც ერთ, ისე რამდენიმე მალაიანი. მისი აგების დრო ერთი ან რამდენიმე დღეა; მიმყოლი ხიდი, რომელიც აიგება სამხედრო მოქმედებათა მეორე ეშელონში და მისი აგების დრო 30 – 90 წუთია; მოიერიშე ხიდი, რომელიც აიგება საბრძოლო მოქმედების არიალში. მისი გაშლის დრო 7 წუთს არ უნდა აღემატებოდეს.

სამხედრო ტექნოლოგიების განვითარებამ და სტიქიურმა მოვლენებმა სამხედრო ხიდები მნიშვნელოვანი გახდა. სტიქიური შემთხვევების დროს, სამხედრო დანიშნულების ხიდების გამოყენებით, შესაძლებელია უმოკლეს დროში დაზიანებული ხიდის ადგილზე სახიდე გადასასვლელის მოწყობა, რაც ხელს შეუწყობს სტიქიის ზონიდან მოსახლეობის სწრაფ და საჭირო ტექნიკის გადაყვანას სალიკვიდაციო სამუშაოების ჩასატარებლად.

ძირითადი ნაწილი

ძირითადი ნაწილი**სამხედრო ხიდების გამოყენება საგანგებო****სიტუაციების დროს**

საგანგებო მდგომარეობის დროს თავდაცვის ძალების გამოყენების შესახებ გადაწყვეტილებას, პრემიერ-მინისტრის წარდგინებით, იღებს საქართველოს პრეზიდენტი და დაუყოვნებლივ შეაქვს პარლამენტში დასამტკიცებლად, რომელიც ძალაში შედის დამტკიცებისთანავე. გადაწყვეტილებას ბუნებრივი ან ტექნოგენური კატასტროფის, ან ეპიდემიის დროს, თავდაცვის ძალების გამოყენების შესახებ, იღებს პრემიერ-მინისტრი და ეს გადაწყვეტილება არ საჭიროებს დამტკიცებას.¹

თავდაცვის ძალების გამოყენების გადაწყვეტილების მიღების შემდეგ კრიზისების მართვის საბჭო ხელმძღვანელობს კრიზისის აღმოფხვრას. თავდაცვის ძალებში იქმნება შტაბი, რომლის ფუნქციაა სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციების მართვა.

სამხედრო-საინჟინრო სფეროსა და ქვედანაყოფების ერთ-ერთი ძირითადი ფუნქცია სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციებია, რომლებიც შეიძლება იყოს სხვადასხვა, საჭიროებიდან გამომდინარე.

სამხედრო ხიდების გამოყენება სტიქიის შედეგად დაზიანებული ხიდის ადგილზე ან ისეთ მონაკ-

¹ საქართველოს კონსტიტუცია. მუხლი 72. თავდაცვის ძალების გამოყენება.

ვეთზე, სადაც სახიდე გადასასვლელის გარეშე ვერ ხერხდება მდინარის (დაბრკოლების) მეორე ნაპირზე გადასვლა, სამხედრო ხიდების გამოყენება ერთ-ერთი სწრაფი მეთოდია კომუნიკაციის აღდგენისათვის, სამაშველო ოპერაციების გაგრძელებისა და მოსახლეობის გამოსაყვანად სტიქიის ზონიდან. საქართველოს უახლეს ისტორიაში სამხედრო ხიდების გამოყენების რამდენიმე მაგალითი არსებობს.

2008 წლის რუსეთ-საქართველოს ომის შემდგომ, როდესაც ომის ზონიდან დევნილი მოსახლეობისთვის დაიწყო დასახლებების მშენებლობა, გორში მდინარე მტკვარზე გაიღო გენერალ-მაიორ ელგუჯა მემმარიაშვილის მიერ დაპროექტებული სამხედრო მიმყოლი ხიდი (KM-02T) (სურ. 1). საგულისხმოა, რომ აღნიშნული ხიდი სამხედრო მიზნებისთვის შეიქმნა შვეიცარიული კომპანია “Valemar”-ის თანამშრომლობით და მისმა გამოცდამ საუკეთესო შედეგი აჩვენა სამხედრო სწავლების დროს (სურ. 2).



სურ. 2. ხიდის სამხედრო-საველე გამოცდა კრწანისის პოლიგონზე

2018 წელს მესტიის მუნიციპალიტეტში უხვი ნალექის შედეგად მთის მასივი ჩამოწვა, რამაც მდინარე ნენსკრა აადიდა. ადიდებულმა მდინარემ მიმდებარე ტერიტორია დატბორა და სოფლებს შორის დამაკავშირებელი ხიდები და გზები დააზიანა (სურ. 3). ხიდებისა და შემოვლითი გზის არარსებობის გამო, ვერ ხერხდებოდა მდინარის მარცხენა ნაპირზე სპეციალური ტექნიკის გადაყვანა, რაც საგანგებო სიტუაციების შტაბს საშუალებს მისცემდა ეწარმოებინა გაწმენდითი სამუშაოები.



სურ. 1. ხიდი KM-02T – რუსეთ-საქართველოს ომის შემდეგ, მდინარე მტკვარზე, გორის რაიონში დევნილების დასახლების მშენებლობისას



სურ. 3. სტიქიის შედეგად დაზიანებული ხიდი

აღნიშნული სიტუაციიდან გამომდინარე, საგანგებო სიტუაციების შტაბმა გადაწყვეტილება მიიღო სტიქიის ზონაში სამხედროების ჩართვის შესახებ.

2018 წლის 8 ივნისს თავდაცვის სამინისტროს საინჟინრო ბრიგადის პირადი შემადგენლობა და საინჟინრო ტექნიკა სტიქიის ზონაში შევიდა.

ამავე დღეს დაზიანებული ხიდის ადგილზე დაიწყო „MABEY“-ის გასაშლელი სახიდე გადასასვლელის მონტაჟი (სურ. 4).



სურ. 4. სახიდე გადასასვლელის მონტაჟის პროცესი

2018 წლის 11 ივნისს მდინარე ნენსკრაზე დასრულდა ასაწყობი პანელური 36 მეტრი სიგრძის სახიდე გადასასვლელის მშენებლობა (სურ. 5), რამაც ხელი შეუწყო მძიმე ტექნიკის გადაყვანას მდინარის

მარცხენა ნაპირზე და კალაპოტის გაწმენდითი სამუშაოების დაწყებას.



სურ. 5. მდ. ნენსკრაზე აგებული „MABEY“-ის გასაშლელი სახიდე გადასასვლელი

2019 წელს ყაზბეგის მუნიციპალიტეტში, მდინარე თერგზე დაზიანებული ხიდის ადგილზე საინჟინრო ქვედანაყოფებმა ასევე უმოკლეს ვადაში, რთული სამუშაო პირობების ფონზე, დაამონტაჟეს 33 მეტრი სახიდე გადასასვლელი (სურ. 6).

„MABEY“ ის კონსტრუქციული ხიდი

„MABEY“-ის კონსტრუქციული ხიდი ზურგის ხიდების კლასიფიკაციას განეკუთვნება და შექმნილია სამხედრო შენაერთებისთვის, რათა მოახდინონ გადაადგილებისა და მომარაგების მარშრუტების გაუმჯობესება, ასევე მოწინააღმდეგის ქმედების შედეგად ან წყალდიდობის დროს დაზიანებული ხიდების განახლება. არსებული ხიდების მრავალი ვარიანტი არსებობს და მისი გამოყენება შესაძლებელია როგორც სამხედრო, ისე სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციების დროს.

შუალედური საყრდენის გარეშე ხიდი შესაძლებელია მოეწყოს 61 მ სიგრძეზე, ხოლო შუალედური – ბურჯების გამოყენებით – სიგრძე შეზღუდული არ არის.



სურ. 6. მდ. თერგზე აგებული „MABEY“ -ის გასაშლელი სახიდე გადასასვლელი

დასკვნა

სამხედრო ხიდების განვითარება ხელს შეუწყობს ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობას და უზრუნველყოფს სამხედრო-სამოქალაქო ოპერაციების გაძლიერებას. დღევანდელი სიტუაციის ფონზე, რო-

დესაც სეზონურად მატულობს წყალდიდობები, განსაკუთრებით მთიან რეგიონებში, სამხედრო ხიდების გამოყენება გაზრდის მობილურობას და სტიქიის შედეგად გამოწვეულ ზარალს შეამცირებს.

ლიტერატურა

1. E. Medzmariashvili „Fundamentals of Georgian Military Engineering Doctrine“ Tbilisi. 2006. (Georgian).
2. The Constitution of Georgia Chapter 8 Article 70.

UDC 623.93

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-172-178>

Military Bridges and Their Usage in Emergency (Natural Disasters) Situations

Zeza Naveriani Department of Civil and Industrial Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b M. Kostava Street.
E-mail: znaveriani@mod.gov.ge

Reviewers:

I. Buishvili, Major, Doctor of Military Sciences, Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: ibuishvili@mod.gov.ge

D. Maisuradze Colonel, Doctor of Military Sciences, Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: maisuradzedavit1007@gmail.com

Abstract. The role of military bridges in military-civilian operations is very important. The introductory part briefly discusses the classification of military bridges and their brief history of development, highlighting the importance of military bridges during hostilities.

The main part describes the usage of military-engineering subdivisions, in particular, military bridges, during civilian military operations, such as their use in the elimination of natural or technogenic disasters. The article discusses examples of the use of military bridges in the last part of the history of Georgia, their importance during the liquidation of the crisis, such as: the use of a military bridge (KM-02T) in the construction of IDP settlements in the post-war Georgia, the use of infrastructure damaged by the Nenskra River in the Svaneti region, and the use of spinal bridges over the Terg River in Kazbegi Municipality.

The use of military bridges is one of the best examples of military civilian operations.

Key words: fighter bridges; leading bridges; military civilian operations; spinal Bridges.

UDC 623.93

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-172-178>

Мосты военного назначения и их использование в чрезвычайных ситуациях (стихийных бедствиях)

Зезва Навериани Департамент гражданского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, улица М. Костава, 68⁶
E-mail: znaveriani@mod.gov.ge

Рецензенты:

И. Буишвили, Майор, доктор военных наук строительного факультета ГТУ

E-mail: ibuishvili@mod.gov.ge

Д. Маисурадзе, Полковник, доктор военных наук строительного факультета ГТУ

E-mail: maisuradzedavit1007@gmail.com

Аннотация. Роль военных мостов в военно-гражданских операциях очень важна. Во введении кратко обсуждается классификация военных мостов и краткая история их развития, подчеркивается важность военных мостов во время боевых действий.

В основной части описывается использование военно-инженерных подразделений, в частности, военных мостов, во время гражданских военных операций, например, их использование при ликвидации природных или техногенных катастроф. Рассматриваются примеры использования военных мостов в последнем разделе истории Грузии, их значение при ликвидации кризиса, таких как: использование военного моста (КМ-02Т) при строительстве поселений для вынужденных переселенцев после войны между Россией и Грузией, место инфраструктуры, пострадавшей в результате наводнения реки Ненскра и использование прядильных мостов через реку Терг в муниципалитете Казбеги.

Использование военных мостов - один из лучших примеров военных операций в гражданском секторе.

Ключевые слова: военно-гражданские операции; ведущие мосты; истребительные мосты; мост; спинальные мосты.

განხილვის თარიღი 08.02.2021

შემოსვლის თარიღი 24.02.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 623.93

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-179-187>

სამხედრო საინჟინრო ორგანიზაცია

ზეზვა ნავერიანი სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: znaveriani@mod.gov.ge

ირაკლი ბუიშვილი სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: ibuishvili@mod.gov.ge

რეცენზენტები:

მ. გუჯეჯიანი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის სამხედრო მეცნიერებათა დოქტორი, პოლკოვნიკი
E-mail: mgujejiani@mod.gov.ge

დ. მაისურაძე, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის სამხედრო მეცნიერებათა დოქტორი, პოლკოვნიკი
E-mail: maisuradzedavit1007@gmail.com

ანოტაცია. სამხედრო მეცნიერების, კერძოდ სამხედრო-საინჟინრო ორგანიზაციის პრიორიტეტები და მისი სტრუქტურა დღევანდელი საფრთხეებისა და გამოწვევების ფონზე უაღრესად მნიშვნელოვანია, ასევე ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის განვითარების ეტაპზე. ძირითადი ყურადღება გამახვილებულია საინჟინრო სტრუქტურებისა და ქვედანაყოფების განვითარებაზე, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს, ტოტალური თავდაცვის პრინციპებზე დაყრდნობით, ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობისა და საინჟინრო შესაძლებლობების ზრდა. სამხედრო-საინჟინრო ორგანიზაცია უზრუნველყოფს ქვეყნის ერთიან საინჟინრო სისტემის შექმნას.

საინჟინრო შტაბი თავდაცვის ძალების გენერალური შტაბის ნაწილია, რომელიც უზრუნველყოფს

საინჟინრო ოპერაციების მართვისა და კონტროლის გაუმჯობესებას, ასევე ინფრასტრუქტურული პროექტების მართვას და მის მომზადებას საინჟინრო შესაძლებლობების გაზრდის მხრივ. მოყვანილია შედარება და ბალანსი საინჟინრო ფუნქციებსა და ოპერაციების დონეების მხრივ საომარი მოქმედების ყველა ეტაპზე.

ასევე განხილულია საინჟინრო ქვედანაყოფების სტრუქტურა, რომელიც საჭიროა საინჟინრო შესაძლებლობების გასაუმჯობესებლად, რათა შეძლოს როგორც ტაქტიკურ, ისე ოპერატიულ და სტრატეგიულ დონეზე საინჟინრო ოპერაციების განხორციელება.

საკვანძო სიტყვები: ერთიანი სახელმწიფო საინჟინრო სისტემა; სამხედრო ორგანიზაცია; სამხედრო საინჟინრო-ორგანიზაცია; ტოტალური თავდაცვა.

შესავალი

ამჟამად სამხედრო მოღვაწეებისა და მეცნიერების კვლევის საგანია ქვეყნის თავდაცვის ძალებისა და მისი ქვედანაყოფების სწორი სტრუქტურული განვითარება, რომელიც უნდა აისახოს გრძელვადიან გეგმაში და უზრუნველყოს თავდაცვისუნარიანობის განმტკიცება ქვეყანაში და რეგიონში არსებულ გამოწვევებზე ადეკვატური, სათანადო პასუხის გაცემა.

სამხედრო-საინჟინრო ორგანიზაციის, რომელიც სამხედრო ორგანიზაციის ნაწილია, განვითარება უნდა მოხდეს ეტაპობრივად, სამხედრო ორგანიზაციის განვითარების ყველა ფაზაში. იმის ფონზე, რომ მსოფლიოში სამხედრო ინდუსტრის და შესაძლებლობების განვითარება აქტიურად მიმდინარეობს, ბოლო 250 წელია საქართველო უახლესი ისტორიის განმავლობაში ჯერ რუსეთის იმპერიაში და შემდგომ საბჭოთა კავშირის შედგენილობაში ყოფნის გამო, საგრძნობლად ჩამორჩა დანარჩენი მსოფლიოს ნაწილს. დამოუკიდებლობის მოპოვების შემდეგ კი 30 წლის განმავლობაში სამხედრო ორგანიზაციის განვითარება კვლავ აქტუალურ საკითხად რჩება და საჭიროებს სისტემურ მიდგომას მისი ეტაპობრივი განვითარებისთვის.

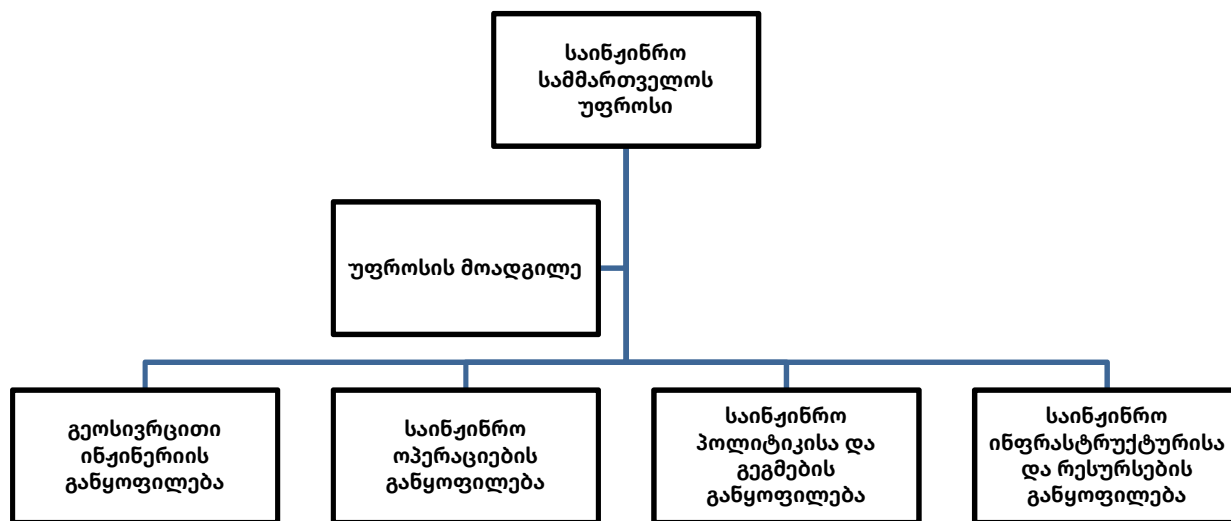
ძირითადი ნაწილი

რეგიონში მიმდინარე პოლიტიკური და გეოპოლიტიკური პროცესების ფონზე საქართველო რთული გამოწვევების წინაშე დგას. დღეს, როდესაც რუსეთის საოკუპაციო ძალების მიერ ოკუპირებულია ქვეყნის ორი რეგიონი და სამხედრო ნაწილები განლაგებული ჰყავს ამ რეგიონებში, რითაც მან უზრუნველყო ქვედანაყოფების სტრატეგიული გამლა და ოპერატიული მოწყობა, ამის გამო ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობა საკმაოდ რთულადაა. იმისათვის, რომ თავი გაართვას ამ გამოწვევებს, საქართველოს თავდაცვის დაგეგმარება დაფუძნებულია „ტოტალური თავდაცვის“ პრინციპზე, რომელიც გულისხმობს ქვეყნის მთელი ტერიტორიის დაცვის უზრუნველყოფას სრული ეროვნული ძალისხმევით როგორც სამხედრო, ისე სამოქალაქო რესურსების გამოყენებით. ამჟამინდელი ძალთა სტრუქტურა ვერ უზრუნველყოფს ტოტალური თავდაცვის მოთხოვნების და ეროვნული თავდაცვის სტრატეგიის მიერ დასმული მისიის ეფექტურ წარმოჩენას. საჭიროა საქართველოს თავდაცვის ძალების საინჟინრო ქვედანაყოფების ძალთა სტრუქტურაში ცვლილებების შეტანა, რათა გაუმჯობესდეს საინჟინრო ძალების მართვა და კონტროლი, თანაბრად და ეფექტიანად იქნეს მხარდაჭერილი სახმელეთო ძალების აღმოსავლეთი და დასავლეთი სარდლობები.

ტოტალური სქემის ამოქმედებისათვის საჭიროა ქვეყნის ერთიანი რესურსის გამოყენება და საინჟინრო შესაძლებლობების გაზრდა, რომელიც ამოქმედდება ერთიან სახელმწიფო საინჟინრო სისტემაში. თავდაცვის ძალების საინჟინრო სტრუქტურებმა და ქვედანაყოფებმა უნდა შეძლოს უპასუხოს არსებულ გამოწვევებს და უზრუნველყოს ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის გამტკიცება.

ტოტალური სქემის ამოქმედებისათვის საჭიროა ქვეყნის ერთიანი რესურსის გამოყენება და საინჟინრო შესაძლებლობების გაზრდა, რომელიც ამოქმედდება ერთიან სახელმწიფო საინჟინრო სისტემაში. თავდაცვის ძალების საინჟინრო სტრუქტურებმა და ქვედანაყოფებმა უნდა შეძლოს უპასუხოს არსებულ გამოწვევებს და უზრუნველყოს ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის გამტკიცება.

საქართველოს თავდაცვის ძალების საინჟინრო ორგანიზაციის (შტაბები) სასურველი მოდელი



სურ. 1. საინჟინრო შტაბის სასურველი მოდელი

საინჟინრო შტაბის ფუნქცია უნდა მოიცავდეს სტრატეგიული დონის საინჟინრო ოპერაციების დაგეგმვას. შტაბის ხელმძღვანელი იქნება მთავარი ინჟინერი, რომელიც რჩევებს მისცემს თავდაცვის ძალების მეთაურს (გენერალური შტაბის უფროსი) ყველა საინჟინრო საკითხთან დაკავშირებით.

- შტაბმა კოორდინაცია უნდა გაუწიოს საინჟინრო ქვედანაყოფებს და წარმართოს საინჟინრო განვითარების პოლიტიკა;
- შტაბმა უნდა შეიმუშაოს საინჟინრო მხარდაჭერის გეგმა როგორც საბრძოლო მოქმედებების დროს, ისე საბრძოლო მოქმედებამდე და შემდგომ, რომელიც უპასუხებს ტოტალური თავდაცვის პრინციპს;
- შეიმუშაოს გეგმა ქვეყნის ტერიტორიების საინჟინრო მომზადებასთან დაკავშირებით;

- კოორდინაცია გაუწიოს უწყებათშორის თანამშრომლობას საინჟინრო რესურსების მართვაში;
- აწარმოოს ზედამხედველობა და თანამშრომლობა ინფრასტრუქტურული პროექტების მართვაში.

საინჟინრო დავალებები ომის დონეების მიხედვით

სტრატეგიული დონის ოპერაციებში საინჟინრო დავალებები ძირითადად მოიცავს:

საინჟინრო ძალების დაგეგმარებას, სამხედრო-საინჟინრო პოლიტიკას და დოქტრინებს. სტრატეგიულ დონეზე კრიტიკული ასპექტი არის სამხედრო დანიშნულების ინფრასტრუქტურის პროექტების დაგეგმვა. ინჟინერმა სტრატეგიული დონის შტაბი უნდა უზრუნველყოს შემდეგი რჩევებით:

1. რელიეფი და ინფრასტრუქტურული პროექტები;
2. საინჟინრო ძალების სტრატეგიული განლაგება;
3. საინჟინრო გავლენა გაერთიანებულ ოპერაციებზე;
4. სტრატეგიული ხელმძღვანელობა და პოლიტიკა.

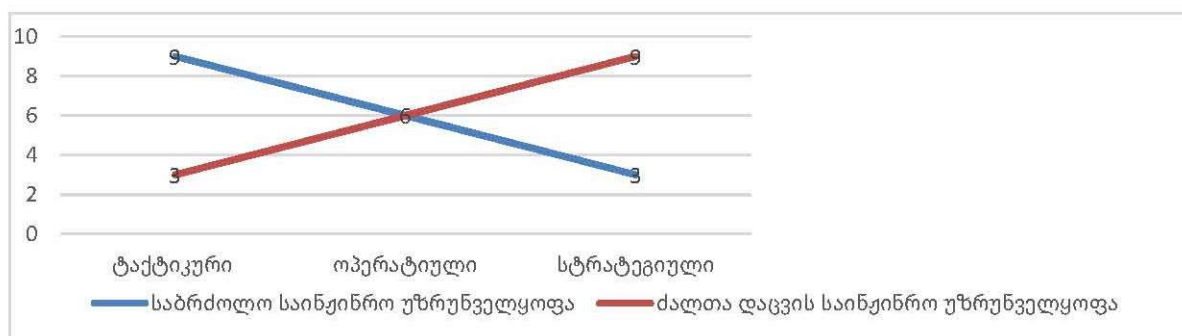
ოპერატიული დონის საინჟინრო ოპერაციები ძირითადად ორიენტირებულია ოპერაციების დაგეგმარების პროცესში მონაწილეობაზე. ოპერატიული დონის ინჟინერი არის მთავარი მრჩეველი ოპერატიული დაჯგუფების მეთაურისთვის, რომელიც კოორდინაციას და ხელმძღვანელობს უწევს ყველა საინჟინრო კომპონენტს.

ინჟინერმა აუცილებელია რჩევა მისცეს ოპერატიული დაჯგუფების მეთაურს:

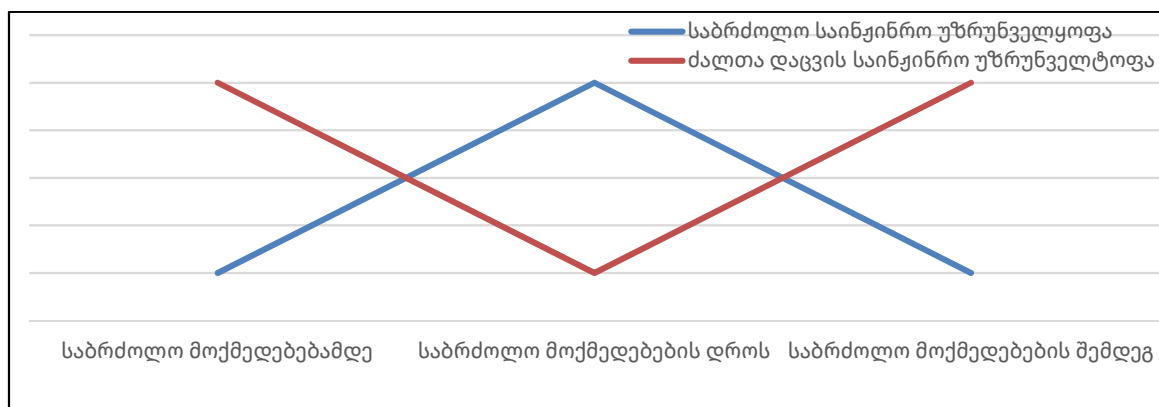
1. ოპერაციის რაიონის საინჟინრო მომზადებაში;
2. მანევრის საინჟინრო მხარდაჭერაზე;
3. საინჟინრო ოპერაციების კოორდინაციაზე საცეცხლე მხარდაჭერასა და მიზნებთან;
4. ძალთა დაცვის საინჟინრო მხარდაჭერაზე.

ტაქტიკური დონის საინჟინრო ოპერაციები ძირითადად ფოკუსირებულია საბრძოლო-საინჟინრო და ძალთა დაცვის საინჟინრო მხარდაჭერაზე, რომელიც მოიცავს სიცოცხლისუნარიანობის ოპერაციებს და ინფრასტრუქტურულ პროექტებს.

საინჟინრო ქვედანაყოფებმა ასევე უნდა უზრუნველყოს საბრძოლო სამხედრო მოქმედების სრული საინჟინრო მხარდაჭერა, რათა ოპერატიულმა დაჯგუფებამ შეძლოს ამოცანის წარმატებით შესრულება. ქვემოთ დიაგრამის სახით წარმოდგენილია სქემა, სადაც ასახულია საინჟინრო ფუნქციების როლი და ბალანსი საბრძოლო მოქმედების ყველა ფაზაში.



სურ. 2. საინჟინრო ფუნქციებს შორის ბალანსი ოპერაციის დონეების მიხედვით



სურ. 3. საინჟინრო ფუნქციების როლი და ბალანსი საბრძოლო მოქმედების ყველა ფაზაში

სამხედრო-საინჟინრო ქვედანაყოფები

საინჟინრო ქვედანაყოფების ფუნქცია და მათი როლი დღევანდელი საფრთხეებისა და გამოწვევების ფონზე ერთ-ერთ მნიშვნელოვანია. თავდაცვის ძალების შემადგენლობაში საინჟინრო ქვედანაყოფების სტრუქტურული ერთეულების განვითარება სრულად უნდა პასუხობდეს საქართველოს თავდაცვის ძალების ამოცანებს და უზრუნველყოფდეს სრულ საინჟინრო მხარდაჭერას.

საინჟინრო ოპერაციები:

- უზრუნველყოფს საკუთარი ძალების მობილურობას;
- ამცირებს მოწინააღმდეგის მობილურობას;
- აძლიერებს საკუთარი ძალების დაცვას და უზრუნველყოფს მათ ხანგრძლივ ქმედითობას;
- ხელს უწყობს ფიზიკური გარემოს სწორ გაგებას.

საინჟინრო ოპერაციები უზრუნველყოფს სრულმასშტაბიანი ოპერაციების ყველა ელემენტს მნიშვნელოვანი საბრძოლო შესაძლებლობით. ტაქტიკურ დონეზე საინჟინრო მოქმედებები კონცენტრირებულია იმ საბრძოლო ელემენტების განსაზ-

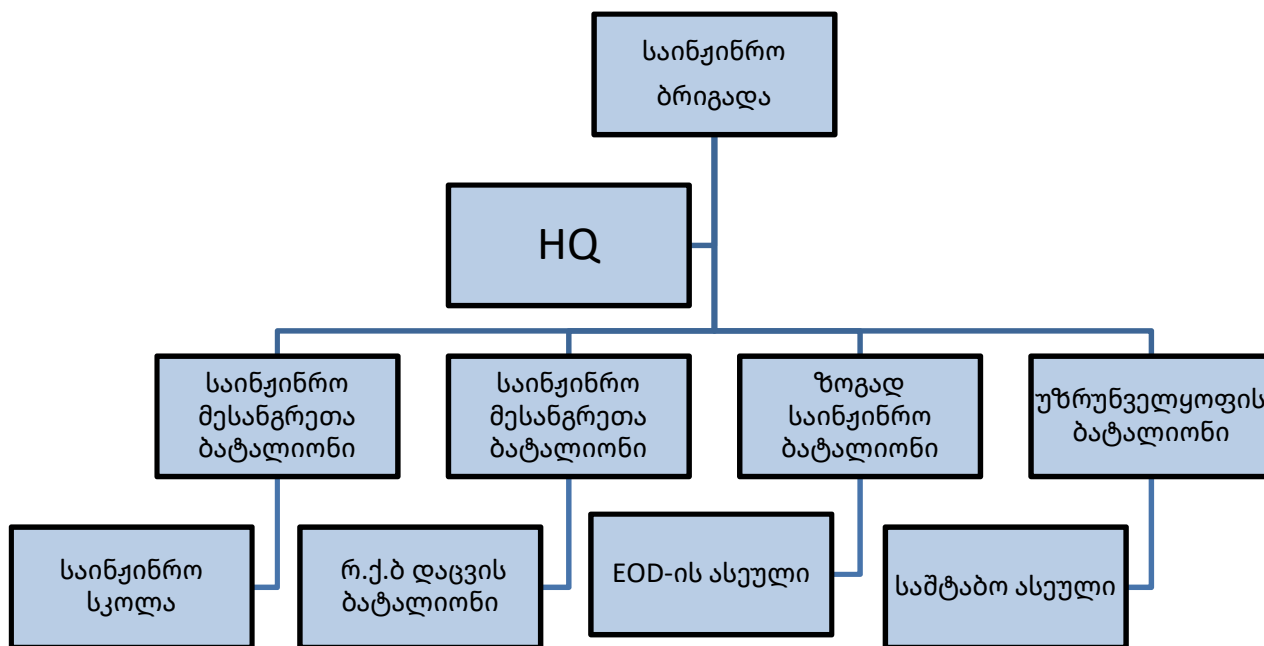
ღვრული წესით განლაგებასა და მანევრზე, რომლებიც აუცილებელია ბრძოლის მიზნების მისაღწევად. ტაქტიკური ამოცანები კომპლექსურია, ამიტომ დაგეგმვის დროს გასათვალისწინებელია მოწინააღმდეგის როგორც სიმეტრიული, ისე ასიმეტრიული შესაძლებლობები.

სამხედრო-საინჟინრო ქვედანაყოფების ერთ-ერთი ძირითადი ფუნქციაა ბრძოლისათვის მომზადება და საბრძოლო მოქმედებები ომის თეატრის ყველა მონაკვეთზე როგორც ფრონტის ხაზზე, ისე ზურგში.

საინჟინრო ბრიგადა

საინჟინრო ბრიგადის ამოცანაა როგორც ტაქტიკური, ისე ოპერატიული და სტრატეგიული დონის ამოცანების შესრულება.

ბრიგადა თავდაცვის ძალების გენერალური შტაბის დაქვემდებარებაშია და შეძლებს განახორციელოს ოპერაციები საქართველოს მასშტაბით, მხარი დაუჭიროს აღმოსავლეთისა და დასავლეთის სარდლობებს ოპერატიულ და ტაქტიკურ დონეზე, ასევე განახორციელოს სტრატეგიული ოპერაციები როგორც საბრძოლო მოქმედების დროს, ისე საბრძოლო მოქმედებამდე.



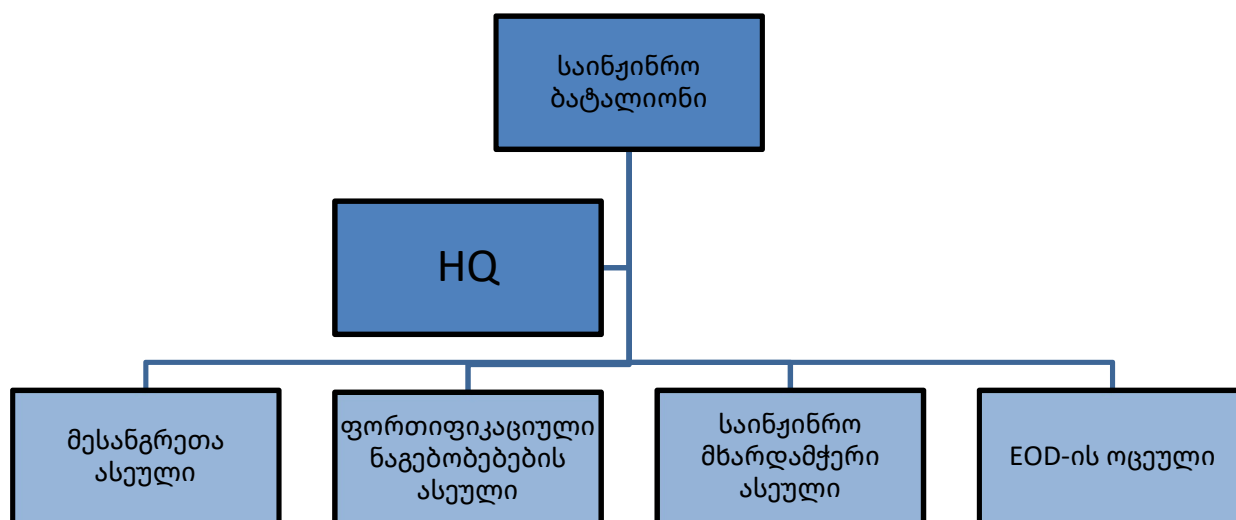
სურ. 4. საინჟინრო ბრიგადის სასურველი მოდელი

სამანევრო ბრიგადების საინჟინრო ქვედანაყოფები

სამანევრო ქვედანაყოფებმა (ბრიგადები), რომლებიც ტაქტიკური და ოპერატიული ჯგუფებია, უნდა შეძლონ საკუთარი ძალებით განახორციელონ ტაქტიკური ოპერაციები, რისთვისაც საჭიროა მანევრისა და სხვადასხვა საბრძოლო ფუნქციის შეთანხმებული და დაბალანსებული მოქმედება. ერთ-ერთი ძირითადი ფუნქციაა საინჟინრო მხარდაჭერა.

სამანევრო ბრიგადებმა დროულად რომ შეასრულონ ამოცანა, უნდა ჰყავდეთ საკუთარი საბრძოლო მხარდაჭერი ელემენტები.

საინჟინრო ბატალიონი. საინჟინრო ბატალიონის სტრუქტურა და აღჭურვილობა დამოკიდებულია სამანევრო ბრიგადის სახეობაზე. ყველა სამანევრო ბრიგადას უნდა ჰყავდეს მასზე მორგებული საინჟინრო ბატალიონი.



სურ. 5. სამანვერო ბრიგადის საინჟინრო ბატალიონის სასურველი მოდელი

დასკვნა

უნდა მოხდეს ყველა ზემოხსენებული რეკომენდაციის, საქართველოს თავდაცვის ძალების განსახორციელებელ ზომებთან დაკავშირებით, უმოკლეს დროში განხილვა, რადგან ყველა ეს საკითხი გავლენას ახდენს დავალებების შესრულების ხარისხზე და, რაც მთავარია, ჩვენი ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობაზე. საინჟინრო ორგანიზაციის განვითარება უზრუნველყოფს ეფექტური საინჟინრო შესაძლებლობების გაზრდას, რომელიც უპასუ-

ხებს მის წინაშე დასმული ამოცანების შესრულებას:

1. გაუმჯობესდება საინჟინრო ქვედანაყოფების მართვა და კონტროლი;
2. გაიზრდება სამანვერო ქვედანაყოფების მობილურობა და სიცოცხლისუნარიანობა;
3. გაუმჯობესდება კონტრმობილურობის ხარისხი;
4. უზრუნველყოფილი იქნება, ტოტალური თავდაცვის პრინციპით, ქვეყნის საინჟინრო რესურსის მობილიზება და ეფექტური მართვა.

ლიტერატურა

1. E. Medzmariashvili. "Novel approach to indirect of military theory". Munich. 2011. (In English).
2. "Military Encyclopedic Dictionary of Georgia". Tbilisi, 2017. (In Georgian).
3. E. Medzmariashvili „Fundamentals of Georgian Military Engineering Doctrine“ Tbilisi. 2006. (In Georgian).
4. M. Gujejiani, D. Maisuradze, I. Buishvili. "Some Priorities of Military Science in Georgia" GTU. Collection of Scientific Works, N2 (516), 2020. (In Georgian).

UDC 623.93

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-179-187>

Military Science Priorities in Georgia (Military Engineering Organization)

Zezva Naveriani Department of Civil and Industrial Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b M. Kostava Street.

E-mail: znaveriani@mod.gov.ge

Irakli Buishvili Department of Civil and Industrial Construction, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b M. Kostava Street.

E-mail: ibuishvili@mod.gov.ge

Reviewers:

M. Gujejiani, Colonel, Doctor of Military Sciences, Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: mgujejiani@mod.gov.ge

D. Maisuradze, Colonel, Doctor of Military Sciences, Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: maisuradzedavit1007@gmail.com

Abstract. The priorities of military science, particularly military engineering organization and its structure against the background of today's threats and challenges, the role of military sciences on the different stages of the development of defense capabilities of the country are crucial. The main attention is focused on the development of engineering structures and subdivisions that should ensure the growth of the country's defense capabilities and engineering potential based on the principles of total defense. The military engineering organization will be put into operation in the total defense scheme and will ensure the creation of a unified engineering system of the country.

An idea of engineering headquarter means that it will be the part of the General Staff of the Defense Forces and ensures the improvement of management and control of engineering operations, as well as management and preparation of infrastructural projects to increase engineering capabilities. There is given comparison and balance concerning engineering functions and levels of operations in every stage of warfare.

The structures of engineering subdivisions that should be put into operation to improve engineering capabilities to perform engineering operations on strategic, operational and tactical levels are also discussed.

Key words: military organization; military engineering organization; total defense; united state engineering system.

UDC 623.93

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-179-187>

Военно-инженерная организация

- Зезва Навერიани** Департамент гражданского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, улица М. Костава, 68⁶
E-mail: znaveriani@mod.gov.ge
- Иракли Буишвили** Департамент гражданского и промышленного строительства, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, улица М. Костава 68⁶
E-mail: ibuishvili@mod.gov.ge

Рецензенты:

- М. Гуджеджани**, Полковник, доктор военных наук строительного факультета ГТУ
E-mail: mgujejiani@mod.gov.ge
- Д. Маисурадзе**, Полковник, доктор военных наук строительного факультета ГТУ
E-mail: maisuradzedavit1007@gmail.com

Аннотация. Очень важны приоритеты организации военного дела, в частности, военно-инженерной организации, ее структура в свете современных угроз и вызовов, а также этапы развития обороноспособности страны. Основное внимание уделяется развитию инженерных структур и подразделений, которые должны обеспечивать повышение обороноспособности и инженерных возможностей страны на принципах тотальной защиты. Военно-инженерная организация будет введена в общую схему обороны и обеспечит создание единой инженерной системы страны.

Идея инженерного штаба, которая будет частью Генерального штаба Сил обороны и обеспечит улучшенное управление и контроль инженерных операций, а также управление инфраструктурными проектами и их подготовку с целью увеличения инженерных возможностей. Сравниваются и уравниваются инженерные функции и уровни операций на всех этапах боевых действий.

Также обсуждаются структуры инженерных частей, которые необходимо внедрить для улучшения инженерных возможностей, чтобы иметь возможность выполнять инженерные операции как на тактическом, так и на оперативном и стратегическом уровнях.

Ключевые слова: военная организация; военно-инженерная организация; единая государственная инженерная система; тотальная оборона.

კანხილვის თარიღი 08.02.2020

შემოსვლის თარიღი 24.02.2020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 622.691.4

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-188-193>

მაღლივი კორპუსების გაზომომარაგება

- შოთა მესტერიშვილი** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
- ირინა დენისოვა** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: i.denisova@gtu.ge
- გიორგი ჭადიაშვილი** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: giorgi.water@yahoo.com

რეცენზენტები:

ო. გიორგობიანი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი

E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

მ. კოდუა, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი

E-mail: m.kodua@gtu.ge

ანოტაცია. ბუნებრივი გაზის წნევის სიდიდის ცვლილება გაზმანაწილებელი პუნქტისა და მობმარებლის განთავსების ადგილებს შორის დონეთა მნიშვნელოვან სხვაობას იძლევა. ამ შემთხვევაში წნევის სიდიდე შეიძლება უსაფრთხოების ნორმების ფარგლებიდან გამოვიდეს. შენობაში, სანთურის წინ ნომინალური წნევისგან განსხვავებული სიდიდით გაზის მიწოდება გამოიწვევს გაზის არასრულ

წვას და მხუთავი გაზის წარმოქმნას. ბუნებრივი გაზის გაჟონვა, ნომინალურზე მაღალი წნევის პირობებში, სათავსის ჰაერში იწვევს გაზის პროცენტული შედგენილობის სწრაფმატებას აფეთქების ქვედა ზღვარზე მაღლა, რაც ნარევეს აფეთქებასაშიშს ხდის. აღნიშნულის გამო, რიგ ქვეყნებში, სამშენებლო ნორმების მიხედვით, დაუშვებელია 10-სართულიანზე მაღალი შენობის გაზიფიცირება. საქართველოში მსგავსი აკრძალვის არარსებობის გამო, აღნიშნული

პრომლემა აქტუალურია, ვინაიდან ქვეყანაში აშენებულია და შენდება მრავალი მაღლივი კორპუსი და ისინი 100%-ით გაზიფიცირებულია.

საკვანძო სიტყვები: აფეთქების ზღვარი; გაზმანაწილებელი პუნქტი; გაზის სანთურა; გაზმომარაგება; მაღლივი კორპუსები; უსაფრთხოების ნორმები.

შესავალი

გაზმომარაგება მნიშვნელოვანია საზოგადოების ცხოვრებაში. მიუხედავად იმისა, რომ ის აფეთქებასაშიშაა, მაინც ფართოდ გამოიყენება როგორც მრეწველობაში, ისე საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის. გაზის მომხმარებელია ყველა ასაკის ადამიანი ბავშვიდან დაწყებული ღრმად მოხუცამდე. აღნიშნულის გამო, უსაფრთხოების წესების დაცვას გაზმომარაგების ქსელიდან დაწყებული სახლშიცა გაყვანილობით და გაზის ხელსაწყოების დამონტაჟებით დამთავრებული, ძალიან სერიოზულად უნდა მოვეკიდოთ, რადგან შეიძლება პატარა შეცდომამ სავალალო შედეგამდე მოგვიყვანოს. აქ განვიხილავთ ბუნებრივი გაზით მომარაგებას მაღლივ შენობებსა და მთაგორიან ადგილებში – რას უნდა მიექცეს განსაკუთრებული ყურადღება, რათა არ გამოვიდეთ იმ ნორმებიდან, რომლებიც უსაფრთხოების წესებით არის განსაზღვრული და ამ დროს გაზმომარაგების უსაფრთხოების რა ნორმები შეიძლება დაირღვეს.

ძირითადი ნაწილი

დასახლებული პუნქტების გაზმომარაგების ქსელებს წნევის მიხედვით სამ ძირითად ჯგუფად ყოფენ: დაბალი, საშუალო და მაღალი. მოსახლეობას ბუნებრივი გაზი მიეწოდება დაბალი წნევით, რომლის სიდიდე 3000 პასკალია (300 მმ.ვწ.სვ). გაზის წნევის რეგულირება ხდება სახლის ინდივიდუალური რეგულატორით ან გაზმანაწილებელი პუნქტების მეშვეობით, რომლის მოქმედების რადიუსი ერთ კილომეტრამდეა.

ბუნებრივი გაზის შედგენილობაში ძირითადი კომპონენტი მეთანია, ეთანისა და პროპანის რაოდენობა კი საგრძნობლად მცირეა. აღნიშნულის გამო, მისი წონაც ჰაერის წონასთან შედარებით ნაკლებია, ბუნებრივი გაზის სიმკვრივე კი, ატმოსფერულ ჰაერთან შედარებით, ერთი და იგივე წნევის პირობებში თითქმის ორჯერ მცირეა. თუ დასახლებული პუნქტი გაზით მარაგდება დაბალი წნევის ქსელით, მასში წნევათა სხვაობა იცვლება ატმოსფერული ჰაერის წნევასთან შედარებით და დამოკიდებულია ქსელის წერტილებს შორის დონეთა სხვაობაზე (1):

$$\Delta P = g(p_3 - p_6)H, \quad (1)$$

სადაც ΔP არის წნევათა სხვაობა; p_3 და p_6 – შესაბამისად, ჰაერის და გაზის სიმკვრივები; H – დონეთა სხვაობა გაზმანაწილებელ პუნქტსა და მომხმარებელს შორის; g – დედამიწის მიზიდულობის ძალით გამოწვეული აჩქარება.

გაზმომარაგებაში წნევა უსაფრთხოების წესებით მკაცრად ლიმიტირებულია და როგორც (1) გამოსახულებიდან ჩანს, მისი ცვლილება მით მეტია, რაც დიდია დონეთა სხვაობა გაზსადენის წერტილებს შორის და შეიძლება უსაფრთხოების ნორმების ფარ-

გლებიდანაც კი გამოვიდეს, რაც გაზის ხელსაწყო მუშაობის რეჟიმს დაარღვევს. აღნიშნული შემთხვევა ხშირად გვხვდება მთაგორიანი დასახლებისა და მაღლივი შენობის პირობებში, განსაკუთრებით მაშინ, თუ ორივე ფაქტორი ერთად ხდება. ასეთი შემთხვევები ხშირად გვხვდება საქართველოს ბევრ ქალაქში, სადაც გაზმანაწილებელი პუნქტი რელიეფის დაბალ წერტილშია, შენობა კი, რომელიც გაზით მარაგდება, მაღლობზე. ამ დროს გაზის მომხმარებელთან წნევა იზრდება, საპირისპიროდ ხდება, როდესაც გაზმანაწილებელი პუნქტი მაღლობზეა და მომხმარებელი ქვედა ნიშნულზე.

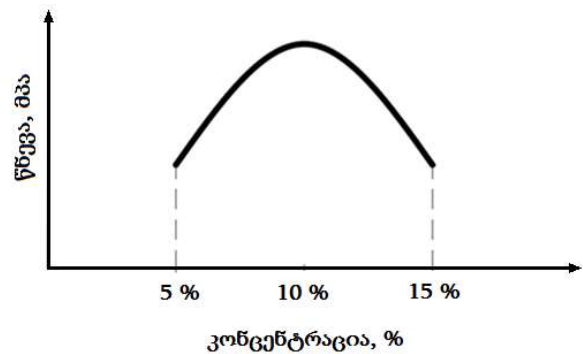
გაზის სანთურის წინ წნევის ცვლილება იწვევს თბური დატვირთვის ცვლილებას, რომელიც შემდეგი ფორმულით გამოისახება:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}, \quad (2)$$

სადაც Q_1 არის სანთურის თბური დატვირთვა ნომინალური წნევისას; Q_2 – სანთურის თბური დატვირთვა წნევის ცვლილებისას; P_1 – გაზის ნომინალური წნევა; P_2 – გაზის გაზრდილი წნევა.

ცნობილია, რომ სანთურის წინ გაზის ნომინალური წნევისგან განსხვავებული სიდიდით მიწოდება იწვევს დანადგარის მარგი ქმედების კოეფიციენტის საგრძნობ შემცირებას, რაც იმით არის გამოწვეული, რომ ირღვევა წვის რეჟიმი, ხდება გაზის არასრული წვა და მხუთავი გაზი CO წარმოიქმნება. გარდა აღნიშნულისა, წნევის ნორმისგან გადახრასთან სხვა საფრთხეებიც არის დაკავშირებული. მაგალითად, თუ გაზმანაწილებელ ქსელში გაზის წნევა 3000 პასკალია, მაშინ სათავსში, სადაც გაზი მიეწოდება, გაზის ქსელის ჰერმეტიულობა რომ დაირღვეს, აფეთქებასაშიში ნარევი ვერ წარმოიქმ-

ნება, რადგან სათავსის ჰაერისა და გაზის ნარევის წნევა (თუ სათავსის გარე ჰაერთან ჰაერცვლა არა აქვს) გაუთანაბრდება ქსელში გაზის წნევას და სათავსში გაზის შემოდინება შეწყდება. ამ დროს გაზის პროცენტული შედგენილობა იქნება 3%, აფეთქების ქვედა ზღვარი კი 5%-ია. იმ შემთხვევაში, თუ გაზის ჭარბმა წნევამ 5000 პა-ს გადააჭარბა, ნარევი უკვე აფეთქებასაშიშია, რადგან ამ დროს გაზის პროცენტული შედგენილობა უკვე აფეთქების ქვედა ზღვარს გადააჭარბებს და საკმარისია ნაპერწკალი, რომ აფეთქდეს. აფეთქების დროს წარმოშობილი დარტყმის ძალა გაზ-ჰაერის ნარევის კონცენტრაციის მიხედვით, ნაჩვენებია სურათზე



სურ. 1. ბუნებრივი გაზის აფეთქების კონცენტრაციული ზღვრები

წნევის გაზრდა ნომინალთან შედარებით კიდევ იმით არის მიუღებელი, რომ, რაც მეტია გაზსადენში გაზის წნევა სათავსთან შედარებით, აფეთქებასაშიში ნარევი სწრაფად წარმოიქმნება და მომხმარებელმა შეიძლება ვერ მოასწროს სათავსის განიავება. გაზის ხარჯი ნომინალთან შედარებით გამოითვლება ფორმულით:

$$\frac{V_2}{V_1} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}, \quad (2)$$

სადაც V_1 არის გაზის ხარჯი ნომინალური წნევისას; V_2 – გაზის ხარჯი წნევის ცვლილებისას.

ასევე საშიშაა გაზის წნევის შემცირება ისეთი სანთურებისათვის, რომლებშიც ხდება გაზისა და ჰაერის წინასწარი შერევა (ინჟექციური სანთურები), ამ დროს მათი ნარევის სიჩქარე კლებულობს, რაც იწვევს სანთურის ჩაქრობას ან წვის ფრონტის სანთურის შიგნით შეტაცებას, რამაც შეიძლება სანთური მწყობრიდან გამოიყვანოს.

აღნიშნულის გამო, რიგ ქვეყნებში, სამშენებლო ნორმებით და წესებით 10-სართულიანზე მეტი სიმაღლის შენობებში გაზის შეყვანა (უკრაინა, რუსეთი და სხვა) აკრძალულია. საქართველოში ასეთი აკრძალვა არ არსებობს. აკრძალვის არარსებობის

გამო, ეს პრობლემა საქართველოში აქტუალურია, რადგან საკმაოდ ბევრი მაღლივი კორპუსია აშენებული და კიდევ შენდება, ამავე დროს აშენებული კორპუსები თითქმის 100 %-ით გაზიფიცირებულია.

დასკვნა

დასასრულ გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ზემოთ აღწერილი პრობლემების გადაწყვეტა შენობების სიმაღლის შეზღუდვით კი არ უნდა მოხდეს, არამედ დამუშავდეს გაზომარაგების ახალი სქემები მაღლივი კორპუსების გაზით მომარაგებისთვის ან შეიქმნას ისეთი მოწყობილობები, რომლებიც აღნიშნულ პრობლემას გადაწყვეტს და ბუნებრივი გაზის უსაფრთხო მოხმარებას უზრუნველყოფს.

ლიტერატურა

1. Staskevich N. L. Gas supply of cities. 2nd ed., reprint. and supplemented - Leningrad: Gostoptehizdat, Leningrad branch 1954. – vol 2. 647 p (In Russian).
2. Museridze A. Gas Supply, 2nd edition, 1979 (In Georgian).
3. Kherodinashvili I. System Approach and Gas Supply System Classification, Key Terms and Indicators. Kutaisi, Publishing House Khomli, 284 p. 2012. (In Georgian).
4. Smirnov S. D. Analysis of the Operation of Intra-House Gas Equipment in Multi-Apartment Residential Buildings. A young scientist. 2018. No. 45 (231). pp. 32-37. <https://okommunalke.ru/voprosy/vdgo> (In Russian).
5. Ledenev V. V. High-rise buildings: textbook. manual Tambov. Georgian Technical University. Tambov, 2014. - 277 p (In Russian).

UDC 622.691.4

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-188-193>

Gas Supply of Multi-Storey Building

Shota Mestvirishvili The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia

E-mail: shotamestvirishvili1@gmail.com

Irina Denisova The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia

E-mail: i.denisova@gtu.ge

Giorgi Chaghiashvili The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia

E-mail: giorgi.water@yahoo.com

Reviewers:

O. Giorgobiani, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

M. Kodua, Doctor, Professor Faculty of Civil Engineering, GTU

E-mail: m.kodua@gtu.ge

Abstract. When the pressure of natural gas changes, a significant level difference appears between the gas control point and the location of the consumer. In this case, the pressure value may exceed safety standards. In buildings, supplying gas to the burner with a value other than the nominal pressure causes incomplete combustion of the fuel and the formation of carbon monoxide. Leakage of natural gas at pressures above the nominal leads to a rapid increase in the percentage of gas in the room air above the lower concentration limit of explosiveness, which makes the mixture explosive. In this regard, in some countries, building codes do not allow gasification of buildings above 10 floors. In Georgia, such a ban does not exist and this problem becomes relevant, since a large number of high-rise buildings have been built in the country and almost 100% of them are gasified.

Key words: explosive limit; gas supply; gas control point; gas burner; high-rise buildings; safety standards.

UDC 622.691.4

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-188-193>

Газоснабжение многоэтажных зданий

შოთა მესტირიშვილი	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^б E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
Ирина Денисова	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^б E-mail: i.denisova@gtu.ge
Георгий Чагифшвили	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ^б E-mail: giorgi.water@yahoo.com

Рецензенты:

О. Гиоргобиани, академический доктор, профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

М. Кодуа, академический доктор, профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: m.kodua@gtu.ge

Аннотация. При изменении давления природного газа появляется значительная разница уровней между газорегуляторным пунктом и местоположением потребителя. В этом случае значение давления может превысить нормы безопасности. В зданиях, подача газа на горелку, со значением, отличным от номинального давления, вызывает неполное сгорание топлива и образование угарного газа. Утечка природного газа при давлении выше номинального приводит к быстрому увеличению процентного содержания газа в воздухе помещения выше нижнего концентрационного предела взрываемости, что делает смесь взрывоопасной. В связи с этим в некоторых странах по строительным нормам не допускается газификация зданий выше 10 этажей. В Грузии такого запрета не существует, и данная проблема приобретает актуальность, так как в стране построено большое количество многоэтажных зданий и почти 100% из них газифицированы.

Ключевые слова: газоснабжение; газовая горелка; газорегуляторный пункт; многоэтажные здания; нормы безопасности; предел взрываемости.

განხილვის თარიღი 25.01.2021

შემოსვლის თარიღი 15.03.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 553.981

SCOPUS CODE 2301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-194-201>

გაზის ამოფრქვევები ზღვებსა და ოკეანეებში

- შოთა მესტირიშვილი** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
- ირინა დენისოვა** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: i.denisova@gtu.ge
- ალექსანდრე ბაბუნაშვილი** წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგებისა და შენობათა საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ბ
E-mail: a.babunashvili@yahoo.com

რეცენზენტები:

ო. გიორგობიანი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი

E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

მ. კოდუა, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი, აკადემიური დოქტორი

E-mail: m.kodua@gtu.ge

ანოტაცია. მსოფლიოში ბოლო ათწლეულების განმავლობაში ინტენსიურად მიმდინარეობს ზღვებსა და ოკეანეებში არსებული გაზისა და ნავთობის საბადოების კვლევა. 1993-1994 წლებში უკრაინის სამეცნიერო-კვლევითი გემის, „პროფესორ ვოდია-ნიცკის“ ექსპედიციის ფარგლებში საქართველოს შავი ზღვის შელფში შეისწავლეს ზღვის ფსკერიდან გაზშემოდინების წერტილები და განახორციელეს

ექსპედიციის დროს მიღებული შედეგების ეკოლოგიური კუთხით კვლევა. ანალიზმა გამოავლინა ის საშიშროებები, რომლებიც შეიძლება გამოიწვიოს რეგიონში აღმოჩენილმა გაზის ამოფრქვევამ. მოცემულია და გაანალიზებული: აჭარის სანაპირო შელფის რუკა მასზე დატანილი გაზგამოვლინების წერტილებით; მსგავსი გაზშემოდინების ადგილები შავი ზღვის ყირიმის სანაპიროზე; კასპის ზღვაში გაზის ამოფრქვევის შედეგები; გაზის ამოფრქვევის შემთხვევაში

ზღვის სიღრმეში არსებული გოგირდწყალბადის ფენის ზღვის ზედა ფენებში ამოტანის შედეგად გამოწვეული ეკოლოგიური ცვლილებების ხასიათი.

საკვანძო სიტყვები: გაზშემოდინების წერტილები; გოგირდწყალბადის ფენა; ეკოლოგიური ცვლილებები; რღვევის ხაზები.

შესავალი

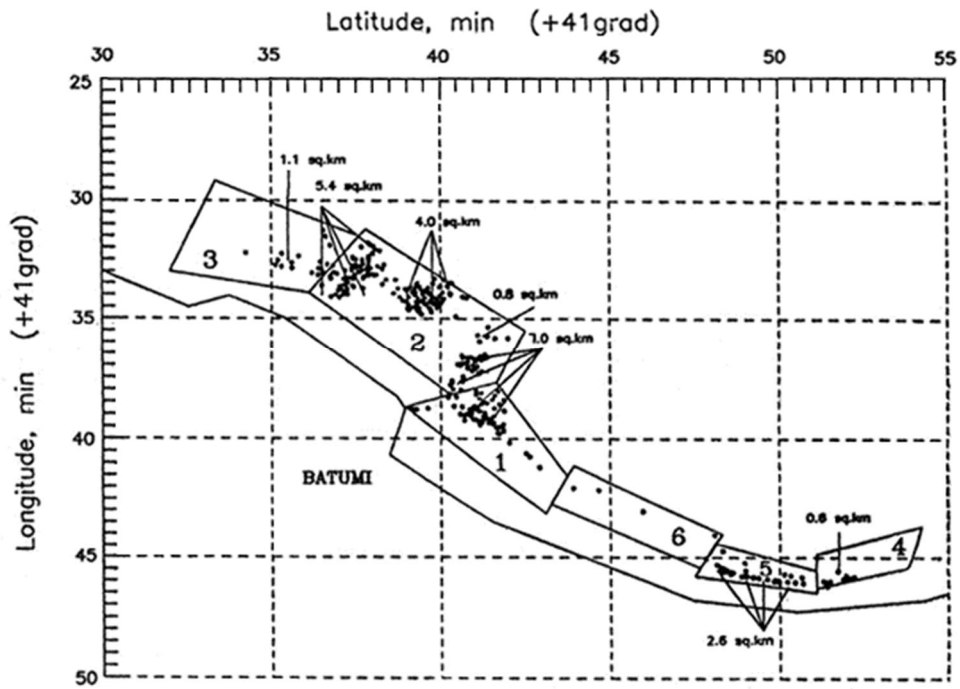
შავი ზღვის ფლოტის ჰიდროგრაფიული სამმართველოს 1927 წლის მონაცემებში აღწერილია ყირიმის სანაპიროზე მიწისძვრის დროს მომხდარი გაზის ამოფრქვევა, რომლის სიგრძე 1 მილი იყო და ალის სიმაღლე 500 მეტრს შეადგენდა. მიწისძვრა 11-ჯერ გამეორდა და გაზის ამოფრქვევა ყველა შემთხვევაში თითქმის ერთნაირი სიმძლავრისა და მსგავსი ხასიათის იყო. 1989 წლამდე აღნიშნულ შემთხვევას მიაწერდნენ ზღვის ქვედა ფენებში გახსნილი გოგირდწყალბადის გამოყოფას, მაგრამ უკრაინელი მეცნიერების 1989 წლის გამოკვლევებმა [1] აჩვენა, რომ ადგილი ჰქონდა ბუნებრივი გაზის ამოფრქვევას.

ნავთობისა და გაზის საბადოების არსებობას გეოლოგები უკავშირებენ როგორც კონტინენტურ,

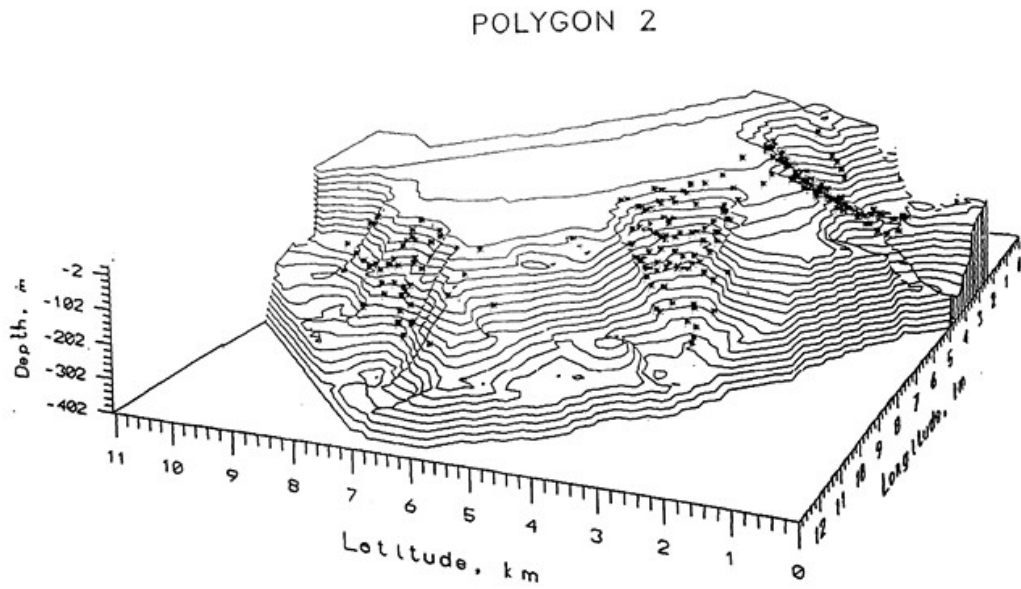
ისე ადგილობრივი რღვევის ხაზებს, რადგან საბადოების 75% რღვევის ხაზებთან არის განლაგებული [2]. ტექტონიკური ძვრების შედეგად რღვევის ხაზებზე წარმოიქმნება ნაპრალები, საიდანაც გაზი ხშირად ამოდის.

1993-1994 წწ-ში უკრაინის მეცნიერებათა აკადემიის სამხრეთი ზღვების ინსტიტუტის საკვლევი გემით, უკრაინელ კოლეგებთან ერთად, ქართველმა მეცნიერებმა – გ. ტყემელაშვილმა, შ. მესტვირიშვილმა და სხვებმა ჩაატარეს საქართველოს ტერიტორიული წყლების გამოკვლევა – ფოთიდან თურქეთის საზღვრამდე. გამოკვლევისას აღმოჩნდა უამრავი გაზშემოდინების წერტილი (სურ. 1, 2), რომლებიც ყირიმთან აღმოჩენილი გაზშემოდინების ანალოგიურია [3]. კვლევამ აჩვენა, რომ გაზის გამოვლინების ადგილების განლაგება წრფივი ხასიათისაა, რაც ადგილობრივი რღვევის ხაზებს უკავშირდება.

ამავე პერიოდში, 1994 წელს, შავ ზღვაში, ყირიმის სანაპიროსთან, კონტინენტურ ფერდობზე, საკვლევი გემი „გელენჯიკის“ ექსპედიციამ, ღრმა წყლოვანი გვერდითი მიმოხილვის მქონე ბუქსირებადი ლოკატორის მეშვეობით, აღმოაჩინა პარალელური ტექტონიკური ბზარებიდან ამომავალი დიდი მოცულობის გაზის ნაკადები [4].



სურ. 1. აჭარის სანაპირო ზედაპირულ გაზგამოვლინების წერტილები



სურ. 2. პოლიგონზე N2 გაზგამოვლინების წერტილები

გაზის ამოფრქვევას ხშირად აქვს ადგილი კასპიის ზღვის აკვატორიაშიც [5], სადაც დაფიქსირებულია 200-მდე ტალახის ვულკანი. თითოეულის ამოქმედებისას ატმოსფეროში მყის ამოიფრქვევა საშუალოდ 300–500 მლნ. მ³ გაზი. მაგალითად, გ. ტამრაზიანი აღწერს 1958 წლის 15 ნოემბერს აპშერონის ნახევარკუნძულის მაკაროვის თავთხელზე 300 მლნ. მ³ გაზის ამოფრქვევას. გაზი იწვოდა, ალის დიამეტრი 120 მეტრს შეადგენდა, ხოლო სიმაღლე 500 მეტრს აღწევდა. ამავე რაიონში დაფიქსირებული გაზის ამოფრქვევიდან ყველაზე მასშტაბური იყო 1947 წ. ტორაგის (495 მლნ. მ³ გაზი) და 1965 წ. ოტმანბოზდაგის (450 მლნ. მ³ გაზი) ვულკანებიდან გაზის ამოფრქვევა. აპშერონის ნახევარკუნძულზე დღესაც ხშირია მოქმედი ტალახის ვულკანებიდან მასშტაბური გაზის ამოფრქვევა. აღნიშნულ მოვლენებს ვ. გორინი და ა. ბუნიათ-ზადე უკავშირებენ ტექტონიკურ ძვრებს, რომელიც შეიძლება მოხდეს ნებისმიერ დროს ნებისმიერ რეგიონში.

ძირითადი ნაწილი

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გაზი შეიძლება ამოიტყორცნოს ზღვებსა და ოკეანეებში რღვევის ხაზებისა და ტალახის ვულკანების გააქტიურებით, რაც ძირითადად სეისმური ძალების მოქმედებით ხდება.

გაზი, რომელიც გამოიტყორცნება ზღვის ფსკერიდან, ძირითადად ბუმტებად ნაწვერდება და წყლის მასაში ირევა. ვინაიდან ბუმტებისა და წყლის ნარევის სიმკვრივე ნაკლებია მის გარშემო წყლის სიმკვრივეზე, ის წყალთან ერთად იწყებს ვერტიკალურად მოძრაობას ამომგდები ძალის მოქმედებით. წყლისა და გაზის ნარევის საერთო სიმკვრივე (ρ_b) გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\rho_b = n\rho_f + (1 - n)\rho_g, \quad (1)$$

სადაც n არის მოცულობის წილი წყლის ნარევიში; ρ_f და ρ_g – შესაბამისად, წყლისა და გაზის სიმკვრივე.

გაზისა და წყლის ნარევი მიემართება ვერტიკალურად ზემოთ (ერლიფტის ეფექტი), მისი სიჩქარე თანდათან იზრდება ზღვის დონის მიღწევამდე, შემდეგ ხდება მათი სეპარაცია. სეპარაციის შემდეგ გაზის სავარაუდო მოქმედების შედეგი მოცემულია შ. მესტვირიშვილის ნაშრომში [6].

აღნიშნულმა ნაკადმა შეიძლება წარმოქმნას ბრტყელი ან რგოლური ჭავლი. ბრტყელი ჭავლი წარმოიქმნება მაშინ, თუ გაზი რღვევის ხაზის გახსნისას გრძივი ნაპრალიდან ამოიფრქვევა, ხოლო რგოლური – ტალახის ვულკანის გაქტიურებით გამოწვეული ამოფრქვევისას. გამოკვლევაში ძირითადად განვიხილავთ გაზის ხაზოვან ამოფრქვევას, რომელიც წარმოქმნის ბრტყელ ჭავლს. ბრტყელი ჭავლის სიგრძე შეიძლება კილომეტრსაც აღემატებოდეს (მაგ., ყირიმის სანაპიროსთან 1927 წლის გაზის ამოფრქვევისას), გავრცელების მანძილი კი ამოფრქვევის წერტილიდან ზღვის დონემდე მანძილის ტოლი იყოს (თუ გაზი არ იხსნება წყალში სრულად). გაზისა და წყლის ნარევიც მოქმედი წნევათა სხვაობა გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\Delta P = (\rho_f - \rho_b)Hg, \quad (2)$$

სადაც ΔP არის წნევათა სხვაობა; H – გაზისა და წყლის ნარევის სვეტის სიმაღლე; g – თავისუფალი ვარდნის აჩქარება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, გაზის ხაზოვანი ამოფრქვევის დროს წარმოიქმნება ბრტყელი ჭავლი, რომელიც, კლასიკური თავისუფალი ჭავლის მსგავსად, მხოლოდ გვერდების მიმართულებით ფართოვდება, სიგრძის მიმართულებით გაფართოება კი უმნიშვნე-

ლოა. კლასიკური თავისუფალი ჭავლის გვერდების მიმართულებით გაფართოება ჭავლის გადაადგილების მიმართულების პროპორციულია [7]:

$$\frac{b}{h} = const,$$

სადაც b არის ჭავლის ნახევარსიგანე; h – მანძილი ჭავლის დასაწყისიდან (პოლუსიდან) მოცემულ წერტილამდე.

აღნიშნულ პირობას მკაცრად არ ეთანადება განხილული შემთხვევა, რადგან ჭავლის გაფართოების მიზეზი, ჩვენ შემთხვევაში, გარშემო სითხის წატაცების გარდა, ბუშტების გაფართოებაცაა, რომლებიც ჭავლის აღმავალი დინების დროს ფართოვდება ჰიდროსტატიკური წნევის შემცირების შედეგად. ბუშტების გაფართოება, გარდა ჭავლის საზღვარის გაზრდისა, ამცირებს წყლისა და გაზის ნარევის სიმკვრივეს, რაც, თავის მხრივ, ზრდის ნაკადში ამწევ ძალასა და ნაკადის სიჩქარეს. გაზის ბუშტების ზრდა შეიძლება ბოილ-მარიოტის ფორმულით გამოითვალოს, რადგან პროცესი იზოთერმულთან მიახლოებულია:

$$KP_{0s}V_0 = P_{hs}V_h, \quad (3)$$

სადაც P_{0s} არის გაზის აბსოლუტური წნევა ზღვის ფსკერზე; V_0 – გაზის მოცულობა ფსკერზე; P_{hs} – აბსოლუტური წნევა ზღვის h სიმაღლეზე; V_h – გაზის მოცულობა ფსკერიდან h სიმაღლეზე; K – გაზის კუმშვის კოეფიციენტი.

ფორმულაში (3) წნევა შეიძლება გამოვსახოთ წყლის სვეტის მეშვეობით:

$$10V_h\rho g = (10 + h)KV_0\rho g$$

ან

$$V_h = \frac{(10+h)KV_0}{10V_h}. \quad (4)$$

როგორც ფორმულიდან ჩანს, გაზის მოცულობა წრფივი კანონით იზრდება, ამიტომ მან დიდი

ცვლილება არ უნდა გამოიწვიოს ჭავლის გაფართოებისას. მაგრამ, ამ დროს ჭავლის გაფართოების მიმართულებით წარმოიშობა ძალა, რომელიც შემოგარენ ჰიდროსფეროში წარმოქმნის ტალღებს. ტალღები ვრცელდება ჭავლის გვერდების პერპენდიკულარულად ორივე მხარეს. ისინი გრძივი მოცულობითი ტალღებია (მსგავს ტალღებს ადგილი აქვს ცუნამის დროსაც). ჭავლის აღმავალი დინების დროს მასზე მოქმედებს კორიოლისის ძალაც, რომელიც ყოველთვის მიმართულია აღმოსავლეთით, ეს კი იწვევს ჰიდროსფეროში საპირისპირო მიმართულებით მოქმედ ძალას, რომელიც ჭავლის გაფართოებით გამოწვეულ ძალასთან იკრიბება. ჭავლზე მოქმედი კორიოლისის ძალის სიდიდე დამოკიდებულია იმაზე, თუ რომელ პარალელზეა ან რა კუთხით არის მისდამი მიმართული ჭავლი.

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ თითქმის ყველა შემთხვევაში განხილულ შემთხვევაში, წვადი გაზის ამოფრქვევისას ხდება გაზის აალება. ოკეანოლოგ მ. ვინოგრადოვის აზრით, გაზის აალებას იწვევს გაზში არსებული ფოსფიდის მოლეკულები, რომლებიც ჰაერში მოხვედრისას იწვის.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ შავ ზღვაში 100 მეტრის ქვემოთ წყალში გახსნილია გოგირდწყალბადი. დიდი რაოდენობით გოგირდწყალბადის ზღვის ზედა ფენებში მოხვედრა სავალალო შედეგს გამოიწვევს: გაწყდება ზღვაში არსებული ცოცხალი ორგანიზმები, რაც კატასტროფულად იმოქმედებს ზღვის სანაპირო ზოლზე და საერთოდ ეკოლოგიაზე. რაც უფრო მეტი სიღრმეიდან მოხდება გაზის ამოფრქვევა, მით მეტ გოგირდწყალბადიან წყალს ამოიტანს იგი ზღვის ზედაპირზე.

დასკვნა

1993 - 1994 წლებში შავ ზღვაში ჩატარებული გამოკვლევები ცხადყოფს, რომ 400 მეტრის ქვემოთაც აქვს ადგილი გაზშემოდინებებს, რომელთა არეალი ბევრად აღემატება გოგირდწყალბადის გავრცელების ზონას. აღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ ტექტონიკური აქტივობის შემთხვევაში საქართველოს შავი ზღვის შეღწევაში გაზმა ამოფრქვევისას შეიძლება დიდი რაოდენობით გოგირდწყალბადიანი წყალი ამოიტანოს ზღვის ზედა ფენაში, რაც დაარღვევს ეკოლოგიურ წონასწორობას რეგიონში როგორც ზღვაში, ისე მის სანაპირო ზოლში.

ქვეყნის ეკოლოგიური და ეკონომიკური უსაფრთხოების მიზნით საჭიროა სტრატეგიულად მნიშვნელოვანი ამოცანების გადაწყვეტა. მათ შორის:

- გაზის ამოფრქვევის წარმოქმნის მიზეზების ღრმა კვლევა;
- ეკოსისტემისთვის ბუნებრივი საფრთხის შემცველი გაზშემოდინების ადგილების გამოვლენის ტექნოლოგიების შემუშავება და დახვეწა;
- ამოფრქვეული გაზის შედგენილობის შესწავლა;
- მიმდებარე ტერიტორიებზე ეკოლოგიური მდგომარეობის მუდმივი კონტროლი.

ლიტერატურა

1. Polikarpov G. G. Egorov V. N. The phenomenon of active gas release from uplifts on the dump of the depths of the western part of the Black Sea. Report of the Academy of Sciences of Ukrainian. No. 12, 1989. pp. 13-15 (In Russian).
2. Zorkin L. M., Subbota M. I. Stadnik E. R. Oil and gas field hydrogeology. Nedra. 1982. p. 97 (In Russian).
3. Tkeshelashvili G., Egorov V., Mestvirishvili Sh. et al. Methane gas emissions from the bottom of the Black Sea in the estuary zone of the Supsa River off the coast of Georgia. Moscow. Geochemistry. 1997. No. 3. pp. 331-335 (In Russian).
4. Limonov A. F. Mud volcanoes. Soros Educational Journal. Volume 8, No. 1, 2004. pp. 63-69 (In Russian).
5. Sokolov V. A. Geochemistry of the Earth's crust gases. The science. 1966. p. 302 (In Russian).
6. Mestvirishvili Sh. Gas emissions in seas and oceans. Bermuda triangle, Scientific-Technical Journal "Energy" 2(46), 2008, Tbilisi. pp. 71-74 (In English).
7. Loitsyansky L. G. Mechanics of liquid and gas. Series - "Classics of Russian Science", Publishing House "Bustard", 2003, p. 840 (In Russian).

UDC 553.981

SCOPUS CODE 2301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-194-201>

Release of Gases in the Seas and Oceans

- Shota Mestvirishvili** The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
- Irina Denisova** The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: i.denisova@gtu.ge
- Alexandre Babunashvili** The Department of Water Supply, Sewerage Systems, Heat-Air Supply and Ventilation and Engineering Equipment, Georgian Technical University, 68^b M. Kostava str, 0160 Tbilisi, Georgia
E-mail: a.babunashvili@yahoo.com

Reviewers:

- O. Giorgobiani**, Doctor Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge
- M. Kodua**, Doctor, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: m.kodua@gtu.ge

Abstract. Over the recent decades, gas and oil fields have been intensively explored in the seas and oceans of the world. As part of the expedition of the Ukrainian research ship "Professor Vodyanitsky", gas flows from the bottom of the Black sea of the continental shoal located on the territory of Georgia were studied. In this article, we conducted an environmental study of the results obtained during the expedition. The analysis revealed the dangers that gas emissions found in this region may pose. The article presents map of the coastal shelf of Adjara with gas release points; Similar places of gas emissions on the black sea coast of Crimea are discussed; The results of gas extraction in the Caspian sea are presented; The nature of environmental changes caused by the removal of a layer of hydrogen sulfide from the sea depths to the upper layers of the sea during a gas eruption is analyzed.

Key words: gas release points; fault lines; hydrogen sulfide layer; environmental changes.

UDC 553.981

SCOPUS CODE 2301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-194-201>

Выделение газов в морях и океанах

შოთა მესტირიშვილი	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ⁶ E-mail: shotamestvirishvili11@gmail.com
Ирина Денисова	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ⁶ E-mail: i.denisova@gtu.ge
Александр Бабунашвили	Департамент водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения и инженерного оснащения зданий, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 68 ⁶ E-mail: a.babunashvili@yahoo.com

Рецензенты:

О. Гиоргобiani, академический доктор, профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: o.giorgobiani@gtu.ge

М. Кодуа, академический доктор, профессор строительного факультета ГТУ

E-mail: m.kodua@gtu.ge

Аннотация. В течение последних десятилетий в морях и океанах мира интенсивно проводятся исследования месторождений газа и нефти. В 1993-94 гг. в составе экспедиции украинского научно-исследовательского корабля «Профессор Водяницкий» изучались истечения газа со дна Черного моря материковой отмели находящейся на территории Грузии. В данной статье мы провели экологическое исследование результатов, полученных в ходе экспедиции. Анализ выявил опасности, которые могут представлять выделения газа, обнаруженные в этом регионе. В статье представлены: карта прибрежного шельфа Аджарии с точками газовыделений; Обсуждаются аналогичные места газовыделений на Черноморском побережье Крыма; Приведены результаты выделения газа в Каспийском море; Проанализирован характер экологических изменений, вызванных выносом слоя сероводорода из морских глубин в верхние слои моря при извержении газа.

Ключевые слова: точки газовыделений; линии разрыва; сероводородный слой; экологические изменения.

განხილვის თარიღი 25.01.2021

შემოსვლის თარიღი 10.03.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

UDC 517

SCOPUS CODE 2610

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-202-219>

Problem of Statics of the Linear Thermoelasticity of the Microstretch Materials with Microtemperatures for a Half-space

Maia Kharashvili Department of Mathematics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava Str
E-mail: maibickinashvili@yahoo.com

Ketevan Skhvtaridze Department of Mathematics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava Str
E-mail: ketiskhvtaridze@yahoo.com

Reviewers:

L. Giorgashvili, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: lgiorgashvili@gmail.com

S. Kharibegashvili, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: Kharibegashvili@gmail.com

Abstract. We consider the statics case of the theory of linear thermoelasticity with microtemperatures and microstretch materials. The representation formula of differential equations obtained in the paper is expressed by the means of four harmonic and four metaharmonic functions. These formulas are very convenient and useful in many particular problems for domains with concrete geometry. Here we demonstrate an application of these formulas to the III type boundary value problem for a half-space. Uniqueness theorems are proved. Solutions are obtained in quadratures.

2010 Mathematics Subject Classification. 74A15, 74B10, 74F20.

Key words: Fourier transform; function; microtemperature; microstretch; thermoelasticity.

Introduction. One of the basic methods solving three-dimensional problems of rigid deformable bodies is the Fourier method, which is based on the solution of differential equations of a given model by the method of separation of variables in a certain system of curvilinear coordinates. In case the construction of system of differential equations turns out complicated, its solution can be represented by a simple solution of Laplace and Helmholtz equations. Representations proposed by W.Kelvin, J.Hadamard, J.Boussinesq, M.papkovich, G.Neuber, E.Trefftz, G.Kolosow, N.Muskhelishvili and other authors are well known in the literature.

Mathematical models describing the chiral properties of the linear thermoelasticity with microtemperatures materials have been proposed by Iesan and recently it has been extended to a more general case, when the material points admit micropolar structure. In the representation and Fourier transforms we study the

boundary value problems of statics of the thermoelasticity with microtemperatures for a half-space $x_3 > 0$. For a wider overview of the subject concerning different areas of applications we refer to the references J.Barber [1], M.Basheleishvili, L.Bitsadze [2], [3], D.Burchuladze, M.Kharashvili, K.Skhvitaridze [4], P.Cass, R.Quintanilla [5], L.Giorgashvili, K.Skhvitaridze, M.Kharashvili [6], L.Giorgashvili, Sh.Zazashvili, R.Meladze [7], L. Giorgashvili, D.Metreveli [8], R.Kumar, T.Chadha [10], H.Sherief, H.Saleh [12], B.Singh, R.Kumar [13],

K.Skhvitaridze, M.Kharashvili [14], M.Svanadze [15] and the references therein.

Main part

2. Basic equations and auxiliary theorems

The system of equations of statics in the linear theory of thermoelasticity of the microstretch materials with microtemperatures is written in the form

$$\mu \Delta u(x) + (\lambda + \mu) \text{grad} \text{div} u(x) + \eta \text{grad} v(x) + \gamma \text{grad} \theta(x) = 0, \tag{2.1}$$

$$\kappa_6 \Delta w(x) + (\kappa_4 + \kappa_5) \text{grad} \text{div} w(x) - \kappa_3 \text{grad} \theta(x) + \kappa_2 w(x) = 0, \tag{2.2}$$

$$\kappa \Delta \theta(x) + \kappa_1 \text{div} w(x) = 0, \tag{2.3}$$

$$\eta_1 \Delta v(x) - \eta \text{div} u(x) - \kappa_7 \text{div} w(x) + \gamma_1 \theta(x) - \eta_2 v(x) = 0, \tag{2.4}$$

where Δ is three-dimensional Laplace operator, $u = (u_1, u_2, u_3)^T$ is the displacement vector, $w = (w_1, w_2, w_3)^T$ is the microtemperature vector, θ is the temperature measured from the constant absolute temperature T_0 , ($T_0 > 0$), v is the microstretch, \top is the transposition symbol, $\lambda, \mu, \gamma, \gamma_1, \eta, \eta_1, \kappa, \kappa_j, j = 1, 2, \dots, 7$ are constitutive coefficients, satisfying the conditions

$$\mu > 0, \quad 3\lambda + 2\mu > 0, \quad 3\kappa_4 + \kappa_5 + \kappa_6 > 0, \quad \kappa_6 + \kappa_5 > 0, \quad \kappa_6 - \kappa_5 > 0, \\ (\kappa_1 + T_0 \kappa_3)^2 < 4T_0 \kappa \kappa_2, \quad \gamma > 0, \quad \eta_2(3\lambda + 2\mu) - 3\eta^2 > 0, \quad \eta_1 > 0$$

Assume that $U = (u, w, \theta, v)^T$. The stress vector, which we denote by the symbol $P(\partial, n)U$, has the form

$$P(\partial, n)U = (P^{(1)}(\partial, n)U', P^{(2)}(\partial, n)W, P^{(3)}(\partial, n)U'', P^{(4)}(\partial, n)U''')^T$$

where $U' = (u, \theta, v)^T, U'' = (w, \theta)^T, U''' = (w, v)^T, n = (n_1, n_2, n_3)^T$ is the unit vector,

$$P^{(1)}(\partial, n)U' = T^{(1)}(\partial, n)U' + (\eta v - \gamma \theta)n,$$

$$P^{(2)}(\partial, n)W = (\kappa_5 + \kappa_6) \frac{\partial w}{\partial n} + \kappa_4 n \text{div} w + \kappa_5 [n \times \text{rot} w],$$

$$P^{(3)}(\partial, n)U'' = \kappa \frac{\partial \theta}{\partial n} + \kappa_1 (n \cdot w),$$

$$P^{(4)}(\partial, n)U''' = \eta_1 \frac{\partial v}{\partial n} + \kappa_7 (n \cdot w),$$

$$T^{(1)}(\partial, n)u = 2\mu \frac{\partial u}{\partial n} + \lambda n \text{div} u + \mu [n \cdot \text{rot} u],$$

$\frac{\partial}{\partial n}$ is the derivative along the vector n . The symbol (\cdot) and $[\times]$ denote the scalar and vector products of two vectors in \mathbb{R}^3 .

Definition. The vector $U = (u, w, \theta)^T$ is assumed to be regular in a domain $\Omega \subset \mathbb{R}^3$ if $U \in C^2(\Omega) \cap C^1(\bar{\Omega})$.

Theorem 1. A vector $U = (u, w, \theta, v)^T$ is a solution of system (2.1)-(2.4) in a domain $\Omega \subset \mathbb{R}^3$, if and only if it is represented in the form

$$\begin{aligned}
 u(x) &= \alpha_1 c \frac{x}{|x|} + \text{grad}\Phi_1(x) + \alpha_2 x_3 \text{grad}\Phi_2(x) - e_3 \Phi_2(x) + \\
 &+ \text{rot}(e_3 \Phi_3(x)) - \alpha_3 x_3 \text{grad}\Phi_4(x) + \alpha_3 \text{grad}\Phi_5(x) - \eta \text{grad}\Phi_8(x), \\
 w(x) &= \text{grad} \left[2\alpha_4 \frac{c}{|x|} + \alpha_4 \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + \alpha_5 \Phi_5(x) \right] + \\
 &+ \text{rotrot}(e_3 \Phi_6(x)) + \text{rot}(e_3 \Phi_7(x)), \\
 \theta(x) &= 2 \frac{c}{|x|} + \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + (\lambda + 2\mu) \lambda_1^2 \Phi_5(x), \\
 v(x) &= 2a_1 \frac{c}{|x|} + a_5 \frac{\partial \Phi_2(x)}{\partial x_3} + a_4 \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + a_2 \Phi_5(x) + (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2 \Phi_8(x),
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

where c is arbitrary constant $\Delta \Phi_j(x) = 0$,

$$\begin{aligned}
 j = 1, 2, 3, 4 \quad & (\Delta - \lambda_1^2) \Phi_5(x) = 0, \quad (\Delta - \lambda_2^2) \Phi_j(x) = 0, \quad j = 6, 7, \\
 & (\Delta - \lambda_3^2) \Phi_8(x) = 0, \\
 \lambda_1^2 &= \frac{\kappa \kappa_2 - \kappa_1 \kappa_3}{\kappa l_0} > 0, \quad l_0 = \kappa_4 + \kappa_5 + \kappa_6, \quad \lambda_2^2 = \frac{\kappa_2}{\kappa_6} > 0, \\
 \lambda_3^2 &= \frac{\eta_2(\lambda + 2\mu) - \eta^2}{\eta_1(\lambda + 2\mu)} > 0, \quad \alpha_1 = \frac{\gamma \eta_2 - \eta \gamma_1}{\eta_2(\lambda + 2\mu) - \eta^2}, \quad \alpha_2 = \frac{\eta^2 - (\lambda + \mu)\eta_2}{\eta^2 - (\lambda + 3\mu)\eta_2}, \\
 \alpha_3 &= \frac{\eta_2 \gamma - \eta \gamma_1}{\eta^2 - (\lambda + 3\mu)\eta_2}, \quad \alpha_4 = -\frac{\kappa_3}{\kappa_2}, \quad \alpha_5 = -\frac{\kappa(\lambda + 2\mu)\lambda_1^2}{\kappa_1}, \\
 a_1 &= \frac{(\lambda + 2\mu)\gamma_1 - \gamma \eta}{\eta_1(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}, \quad a_2 = \frac{\lambda_1^2(\lambda + 2\mu)}{\eta_1(\lambda_3^2 - \lambda_1^2)} \left(\frac{\gamma_1(\lambda + 2\mu) - \gamma \eta}{\lambda + 2\mu} + \frac{\kappa \kappa_7}{\kappa_1} \lambda_1^2 \right), \\
 a_3 &= \gamma - \frac{\eta}{\lambda_1^2(\lambda + 2\mu)} a_2, \quad a_4 = a_1 + \frac{\mu \eta \alpha_3}{\eta^2 - (\lambda + 2\mu)\eta_2}, \quad a_5 = \frac{2\mu \eta}{\eta_2(\lambda + 3\mu) - \eta^2}
 \end{aligned}$$

Proof. Assume that the vector $U = (u, w, \theta, v)^T$ is a solution of system (2.1)-(2.4). From (2.2)-(2.3), we obtain

$$\Delta(\Delta - \lambda_1^2)\theta(x) = 0, \quad \lambda_1^2 = (\kappa \kappa_2 - \kappa_1 \kappa_3) / \kappa l_0 > 0,$$

from these equations we get

$$\theta(x) = 2 \frac{c}{|x|} + \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + (\lambda + 2\mu) \lambda_1^2 \Phi_5(x), \tag{2.6}$$

where c is arbitrary constant, $\Delta \Phi_4(x) = 0$, $(\Delta - \lambda_1^2) \Phi_5(x) = 0$.

Substituting the value of $\theta(x)$ from (2.6) and $\text{div}w(x) = -\frac{\kappa}{\kappa_1} \Delta \theta(x)$ into equation (2.2), we obtain

$$(\Delta - \lambda_2^2)w(x) = \frac{\chi_3}{\chi_6} \text{grad} \left(2 \frac{c}{|x|} + \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} \right) + \frac{\chi}{\chi_1} (\lambda + 2\mu) \cdot \lambda (\lambda_2^2 - \lambda_1^2) \text{grad}\Phi_5(x)$$

where $\lambda_2^2 = \kappa_2 / \kappa_6 > 0$.

The solution of this equation has the form

$$\begin{aligned}
 2w(x) &= \text{grad} \left[2\alpha_4 \frac{c}{|x|} + \alpha_4 \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + \alpha_5 \Phi_5(x) \right] + \\
 &+ \text{rotrot}(e_3 \Phi_6(x)) + \text{rot}(e_3 \Phi_7(x)) + \text{grad}\Psi(x),
 \end{aligned} \tag{2.7}$$

where $(\Delta - \lambda_2^2) \Phi_j(x) = 0$, $j = 6, 7$, $(\Delta - \lambda_2^2) \Psi(x) = 0$, $\alpha_4 = -\kappa_3 / \kappa_2$, $\alpha_5 = -\kappa(\lambda + 2\mu) \lambda_1^2 / \kappa_1$.

Substituting the values of $w(x)$ and $\theta(x)$, from (2.10) and (2.8) into (2.3), we obtain $\Psi(x) = 0$, thus

$$\begin{aligned}
 w(x) &= \text{grad} \left[2\alpha_4 \frac{c}{|x|} + \alpha_4 \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + \alpha_5 \Phi_5(x) \right] + \\
 &+ \text{rotrot}(e_3 \Phi_6(x)) + \text{rot}(e_3 \Phi_7(x)).
 \end{aligned} \tag{2.8}$$

If we apply the operator div to both part of equality (2.1), then we obtain

$$\Delta[(\lambda + 2\mu)\text{div}u(x) + \eta v(x) - \gamma \theta(x)] = 0.$$

From these equation, we get

$$(\lambda + 2\mu)\operatorname{div}u(x) = \gamma\theta(x) - \eta v(x) + \eta_1(\lambda + 3\mu)(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2 \frac{\partial\Phi_9(x)}{\partial x_3}, \quad (2.9)$$

where

$$\Delta\Phi_9(x) = 0, \quad \lambda_3^2 = \frac{\eta_2(\lambda + 2\mu) - \eta^2}{\eta_1(\lambda + 2\mu)} > 0.$$

Substituting the value of $\operatorname{div}u(x)$, from (2.9) into equation (2.6) and (2.8), we obtain

$$\begin{aligned} (\Delta - \lambda_3^2)v(x) &= \frac{\eta\gamma - (\lambda + 2\mu)\gamma_1}{\eta_1(\lambda + 2\mu)} \left(2\frac{c}{|x|} + \frac{\partial\Phi_4(x)}{\partial x_3} \right) + \\ &+ \left(\frac{\eta\gamma - (\lambda + 2\mu)\gamma_1}{\eta_1} \lambda_1^2 - \frac{\kappa\kappa_7}{\kappa_1\eta_1} (\lambda + 2\mu)\lambda_1^4 \right) \Phi_5(x) + \eta(\lambda + 3\mu)\lambda_3^2 \frac{\partial\Phi_9(x)}{\partial x_3} \end{aligned}$$

From these, we get

$$\begin{aligned} 2v(x) &= a_1 \left(\frac{2c}{|x|} + \frac{\partial\Phi_4(x)}{\partial x_3} \right) + a_2 \Phi_5(x) - \eta(\lambda + 3\mu) \frac{\partial\Phi_9(x)}{\partial x_3} + \\ &+ (\lambda + 2\mu)\lambda_3^2 \Phi_8(x), \end{aligned} \quad (2.10)$$

where $(\Delta - \lambda_3^2)\Phi_8(x) = 0$,

$$a_1 = \frac{(\lambda + 2\mu)\gamma_1 - \gamma\eta}{\eta_1(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}, \quad a_2 = \frac{\lambda_1^2(\lambda + 2\mu)}{\eta_1(\lambda_3^2 - \lambda_1^2)} \left(\frac{\gamma_1(\lambda + 2\mu) - \gamma\eta}{\lambda + 2\mu} + \frac{\kappa\kappa_7}{\kappa_1} \lambda_1^2 \right)$$

Substitute the expressions of $\theta(x)$ and $v(x)$, given by (2.6) and (2.10) into (2.1), to obtain

$$\begin{aligned} 3\mu\Delta u(x) + (\lambda + \mu)\operatorname{grad}\operatorname{div}u(x) &= \operatorname{grad}[(\gamma - \eta a_1) \left(2\frac{c}{|x|} + \frac{\partial\Phi_4(x)}{\partial x_3} \right) + \\ &+ (\gamma\lambda_1^2(\lambda + 2\mu) - \eta a_2)\Phi_5(x) + \eta^2(\lambda + 3\mu) \frac{\partial\Phi_9(x)}{\partial x_3} - \\ &- \eta(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2 \Phi_8(x)], \end{aligned} \quad (2.11)$$

which implies

$$u(x) = u_0(x) + \tilde{u}(x), \quad (2.12)$$

(where $u_0(x)$ is a general solution of the Lamé homogeneous equation

$$\mu\Delta u_0(x) + (\lambda + \mu)\operatorname{grad}\operatorname{div}u_0(x) = 0,$$

and $\tilde{u}(x)$ is a particular solution of the nonhomogeneous system

$$(2.11)$$

The solution $u_0(x)$ has the form [8]

$$u_0(x) = \operatorname{grad}\Phi_1(x) + ax_3\operatorname{grad}\Phi_2(x) - e_3\Phi_2(x) + \operatorname{rot}(e_3\Phi_3(x)),$$

where $a = (\lambda + \mu)/(\lambda + 3\mu)$, $\Delta\Phi_j(x) = 0$, $j = 1, 2, 3$.

The particular solution of the system (2.11) will be written as

$$\begin{aligned} 2\tilde{u}(x) &= (\gamma - \eta a_1) \left(\frac{c}{\lambda + 2\mu} \frac{x}{|x|} + \frac{1}{\lambda + 3\mu} x + x_3\operatorname{grad}\Phi_4(x) \right) + \\ &+ a_3\operatorname{grad}\Phi_5(x) - \eta^2 x_3\operatorname{grad}\Phi_9(x) - \eta\operatorname{grad}\Phi_8(x), \end{aligned}$$

where

$$a_3 = \gamma - \frac{\eta}{\lambda_1^2(\lambda + 2\mu)} a_2.$$

Substituting the values of the vectors $u_0(x)$ and $\tilde{u}(x)$ into (2.15), we get

$$\begin{aligned}
 u(x) &= \text{grad}\Phi_1(x) + \alpha x_3 \text{grad}\Phi_2(x) - e_3 \Phi_2(x) + \text{rot}(e_3 \Phi_3(x)) + \\
 &+ (\gamma - \eta a_1) \left(\frac{c}{\lambda + 2\mu} \frac{x}{|x|} + \frac{1}{\lambda + 3\mu} x_3 \text{grad}\Phi_4(x) \right) + \\
 &+ a_3 \text{grad}\Phi_5(x) + \eta^2 x_3 \text{grad}\Phi_9(x) - \eta \text{grad}\Phi_8(x).
 \end{aligned}
 \tag{2.13}$$

Substitute the expressions of $u(x)$, $\theta(x)$ and $v(x)$, given by (2.13), (2.6) and (2.10) respectively, we obtain

$$(\eta^2 - (\lambda + 3\mu)\eta_2) \frac{\partial \Phi_9(x)}{\partial x_3} - \frac{2\mu}{\lambda + 3\mu} \frac{\partial \Phi_2(x)}{\partial x_3} - \frac{\mu \alpha_1}{\lambda + 3\mu} \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} = 0.$$

This equality will be satisfied, if the function $\Phi_9(x)$ is defined in the following form

$$\Phi_9(x) = \frac{\mu}{(\lambda + 3\mu)(\eta^2 - (\lambda + 3\mu)\eta_2)} (2\Phi_2(x) + \alpha_1 \Phi_4(x)),$$

where

$$\alpha_1 = \frac{\gamma \eta_2 - \eta \gamma_1}{\eta_2(\lambda + 2\mu) - \eta^2}.$$

Substituting the value of $\Phi_9(x)$ into (2.10) and (2.13), we get

$$\begin{aligned}
 v(x) &= 2a_1 \frac{c}{|x|} + a_5 \frac{\partial \Phi_2(x)}{\partial x_3} + a_4 \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + a_2 \Phi_5(x) + (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2 \Phi_8(x), \\
 u(x) &= \alpha_1 c \frac{x}{|x|} + \text{grad}\Phi_1(x) + \alpha_2 x_3 \text{grad}\Phi_2(x) - e_3 \Phi_2(x) + \\
 &+ \text{rot}(x \Phi_3(x)) - \alpha_3 x_3 \text{grad}\Phi_4(x) + a_3 \text{grad}\Phi_5(x) - \eta \text{grad}\Phi_8(x),
 \end{aligned}$$

where

$$a_4 = a_1 + \frac{\mu \eta \alpha_3}{\eta^2 - \eta_2(\lambda + 2\mu)}, \quad a_5 = \frac{2\mu \eta}{\eta_2(\lambda + 3\mu) - \eta^2}, \quad \alpha_3 = \frac{\eta_2 \gamma - \eta \gamma_1}{\eta^2 - \eta_2(\lambda + 3\mu)}.$$

Thereby we have proved the first part of the theorem. As to the second part, it is proved by a straightforward verification that the vector $U = (u, w, \theta, v)^T$ represented in form (2.5) is a solution of system (2.1) – (2.4). \square

Denote by Ω^- a half-space $x_3 > 0$, and by $\partial\Omega$ its boundary plane $x_3 = 0$, $\Omega_R := \Omega^- \cap B(O, R)$, where $B(O, R)$ is the ball with center at the origin and radius R . Denote by Σ_R that part of the boundary of the ball $B(O, R)$ which lies in the domain $x_3 > 0$, by $S(O, R)$ the circle with center at the origin and radius R which lies on the plane $x_3 = 0$.

Definition. Assume that in the domain Ω^- , the regular vector $U = (u, w, \theta)^T$ has the property $Z(\Omega^-)$ if it satisfies the following conditions

$$u(x) = O(1), \quad \theta(x) = O(|x|^{-1}), \quad v(x) = O(|x|^{-1}), \quad w(x) = O(|x|^{-2}),
 \tag{2.14}$$

$$\lim_{R \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi R^2} \int_{\Sigma_R} n(x) \cdot u(x) d\Sigma_R = 0,
 \tag{2.15}$$

where $n(x)$ is the external normal unit vector passing at a point $x \in \Sigma_R$ with respect to Ω_R , $R = |x|$

Theorem 2. A solution of system (2.1)–(2.4) which has the property $Z(\Omega^-)$

$$\begin{aligned}
 u(x) &= \text{grad}\Phi_1(x) + \alpha_2 x_3 \text{grad}\Phi_2(x) - e_3 \Phi_2(x) + \text{rot}(e_3 \Phi_3(x)) - \\
 &- \alpha_3 x_3 \text{grad}\Phi_4(x) + a_3 \text{grad}\Phi_5(x) - \eta \text{grad}\Phi_8(x), \\
 w(x) &= \text{grad} \left(\alpha_4 \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + \alpha_5 \Phi_5(x) \right) + \text{rot} \text{rot}(e_3 \Phi_6(x)) + \text{rot}(e_3 \Phi_7(x)), \\
 \theta(x) &= \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + (\lambda + 2\mu) \lambda_1^2 \Phi_5(x), \\
 v(x) &= a_5 \frac{\partial \Phi_2(x)}{\partial x_3} + a_4 \frac{\partial \Phi_4(x)}{\partial x_3} + a_2 \Phi_5(x) + (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2 \Phi_8(x).
 \end{aligned}
 \tag{2.16}$$

Proof. The proof of this theorem follows from Theorem 2.1 the vectors $u(x)$ and $w(x)$ and the functions $\theta(x)$ and $v(x)$ represented by formulas (2.5) satisfy conditions (2.14). If the value of $u(x)$ is substituted from (2.5) into (2.15), then we have $c = 0$. If the value $c = 0$ is used in (2.5), then we obtain equalities (2.16), which completes the proof of the theorem. \square

Remark 2.3. The solution of differential equations (2.1)–(2.4), with have $Z(\Omega^-)$ property, a point at infinity satisfies the following conditions under in vanishes

$$u(x) = O(|x|^{-1}), \quad \theta(x) = O(|x|^{-2}), \quad v(x) = O(|x|^{-2}), \quad w(x) = O(|x|^{-3}),$$

$$\partial_k u(x) = O(|x|^{-2}), \quad k = 1, 2, 3, \tag{2.17}$$

where $\partial_k = \partial/\partial x_k, \quad k = 1, 2, 3$.

3. Statement of the problem. The uniqueness theorem

Problem (III)⁻. Find, in the domain Ω^- , a vector $U = (u, w, \theta, v)^\top$ with property $Z(\Omega^-)$ that in this domain satisfies system (2.1)–(2.4) and on the boundary $\partial\Omega$, the following boundary conditions:

$$\begin{aligned} \{n(y) \cdot u(y)\}^- &= f'_3(y), & \{P^{(1)}(\partial, n)U'(y) - n(n \cdot P^{(1)}(\partial, n)U'(y))\}^- &= f'(y), \\ \{n(y) \cdot w(y)\}^- &= f''_3(y), & \{P^{(2)}(\partial, n)U''(y) - n(n \cdot P^{(2)}(\partial, n)U''(y))\}^- &= f''(y), \\ \{P^{(3)}(\partial, n)U''(y)\}^- &= f'_4(y), & \{P^{(4)}(\partial, n)U'''(y)\}^- &= f''_4(y), \end{aligned} \tag{3.1}$$

where $f' = (f'_1, f'_2, 0)^\top, f'' = (f''_1, f''_2, 0)^\top, f'_j, f''_j, \quad j = 1, 2, 3, 4$ are the functions given on the boundary $\partial\Omega$, $n(y)$ is the external normal unit vector passing at a point $y \in \partial\Omega$, i.e. $n(y) = (o, o, 1)^\top$

Theorem 4. *If Problem (III)⁻ have solution, these solution is unique.*

Proof. The theorem will be proved if we show that the homogeneous $(f'_j = 0, \quad f''_j = 0, \quad j = 1, 2, 3, 4)$ Problem (III)₀⁻ have only trivial solution .

Assume that the vector $U = (u, w, \theta, v)^\top$ is a solution of Problem (III)₀⁻. If we multiply both sides of equality (2.1)–(2.4). by the u, w, θ and v , respectively and integrate over the domain Ω_R , then, using Stoke’s formula and boundary conditions

$$\begin{aligned} \{u(y) \cdot P^{(1)}(\partial, n)U'(y)\}^- &= 0, & \{w(y) \cdot P^{(2)}(\partial, n)U''(y)\}^- &= 0, \\ \{\theta(y)P^{(3)}(\partial, n)U''(y)\}^- &= 0, & \{v(x) \cdot P^{(4)}(\partial, n)U'''(y)\}^- &= 0, \end{aligned}$$

we get

$$\int_{\Sigma_R} u(x) \cdot P^{(1)}(\partial, n)U'(x)d\Sigma_R - \int_{\Omega_R} [E^{(1)}(u, u) - \gamma\theta(x)\text{div}u(x) + \eta v(x)\text{div}u(x)]dx = 0, \tag{3.2}$$

$$\begin{aligned} &\int_{\Sigma_R} w(x) \cdot P^{(2)}(\partial, n)U''(x)d\Sigma_R - \\ &- \int_{\Omega_R} [E^{(2)}(w, w) + \kappa_3 w(x) \cdot \text{grad}\theta(x) + \kappa_2 w^2(x)]dx = 0, \end{aligned} \tag{3.3}$$

$$\int_{\Sigma_R} \theta(x) \cdot P^{(3)}(\partial, n)U''(x)d\Sigma_R - \int_{\Omega_R} [\kappa \text{grad}^2\theta(x) + \kappa_1 w(x) \cdot \text{grad}\theta(x)]dx = 0, \tag{3.4}$$

$$\begin{aligned} &\int_{\Sigma_R} v(x) \cdot P^{(4)}(\partial, n)U'''(x)d\Sigma_R - \int_{\Omega_R} [\eta_1 \text{grad}^2 v(x) + \eta v(x)\text{div}u(x) + \\ &+ \eta_2 v^2(x) - \gamma_1 v(x)\theta(x) - \kappa_7 w(x) \cdot \text{grad}v(x)]dx, \end{aligned} \tag{3.5}$$

where

$$E^{(1)}(u, u) = \frac{3\lambda + 2\mu}{3} (\operatorname{div}u)^2 + \frac{\mu}{2} \sum_{k \neq j=1}^3 \left(\frac{\partial u_k}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_k} \right)^2 + \frac{\mu}{3} \sum_{k,j=1}^3 \left(\frac{\partial u_k}{\partial x_j} - \frac{\partial u_j}{\partial x_k} \right)^2$$

$$E^{(2)}(w, w) = \frac{3\kappa_4 + \kappa_5 + \kappa_6}{3} (\operatorname{div}w)^2 + \frac{\kappa_6 - \kappa_5}{2} (\operatorname{rot}w)^2 +$$

$$+ \frac{\kappa_5 + \kappa_6}{4} \sum_{k \neq j=1}^3 \left(\frac{\partial w_k}{\partial x_j} - \frac{\partial w_j}{\partial x_k} \right)^2 + \frac{\kappa_5 + \kappa_6}{6} \sum_{k,j=1}^3 \left(\frac{\partial w_k}{\partial x_k} - \frac{\partial w_j}{\partial x_j} \right)^2.$$

Passing to the limit on both sides of equalities (3.2)–(3.5) as $R \rightarrow +\infty$ and taking into consideration the asymptotic representations (2.17), we obtain

$$\int_{\Omega^-} [E^{(1)}(u, u) + \gamma\theta(x)\operatorname{div}u(x) + \eta v(x)\operatorname{div}u(x)] dx = 0, \quad (3.6)$$

$$\int_{\Omega^-} [E^{(2)}(w, w) + \kappa_3 w(x) \cdot \operatorname{grad}\theta(x) + \kappa_2 w^2(x)] dx = 0, \quad (3.7)$$

$$\int_{\Omega^-} [\kappa \operatorname{grad}^2 \theta(x) + \kappa_1 w(x) \cdot \operatorname{grad}\theta(x)] dx = 0, \quad (3.8)$$

$$\int_{\Omega^-} [\eta_1 \operatorname{grad}^2 v(x) + \eta v(x)\operatorname{div}u(x) + \eta_2 v^2(x) - \gamma_1 v(x)\theta(x) - \kappa_7 w(x) \cdot \operatorname{grad}v(x)] dx = 0. \quad (3.9)$$

From the equalities (3.7)–(3.8), we get

$$\int_{\Omega^-} \left\{ T_0 E^{(2)}(w, w) + \frac{4T_0 \kappa \kappa_0 - (\kappa_1 + T_0 \kappa_3)^2}{4\kappa} + \frac{1}{4\kappa} [(\kappa_1 + T_0 \kappa_3)w(x) + 2\kappa \operatorname{grad}\theta(x)]^2 \right\} dx = 0. \quad (3.10)$$

Since $E^{(2)}(w, w) \geq 0$, $4T_0 \kappa \kappa_2 > (\kappa_1 + T_0 \kappa_3)^2$, $\kappa > 0$, $T_0 > 0$, from (3.10) we obtained that $w(x) = 0$, $\theta(x) = c = \text{const}$, $x \in \Omega^-$. By asymptotic (2.17) we have $c = 0$, i.e. $\theta(x) = 0$, $x \in \Omega^-$.

Substituting the value of the functions $w(x) = 0$, $\theta(x) = 0$, $x \in \Omega^-$, into (3.6) and (3.9), we obtain

$$\int_{\Omega^-} [E^{(1)}(u, u) + 2\eta v(x)\operatorname{div}u(x) + \eta_1 \operatorname{grad}^2 v(x) + \eta_2 v^2(x)] dx = 0 \quad (3.11)$$

$$E(\tilde{U}, \tilde{U}) = E^{(1)}(u, u) + 2\eta v(x)\operatorname{div}u(x) + \eta_1 \operatorname{grad}^2 v(x) + \eta_2 v^2(x) =$$

$$= \frac{\mu}{2} \sum_{k \neq j=1}^3 \left(\frac{\partial u_k}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_k} \right)^2 + \frac{\mu}{3} \sum_{k,j=1}^3 \left(\frac{\partial u_k}{\partial x_k} - \frac{\partial u_j}{\partial x_j} \right)^2 + \eta_1 \operatorname{grad}^2 v(x) +$$

$$+ \frac{(3\lambda + 2\mu)\eta_2 - 3\eta^2}{3\lambda + 2\mu} v^2(x) + \frac{1}{3(3\lambda + 2\mu)} (3\eta v(x) + (3\lambda + 2\mu)\operatorname{div}v(x))^2,$$

where $\tilde{U} = (u, v)^T$.

Tacking into account that $3\lambda + 2\mu > 0$, $\eta_1 > 0$, $\mu > 0$, $(3\lambda + 2\mu)\eta_2 - 3\eta^2 > 0$, from (3.12) it follows that $E(\tilde{U}, \tilde{U}) \geq 0$, By virtue of this fact, (3.11) implies

$$E(\tilde{U}, \tilde{U}) = 0, \quad x \in \Omega^-.$$

A solution of this equations has the form

$$u(x) = [b \times x] + d, \quad v(x) = 0, \quad x \in \Omega^-,$$

where b u d are any three-dimensional constant vectors. By asymptotic (2.17) we have $b = d = 0$, i.e. $u(x) = 0$, $x \in \Omega^-$. \square

4. Solution of the boundary value problems

If in the boundary conditions (3.1) we assume that $n(y) = (0,0,1)^T$, then these boundary conditions can be rewritten as follows:

$$\begin{aligned} \{u_3(y)\}^- &= f'_3(y), & \{\text{rot}u(y)\}_j^- &= F'_j(y), & j &= 1,2, \\ \{w_3(y)\}^- &= f''_3(y), & \{\text{rot}w(y)\}_j^- &= F''_j(y), & j &= 1,2, \\ \left\{ \varkappa \frac{\partial \theta(y)}{\partial x_3} + \varkappa_1 w_3(y) \right\}^- &= f'_4(y), & \left\{ \eta \frac{\partial v(y)}{\partial x_3} + \varkappa_7 w_3(y) \right\}^- &= f''_4(y), \end{aligned} \tag{4.1}$$

where

$$\begin{aligned} F'_j(y) &= \frac{1}{\mu} (\delta_{2j} f'_1(y) - \delta_{1j} f'_2(y)) + 2 \left(\delta_{1j} \frac{\partial}{\partial y_2} - \delta_{2j} \frac{\partial}{\partial y_1} \right) f'_3(y), \\ F''_j(y) &= \frac{1}{\varkappa_6} (\delta_{2j} f''_1(y) - \delta_{1j} f''_2(y)) + \frac{\varkappa_5 + \varkappa_6}{\varkappa_6} \left(\delta_{1j} \frac{\partial}{\partial y_2} - \delta_{2j} \frac{\partial}{\partial y_1} \right) f''_3(y). \end{aligned}$$

In formulas (4.1) assume the following

$$\left\{ \frac{\partial \varphi(y)}{\partial x_3} \right\}^- = \lim_{\Omega^- \ni x \rightarrow y \in \partial \Omega} \frac{\partial \varphi(y)}{\partial x_3}.$$

A solution of this problem $(III)_0^-$ is sought in form (2.16). Functions $\Phi_j(x)$, $j = 1, 2, \dots, 8$ are represented as follows

$$\begin{aligned} \Phi_j(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-i(\tilde{x}\cdot\xi) - x_3|\xi|} g_j(\xi) d\xi_1 d\xi_2, & j &= 1,2,3,4, \\ \Phi_5(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-i(\tilde{x}\cdot\xi) - x_3\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}} g_5(\xi) d\xi_1 d\xi_2, \\ \Phi_j(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-i(\tilde{x}\cdot\xi) - x_3\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2}} g_j(\xi) d\xi_1 d\xi_2, & j &= 6,7, \\ \Phi_8(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} e^{-i(\tilde{x}\cdot\xi) - x_3\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2}} g_8(\xi) d\xi_1 d\xi_2, \end{aligned} \tag{4.2}$$

where $g_j(\xi)$, $j = 1, 2, \dots, 8$ are the sought functions, $\xi = (\xi_1, \xi_2)^T$, $\tilde{x} = (x_1, x_2)^T$, $x = (x_1, x_2, x_3)$, $|\xi| = \sqrt{\xi_1^2 + \xi_2^2}$.

If the functions $\Phi_j(x)$, $j = 1, 2, \dots, 8$ defined by (4.2) is substituted into (2.16), we obtain

$$\begin{aligned}
 u(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \{ [-e_1 g_1(\xi) - (\alpha_2 x_3 e_1 + e_3) g_2(\xi) + e_2 g_3(\xi) \\
 &\quad + \alpha_3 x_3 e_1 g_4(\xi)] e^{-x_3 |\xi|} - a_3 e_4 g_5(\xi) e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}} + \\
 &\quad + \eta e_6 g_8(\xi) e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2}} \} e^{-i(\bar{x} \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2, \\
 w(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left\{ \alpha_4 |\xi| e_1 g_4(\xi) e^{-x_3 |\xi|} - \alpha_5 e_4 g_5(\xi) e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}} + \right. \\
 &\quad \left. + [(e_5 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2} - \lambda_2^2 e_3) g_6(\xi) + e_2 g_7(\xi)] e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2}} \right\} e^{-i(\bar{x} \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2, \\
 \theta(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left[-|\xi| g_4(\xi) e^{-x_3 |\xi|} + (\lambda + 2\mu) \lambda_1^2 g_5(\xi) e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}} \right] e^{-i(\bar{x} \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2, \\
 v(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left[-|\xi| (a_5 g_2(\xi) + a_4 g_4(\xi)) e^{-x_3 |\xi|} + a_2 g_5(\xi) e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}} + \right. \\
 &\quad \left. + (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2 g_8(\xi) e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2}} \right] e^{-i(\bar{x} \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2,
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

where $e_1 = (i\xi_1, i\xi_2, |\xi|)^\top$, $e_2 = (-i\xi_2, i\xi_1, 0)^\top$, $e_3 = (0, 0, 1)^\top$, $e_4 = (i\xi_1, i\xi_2, \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2})^\top$, $e_5 = (i\xi_1, i\xi_2, \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2})^\top$, $e_6 = (i\xi_1, i\xi_2, \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2})^\top$.

From (4.3) we obtain

$$\begin{aligned}
 \{\text{rot}u(x)\}_j &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} [(\alpha_2 + 1)(i\xi_2 \delta_{1j} - i\xi_1 \delta_{2j}) g_2(\xi) + i\xi_j |\xi| g_3(\xi) - \\
 &\quad - \alpha_3 (i\xi_2 \delta_{1j} - i\xi_1 \delta_{2j}) g_4(\xi)] e^{-i(\bar{x} \cdot \xi) - x_3 |\xi|} d\xi_1 d\xi_2, \quad j = 1, 2, \\
 \{\text{rot}w(x)\}_j &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} [\lambda_2^2 (i\xi_2 \delta_{1j} - i\xi_1 \delta_{2j}) g_6(\xi) + \\
 &\quad + i\xi_j \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2} g_7(\xi)] e^{-i(\bar{x} \cdot \xi) - x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2}} d\xi_1 d\xi_2, \quad j = 1, 2, \\
 \kappa \frac{\partial \theta(x)}{\partial x_3} + \kappa_1 w_3(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} [\alpha_6 |\xi|^2 g_4(\xi) e^{-x_3 |\xi|} + \\
 &\quad + \kappa_1 |\xi|^2 g_6(\xi) e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2}}] e^{-i(\bar{x} \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2, \\
 \eta_1 \frac{\partial v(x)}{\partial x_3} - \kappa_7 w_3(x) &= \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} [(\eta_1 a_5 |\xi|^2 g_2(\xi) + \alpha_7 |\xi|^2 g_4(\xi)) e^{-x_3 |\xi|} - \\
 &\quad - \alpha_8 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2} e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}} g_5(\xi) - \kappa_7 |\xi|^2 e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2}} g_6(\xi) - \\
 &\quad - \eta_1 (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2} e^{-x_3 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2}} g_8(\xi)] e^{-i(\bar{x} \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2,
 \end{aligned} \tag{4.4}$$

where

$$\alpha_6 = \alpha_4 \kappa_1 + \kappa, \quad \alpha_7 = \eta_1 a_4 - \kappa_7 \alpha_4, \quad \alpha_8 = a_2 \eta_1 - \alpha_5 \kappa_7.$$

From (4.3)-(4.4) with boundary conditions (4.1) taken into account we obtain

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left[-|\xi|g_1(\xi) - g_2(\xi) - a_3\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}g_4(\xi) + \right. \\
 & \quad \left. + \eta\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2}g_8(\xi) \right] e^{-i(y \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2 = f_3'(y), \\
 & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left[\alpha_4|\xi|^2g_4(\xi) - \alpha_5\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}g_5(\xi) + |\xi|^2g_6(\xi) \right] e^{-i(y \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2 = f_3''(y), \\
 & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} [\alpha_6|\xi|^2g_4(\xi) + \kappa_1|\xi|^2g_6(\xi)] e^{-i(y \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2 = f_4'(y), \\
 & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left[\eta_1 a_5 |\xi|^2 g_2(\xi) + \alpha_7 |\xi|^2 g_4(\xi) - \alpha_8 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2} g_5(\xi) - \right. \\
 & \quad \left. - \kappa_7 |\xi|^2 g_6(\xi) - \eta_1 (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2} g_8(\xi) \right] e^{-i(y \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2 = f_4''(y), \\
 & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left[(\alpha_2 + 1)(i\xi_2 \delta_{1j} - i\xi_1 \delta_{2j})g_2(\xi) + i|\xi| \xi_j g_3(\xi) - \right. \\
 & \quad \left. - \alpha_3 (i\xi_2 \delta_{1j} - i\xi_1 \delta_{2j})g_4(\xi) \right] e^{-i(y \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2 = F_j'(y), \quad j = 1, 2, \\
 & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \left[\lambda_2^2 (i\xi_2 \delta_{1j} - i\xi_1 \delta_{2j})g_6(\xi) + i\xi_j \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2} g_7(\xi) \right] e^{-i(y \cdot \xi)} d\xi_1 d\xi_2 = \\
 & \quad = F_j''(y), \quad j = 1, 2,
 \end{aligned} \tag{4.5}$$

From equalities (4.5) we have

$$\begin{aligned}
 & i\xi_2(\alpha_2 + 1)g_2(\xi) + i\xi_1|\xi|g_3(\xi) - i\xi_2\alpha_3g_4(\xi) = \hat{F}_1'(\xi), \\
 & - i\xi_1(\alpha_2 + 1)g_2(\xi) + i\xi_2|\xi|g_3(\xi) + i\xi_1\alpha_3g_4(\xi) = \hat{F}_2'(\xi), \\
 & i\xi_2\lambda_2^2g_6(\xi) + i\xi_1\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2}g_7(\xi) = \hat{F}_1''(\xi), \\
 & - i\xi_1\lambda_2^2g_6(\xi) + i\xi_2\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_2^2}g_7(\xi) = \hat{F}_2''(\xi), \\
 & - |\xi|g_1(\xi) - g_2(\xi) - a_3\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}g_5(\xi) + \eta\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2}g_8(\xi) = \hat{f}_3'(\xi), \\
 & \alpha_4|\xi|^2g_4(\xi) - \alpha_5\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2}g_5(\xi) + |\xi|^2g_6(\xi) = \hat{f}_3''(\xi), \\
 & \alpha_6|\xi|^2g_4(\xi) + \kappa_1|\xi|^2g_6(\xi) = \hat{f}_4'(\xi), \\
 & \eta_1 a_5 |\xi|^2 g_2(\xi) + \alpha_7 |\xi|^2 g_4(\xi) - \alpha_8 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_1^2} g_5(\xi) - \kappa_7 |\xi|^2 g_6(\xi) - \\
 & - \eta_1 (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2 \sqrt{|\xi|^2 + \lambda_3^2} g_8(\xi) = \hat{f}_4''(\xi),
 \end{aligned} \tag{4.6}$$

where

$$\begin{aligned}
 & \hat{F}_j'(\xi) = \frac{1}{\mu} (\delta_{2j} \hat{f}_1'(\xi) - \delta_{1j} \hat{f}_2'(\xi)) + 2(i\xi_1 \delta_{2j} - i\xi_2 \delta_{1j}) \hat{f}_3'(\xi), \quad j = 1, 2, \\
 & \hat{F}_j''(\xi) = \frac{1}{\kappa_6} (\delta_{2j} \hat{f}_1''(\xi) - \delta_{1j} \hat{f}_2''(\xi)) + \frac{\kappa_5 + \kappa_6}{\kappa_6} (i\xi_1 \delta_{2j} - i\xi_2 \delta_{1j}) \hat{f}_3''(\xi), \quad j = 1, 2, \\
 & \hat{f}_j'(\xi) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} e^{i(y \cdot \xi)} f_j'(y) dy_1 dy_2, \quad j = 1, 2, 3, 4, \\
 & \hat{f}_j''(\xi) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} e^{i(y \cdot \xi)} f_j''(y) dy_1 dy_2, \quad j = 1, 2, 3, 4.
 \end{aligned} \tag{4.7}$$

A solution of system (4.6) has the form

$$\begin{aligned}
 g_1(\xi) &= \frac{\alpha_{12}}{|\xi|^3} (|\xi|^2 - \lambda_6^2) (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}'(\xi)) - \frac{\alpha_{13}}{|\xi|^3} (|\xi|^2 - \lambda_7^2) (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}''(\xi)) - \\
 &\quad - \frac{\alpha_{14}}{|\xi|} (|\xi|^2 + \lambda_8^2) \hat{f}'_3(\xi) + \frac{\alpha_{15}}{|\xi|} (|\xi|^2 + \lambda_9^2) \hat{f}''_3(\xi) - \\
 &\quad - \frac{\alpha_{16}}{|\xi|^3} (|\xi|^2 + \lambda_{10}^2) \hat{f}'_4(\xi) - \frac{\eta}{\eta_1(\lambda+2\mu)\lambda_3^2|\xi|} \hat{f}''_4(\xi) \\
 g_2(\xi) &= \frac{1}{(\alpha_2+1)|\xi|^2} \left[\frac{1}{\mu} (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}'(\xi)) - \frac{\kappa_1\alpha_3}{\alpha_6\kappa_2} (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}''(\xi)) + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\alpha_3}{\alpha_6} \hat{f}'_4(\xi) \right] + \frac{1}{\alpha_2+1} \left[\frac{\alpha_3\kappa_1}{\kappa\lambda_4^2} \hat{f}''_3(\xi) - 2\hat{f}'_3(\xi) \right], \\
 g_3(\xi) &= \frac{1}{\mu|\xi|^3} (\tilde{e}_2 \cdot \hat{f}'(\xi)), \\
 g_4(\xi) &= -\frac{\kappa_1}{\alpha_6\kappa_2|\xi|^2} (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}''(\xi)) + \frac{\kappa_1}{\kappa\lambda_4^2} \hat{f}''_3(\xi) + \frac{1}{\alpha_6|\xi|^2} \hat{f}'_4(\xi), \\
 g_5(\xi) &= \frac{1}{\alpha_5\sqrt{|\xi|^2+\lambda_1^2}} \left[\frac{\kappa}{\kappa_2\alpha_6} (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}''(\xi)) - \frac{1}{\lambda_4^2} (|\xi|^2 + \lambda_4^2) \hat{f}''_3(\xi) + \right. \\
 &\quad \left. + \frac{\alpha_4}{\alpha_6} \hat{f}'_4(\xi) \right], \\
 g_6(\xi) &= \frac{1}{\kappa_2|\xi|^2} (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}''(\xi)) - \frac{\alpha_6}{\kappa\lambda_4^2} \hat{f}''_3(\xi), \\
 g_7(\xi) &= \frac{1}{\kappa_6|\xi|^2\sqrt{|\xi|^2+\lambda_2^2}} (\tilde{e}_2 \cdot \hat{f}''(\xi)), \\
 g_8(\xi) &= \frac{1}{(\lambda+2\mu)\lambda_3^2\sqrt{|\xi|^2+\lambda_3^2}} \left[\frac{a_5}{\mu(\alpha_2+1)} (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}'(\xi)) - \alpha_9 (\tilde{e}_1 \cdot \hat{f}''(\xi)) - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{2a_5}{\alpha_2+1} |\xi|^2 \hat{f}'(\xi) + \alpha_{11} (|\xi|^2 + \lambda_5^2) \hat{f}''_3(\xi) + \alpha_{10} \hat{f}'_4(\xi) - \frac{1}{\eta_1} \hat{f}''_4(\xi) \right]
 \end{aligned} \tag{4.8}$$

where $\tilde{e}_1 = (i\xi_1, i\xi_2)^\top$, $\tilde{e}_2 = (-i\xi_2, i\xi_1)^\top$, $\hat{f}' = (\hat{f}'_1, \hat{f}'_2)^\top$, $\hat{f}'' = (\hat{f}''_1, \hat{f}''_2)^\top$

$$\begin{aligned}
 \lambda_4^2 &= \frac{\kappa_2\alpha_6}{\kappa(\kappa_5 + \kappa_6)}, \quad \lambda_5^2 = \frac{\kappa\lambda_4^2(a_2\eta_1 - \alpha_2\kappa_7)}{\eta_1(\kappa_1\alpha_1\alpha_5 + \alpha_2\kappa)}, \quad \lambda_6^2 = \frac{(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}{\eta a_5}, \\
 \lambda_7^2 &= \frac{\kappa_1\alpha_3}{(\alpha_2 + 1)\kappa_2\alpha_6\alpha_{13}}, \quad \lambda_8^2 = \frac{\alpha_2 - 1}{(\alpha_2 + 1)\alpha_{14}}, \quad \lambda_9^2 = \frac{1}{\alpha_{15}} \left(\frac{a_3}{\alpha_5} - \frac{\alpha_3\kappa_1}{(\alpha_2 + 1)\kappa\lambda_4^2} + \frac{\alpha_{11}\eta\lambda_5^2}{(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2} \right), \\
 \alpha_9 &= \frac{a_4\kappa_1\alpha_5 + a_2\kappa}{\kappa_2\alpha_5\alpha_6}, \quad \alpha_{10} = \frac{a_1\alpha_5 - a_2\alpha_4}{\alpha_5\alpha_6}, \quad \alpha_{11} = \frac{a_1\kappa_1\alpha_5 + a_2\kappa}{\kappa\alpha_5\lambda_4^2}, \\
 \alpha_{12} &= \frac{\eta a_5}{\mu(\alpha_2 + 1)(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}, \quad \alpha_{13} = \frac{a_3\kappa}{\kappa_2\alpha_5\alpha_6} + \frac{\eta\alpha_9}{(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}, \quad \alpha_{14} = \frac{2\eta a_5}{(\alpha_2 + 1)(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}, \\
 \alpha_{15} &= \frac{a_3}{\alpha_5\lambda_4^2} + \frac{\alpha_{11}\eta}{(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}, \quad \alpha_{16} = \frac{a_3\alpha_4}{\alpha_5\alpha_6} - \frac{\eta\alpha_{10}}{(\lambda + 2\mu)\lambda_3^2}, \quad \lambda_{10}^2 = \frac{\alpha_3}{\alpha_6(\alpha_2 + 1)\alpha_{16}}.
 \end{aligned}$$

Substituting the values of the functions $g_j(\xi)$, $j = 1, 2, \dots, 8$, from (4.8) into (4.3) and taking into account the following equalities (4.7) and

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{|\xi|} e^{-i(\bar{x}-y)\cdot\xi-x_3|\xi|} d\xi_1 d\xi_2 = \frac{1}{r} \\ & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\xi_k \xi_j}{|\xi|^3} e^{-i(\bar{x}-y)\cdot\xi-x_3|\xi|} d\xi_1 d\xi_2 = \frac{\partial^2 \Phi(x, y)}{\partial x_k \partial x_j}, \quad k, j = 1, 2, \\ & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{i \xi_k}{|\xi|^2} e^{-i(\bar{x}-y)\cdot\xi-x_3|\xi|} d\xi_1 d\xi_2 = \frac{\partial^2 \Phi(x, y)}{\partial x_k \partial x_3}, \quad k = 1, 2, \\ & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{|\xi|^2} e^{-i(\bar{x}-y)\cdot\xi-x_3|\xi|} d\xi_1 d\xi_2 = -\frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial x_3}, \\ & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{i \xi_k}{|\xi|^3} e^{-i(\bar{x}-y)\cdot\xi-x_3|\xi|} d\xi_1 d\xi_2 = -\frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial x_k}, \quad k = 1, 2, \\ & \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_j^2}} e^{-i(\bar{x}-y)\cdot\xi-x_3\sqrt{|\xi|^2 + \lambda_j^2}} d\xi_1 d\xi_2 = \frac{e^{-\lambda_j r}}{r}, \quad j = 1, 2, \end{aligned}$$

where $r = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + x_3^2}$, $\Phi(x, y) = x_3 \ln(r + x_3) - r$, we obtain

$$U(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \mathbf{K}(x, y) f(y) dy_1 dy_2, \tag{4.9}$$

where $(u, w, \theta, v)^T f = (f_1', f_2', f_3', f_1'', f_2'', f_3'', f_4', f_4'')^T$.

$$\mathbf{K}(x, y) = \begin{bmatrix} \mathbf{K}^{(1)}(x, y) & \mathbf{K}^{(2)}(x, y) & \mathbf{K}^{(5)}(x, y) & \mathbf{K}^{(6)}(x, y) \\ [0]_{3 \times 3} & \mathbf{K}^{(4)}(x, y) & \mathbf{K}^{(7)}(x, y) & [0]_{3 \times 1} \\ [0]_{1 \times 3} & \mathbf{K}^{(10)}(x, y) & \mathbf{K}^{(13)}(x, y) & 0 \\ \mathbf{K}^{(11)}(x, y) & \mathbf{K}^{(12)}(x, y) & \mathbf{K}^{(15)}(x, y) & \mathbf{K}^{(16)}(x, y) \end{bmatrix}_{8 \times 8}$$

$\mathbf{K}^{(p)}(x, y) = [\mathbf{K}_{ij}^{(p)}(x, y)]_{3 \times 3}$, $p = 1, 2, 4$, $\mathbf{K}^{(p)}(x, y) = [\mathbf{K}_{ij}^{(p)}(x, y)]_{3 \times 1}$, $p = 5, 6, 7$, $\mathbf{K}^{(p)}(x, y) = [\mathbf{K}_{ij}^{(p)}(x, y)]_{1 \times 3}$,

$p = 10, 11, 12$, and $\mathbf{K}^{(p)}(x, y)$, $p = 13, 15, 16$ are scalar functions,

$$\begin{aligned} \mathbf{K}_{ij}^{(1)}(x, y) &= (1 - \delta_{l3})(1 - \delta_{3j}) \left[-\frac{1}{\mu} \delta_{lj} \frac{1}{r} + \alpha_{12} \frac{\partial^2}{\partial x_l \partial x_j} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} + \frac{\alpha_2}{\mu(\alpha_2 + 1)} \frac{\partial^2 r}{\partial x_l \partial x_j} \right] + \\ &+ \delta_{3j}(1 - \delta_{l3}) \left[\frac{\mu}{\lambda + 2\mu} \frac{\partial}{\partial x_l} \frac{1}{r} - \alpha_{14} \lambda_3^2 \frac{\partial}{\partial x_l} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} + \right. \\ &+ \alpha_{14} \frac{\partial^3}{\partial x_l \partial x_3^2} \left(\frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} - \frac{\lambda_3^2 r}{2} \right) + \left. \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} x_3 \frac{\partial^2}{\partial x_l \partial x_3} \frac{1}{r} \right] + \\ &+ \delta_{l3}(1 - \delta_{3j}) \left[\alpha_{12} \frac{\partial^2}{\partial x_j \partial x_3} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} + \frac{\alpha_2}{\mu(\alpha_2 + 1)} x_3 \frac{\partial}{\partial x_j} \frac{1}{r} \right] + \\ &+ \delta_{l3} \delta_{3j} \left[-\frac{\partial}{\partial x_3} \frac{1}{r} + \frac{\lambda + \mu}{\lambda + 2\mu} x_3 \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} \frac{1}{r} + \alpha_{14} \frac{\partial^3}{\partial x_3^3} \left(\frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} - \frac{\lambda_3^2 r}{2} \right) - \right. \\ &\left. - \alpha_{14} \lambda_3^2 \frac{\partial}{\partial x_3} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{K}_{lj}^{(2)}(x, y) &= (1 - \delta_{l3})(1 - \delta_{3j}) \frac{\partial^2}{\partial x_l \partial x_j} (\alpha_{13} \lambda_7^2 r - \Psi_1(r)) + \\
 &+ \delta_{3j}(1 - \delta_{l3}) \left(-\frac{\partial^3 \Psi_2(r)}{\partial x_l \partial x_3^2} + \frac{\partial \Psi_3(r)}{\partial x_l} - \alpha_{17} \left(x_3 \frac{\partial}{\partial x_3} - 1 \right) \frac{\partial}{\partial x_l} \frac{1}{r} \right) - \\
 &- \delta_{l3}(1 - \delta_{3j}) \left(\frac{\partial^2 \Psi_1(r)}{\partial x_l \partial x_3} + \frac{\alpha_3 \kappa_1}{\alpha_6 \kappa_2 (\alpha_2 + 1)} x_3 \frac{\partial}{\partial x_j} \frac{1}{r} \right) + \\
 &+ \delta_{l3} \delta_{3j} \left(\frac{\partial \Psi_3(r)}{\partial x_3} - \frac{\partial^3 \Psi_2(r)}{\partial x_3^3} - \alpha_{17} x_3 \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} \frac{1}{r} \right), \\
 \mathbf{K}_{lj}^{(4)}(x, y) &= (1 - \delta_{l3})(1 - \delta_{3j}) \left(-\frac{1}{\kappa_6} \delta_{lj} \frac{e^{-\lambda_2 r}}{r} + \frac{\partial^2 \Psi_5(r)}{\partial x_l \partial x_j} \right) + \\
 &+ \delta_{3j}(1 - \delta_{l3}) \frac{\partial}{\partial x_l} \left(\frac{\lambda_1^2 - \lambda_4^2}{\lambda_4^2} \frac{e^{-\lambda_1 r}}{r} + \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} (\Psi_7(r) + \alpha_{18} r) \right) + \\
 &+ \delta_{l3}(1 - \delta_{3j}) \frac{\partial^2 \Psi_5(r)}{\partial x_3 \partial x_j} + \delta_{l3} \delta_{3j} \left(-\frac{\partial}{\partial x_3} \frac{1}{r} + \frac{\partial^3 \Psi_7(r)}{\partial x_3^3} + \frac{1}{\lambda_4^2} \frac{\partial \Psi_6(r)}{\partial x_3} + \right. \\
 &\left. + \alpha_{18} x_3 \frac{\partial}{\partial x_3} \frac{1}{r} \right), \\
 \mathbf{K}_{l1}^5(x, y) &= (1 - \delta_{l3}) \left(\frac{\partial \Psi_4(r)}{\partial x_l} + \frac{\alpha_3}{\alpha_6 (\alpha_2 + 1)} \left(x_3 \frac{\partial}{\partial x_3} - 1 \right) \frac{\partial \Phi(x, y)}{\partial x_l} \right) + \\
 &+ \delta_{l3} \left(\frac{\alpha_3}{\alpha_6 (\alpha_2 + 1)} \frac{x_3}{r} + \frac{\partial \Psi_4(r)}{\partial x_3} \right), \\
 \mathbf{K}_{l1}^{(6)}(x, y) &= \frac{\eta}{\eta_1 (\lambda + 2\mu) \lambda_3^2} \frac{\partial}{\partial x_l} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r}, \\
 \mathbf{K}_{l1}^{(7)}(x, y) &= \frac{\alpha_4}{\alpha_6} \frac{\partial}{\partial x_l} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r}, \\
 \mathbf{K}_{1j}^{(10)}(x, y) &= (1 - \delta_{3j}) \frac{\kappa_1}{\alpha_6 \kappa_2} \frac{\partial}{\partial x_j} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} + \\
 &+ \delta_{3j} \frac{\kappa_1}{\kappa \lambda_4^2} \left(\frac{\partial^2}{\partial x_3^2} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} - (\lambda_1^2 - \lambda_4^2) \frac{e^{-\lambda_1 r}}{r} \right), \\
 \mathbf{K}_{1j}^{(11)}(x, y) &= -\frac{a_5}{\mu (\alpha_2 + 1)} (1 - \delta_{3j}) \frac{\partial}{\partial x_j} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} + \\
 &+ \delta_{3j} \frac{2a_5}{\alpha_2 + 1} \left(\lambda_3^2 \frac{e^{-\lambda_3 r}}{r} - \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} \right), \\
 \mathbf{K}_{1j}^{(12)}(x, y) &= (1 - \delta_{3j}) \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\kappa_1 \alpha_3 a_5}{\alpha_6 \kappa_2 (\alpha_2 + 1)} \frac{1}{r} - \frac{a_2 \kappa}{\alpha_5 \alpha_6 \kappa_2} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} + \right. \\
 &\left. + \alpha_9 \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} \right) + \delta_{3j} \left(\Psi_8(r) + \frac{\partial^2}{\partial x_3^2} \Psi_9(r) \right), \\
 \mathbf{K}^{(13)}(x, y) &= -\frac{1}{\alpha_6} \left(\frac{\alpha_4 \kappa_1}{\kappa} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} + \frac{1}{r} \right), \\
 \mathbf{K}^{(15)}(x, y) &= \alpha_{10} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} + \frac{\alpha_4 a_2}{\alpha_5 \alpha_6} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r}, \\
 \mathbf{K}^{(16)}(x, y) &= -\frac{1}{\eta} \frac{e^{-\lambda_3 r}}{r},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Psi_1(r) &= \frac{\kappa a_3}{\alpha_5 \alpha_6 \kappa_2} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} + \frac{\eta \alpha_9}{(\lambda + 2\mu) \lambda_3^2} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r}, \\ \Psi_2(r) &= \frac{a_3}{\alpha_5 \lambda_4^2} \left(\frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} - \frac{1}{2} \lambda_1^2 r \right) + \frac{\eta \alpha_{11}}{(\lambda + 2\mu) \lambda_3^2} \left(\frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} - \frac{1}{2} \lambda_3^2 r \right) \\ \Psi_3(r) &= \frac{a_3 (\lambda_1^2 - \lambda_4^2) e^{-\lambda_1 r} - 1}{\alpha_5 \lambda_4^2} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} + \frac{\eta \alpha_{11} (\lambda_3^2 - \lambda_5^2) e^{-\lambda_3 r} - 1}{(\lambda + 2\mu) \lambda_3^2} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r}, \\ \alpha_{17}(r) &= \frac{a_3 \lambda_1^2}{2 \alpha_5 \lambda_4^2} + \frac{\alpha_{11} \eta}{2(\lambda + 2\mu)} - \frac{\kappa_1 \alpha_3}{\kappa (\alpha_2 + 1) \lambda_4^2}, \\ \Psi_4(r) &= \frac{a_3 \alpha_4}{\alpha_5 \alpha_6} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} - \frac{\eta \alpha_{10}}{(\lambda + 2\mu) \lambda_3^2} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r}, \\ \Psi_5(r) &= \frac{1}{\kappa_2} \frac{e^{-\lambda_2 r} - 1}{r} - \frac{\kappa}{\kappa_2 \alpha_6} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r}, \\ \Psi_6(r) &= \frac{\alpha_6 \lambda_2^2 e^{-\lambda_2 r} - 1}{\kappa \lambda_4^2} \frac{e^{-\lambda_2 r} - 1}{r} + \frac{\lambda_1^2 - \lambda_4^2}{\lambda_4^2} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r}, \\ \Psi_7(r) &= \frac{\alpha_6}{\kappa \lambda_4^2} \left(\frac{e^{-\lambda_2 r} - 1}{r} - \frac{1}{2} \lambda_2^2 r \right) - \frac{1}{\lambda_4^2} \left(\frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r} - \frac{1}{2} \lambda_1^2 r \right), \\ \alpha_{18} &= \frac{\lambda_2^2 \alpha_6 - \kappa \lambda_1^2}{2 \kappa \lambda_4^2}, \\ \Psi_8(r) &= \frac{a_3 (\lambda_1^2 - \lambda_4^2) e^{-\lambda_1 r}}{\alpha_5 \lambda_4^2} \frac{e^{-\lambda_1 r}}{r} - \alpha_{11} (\lambda_3^2 - \lambda_5^2) \frac{e^{-\lambda_3 r}}{r}, \\ \Psi_9(r) &= \alpha_{11} \frac{e^{-\lambda_3 r} - 1}{r} - \frac{a_2}{\alpha_5 \lambda_4^2} \frac{e^{-\lambda_1 r} - 1}{r}. \end{aligned}$$

Let us introduce the generalized thermostress operators

$$\mathbf{P}(\partial, n)U = \begin{bmatrix} \mathbf{T}^{(1)}(\partial, n) & [0]_{3 \times 3} & -\gamma n^T & \eta n^T \\ [0]_{3 \times 3} & \mathbf{T}^{(2)}(\partial, n) & [0]_{3 \times 1} & [0]_{3 \times 1} \\ [0]_{1 \times 3} & \kappa_1 n & \kappa \frac{\partial}{\partial n} & 0 \\ [0]_{1 \times 3} & -\kappa_7 n & 0 & \eta_1 \frac{\partial}{\partial n} \end{bmatrix}_{8 \times 8}$$

where $n = (0,0,1)$ is a normal vector

$$\begin{aligned} \mathbf{T}^{(p)}(\partial, n) &= [\mathbf{T}_{kl}^{(p)}(\partial, n)]_{3 \times 3}, \quad p = 1,2, \\ \mathbf{T}_{kl}^{(1)}(\partial, n) &= \mu \delta_{kl} \frac{\partial}{\partial x_3} + \lambda \delta_{k3} \frac{\partial}{\partial x_l} + \mu \delta_{3l} \frac{\partial}{\partial x_k}, \quad k, l = 1,2,3, \\ \mathbf{T}_{kl}^{(2)}(\partial, n) &= \kappa_6 \delta_{kl} \frac{\partial}{\partial x_3} + \kappa_4 \delta_{k3} \frac{\partial}{\partial x_l} + \kappa_5 \delta_{3l} \frac{\partial}{\partial x_k}, \quad k, l = 1,2,3. \end{aligned}$$

Calculate the stress vector $\mathbf{P}(\partial, n)U$ by (4.9), we have

$$\mathbf{P}(\partial, n)U(x) = \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} L(x, y) f(y) dy_1 dy_2, \tag{4.10}$$

where

$$\mathbf{L}(x, y) = \begin{bmatrix} \mathbf{L}^{(1)}(x, y) & \mathbf{L}^{(2)}(x, y) & \mathbf{L}^{(5)}(x, y) & \mathbf{L}^{(6)}(x, y) \\ [0]_{3 \times 3} & \mathbf{L}^{(4)}(x, y) & \mathbf{L}^{(7)}(x, y) & [0]_{3 \times 1} \\ [0]_{1 \times 3} & \mathbf{L}^{(10)}(x, y) & \mathbf{L}^{(13)}(x, y) & 0 \\ \mathbf{L}^{(11)}(x, y) & \mathbf{L}^{(12)}(x, y) & \mathbf{L}^{(15)}(x, y) & \mathbf{L}^{(16)}(x, y) \end{bmatrix}_{8 \times 8},$$

$$\mathbf{L}^{(p)}(x, y) = [\mathbf{L}_{kj}^{(p)}(x, y)]_{3 \times 3}, \quad p = 1, 2, 3, 4, \quad \mathbf{L}^{(p)}(x, y) = [\mathbf{L}_{kj}^{(p)}(x, y)]_{3 \times 1}, \quad p = 5, 6, 7, 8,$$

$$\mathbf{L}^{(p)}(x, y) = [\mathbf{L}_{kj}^{(p)}(x, y)]_{1 \times 3}, \quad p = 9, 10, 11, 12, \quad \mathbf{L}^{(p)}(x, y), \quad p = 13, 14, 15, 16,$$

are scalar functions,

$$\mathbf{L}_{kj}^{(p)}(x, y) = \sum_{l=1}^3 \mathbf{T}_{kl}^{(1)}(\partial, n) \mathbf{K}_{lj}^{(p)}(x, y) + (\eta \mathbf{K}_{1j}^{(10+p)}(x, y) - \gamma \delta_{2p} \mathbf{K}_{ij}^{(10)}(x, y)) \delta_{k3}, \quad p = 1, 2,$$

$$\mathbf{L}_{kj}^{(4)}(x, y) = \sum_{l=1}^3 \mathbf{T}_{kl}^{(2)}(\partial, n) \mathbf{K}_{lj}^{(4)}(x, y),$$

$$\mathbf{L}_{k1}^{(p)}(x, y) = \sum_{l=1}^3 \mathbf{T}_{kl}^{(1)}(\partial, n) \mathbf{K}_{l1}^{(p)}(x, y) + (\eta \mathbf{K}^{(10+p)}(x, y) - \gamma \delta_{p5} \mathbf{K}^{(13)}(x, y)) \delta_{k3}, \quad p = 5, 6,$$

$$\mathbf{L}_{k1}^{(7)}(x, y) = \sum_{l=1}^3 \mathbf{T}_{kl}^{(2)}(\partial, n) \mathbf{K}_{l1}^{(7)}(x, y),$$

$$\mathbf{L}_{1j}^{(10)}(x, y) = \kappa \frac{\partial}{\partial x_3} \mathbf{K}_{1j}^{(10)}(x, y) + \kappa_1 \mathbf{K}_{1j}^{(4)}(x, y),$$

$$\mathbf{L}_{1j}^{(11)}(x, y) = \eta_1 \frac{\partial}{\partial x_3} \mathbf{K}_{1j}^{(11)}(x, y), \quad \mathbf{L}_{1j}^{(12)}(x, y) = \eta \frac{\partial}{\partial x_3} \mathbf{K}_{1j}^{(12)}(x, y) - \kappa_7 \mathbf{K}_{1j}^{(4)}(x, y),$$

$$\mathbf{L}^{(13)}(x, y) = \kappa \frac{\partial}{\partial x_3} \mathbf{K}^{(13)}(x, y) + \kappa_1 \mathbf{K}_{11}^{(7)}(x, y),$$

$$\mathbf{L}^{(15)}(x, y) = \eta \frac{\partial}{\partial x_3} \mathbf{K}_{1j}^{(15)}(x, y) - \kappa_7 \mathbf{K}_{11}^{(7)}(x, y),$$

$$\mathbf{L}^{(16)}(x, y) = \eta_1 \frac{\partial}{\partial x_3} \mathbf{K}^{(16)}(x, y).$$

From the equations (4.6), we obtained

$$\hat{f}_j'(0) = 0, \quad \hat{f}_j''(0) = 0, \quad j = 1, 2, \quad \hat{f}_4'(0) = 0.$$

If in this equality we use (4.7), then we obtain

$$\iint_{-\infty}^{+\infty} f'_j(y) dy_1 dy_2 = 0, \quad \iint_{-\infty}^{+\infty} f''_j(y) dy_1 dy_2 = 0, \quad j = 1, 2$$

$$\iint_{-\infty}^{+\infty} f'_4(y) dy_1 dy_2 = 0. \tag{4.11}$$

Thus (4.11) provides the convergence of integrals (4.9) and (4.10) if the vector $f(y)$ is smooth. Assume that the functions $f'_3(y), f''_3(y) \in C^{1,\alpha}(\partial\Omega), f'_4(y), f''_4(y), f'_j(y), f''_j(y) \in C^{0,\alpha}(\partial\Omega), j = 1, 2, 0 < \alpha < 1$, then by straight forward verification we establish that the vector $U(x)$ represented in form (4.9) is a solution of system (2.1)-(2.4) in the domain Ω^- . If in the functions $u_3(x)$ and $w_3(x)$ from (4.9), the functions $\{\mathbf{P}^{(1)}(\partial, n)U'(x)\}_j, \{\mathbf{P}^{(2)}(\partial, n)w(x)\}_j, j = 1, 2, \mathbf{P}^{(3)}(\partial, n)U''(x), \mathbf{P}^{(4)}(\partial, n)U'''(x)$ from (4.10) we pass to the limit as $x \rightarrow y \in \partial\Omega (x_3 \rightarrow 0)$ and take into account that the kernels of the integral representation of these functions are equal to zero when and also $x_3 = 0$,

$$\lim_{x \rightarrow y} \frac{1}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\partial}{\partial x_3} \frac{1}{r} f(y) dy_1 dy_2 = -f(y), \quad y \in \partial\Omega,$$

We obtain that the vector $U(x)$ represented in form (4.9) satisfies the boundary conditions (3.1).

If the boundary vector-function, satisfies the conditions

$$|f'_3(y)|, |f''_3(y)| < \frac{A}{1+|y|}, \quad |f'_4(y)|, |f''_4(y)|, |f'_j(y)|, |f''_j(y)| < \frac{A}{1+|y|^2},$$

$$j = 1,2, \quad y \in \partial\Omega, \quad A = \text{const} > 0,$$

then the vector $U(x)$ represented by formula (4.9) is a regular solution of problem (III)⁻ which satisfies the following decay conditions at infinity

$$u_3(x), w_3(x) = O(|x|^{-1}), \quad \partial_k u_3(x), \partial_k w_3(x) = O(|x|^{-2} \ln|x|), \quad k = 1,2,3,$$

$$u_j(x), w_j(x), \theta(x), v(x) = O(|x|^{-1} \ln|x|), \quad j = 1,2,$$

$$\partial_k u_j(x), \partial_k w_j(x), \partial_k \theta(x), \partial_k v(x) = O(|x|^{-2}), \quad k = 1,2,3, \quad j = 1,2, \quad \partial_k = \frac{\partial}{\partial x}$$

Conclusion. Analogous can be treated the IV type boundary value problem for a half-space.

References

1. J. Barber, The solution of elasticity problems for the half-space by the method of Green and Collins, Applied Scientific Research, 40 (1983),135-157.
2. M. Basheleishvili, L. Bitsadze., Explicit solutions of the boundary value problems of the theory of consolidation with double porosity for half-plane, Georgian Mathematical Journal, 19 (2012), 41-48.
3. M. Basheleishvili, L. Bitsadze., Explicit solutions of the boundary value problems of the theory of consolidation with double porosity for half-plane, Buletin of TICMI, 14 (2010), 9-15.
4. D.Burchuladze, M. Kharashvili, K. Skhvitaridze., An effective solution of the Dirichlet problem for a half-space with double porosity, Georgian int. Journal of science and tehnology, Nova Science Publishers, 3 (2011),vol.3 223-232.
5. P.S. Casas, R. Quintanilla, Exponential stability in thermoelasticity with microtemperatures, Internat. J. Eng.Sci., 43 (2005),33-47.
6. L. Giorgashvili, K. Skhvitaridze, M. Kharashvili., Effective solution of the Neumann boundary value problem for a half-space with double porosity, Georgian int. Journal of science and technology, Nova Science Publishers, Inc., (2012),143 - 154.
7. L.Giorgashvili, Sh.ZazaSvili, R.Meladze., About explicit solution method for boundary value problems of elastostatics for half-space. Nova Science Publishers, Inc. Vol. 6, 3 (2014),215 - 224.
8. L. Giorgashvili, D. Metreveli., Problems of Statics of Two-Component Elastic mixtures for Half-Space. Proc. A.Razmadze Math. Inst. Vol.167, (2015),43-61.
9. D.Iesan., Thermoelasticity of bodies with microstructure and microtemperatures, Int.J. Solids and Structures, 44 (2007), 8648–8662.
10. R. Kumar, T. Chadha., Plane problem in micropolar thermoplastic half-space with stretch, Indian J. pure appl. Math., 176 (1986),827 - 842.
11. V. Kupradze, T. Gegelia, M. Basheleishvili and T. Burchuladze, Three-dimensional problems of the mathematical theory of elasticity and thermoelectricity, Nauka, Moscow, 1976.
12. H. Sherief, H. Saleh., A half-space problem in the theory of generalized thermoplastic diffusion. Int. J. of Solids and Structures, 42 (2005),4484-4493.
13. B. Sigh, R. Kumar., Reflection of plane waves from the flat boundary of a micropolar generalized thermoplastic half-space, Int. J. of Engineering Science, 36 (1998),866-890.
14. K.Skhvitaridze, M.Kharashvili., Investigation of the Dirichlet and Neumann Boundary value problems for a half-space filled a viscous incompressible fluid., Mechanics of the continuous environment issues., Published by Nova science Publishers, Inc. New York, (2012),85-98.
15. M. Svanadze., On the linear of thermoelectricity with microtemperatures, Tec. Mechanik, 32, 2-5 (2012), 564–576.

UDC 517

SCOPUS CODE 2610

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-202-219>

**თერმოდრეკადობის წრფივი თეორიის სტატიკის ნახევარსივრცის ამოცანა
მიკროდაჭიმულობის მქონე სხეულისათვის მიკროტემპერატურის გათვალისწინებით**

მაია ხარაშვილი მათემატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: maiabickinashvili@yahoo.com

ქეთევან სხვიტარიძე მათემატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: ketiskhvitardze@yahoo.com

რეცენზენტები:

ლ. გიორგაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: lgiorgashvili@gmail.com

ს. ხარიბეგაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: Kharibegashvili@gmail.com

ანოტაცია. იზოტროპიული მიკროსტრუქტურის მქონე სხეულებისთვის თერმოდინამიკის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემა გადაადგილების ვექტორის, მიკრობრუნვის ვექტორის, მიკროტემპერატურის ვექტორის, მიკროდაჭიმულობისა და ტემპერატურული ცვლილების ფუნქციების მიმართ წარმოდგენილია კომპლექსური მეორე გვარის კერძოწარმოებულიანი დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემით.

მოცემულია თერმოდრეკადობის წრფივი თეორიის სტატიკის შემთხვევა მიკროდაჭიმულობისა და მიკროტემპერატურის გათვალისწინებით. მიღებულია დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ზოგადი ამოხსნის ფორმულა, გამოსახული ოთხი ჰარმონიული და ოთხი მეტაჰარმონიული ფუნქციებით. მიღებული ფორმულა მეტად მოხერხებული და მნიშვნელოვანია მრავალი კერძო ამოცანის ამოსახსნელად კონკრეტული გეომეტრიის მქონე სხეულებისთვის; განხილულია III ტიპის ამოცანა ნახევარსივრცისათვის და დამტკიცებულია ამონახსნის ერთადერთობის თეორემა (ამონახსნები მიღებულია კვადრატურებში).

საკვანძო სიტყვები: თერმოდრეკადობა; მიკროდაჭიმულობა; მიკროტემპერატურა; ფუნქცია; ფურიეს გარდაქმნა.

UDC 517

SCOPUS CODE 2610

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-202-219>

Задача статики линейной теории термоупругости для тел с микрорастяжением с учетом микротемпературы для полупространства

- Майя Харашвили** Департамент математики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: maiabickinashvili@yahoo.com
- Кетеван Схвитаридзе** Департамент математики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: ketiskhvitaridze@yahoo.com

Рецензенты:

Л. Гиоргашвили, профессор факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: lgiorgashvili@gmail.com

С. Харибегашвили, профессор факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: Kharibegashvili@gmail.com

Аннотация. Система дифференциальных уравнений для изотропного микроструктурного упругого тела, выраженной через векторное перемещение, вектор микротемпературы, вектор микровращений, функции микрорастяжений и температуры, представлена системой комплексных уравнений с частными производными второго порядка.

В статье рассмотрен случай статики линейной теории термоупругости с учетом микрорастяжений и микротемпературы. Получена формула представлений общих решений системы дифференциальных уравнений с помощью четырех гармонических и метагармонических функций. Полученная формула является более удобней при решении частных задач для тел конкретной геометрии. В работе рассмотрена задача III –го типа для полупространства. Доказана теорема единственности этой задачи. Решение получено в квадратурах.

Ключевые слова: микротемпература; микрорастяжение; преобразование Фурье; термоупругость; функция.

The date of review 15.01.2021

The date of submission 15.02.2021

Signed for publishing 21.07.2021

UDC 636.082.474

SCOPUS CODE 2710

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-220-231>

ემბრიო-ინკუბატორის კამერაში ტემპერატურის სიზუსტის გაუმჯობესება ფლუქტუაციების შემცირების გზით

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

რეცენზენტები:

ა. კობიაშვილი, სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: anakobia@hotmail.com

თ. ჟორჯოლაძე, ქართულ-ამერიკული რეპროდუქციული კლინიკა „რეპროარტის“ ემბრიოლოგი

E-mail: temiko@hotmail.com

ანოტაცია. ტემპერატურა არის ერთ-ერთი პარამეტრი, რომელიც გავლენას ახდენს ემბრიონის განვითარებაზე, ამიტომ უაღრესად მნიშვნელოვანია ემბრიო-ინკუბატორში ტემპერატურის სტაბილურობის შენარჩუნება. თანამედროვე ინკუბატორებში ტემპერატურის გარკვეული სიზუსტე მიღწეულია, თუმცა ფლუქტუაციები მაინც არ არის აღმოფხვრილი. კვლევის მიზანია ტემპერატურის სიზუსტის გაუმჯობესება ფლუქტუაციების შემცირებით.

თანამედროვე ინკუბატორებში ინფრაწითელი სენსორით ტემპერატურის მართვა არ გამოიყენება. გამათბობელი ელემენტი ჩართულია სასურველი ტემპერატურის მიღწევამდე და ავტომატურად

ითიშება სასურველი მაჩვენებლის მიღწევის შემდეგ. გამათბობელი ელემენტი გათიშვის შემდეგ თბება გარკვეულ ტემპერატურამდე, გაცივებისას კი შებრუნებული პროცესი მიმდინარეობს. შეუსაბამო ტემპერატურამ შესაძლოა უარყოფითად იმოქმედოს ემბრიონზე. გამთბარ ზედაპირსა და სენსორს შორის თბოგადაცემისთვის საჭირო დრო ასევე აფერხებს რეაგირებას. ამ პროცესის უფრო ზუსტი კონტროლისთვის შემუშავდა ახალი პრინციპი, რომელიც გამათბობელი ელემენტისთვის გულისხმობს დენის მიწოდებას სხვადასხვა ტემპერატურაზე სხვადასხვა სიხშირის პულსაციით, ტემპერატურის სენსორად კი გამოიყენებულია ინფრაწითელი სენსორი, რაც თერმოწყვილსა და თერმისტორ-

თან შედარებით ტემპერატურის ცვლილებაზე უფრო სწრაფად რეაგირებს და უფრო სწრაფად აწვდის მონაცემებს მაკონტროლებელ ბლოკს. შედეგად მიღწეულ იქნა, თანამედროვე სისტემებთან შედარებით, ბევრად სტაბილური ტემპერატურა – ნაკლები ფლუქტუაციებით.

საკვანძო სიტყვები: განვიმპულსური მოდულიაცია; გრადიენტი; ემბრიო-ინკუბატორი; ემბრიონის კულტივაცია; ინ ვიტო განაყოფიერება; ინფრაწითელი სენსორი; ტემპერატურის ფლუქტუაცია.

შესავალი

ადამიანის ემბრიონებისთვის საჭირო იდეალური ტემპერატურული მაჩვენებელი კარგად შესწავლილი არ არის, მაგრამ ფიზიოლოგიური და გენეტიკური გადახრების თავიდან ასაცილებლად ემბრიოლოგების უმრავლესობა მიიჩნევს, რომ ყველანაირ ზედაპირს, ხსნარს ან დანადგარს, რომელიც შეხებაშია ემბრიონთან, უნდა ჰქონდეს $37,0^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურა. მიჩნეულია, რომ კულტივირებისთვის საუკეთესოა $37,0^{\circ}\text{C}$ -დან $37,5^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურული შუალედი [1].

ტემპერატურა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პარამეტრია ემბრიო-კულტურისთვის. ინ ვიტო სხეულის შინაგანი ტემპერატურა $37,0^{\circ}\text{C}$ -ია, მაგრამ, ტემპერატურის გაზომვის მეთოდიდან გამომდინარე, ეს მნიშვნელობა შესაძლოა არ იყოს ზუსტი [2].

ადამიანის სხეულის ნორმალური ტემპერატურაა $36,5$ – $37,5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურულ ზღვრებში [3]. ტემპერატურის ცვლილება ასევე გავლენას ახდენს pH-ზე. თავის ემბრიონების გამოყენებით მიმდი-

ნარე კვლევაში, რომელსაც ხშირად იყენებენ ადამიანის ემბრიონების კულტივაციის პირობების შესამოწმებლად, მიტოზური დაყოფა ჩვეულებრივ უფრო ნელა მიმდინარეობს დაბალ ტემპერატურებზე, რაც ტემპერატურის მატებასთან ერთად ჩქარდება. ამ პროცესზე ტემპერატურის $0,5^{\circ}\text{C}$ -ის სხვაობას მნიშვნელოვანი გავლენის მოხდენა შეუძლია [2].

ემბრიონის განვითარება და მისი მეტაბოლური აქტივობა 5 – 10% -ით იცვლება ტემპერატურის $0,5^{\circ}\text{C}$ – $1,0^{\circ}\text{C}$ ცვლილებისას (მომატება ან დაკლება) [4].

ძირითადი ნაწილი

ინ ვიტო განაყოფიერების კლინიკების ემბრიო-ინკუბატორში მოთავსებული ემბრიონის განვითარებისთვის აუცილებელია მასზე მოქმედი სხვადასხვა პარამეტრის სიზუსტე და კონტროლი. აღნიშნული პარამეტრებიდან ერთ-ერთია ტემპერატურა. ინკუბატორებს, რომლებიც გამოიყენება ინ ვიტო განაყოფიერების კლინიკებში, შესაძლებლობა აქვს აკონტროლოს სხვადასხვა პარამეტრი, რათა არ მოხდეს მათი გადახრა მითითებული წერტილებიდან, რადგან მათი კონტროლის სიზუსტე აისახება ემბრიონის განვითარებაზე. რაც უფრო ზუსტია პარამეტრების კონტროლი და რაც უფრო ნაკლებია ფლუქტუაციები, მით უკეთესი შედეგი მიიღწევა ემბრიონის განვითარების თვალსაზრისით, ხოლო ფლუქტუაციები უარყოფით გავლენას ახდენს ემბრიონებზე [5].

კვლევის მიზანია ტემპერატურის რეგისტრაციისა და გამათბობელი სისტემის გათბობის კონტროლის ახალი, დღეისთვის ემბრიო-ინკუბატორებში გამოყენებული სისტემისგან განსხვავებული, სის-

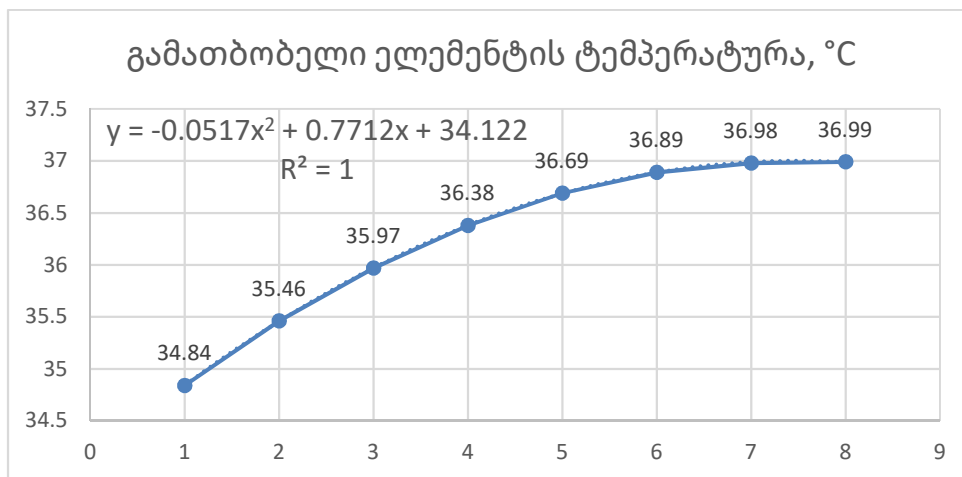
ტემის შექმნა, რომელსაც ექნება ტემპერატურული ცვლილების უფრო სწრაფი და ზუსტი დაფიქსირების უნარი, რომელიც სიგნალს გადასცემს ტემპერატურის მაკონტროლებელ ბლოკს, ხოლო გამათბობელი ელემენტი კამერას სითბოს მიაწვდის უფრო ზუსტად და ნაკლები ფლუქტუაციებით, რაც უზრუნველყოფს ინკუბატორის კამერაში სტაბილური ტემპერატურული რეჟიმის შექმნას.

მასალები და მეთოდები. ტემპერატურა კონტროლდება თანამედროვე ემბრიო-ინკუბატორებში გამოყენებულ თბოგადაცემაზე დაფუძნებული სენსორებით – თერმისტორი და თერმოწყვილი. გამათბობელი ელემენტის კვების მიწოდებისთვის გამოყენებულ იქნა ორი ტიპის ჩამრთველი – მაგნიტური რელე და ნახევარგამტარული ჩამრთველი, რომელიც ორი ველის ტრანზისტორისგან შედგება. ტემპერატურის სტაბილურობა შემოწმდა სხვადასხვა კომბინაციით: თერმისტორი – მაგნიტური რელე; თერმისტორი – ნახევარგამტარული ჩამრთველი; თერმოწყვილი – მაგნიტური რელე; თერმოწყვილი – ნახევარგამტარული ჩამრთველი. კვლევაში გამოყენებული სისტემები საჭირო იყო იმისათვის, რომ მათ მიერ მიღებული მონაცემების შედარება მომხდარიყო კვლევისთვის საგანგებოდ შექმნილი ინფრაწითელი პიროსენსორისა და ნახევარგამტარული ჩამრთველის კომბინაციის სისტემის მიერ მიღებულ მონაცემებთან. მსგავსი სისტემები ემბრიო-ინკუბატორებში არ გამოიყენება. დამატებითი ინფორმაციისთვის ასევე მოხდა ინფრაწითელი პიროსენსორის და მაგნიტური რელეს სისტემის გამოყენებაც. ნახევარგამტარულ ჩამრთველს დენი მიე-

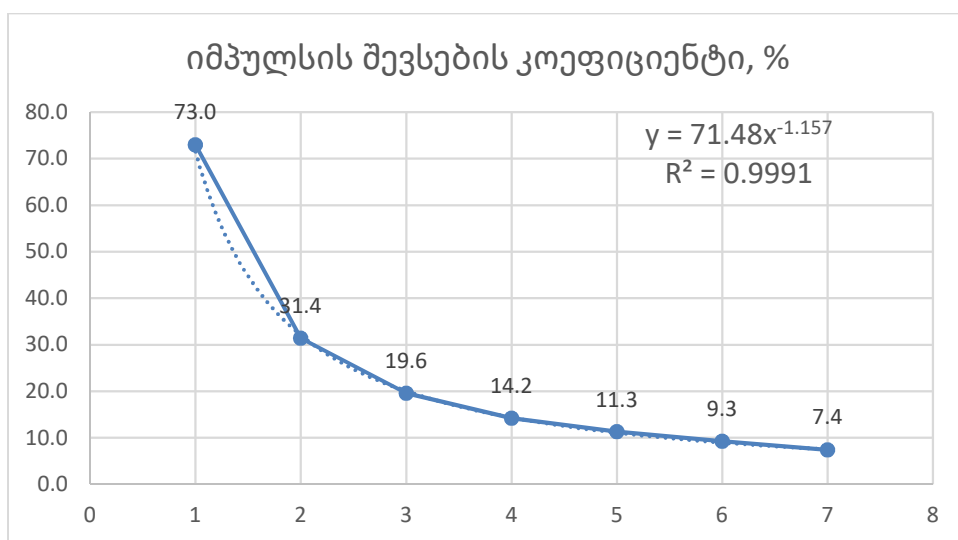
წოდა განივიმპულსური მოდულაციით და სხვადასხვა იმპულსის შევსების კოეფიციენტით, გრადიენტით – ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით. საკვლევი ტემპერატურა იყო 37,00°C. თერმისტორი და თერმოწყვილი პირდაპირ კონტაქტშია გამთბარ ზედაპირთან, ხოლო არსებული სივრცე შევსებულია თერმოპასტით.

ობიექტის ტემპერატურა გაიზომა რეალურ დროში. მონაცემები იწერებოდა სისტემის ლოგერის მიერ ყოველ 3 წამში. სისტემა ასევე აღჭურვილი იყო დამატებითი სენსორით, რომელიც პარალელურად იწერდა გარემოს ტემპერატურას. თითოეული სისტემისთვის გაკეთდა 5500 ჩანაწერი, რომელშიც დაფიქსირდა ფლუქტუაციისას მიღებული ყველაზე მაღალი და დაბალი ტემპერატურის მნიშვნელობები.

ტემპერატურის სხვადასხვა მნიშვნელობის და მათი შესაბამისი მეანდრის სიგნალის იმპულსის შევსების კოეფიციენტები განისაზღვრა ექსპერიმენტულად, მრავალჯერადი გაზომვის შედეგად. ტემპერატურის მნიშვნელობები და მათი შესაბამისი იმპულსის შევსების კოეფიციენტები იმგვარად შეირჩა, რომ საკვლევ ტემპერატურაზე მიღწეულ იქნა ტემპერატურის კონტროლის სიზუსტე, დაბალი ფლუქტუაციებით. განივიმპულსური მოდულაციის სიგნალის იმპულსის შევსების კოეფიციენტები და გამათბობელ ელემენტზე მოდებული სიმძლავრეები გაიზომა Hantek 2D42 ოსცილოსკოპ-მულტიმეტრით. მოცემულ შემთხვევაში საკვლევი ტემპერატურა იყო 37,0°C. მიღებული მონაცემები დამუშავდა Excel-ის ტრენდის ხაზის ფუნქციით და შესწორდა Excel-ის მიერ გამოყვანილი ფორმულით (სურ. 1ა, 1ბ).



სურ. 1ა. ტემპერატურის მნიშვნელობების გრაფიკი, რომელზეც ხდება სიმპლაგრების ცვლილება



სურ. 1ბ. გამათბობელი ელემენტის ჩართვის გრაფიკი სხვადასხვა იმპულსის შევსების კოეფიციენტებით

მაკონტროლებელი ბლოკი ისეა დაპროგრამებული, რომ ტემპერატურის შესაბამის მნიშვნელობაზე გამათბობელს გრადიენტით მიეწოდოს შესაბამისი იმპულსის შევსების კოეფიციენტის განივიმპულსური მოდულაციის სიგნალი.

ექსპერიმენტული კამერა შედგება 1,3 მმ სისქის ალუმინის კორპუსისგან, გარემოსგან იზოლირებულია 13 მმ სისქის პოლიურეთანის ქაფ-პლასტის ფილებით, კამერის მოცულობა – 500 სმ³, ინფრა-

წითელი სენსორი განთავსებულია 10 მმ დამორებით და გარემოსგან იზოლირებულია ქაფ-პლასტით.

გამათბობელ ელემენტად გამოიყენეს 12-ვოლტიანი, 60-ვატიანი PTC გამათბობელი. გამათბობელი ელემენტის გათბობის ზედაპირის ფართობია 22,34 სმ².

გამათბობელ ელემენტზე მოდებული იყო 11,0 ვოლტი მუდმივი დენი.

გამათბობელი ელემენტის კვების წყარო – 2-ამპერიანი კვების ბლოკი KLY-2402000, 3–24 ვ რეგულირებადი პოტენციომეტრით.

მაკონტროლებლად გამოყენებულ იქნა Mega2560pro, PWM სიგნალით გამათბობელი ელემენტის ჩამრთველად კი – GA6L1K მეტალის ოქსიდის ველის ტრანზისტორების ბაზაზე მომუშავე ტრიგერი, მაგნიტური რელე – JQC-3FF-S-Z, ინფრაწითელი სენსორი – MLX90616, თერმოწყვილი – TP-01, თერმისტორის მოდელი – 55000.

მიღებული მეანდრის იმპულსის შევსების კოეფიციენტები და მათი გამოსახულება ოსცილოსკოპზე მოცემულია მე-2 სურ-ზე:

ტემპერატურა<34,84°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 73%;

ტემპერატურა<35,46°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 31.4%;

ტემპერატურა<36,97°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 19.6%;

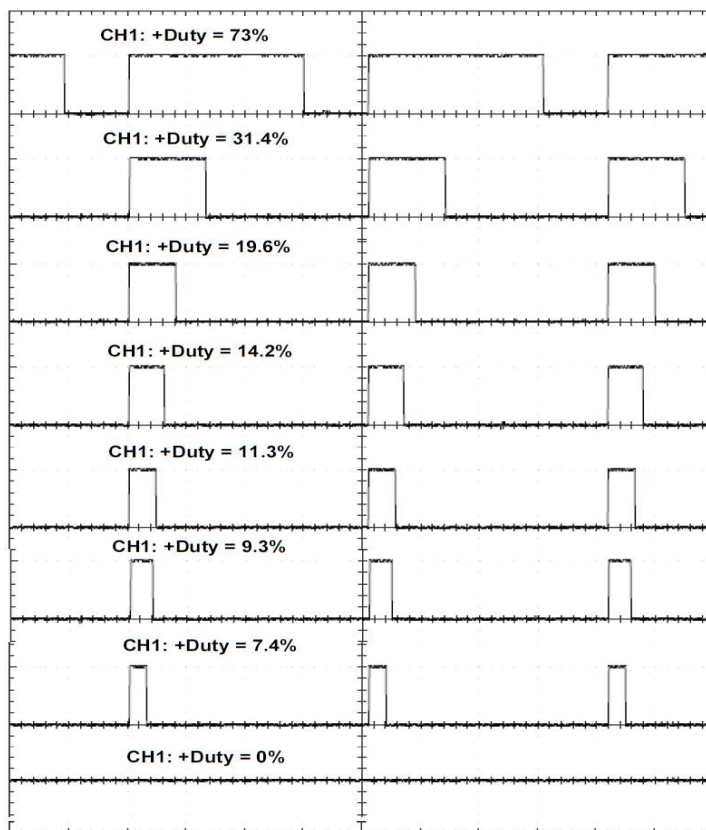
ტემპერატურა<36,38°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 14.2%;

ტემპერატურა<36,69°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 11.3%;

ტემპერატურა<36,89°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 9.3%;

ტემპერატურა<36,98°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 7.4%;

ტემპერატურა<36.99°C, PWM იმპულსის შევსების კოეფიციენტი – 0%.



სურ. 2. იმპულსის გამოსახულება სხვადასხვა შევსების კოეფიციენტის მნიშვნელობისას

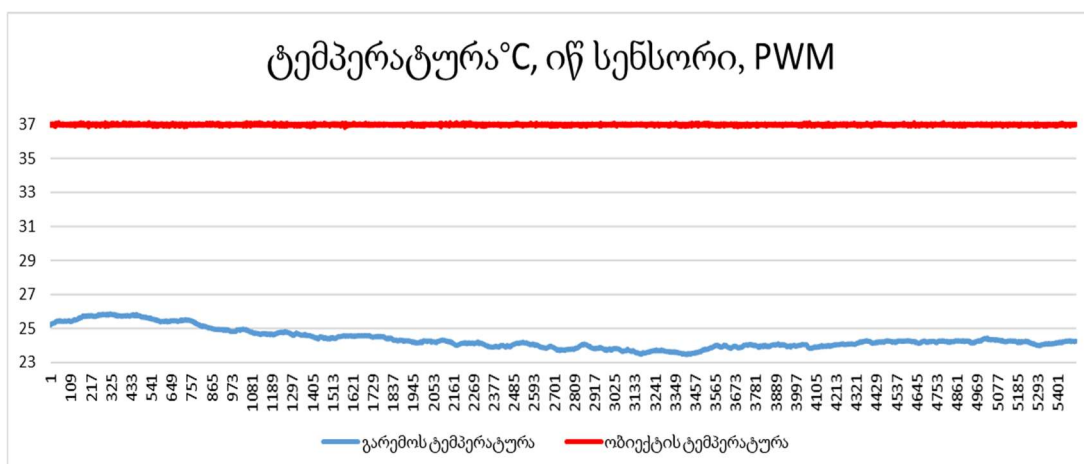
თერმისტორისა და მაგნიტური რელეს გამოყენებით აღინიშნა ყველაზე მაღალი ფლუქტუაციები როგორც 37,00°C ზემოთ, ისე მის ქვემოთ, ვიდრე თერმისტორისა და ნახევარგამტარული ჩამრთველის გამოყენების შემთხვევაში, სადაც დენის მიეწოდა განვიმპულსური მოდულაციით, გრადიენტით – ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით.

თერმოწყვილისა და მაგნიტური რელეს გამოყენებით აღინიშნა უფრო მაღალი ფლუქტუაციები, ვიდრე თერმოწყვილისა და ნახევარგამტარული ჩამრთველის გამოყენების შემთხვევაში, მაგრამ ეს იყო უფრო ნაკლები ფლუქტუაციები, ვიდრე თერმისტორის დროს. ინფრაწითელი პიროსენსორის და

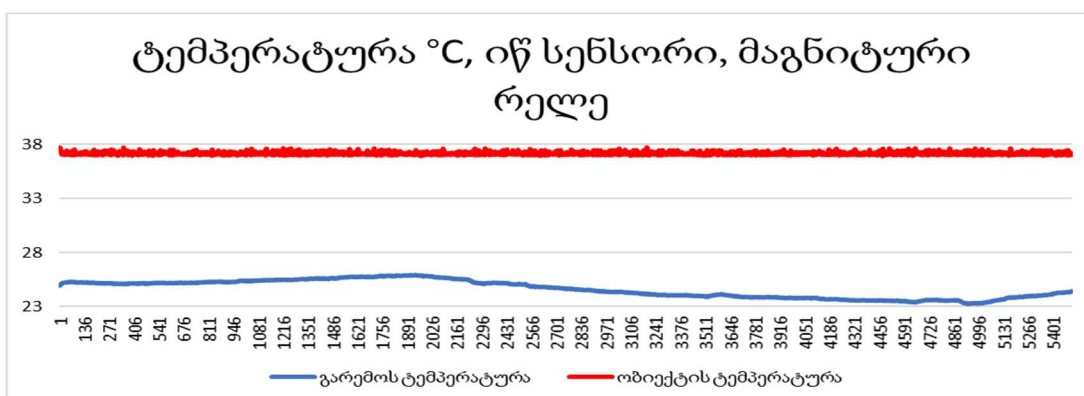
მაგნიტური რელეს შემთხვევაში უფრო მაღალი ფლუქტუაციები დაფიქსირდა, ვიდრე ნახევარგამტარული ჩამრთველის გამოყენების შემთხვევაში. ინფრაწითელი პიროსენსორის კომბინაციით ნახევარგამტარულ ჩამრთველთან, რომელიც გამათბობელ ელემენტს სიგნალს აწვდიდა განვიმპულსური მოდულაციით და გრადიენტით – ტემპერატურაზე დამოკიდებულებით, ყველაზე ზუსტი ტემპერატურის კონტროლი და დაბალი ფლუქტუაციები აჩვენა თერმისტორისა და თერმოწყვილთან შედარებით (ცხრილი). ობიექტის და გარემოს ტემპერატურები მოცემულია გრაფიკებზე (სურ. 3, ა, ბ, გ, დ, ე, ვ).

საკვლევი ობიექტის და გარემოს ტემპერატურები, თითოეული სენსორისთვის აღებულია 5500 წერტილი. გაზომვებს შორის ინტერვალი 3 წმ

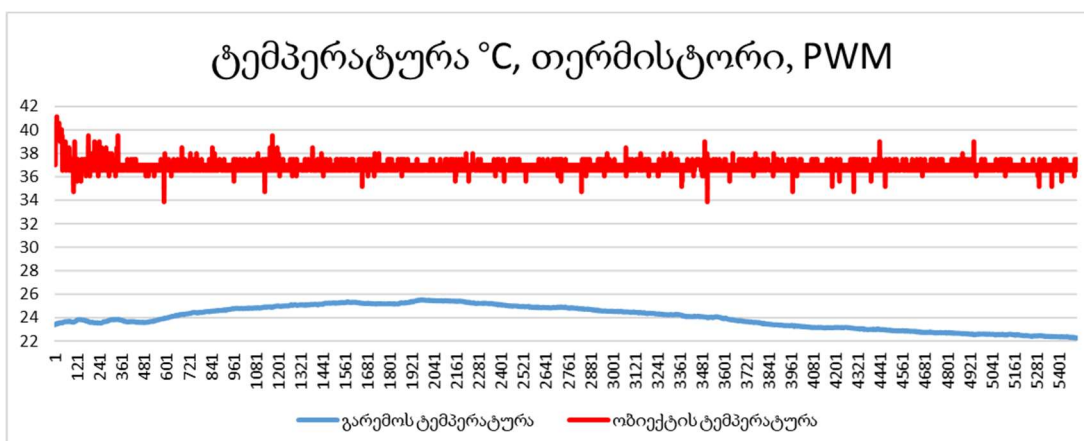
ტემპერატურის კონტროლის სისტემა	საკვლევი ობიექტის ტემპერატურა, °C			გარემოს ტემპერატურა, °C		
	საშუალო მნიშვნელობა	ფლუქტუაციის მინიმუმი	ფლუქტუაციის მაქსიმუმი	საშუალო მნიშვნელობა	ფლუქტუაციის მინიმუმი	ფლუქტუაციის მაქსიმუმი
იწ სენსორი - ნახევარგამტარული ჩამრთველი	36,98	36,81	37,11	24,37	23,45	25,87
იწ სენსორი - მაგნიტური რელე	37,16	36,89	37,71	25,93	23,23	24,63
თერმისტორი - ნახევარგამტარული ჩამრთველი	36,98	33,87	41,12	24,06	22,27	25,55
თერმისტორი - მაგნიტური რელე	38,18	34,29	41,68	24,92	23,17	26,17
თერმოწყვილი - ნახევარგამტარული ჩამრთველი	36,98	36,00	37,75	24,21	22,23	26,09
თერმოწყვილი - მაგნიტური რელე	37,75	36,50	39,25	24,62	22,81	26,25



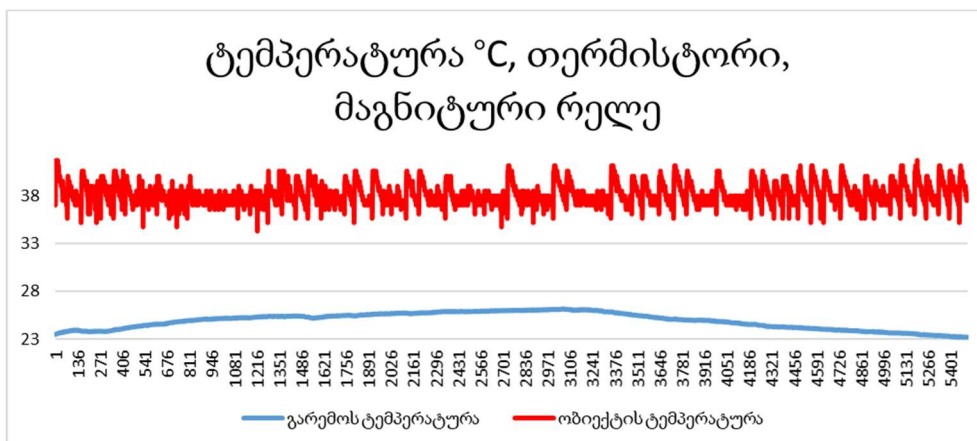
(ა)



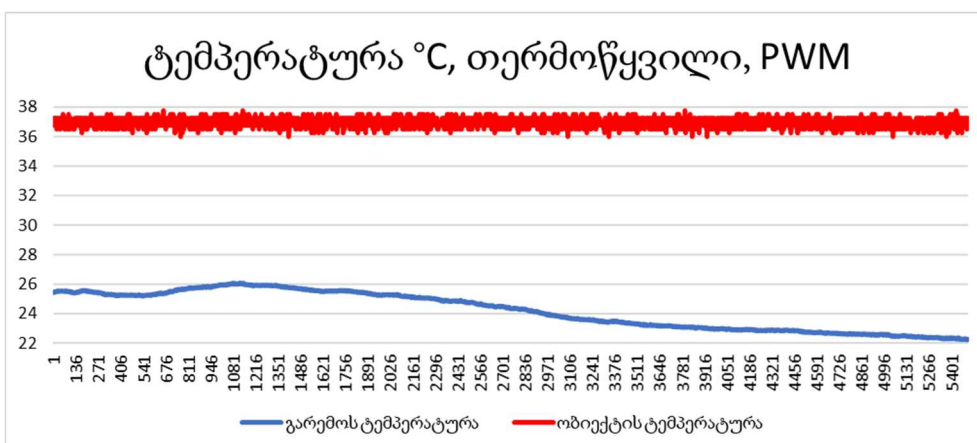
(ბ)



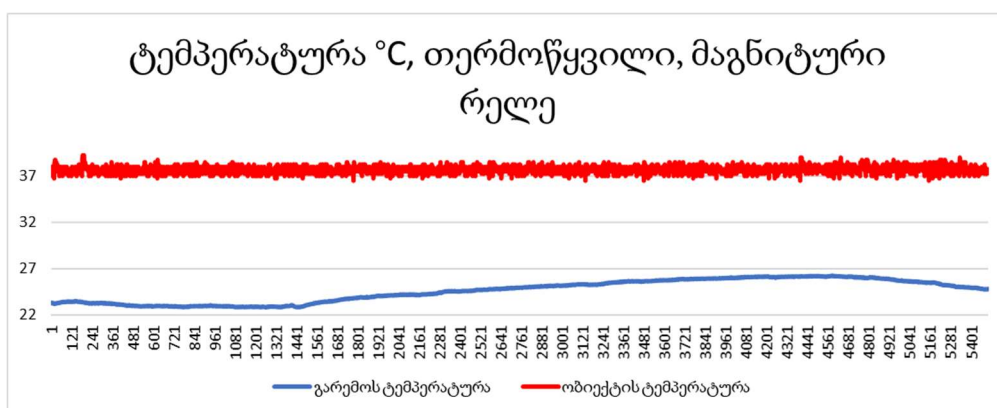
(გ)



(ა)



(ბ)



(გ)

სურ. 3. ობიექტის და გარემოს ტემპერატურების გრაფიკები

მე-3 სურ-ზე წარმოდგენილია 5500 გაზომვის შედეგად მიღებული საკვლევი ობიექტის (ზედა მრუ-

დი) და გარემოს (ქვედა მრუდი) ტემპერატურის ცვლილების გრაფიკული გამოსახულება. გაზომ-

ვებს შორის ინტერვალი 3 წამს შეადგენს. (ა) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია ინფრაწითელი სენსორით; გამათბობელ ელემენტს კვება მიეწოდებოდა PWM კონტროლით. (ბ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია ინფრაწითელი სენსორით, გამათბობელი ელემენტისათვის კვების მიწოდება გაკონტროლდა მაგნიტური რელეით. (გ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელ ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (დ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტისათვის კვების მიწოდება გაკონტროლდა მაგნიტური რელეით. (ე) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელ ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (ვ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (გ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (დ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (ე) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (ვ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (გ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (დ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (ე) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით. (ვ) გრაფიკზე გამოსახულია საკვლევი ობიექტის ტემპერატურის ცვლილება, რომელიც გაზომილია თერმისტორით; გამათბობელი ელემენტს კვება მიეწოდა PWM კონტროლით.

კვლევის ჩატარების საჭიროება გამოწვეულია თანამედროვე ემბრიო-ინკუბატორებში გამოყენებული ტემპერატურის კონტროლის ხარვეზების შესასწავლად და კონტროლის გაუმჯობესებული სისტემის შესაქმნელად. ემბრიოლოგიაში არსებობს კვლევები სხვადასხვა ინკუბატორით, როდესაც ხდება ტემპერატურის და სხვა პარამეტრების გავლენის შესწავლა ემბრიონების განვითარებაზე [2, 3, 5]. საჭიროა თვით ინკუბატორების სენსორების,

მათი ტემპერატურისა და სხვა პარამეტრების კონტროლის სისტემების უფრო ღრმად შესწავლა. ინკუბატორის კამერაში ტემპერატურის გაზომვის პროცესი ხანმოკლეა და მკაფიო სურათს არ იძლევა გამათბობელი ელემენტის მიერ გამოცემული სითბოს სტაბილურობის ან ტემპერატურის სენსორის მოქმედების დროის შესახებ. ტემპერატურის მოქმედების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს, ვინაიდან სენსორის მიერ გადაცემული ტემპერატურით ხდება გამათბობელი ელემენტის ჩართვა ან გამორთვა. დაგვიანებული რეაქციის გამო, გამათბობელი ელემენტის ტემპერატურა შეიძლება ბევრად გადასცდეს მითითებული ტემპერატურის მნიშვნელობას. ასევე შეიძლება ითქვას გამათბობელ ელემენტზეც. თუ გამათბობელი ელემენტი, მაგალითად, საჭიროზე მეტ სითბოს მიაწვდის კამერას, სენსორის მიერ დროულად გადაცემული ინფორმაციის მიუხედავად, გამათბობელი ინერციით გადახურდება. მაგიდის ინკუბატორში, რომლის კამერის ანალოგი დაამზადეს და გამოიყენეს კვლევაში, ემბრიონებს აქვთ პირდაპირი კონტაქტი გამთბარ ზედაპირთან. ემბრიონი მოთავსებულია პეტრის ჯამში რამდენიმე მიკროლიტრ სპეციალურ ხსნარის წვეთში, ხოლო ზემოდან დამატებული აქვს სპეციალური ზეთი, რათა ხსნარი არ აორთქლდეს. აღნიშნული უმცირესი რაოდენობის წვეთი ძალიან მგრძობიარეა ტემპერატურის ცვლილების მიმართ. ფლუქტუაციების გავლენა ემბრიონის განვითარებაზე კარგად არ არის შესწავლილი, ამიტომ სამომავლოდ საჭიროა ემბრიონის განვითარებაზე ფლუქტუაციების გავლენის შესწავლა.

როგორც კვლევამ აჩვენა, თერმოწყვილსა და თერმისტორს აქვს მაღალი ფლუქტუაციები ინფრა-

წითელ სენსორთან შედარებით, ვინაიდან თბოგადაცემა დროში შედარებით აგვიანებს. ინფრაწითელი სენსორის უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ იგი არ მუშაობს თბოგადაცემის პრინციპით და ინფრაწითელი სპექტრის გაზომვა გაცილებით სწრაფად ხდება, რაც მის სისწრაფეს განაპირობებს.

რაც შეეხება გამათბობელ ელემენტს, აღნიშნულ კვლევაში გამოყენებული ორი სახის ჩამრთველის შედარებით აშკარად გამოიკვეთა განივიმპულსური მოდულაციის სიგნალით (PWM) მართვადი ნახევარგამტარული ჩამრთველის უპირატესობა მაგნიტურ რელესთან შედარებით. ნახევარგამტარულ ჩამრთველს შეიძლება მიეწოდოს სხვადასხვა იმპულსის შევსების კოეფიციენტის მიენდრული სიგნალი და ანალოგური სიგნალის მსგავსად ეტაპობრივად დააკლდეს ან მოემატოს მიწოდებული სიგნალი, რის გამოც აღარ მოხდება ზედმეტი ენერჯის მიწოდება, როგორც ეს ხდება მაგნიტური რელეს შემთხვევაში. შესაბამისად, ნაკლებად მოხდება ზედმეტად გადახურება ან გაცივება. ეს ყოველივე ფლუქტუაციებს შეამცირებს.

ზოგიერთ ინკუბატორს აქვს მონაცემების უწყვეტ რეჟიმში ჩაწერის ფუნქცია ე. წ. ლოგერი. მათი დადებითი მხარეა მონაცემებზე დაკვირვების შესაძლებლობა და რეჟიმის დარღვევის გამოვლენა. თანამედროვე ინკუბატორები საკმაოდ დიდი სიზუსტით ხასიათდება [5], თუმცა გაკეთებულ ანათვლებს შორის ინტერვალი რამდენიმე წუთს შეადგენს და ეს მათი უარყოფითი მხარეა. აღნიშნულ კვლევაში გამოყენებულ იქნა 3-წამიანი ინტერვალი, რაც უფრო კარგი დაკვირვების შესაძლებლობას იძლეოდა.

კვლევების მიზანია ინკუბატორის გაუმჯობესებული მოდელის შექმნა, ამიტომ საჭიროა ყველა იმ

დადებითი და უარყოფითი მხარის შესწავლა, რაც თანამედროვე ინკუბატორებს აქვს. ეს კვლევა ეხება მხოლოდ ერთ კომპონენტს, რაც ტემპერატურის ფლუქტუაციების შესწავლით შემოიფარგლება. შემდეგი კვლევა უნდა ჩატარდეს გაზების მიწოდების სისტემის გაუმჯობესების მიმართულებით.

დასკვნა

ემბრიო-ინკუბატორების კამერებში გამათბობელი ელემენტის ტემპერატურის დასაფიქსირებლად ტემპერატურის სენსორი უნდა იყოს უკონტაქტო, გამთბარი სხეულის მიერ გამოსხივებულ ინფრაწითელ სპექტრზე დაფუძნებული, ვინაიდან ინფრაწითელი სენსორი სპექტრის ცვლილებაზე რეაგირებს უფრო სწრაფად, ვიდრე თბოგადაცემის შემთხვევაში – რაც უფრო სწრაფად აწვდის სიგნალს მაკონტროლებელ ბლოკს, უფრო სწრაფად ხდება რეაგირება გამახურებელი ელემენტისთვის დენის მიწოდება/გათიშვისას.

კვლევებით ასევე გამოიკვეთა თერმოწყვილის უპირატესობა თერმისტორულ სენსორთან შედარებით.

მითითებული ტემპერატურის და მისი კონტროლის სიზუსტისთვის აუცილებელია ნახევარგამტარული ჩამრთველის გამოყენება, ვინაიდან აღნიშნულ ჩამრთველს უნარი აქვს მისი ჩართვა/გამორთვისას მიწოდებული განივიმპულსური მოდულაციის სიგნალით გამათბობელი ელემენტის კვება ჩართოს და გამორტოს შესაბამისი სიხშირით და იმპულსის შევსების კოეფიციენტით. ასევე შესაძლებელია გრადიენტით გაიზარდოს და შემცირდეს იმპულსის შევსების კოეფიციენტი ტემპერატურის მატებისა და კლების მიხედვით.

მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე ინკუბატორები ზუსტი დანადგარებია, მათ მცირე ხნით, მაგრამ მაინც აქვს ფლუქტუაციები, რომელმაც შესაძლოა მიაღწიოს ემბრიონისთვის სახიფათო ტემპერატურებს, რაც ასევე დადასტურდა კვლევით. ამიტომ, თანამედროვე ინკუბატორებში საჭიროა კონტაქტური სენსორებისა და მაგნიტური რელეების ჩანაცვლება უკონტაქტო სენსორით და განივიმპულსური მოდულაციის სიგნალის მაკონტროლებელი ჩამრთველით.

ლიტერატურა

1. Kimball O. Pomeroy, Michael L. Reed. pH, Temperature, and Light. Textbook of Assisted Reproduction. August 2020. 10: 683-692. DOI: 10.1007/978-981-15-2377-9_76 (In English).
2. Emily A. Walters, Jessica L. Brown, Rebecca Krisher, Steve Voelkel, Jason E. Swain. Impact of a Controlled Culture Temperature Gradient on Mouse Embryo Development and Morphokinetics. RBMO Reproductive BioMedicine Online, VOLUME 40, ISSUE 4, P494-499, APRIL 01, 2020. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2019.12.015> (In English).
3. Mohammad Shahidul Islam, Ali F., Almutairi, Gan Kok Beng, Norbahiah Misran, Nowshad Amin. Monitoring of the Human Body Signal through the Internet of Things (IoT) Based LoRa Wireless Network System. Appl. Sci. 2019, 9(9), p10. 1884; <https://doi.org/10.3390/app9091884> (In English).
4. De Munck Neelke, Janssens Ronny, Santos-Ribeiro Samuel, Tournaye Herman, Van de Velde Hilde, Verheyen Greta. The Effect of Different Temperature Conditions on Human Embryos in vitro: Two Sibling studies. RBMO Reproductive BioMedicine Online Volume 38, Issue 4, April 2019, Pages 508-515. <https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2018.11.020> (In English).
5. Jason E. Swain. Decisions for the IVF laboratory: Comparative Analysis of Embryo Culture Incubators. RBMO REPRODUCTIVE MEDICINE ONLINE. May 2014 Volume 28 Issue 5. p539: p531-660. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.rbmo.2014.01.004> (In English).

UDC 636.082.474

SCOPUS CODE 2710

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-220-231>

Improvement of Temperature Precision in Embryo-Incubator Chamber by Reducing Fluctuations

Giorgi Andriadze Department of Biomedical Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava str,
E-mail: andriadze.g@gtu.ge

Zviad Gurtskaia Department of Biomedical Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava str,
E-mail: z.gurtskaia@gtu.ge

Reviewers:

A. Kobiashvili, Professor, Faculty of Informatics and Control Systems, GTU

E-mail: anakobia@hotmail.com

T. Zhorzholadze, Embryologist of Georgian-American Reproductive Clinic ReproART

E-mail: temiko@hotmail.com

Abstract. Temperature is one of the parameters that affects development of embryos. Therefore, it is important to keep stability of temperature in the chambers of embryo-incubators. In modern incubators, some accuracy of temperature has been achieved, although fluctuations are not eliminated yet. The aim of this research was to improve temperature accuracy by reducing of fluctuations.

In modern benchtop incubators, a heating element is switched on and automatically shuts off when the desired value is reached. The heating element continues to heat up to a certain temperature after switching off, and the reverse process takes place during cooling. Inappropriate temperature may adversely affect the embryo.

To control temperature more precisely, a new principle with infrared sensor has been developed, where power to heater is supplied with different PWM duty cycles. As the results, much more stable temperature with less fluctuations were achieved in comparison to modern systems using thermocouples and thermistors.

Key words: embryo cultivation; embryo-incubator; gradient infrared sensor; in vitro fertilization; PWM; temperature fluctuation.

UDC 636.082.474

SCOPUS CODE 2710

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2-220-231>

Повышение точности температуры в камере эмбрио-инкубатора за счет уменьшения флуктуации

Георгий Андриадзе Департамент биомедицинской инженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77

E-mail: andriadze.g@gtu.ge

Звиад Гурцкая Департамент биомедицинской инженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77

E-mail: z.gurtskaia@gtu.ge

Рецензенты:

А. Кобиашвили, профессор факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: anakobia@hotmail.com

Т. Жоржолაძე, эмбриолог грузино-американской репродуктивной клиники „ReproART“

E-mail: temiko@hotmail.com

Аннотация. Температура – один из параметров, влияющих на развитие эмбрионов. Поэтому чрезвычайно важно сохранение стабильности температуры в камере эмбрио-инкубатора. В современных инкубаторах достигнута некоторая точность температуры, хотя флуктуации все еще не устранены. Целью исследования было повышение точности температуры за счет уменьшения флуктуации.

В современных настольных инкубаторах нагревательный элемент включается и автоматически выключается при достижении желаемого значения. Нагревательный элемент после выключения продолжает нагреваться до определенной температуры, а при охлаждении происходит обратный процесс. Несответствующая температура может негативно повлиять на эмбрион.

Для более точного контроля температуры был разработан новый принцип, который включает подачу питания на нагревательный элемент при разных температурах с разными рабочими циклами ШИМ. Инфракрасный датчик использовался для измерения температуры. В результате достигнуто гораздо более стабильная температура с меньшими флуктуациями по сравнению с современными системами, использующими термопары и термисторы.

Ключевые слова: градиент; инфракрасный датчик; культивирование эмбрионов; флуктуация температуры; ШИМ; экстракорпоральное оплодотворение; эмбрио-инкубатор.

განხილვის თარიღი 16.02.2020

შემოსვლის თარიღი 10.03.2020

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021

ავტორთა საძიებელი

Author's index

Указатель авторов

ანდრიაძე გ. 220	მჭედლიშვილი მ. 95
ბაბუნაშვილი ა. 194	ნავერიანი ზ. 172,179
ბუიშვილი ი. 179	ნასუაშვილი თ. 95
ბურდულაძე ქ. 85	ოდიშარია კ. 106
გამყრელიძე ნ. 49	ოთინაშვილი რ. 67
გვასალია ბ. 106	ჟღენტაი თ. 38
გრიგალაშვილი ბ. 57	ტყეშელაშვილი გ. 11
დემეტრაშვილი მ. 11	ქვარცხავა გ. 49
დენისოვა ი. 188, 194	ქუთათელაძე ქ. 85
კვაჭაძე თ. 106	ღლიღვაშვილი ვ. 38
კვეციანი ზ. 114	ღურჭკია ზ. 220
კიკილაშვილი შ. 29	ჩადმელაშვილი ნ. 164
კოპალიანი კ. 114	ციმაკურიძე ლ. 76
მარდაშოვა მ. 127, 142	ძამბია თ. 142
მალრაძე მ. 76, 85	ჭაღიაშვილი გ. 188
მესტერიშვილი შ. 188, 194	ხომასურიძე მ. 11
მიქავა თ. 127, 142	Kharashvili M. 202
მიქიაშვილი თ. 164	Skhvitaridze K. 202

რეცენზენტთა საძიებელი

Reviewer's index

Указатель рецензентов

აბრამიძე ე. 106	კობიაშვილი ა. 220
ამირანაშვილილ. 11	კოდუა მ. 188, 194
ბებიაშვილი ნ. 76,85	მაისურაძე დ. 172, 179
ბერეჟიანი მ. 49	მუსელიანი თ. 164
ბუიშვილი ი. 172	ჟორჟოლაძე თ. 220
გეგენავა ნ. 67	ტყემალაძე გ. 49
გვენეტაძე ე. 114	ფაილოძე ნ. 57
გიორგობიანი თ. 188,194	ფალავანდიშვილი თ. 95
გოგოლი გ. 38	ფოფორაძე ნ. 127, 142
გურჯია ჟ. 95	ჩხარტიშვილი ნ. 11, 29
გუჯეჯიანი მ. 179	ჯალალონია დ. 57
დანელია ი. 29	ჯანყარაშვილი დ. 106
დევიძე თ. 67	ჯიშკარიანი თ. 164
კაკულია ზ. 127, 142	ჯიჯეიშვილი ქ. 114
კაჭარავა თ. 38	Giorgashvili L. 202
კიკნაძე მ. 76, 85	Kharibegashvili S. 202

ავტორთა საყურადღებოდ

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამეცნიერო შრომების კრებული არის ყოველკვარტალური რეგულირებადი მულტიდისციპლინური პერიოდული გამოცემა, რომელიც რეგისტრირებულია საერთაშორისო ელექტრონულ მონაცემთა ბაზაში – Index Copernicus International.

- სტატია (მიიღება ქართულ, ინგლისურ, რუსულ ენებზე) ქვეყნდება ორიგინალის ენაზე.
- სტატიის ავტორთა რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს სამს.
- ავტორს შეუძლია საგამომცემლო სახელში პუბლიკაციისათვის მოგვარდოს ან ელექტრონული ფოსტით sagamomcemlosakhli@yahoo.com მისამართზე გამოგვიგზავნოს ერთი ან რამდენიმე სტატია, აგრეთვე თანდართული დოკუმენტაციის დასკანერებული ფაილები, მაგრამ კრებულის ერთ ნომერში გამოქვეყნდება მხოლოდ ორი ნამუშევარი.

ელ. ფოსტით სტატიის გამოგზავნის შემთხვევაში გთხოვთ გაითვალისწინოთ შემდეგი მოთხოვნები:

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

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

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

• საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს № 200 დადგენილებით (22.01.2010წ.), ფიზიკურმა პირმა, რომელიც არ არის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელი, შრომების კრებულში სტატიის გამოქვეყნებისთვის წინასწარ უნდა შეიტანოს ან გადმორიცხოს საჭირო თანხა (1 გვერდი – 10 ლარი) და სტატიის დოკუმენტაციას (ორი რეცენზია და ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს მიმართვა სტატიის სტუ-ის შრომების კრებულში გამოქვეყნების შესახებ) დაურთოს გადახდის ქვითარი. გრაფაში „გადახდის დანიშნულება“ უნდა ჩაიწეროს „სტატიის გამოქვეყნების ღირებულება“.

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

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ფურცელზე, არანაკლებ 5 გვერდისა (არეები – 2 სმ, ინტერვალი – 1,5).

- სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი – ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
-
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ შრიფტი Sylfaen, ზომა 12;
- ინგლისური და რუსული ტექსტებისთვის – შრიფტი Times New Roman, ზომა 12;

სტატიას უნდა ერთვოდეს შემდეგი ინფორმაცია:

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

სტატია უნდა შეიცავდეს:

- ანოტაციას ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე (100–150 სიტყვა). *უცხოელი მკითხველისათვის ანოტაცია არის სტატიის შინაარსისა და მასში გადმოცემული კვლევის შედეგების შესახებ ინფორმაციის ერთადერთი წყარო. სწორედ იგი განსაზღვრავს ინტერესს მეცნიერის ნაშრომის მიმართ და, მაშასადამე, სურვილს, დაიწყოს დისკუსია ავტორთან, გამოითხოვოს სტატიის სრული ტექსტი და ა.შ.*

ანოტაცია უნდა იყოს:

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

უნდა შეიცავდეს:

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

- საკვანძო სიტყვებს, დალაგებულს ანბანის მიხედვით (ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე);
- სტატიაში ქვესათაურებით გამოკვეთილ შესავალს, ძირითად ნაწილს და დასკვნას;
- სურათების ან ფოტოების კომპიუტერულ ვარიანტს, შესრულებულს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით, გარჩევადობა – არანაკლებ 150 dpi-სა.
- ლიტერატურა
 - საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალების მონაცემთა ბაზების რეკომენდაციით, გამოყენებული ლიტერატურის რაოდენობა სასურველია იყოს არანაკლებ ათისა.

წარმოდგენთ გამოსაქვეყნებელ სტატიაში გამოყენებული ლიტერატურის გაფორმების წესს:

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

ლიტერატურა (ნიმუში)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. “Official website of the International Energy Agency:
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>” (In English).
3. International Energy Agency “Key World Energy Statistics” 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian)
5. G.G. Svanidze, V.P. Gagua, E.V. Sukhishvili “Rene-wable energy resources of Georgia”, Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze “The Georgian Full Independence of Electry Power Is Supported By Hydropower”. Sakartvelos Teqnikuri Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

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

- ორი რეცენზია (იხ. ნიმუში)

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

- ფაკულტეტის საგამომცემლო საქმის დარგობრივი კომისიის ოქმის ამონაწერი

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

დოკუმენტები დამოწმებული უნდა იყოს ფაკულტეტის ბეჭდით.

ავტორს შეუძლია ნიმუშად გამოიყენოს კრებულის ერთ-ერთი ბოლო ნომერი.

აქტის ნიმუში

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

აქტი № _____

„_____” _____

სხდომას ესწრებოდნენ:

დარგობრივი კომისიის წევრები:

(მიუთითეთ კომისიის შემადგენლობა) _____

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

1. _____

2. _____

3. _____

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

1. _____

2. _____

დარგის მოწვეული სპეციალისტები:

1. ნაშრომის განხილვა

2. (მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

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

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის დარგობრივი კომისიის მიერ გამოყოფილია რეცენზენტები:

1. _____

2.

2. ნაშრომის საჯარო განხილვა

1. 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 გამოთქვას:

დაადგინეს:

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ფაკულტეტის

(მიუთითეთ ფაკულტეტის დასახელება)

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

(მიუთითეთ სტატიის სრული დასახელება)

რეკომენდაციას უწევს სტატიის გამოქვეყნებას სტუ-ის შრომათა კრებულში.

ფაკულტეტის დარგობრივი კომისიის თავმჯდომარე

კომისიის მდივანი

კომისიის წევრები:

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

რეცენზიის ნიმუში

1. ნაშრომის დასახელება სრულად

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

3. ნაშრომში დასმული ამოცანის მოკლე მიმოხილვა

4. გამოსაქვეყნებლად მომზადებული ნაშრომის აქტუალურობა

5. ძირითადი ასპექტები, რომლებიც განხილულია ავტორის მიერ

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

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

Guidelines for Authors

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

- An article (accepted in Georgian, English or Russian) is published in the original language;
- The number of authors of an article should not exceed three;
- Authors should submit original copies of one or more articles for publication to the publishing house or send scan versions to sagamomcemlosakhli@yahoo.com along with supporting documentation, but only two articles from the same author(s) will be published in one edition;

To submit scan versions via email please follow the instructions:

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

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

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

How to form an academic article:

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

The accompanying information to the article should include:

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

The article should include:

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

An abstract should be:

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

An abstract should contain:

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

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

How to form the reference section in the article:

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

References (sample)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. “Official website of the International Energy Agency:
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>” (In English).
3. International Energy Agency “Key World Energy Statistics” 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian).
5. Svanidze G.G., Gagua V.P., Sukhishvili E.V. “Rene-wable energy resources of Georgia”, Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze ”The Georgian Full Independence of Electry Power Is Supported By Hydropower”. Sakartvelos Teqnikuri Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

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

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

Notice to Authors

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

К сведению авторов

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является ежеквартальным мультидисциплинарным реферируемым периодическим изданием, которое зарегистрировано в международной базе электронных данных _ Index Copernicus International.

- Статьи (принимаются на грузинском, английском, русском языках) публикуются на языке оригинала.
- Количество авторов статьи не должно превышать 3.
- Автор может предоставлять для публикации в Издательском доме или по электронной почте (на следующий адрес: sagamomcemlosakhli@yahoo.com) одну или несколько статей, а также в сканированных файлах сопутствующую документацию, но в одном номере могут быть опубликованы только две работы.

- ***В случае статей, присылаемых по эл. почте, просьба предусмотреть следующие требования:***

- указать в эл. Subject-е название сборника (тема) и фамилию автора (авторов);

- использовать Attach (приложить файл);

- в случае большого объема файла применить архиватор (ZIP, RAR).

- Статья должна быть составлена грамотно, с соблюдением терминологии. Автор (авторы) и рецензенты несут ответственность за содержание и качество статьи.

- Поскольку сборник трудов Грузинского технического университета является некоммерческим изданием, для сотрудников статьи публикуются бесплатно.

- Согласно постановлению академического совета №200 (22.01.2010 г.), физическое лицо, не являющееся сотрудником университета, для публикации статьи в сборнике трудов должно заранее внести или перечислить необходимую сумму (1 страница стоит 10 лари) за статью и соответствующую документацию (две рецензии и направление научного совета организации о публикации статьи в сборнике трудов ГТУ), приложив справку об оплате. В графе «Назначение оплаты» следует записать «стоимость публикации статьи».

Банковские реквизиты ГТУ: Юридическое лицо публичного права (ЮЛПП); Грузинский технический университет; идентификационный код 211349192; банк приема; государственная казна; название получателя: единый счет казны; код банка: TRESGE22; счет получателя: код казны 708977259.

Предлагаем порядок оформления научной статьи:

- статья должна быть представлена в напечатанном виде на странице формата А4, содержать не меньше 5 страниц (поля – 2 см, интервал – 1,5);

- статья должна быть выполнена в виде файла doc или docx (MS Word) и записана на любом магнитном носителе;
- для грузинского текста применять шрифт Sylfaen, размер 12;
- шрифт для английского и русского текстов Sylfaen, размер 12;

Статья должна сопровождаться следующей информацией:

- код УДК (Универсальная десятичная классификация).

Сведения об авторе (авторах) на грузинском, английском и русском языках:

- полностью имя и фамилия автора (авторов), E-mail, научная степень и контактный телефон;
- название департамента, полное название организации – место работы каждого автора – страна, город;
- полностью фамилии и имена рецензентов, адрес электронной почты, научное звание, название департамента или места работы.

К статье должны прилагаться:

- Аннотация на грузинском, английском и русском языках (100-150 слов). *Для иностранных читателей аннотация является единственным источником информации о результатах исследований, приведенных в содержании статьи. Именно это определяет интерес ученого к работе и, соответственно, желание начать дискуссию с автором, познакомиться с полным текстом статьи и т.д.*

Аннотация должна быть:

- *информационной (не должна содержать общих слов и фраз);*
- *оригинальной (перевод на английском и грузинском языках должен быть качественный, при переводе следует использовать специальную терминологию);*
- *содержательной (должна отражать основное содержание статьи и результаты исследования);*
- *структурированной (следовать в статье логике описания результатов).*

Должна содержать:

- *предмет статьи, тему, цель (которые указывают в том случае, если это не ясно из заглавия статьи);*
- *метод или методологию проведенного исследования (описание метода или методологии проведенной работы целесообразно в том случае, если они выделяются новизной, интересны с точки зрения данной работы);*
- *результаты исследования;*
- *ареал использования результатов;*
- *выводы;*

- ключевые слова, расположенные по алфавиту (на грузинском, английском и русском языках);
- в статье должны быть выделены подзаголовки: введение, основная часть и заключение (выводы);
- компьютерные варианты чертежей или фотографий должны быть выполнены в любом графическом

- формате, разрешением – не менее 150 dpi.
- Литература

По рекомендации базы данных международных научных журналов, число использованной литературы желательно должно быть не меньше 10.

Представляем порядок оформления в публикуемой статье использованной литературы:

Фамилия и инициалы всех авторов должны быть выполнены буквами латинского алфавита, т.е. транслитерацией; название статьи с переводом на английский язык; название источников (журнала, сборника трудов, материалов конференции) – транслитерацией (язык статьи указан в скобках).

Литература (Образец)

1. Jacques Sapir. Energy security as a common advantages.
http://www.globalaffairs.ru/rumbler/n_7780 (In Russian).
2. “Official website of the International Energy Agency:
<http://www.iea.org/topics/energysecurity/>” (In English).
3. International Energy Agency “Key World Energy Statistics” 2014 (In English).
4. Energy strategy of France McDoleg_butenko20 May, 2009 (In Russian)
5. G.G. Svanidze, V.P. Gagua, E.V. Sukhishvili “Rene-wable energy resources of Georgia”, Leningrad, Hydrometizdat, 1987, pp. 75-76 (In Russian).
6. Revaz Arveladze, Tengiz Kereselidze ”The Georgian Full Independence of Electry Power Is Supported By Hydropower”. Sakartvelos Teqnikuri Universitetis Archil Eliashvilis Saxelobis Martvis sistemebis Institutis Proceedings. N18 2014. Tbilisi (In Georgian).

Для представления статьи должен быть приложен перечень необходимых документов для сотрудников и докторантов Грузинского технического университета:

- две рецензии (см. образец)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/recenziis_nimushi.docx
- выписка из протокола отраслевой комиссии по издательскому делу факультета (см. образец)
http://publishhouse.gtu.ge/site_files/aqtis_forma.docx
документы должны быть удостоверены печатью факультета.

Автор может использовать в качестве образца один из последних номеров издания.

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-2>

რედაქტორები: ლ. მამალაძე, ა. ეგოროვი
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 02.04.2021. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 21.07.2021. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8.
პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 15.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent