

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

N3 (521)



თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2021

დასრულებულია 1924 წელს.
პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

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

ყვედა უფლება დაფუძლია. ამ კრებულში გამოქვეყნებული ნებისმიერი სცაფიის (ჯეიქსცი, ფოფო, იღუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება არც ერთი ფონმითა და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემდის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

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

სცაფიის ავტორის (ავტორების) პოზიციას შეიძლება არ ემთხვეოდეს საგამომცემლო სახდის პოზიციას.

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

მოგვწერეთ:
sagamomcemlosakhli@yahoo.com

მოამბერი რედაქტორი
დ. გურგენიძე

მოამბერი რედაქტორის მოაღბილემბი:

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

სწაგლული მღიგბნი

- დ. გორგიძე

სარედაქტორო კოლემბი:

- ა. აბშიღვა, პ. აბბნეხცი (გერმანია), ნ. ბალათურიას,
- გ. ბიბიდიშვიდი, პ. ბიედივი (სლოვაკეთი), ვ. ბურკოვი (რუსეთი), მ. ბურჯანაძე, ი. გაბისონია, გ. გავანდაშვიდი,
- ჯ. გახოვიძე, თ. გედაშვიდი, ბ. გვიშიანი, ბ. გუსევი (რუსეთი), დ. დბინისი (პოლონეთი), პ. ბუნკედი (ავსტრია),
- გ. თავაძე, დ. თავხედიძე, დ. ივანოვი (რუსეთი), ნ. იმნაძე,
- ა. კაბელოვი (უბბეკეთი), ბ. კაკულიას, ვ. კვარაცხელიას,
- გ. კვესცაძე, გ. კობახიძე, მ. კოსიორ-კაბბერევი (პოლონეთი), ი. კუტუბიძე, მ. კუხაღიშვიდი, ბ. ღომსაძე,
- პ. მაშელოვი (აბერბაიჯანი), ვ. მაფვეკვი (რუსეთი), ნ. მახვიდაძე, ე. მეძმარიაშვიდი, ს. მინასიანი (სომხეთი), ს. მიპარას (იაპონია), თ. ნაწრიაშვიდი, ა. ნონეშვიდი,
- ბ. ჟუმაგლოვი (ყაბახეთი), გ. საღუქვაძე, ა. სიკორსკი (პოლონეთი), ი. სიკოჩო (პოლონეთი), ა. სუბუკი (იაპონია), გ. ცყემადაძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აბერბაიჯანი), ა. ფრანგიშვიდი, გ. ქვარცხავას,
- ნ. ქუთათეაძე, ნ. ყავდაშვიდი, ნ. შავიშვიდი, ს. შმიდცი (გერმანია), პ. შწროერი (გერმანია), გ. ჩოგოვაძე, თ. ცინცაძე, თ. ძაგანია, ნ. წერეთელი, ბ. წერიაძე, ნ. წიგნაძე, ა. ხვედელიძე, რ. ხუროძე, ი. ჯაგოდნიშვიდი.

საგამომცემლო კონსულტანტემბი:

- ა. აბრღავას, გ. აბრამიშვიდი, ჯ. ბერიძე, ჯ. გაბელიას,
- დ. გორგიძე, ნ. გრიგოლიას, შ. დევანოსიძე, ნ. დიაკონიძე, შ. დოლონაძე, ჯ. იოსებიძე, თ. კაიშაური, ც. კვიციანი, ი. კვესელავას, ბ. კოვბირიძე, ნ. დოდაძე, თ. ღომინაძე, ნ. დომინაძე, თ. მაგნაქვედიძე, ი. მეგრელიშვიდი, გ. მედაძე, პ. მედაძე, მ. მეძმარიაშვიდი, დ. მძინარიაშვიდი, ბ. მხეიძე, თ. ნამიჩეიშვიდი, დ. ნაწროშვიდი, შ. ნაქყეობას,
- ა. სონლოდაშვიდი, თ. ფარესიშვიდი, დ. ყუფარაძე, ბ. შანშიაშვიდი, ა. ჩიქოვანი, თ. ჩუბინიშვიდი, ე. ცქიციშვიდი, ბ. წამადაძე, კ. წერეთელი, შ. წეროძე, ნ. ქითანავას, მ. ხოსიფაშვიდი, თ. ჯაგოდნიშვიდი.

© საგამომცემლო სახდი „ჯეიქნიკური 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), H. Sunkel (Austria), A. Suzuki (Japan), G. Tavadze, D. Tavkheldze, 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



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. Кухаленишвили, 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), 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

დავით თავხელიძე, ზურაბ მჭედლიშვილი, ომარ თედორაძე. ვენახის სექციისგან დამცავი მოწყობილობის გაანგარიშება 11

ბიზნესი, მენეჯმენტი და ბულალტრული აღრიცხვა

ნატო ქათამაძე, მარინე ბერძენაძე. მობინგი, ეფექტური მმართველობის შემაფერხებელი ფაქტორი საჯარო დაწესებულებებში 21

ბიძინა გრიგალაშვილი. დარიცხვის მეთოდის არსის გაგებისათვის საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისად 30

კომპიუტერული მეცნიერება

რუსუდან ქუთათელაძე, ანა კობიაშვილი, ნოდარ დარჩიაშვილი. მონაცემთა წინასწარი დამუშავების პროცედურები სატელეფონო ცენტრში 40

დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები და პლანეტოლოგია

ალექსანდრე თვალჭრელიძე, ნათია ჩომახიძე. მინერალური რესურსების მარაგების დასავლური და რუსული კლასიფიკაციების შედარებითი ანალიზი 47

ენერჯია

მაკა ჯიშკარიანი. ტრანსპორტიდან სათბური გაზების ემისიების შეფასების კრიტერიუმები 59

ნანა ბერაძე, ოლეგი ხაჭაპურიძე. მრავალმრავიანი ელექტროამძრავის მრავალარხიანი მართვის სისტემის დინამიკური მახასიათებლები მექანიკური გადამცემების დრეკადობათა გათვალისწინებით 69

შოთა ნემსაძე, მერაბი ცეცხლაძე, თენგიზ მაისურაძე. მბრუნავი ელექტრული მანქანების ვიბრობალანსირება 76

საინჟინრო საქმე

ზურაბ მჭედლიშვილი, მანანა თავხელიძე, შენადნობები ფორმის მეხსიერებით და შესაძლებლობები 83

თენგიზ ჩხაიძე, გაბრიელ მერაბიშვილი, ალექსანდრე მეტრეველი. ვიბრაციის გავლენა პორტალური და კომპურა ამწის ისრის მოსაბრუნებელი მექანიზმის საექსპლოატაციო საიმედოობის საკითხისადმი 92

თამაზ ისაკაძე, გივი გუგულაშვილი. გადაცივების მუშაობის რეჟიმის ზემოქმედება მაცივარი მანქანის ენერგოეფექტურობაზე 102

თამაზ ისაკაძე, გივი გუგულაშვილი. ნახშირბადის დიოქსიდის რეკუპერაცია რანკ-ხილშის ვიხრის მილის გამოყენებით კვების პროდუქტების სიცივით დამუშავებისას	109
ალაჰვერდი ჯამალ ოღლუ შარიფოვი. საგზაო შემთხვევების წარმოშობაზე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენის ხარისხის განსაზღვრა.....	115
ომარ ზიფივაძე, დავით ჯაფარიძე. სისტემაწარმომქნელ ქსელში შერჩეული რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი წყაროს ოპტიმალური გადანაწილება მანაწილებელ ქსელში.....	123
ლეონ მახარაძე. მოწყობილობა სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო დანადგარებში ჰიდრავლიკური დარტყმების ჩაქრობისათვის.....	130
გარემომცოდნეობა	
ვერა აზიანიძე, დიმიტრი აზიანიძე, ზურაბ კაკულია. გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება და ეკოლოგიური უსაფრთხოების პრობლემების გადაწყვეტა მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების და გეოსაინფორმაციო სისტემის პროგრამების გამოყენებით	137
რუსუდან მანაგაძე, ვერა აზიანიძე, დიმიტრი აზიანიძე. მათემატიკური მეთოდების გამოყენება გარემოს დაცვის პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად	145
სოციალური მეცნიერებები	
მირანდა გურგენიძე, თამაზ ურთმელიძე. დასაქმებულის უფლება შრომითი ურთიერთობის პროცესში შექმნილ გამოგონებაზე (ქართულ - გერმანული საპატენტო კანონმდებლობის შესაბამისად).....	152
ავტორთა საძიებელი	168
რეცენზენტთა საძიებელი	169
ავტორთა საყურადღებოდ	170

CONTENTS

Agricultural and Biological Sciences

- David Tavkhelidze, Zurab Mchedlishvili, Omar Tedoradze.** Calculation of Vineyard Hail Protection Device..... 11

Business, management and accounting

- Nato Katamadze, Marine Berdzenadze.** Mobbing as an Impediment to Effective Governance in Public Institutions 21
- Bidzina Grigalashvili.** Understanding the Essence of the Accrual Method According to the International Standards 30

Computer Science

- Rusudan Kutateladze, Ana Kobiashvili, Nodar Darchiashvili.** Data Pre-Processing Procedures at the Call Center..... 40

Earth and Planetary Sciences

- Alexander Tvalchrelidze, Natia Chomakidze.** Comparative Analysis of Western and Russian Mineral Reserve Classifications..... 47

Energy

- Maka Jishkariani.** Criteria for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Transport..... 59
- Nana Beradze, Oleg Khachapuridze.** Dynamic Characteristics of a Multimotor Electric Motor Multichannel Control System, Taking Into Account the Elasticities of Mechanical Transmitters 69
- Shota Nemsadze, Merab Tsetskhladze, Tengiz Maisuradze.** Vibro Balancing of Rotating Electric Vehicles..... 76

Engineering

- Zurab Mchedlishvili, Manana Tavkhelidze.** Alloys with Shape Memory and Their Physical and Mechanical Properties 83
- Tengiz Chkhaidze, Gabriel Merabishvili, Alexander Metreveli.** The Impact of Vibration Operational Reliability of Turning Mechanism of Gantry and Tower Cranes..... 92
- Tamaz Isakadze, Givi Gugulashvili.** Effect of Cooling Mode on Chiller Energy Efficiency 102
- Tamaz Isakadze, Givi Gugulashvili.** Carbon Dioxide Recuperation Using a Ranque-Hilsch Vortex Tube for Refrigerated Food Processing..... 109
- Sharifov Allahverdi Jamal oglu.** Determining the Impact of Different Factors on the Occurrence of Road Transportation Incidents..... 115

Omar Zivzivadze, David Japaridze. Optimal Rescheduling of the Additional Reactive Power Source Selected in a Backbone Network to a Distribution Network	123
Leon Makharadze. Equipment for Damping Hydraulic Shocks in Pressure Hydrotransport Facilities	130
Environmental Science	
Vera Abzianidze , Dimitri Abzianidze, Zurab Kakulia. Assessing the Ecological Condition of the Environment and Solving the Problems of Ecological Safety Using Mathematical Ecology Methods and Geoinformation System Programs.....	137
Rusudan Managadze, Vera Abzianidze, Dimitri Abzianidze. Application of Mathematical Methods in Solving Practical Problems of Environmental Protection.....	145
Social Sciences	
Miranda Gurgenidze, Tamaz Urtmelidze. The Right of the Employee to an Invention Created in the Process of Labor Relations. (In Accordance With the Georgian - German Patent Legislation)	152
Author's Index	168
Reviewer's Index	169
Guidelines for Authors	176

СОДЕРЖАНИЕ

Аграрные и биологические науки

Давид Тавхелидзе, Зураб Мchedlishvili, Омар Тедорадзе. Расчет установки по защите виноградников от града 11

Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет

Нато Катамадзе, Марине Бердзенадзе. Моббинг как препятствие на пути к эффективному управлению в государственных учреждениях..... 21

Бидзина Григалашвили. К пониманию сущности метода начисления соответственно международным стандартам 30

Компьютерные науки

Русудан Кутателадзе, Анна Кобиашвили, Нодар Дарчияшвили. Процедуры предварительной обработки данных в колл-центре 40

Науки изучающие Землю и планетология

Александр Твалчрелидзе, Натия Чомахидзе. Сравнительный анализ российской и западной классификаций запасов минеральных ресурсов..... 47

Энергия

Мака Джипкариани. Критерии оценки выбросов парниковых газов от транспорта 59

Нана Берадзе, Олег Хачапуридзе. Динамические характеристики системы многоканального управления многомоторного электродвигателя с учетом упругости механических передатчиков 69

Шота Немсадзе, Мераб Цецхладзе, Тенгиз Маисурадзе. Вибробалансировка вращающихся электромобилей..... 76

Инженерное дело

Зураб Мchedlishvili, Манана Тавхелидзе. Сплавы с памятью формы и их физико-механические свойства 83

Тенгиз Чхаидзе, Габриэл Мерабишвили, Александр Метревели. К вопросу влияния вибраций на эксплуатационную надежность поворотного механизма порталных и башенных кранов..... 92

Тамаз Исакадзе, Гиви Гугулашвили. Влияние режима охлаждения на энергоэффективность холодильной машины..... 102

Тамаз Исакадзе, Гиви Гугулашвили. Рекуперация диоксида углерода с помощью вихревой трубы Ранка-Хилша для холодильной обработки пищевых продуктов 109

Шарифов Аллахверди Джамал оглу. Определение степени влияния различных факторов на возникновение дорожно-транспортных происшествий	115
Омар Зивзивадзе, Давид Джапаридзе. Оптимальное перераспределение дополнительного источника реактивной мощности, выбранного в системообразующей сети, в распределительную сеть	123
Леон Махарадзе, Устройство для гашения гидравлических ударов в напорных гидротранспортных установках	130
Наука об окружающей среде	
Вера Абзианидзе, Дмитрий Абзианидзе, Зураб Какулия. Оценка экологического состояния окружающей среды и решение проблем экологической безопасности с использованием методов математической экологии и программ геоинформационных систем	137
Русудан Манагадзе, Вера Абзианидзе, Дмитрий Абзианидзе. Применение математических методов при решении практических задач по охране окружающей среды	145
Социальные науки	
Миранда Гургенидзе, Тамаз Уртмелидзе. Право работника на изобретение, созданное в процессе трудовых отношений (в соответствии с грузино-германской патентным законодательством)	152
Указатель авторов	168
Указатель рецензентов	169
К сведению авторов	179

UDC 517

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-11-20>

Calculation of Vineyard Hail Protection Device

- David Tavkheldidze** Department of Agro-engineering, Georgian Technical University, 17 D. Guramishvili str, 0192 Tbilisi, Georgia
E-mail: d.tavkheldidze@gtu.ge
- Zurab Mchedlishvili** Department of Engineering Graphics and Technical Mechanics, Georgian Technical University, 68^a M. Kostava str. 0160
E-mail: zurab.mch@mail.ru
- Omar Tedoradze** Department of Agro-engineering, Georgian Technical University, 17 D. Guramishvili str, 0192 Tbilisi, Georgia
E-mail: omar.tedoradze@mepa.gov.ge

Reviewers:

T. Mchedlishvili, Professor, Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: t.mchedlishvili@gtu.ge

Kh. Gochoshvili, Academic Doctor of Technical Sciences, Ministry of Environment and Agriculture, Department of Agriculture, Food and Rural Development

E-mail: khvica.gochoshvili@mepa.gov.ge

Abstract. The kinematic and force analysis of an invented new mechanical system used to protect vineyards and other fruit-bearing plants from hail, which often occurs due to climatic changes, is determined. The system contains levers that support anti hail net. The offered mechanical scheme of system is simple and can be used for all type of vineyards. Moreover, the mechanical part of the system can be controlled remotely by a cell phone. In order to determine the mechanical parameters of the system the calculations are given based on the use of the principle of possible displacements, based on what theoretically is determined the necessary volume of weight of load that leads in motion of the system.

Key words: kinematics; load; multi lever mechanism; principle of possible displacements; vineyard.

Introduction

Georgia is considered to be one of the oldest viticulture and winemaking zones in the world producing high quality wines. The centuries-old experience of wine production has shaped and introduced the traditional technologies of wine making. The vast majority of high quality Georgian wines made using these technologies were successfully sold overseas.

In order to protect vineyards and other fruit-bearing plants from negative atmospheric phenomena, as hail, which have become much more frequent recently due to

global warming process, commonly use different facilities. Among these facilities has to be distinguished special nets for covering crops during hailing.

There are many schemes of outfits for protection of vineyards and other fertile trees from hail, which include hail proof nets stretched over vineyards supported by poles with different constructions, and ropes of varying configuration. As the example below in the Fig.1 is given the scheme of the mechanical system for protection of vineyards from hail. The mechanical system contains the tube [1], guide rail [2], piston [3], rod [4], joints of the levers [5], [6], pulleys for rope [7] and

[8], system of ropes with net [9], joints for fixing of levers with tube. At the same time tubes are used as pillars for vineyards. The given mechanical system works due to acting of the high pressure of air or steam launched at the bottom (position 11) of the pipe, which drives the cylinder and hence rode. Depending on the direction of movement of the rod, the protection net opens when hail is intending to come and closes accordingly in good weather. In spite of good work ability of considered mechanical system the disadvantage of these hail protection devices are its complication and accordingly making use of such equipment extremely expensive.

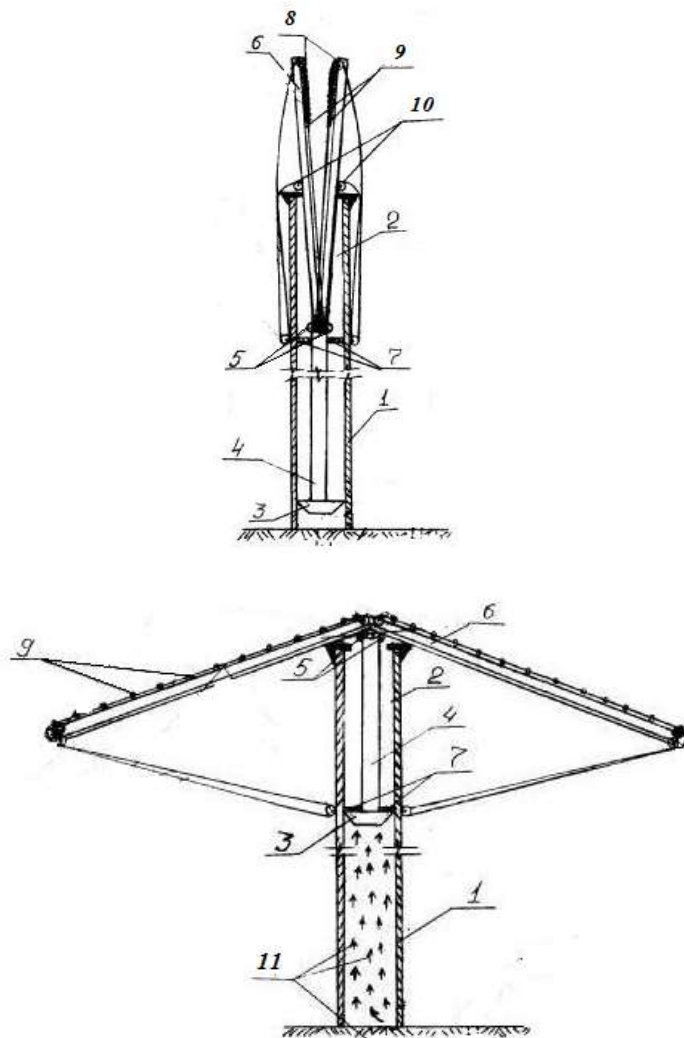


Fig. 1. Example of hail protection device

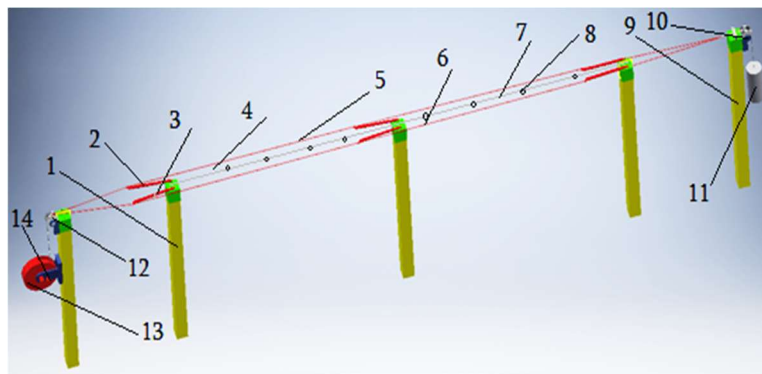
In order to avoid above mentioned disadvantages we offer patented new hail protection system the scheme which is illustrated in the Fig. 2.

Main part

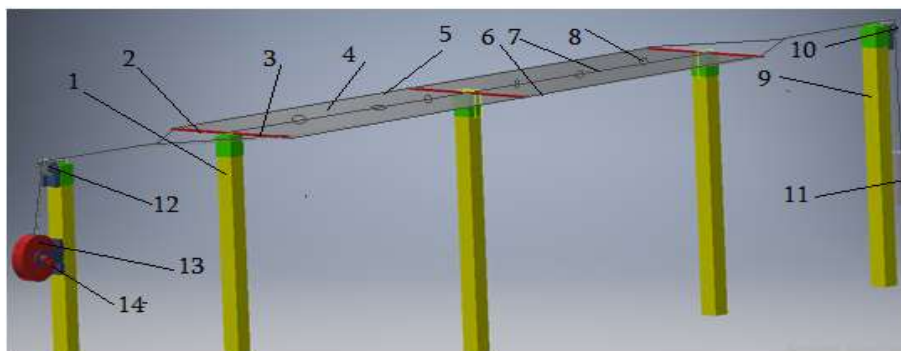
The essence of the invention is to simplify scheme of mechanical system for shutting up and folding down hail proof net. The mentioned system contains pillars with wires for supporting vine trees, where on the top of

pillars two levers (see Fig. 2, position 2 and 3) pivotally are mounted. Ends of ropes [5] and [6] are fixed at the levers' ends in the joints,

where the edges of the mesh are fixed with the help of rings [4]. One end of the mentioned ropes is wound on the pulley [13], by the means of block system [12], which is equipped with an electromagnetic contactor to launch the system.



a)



b)

Fig. 2. The net opener in action

In order to spread the net over the vine trees (the initial position of the system is shown in Fig. 2, a), by switching on the contactor, the load [11], suspended at the other end of the jointed ropes, will be moved down, which forced to rotate levers 2 and 3 (see Fig. 2, b) and, as a result, the mesh will spread out.

As we can see, the scheme of the system is very simple and does not need special actuators. However, in

order to determine the meaning of weight that would set in motion the system, billow is given the appropriate calculations. Calculation of kinematic and dynamic parameters of the mechanical system.

The main purpose of given calculations is to determine the magnitude of the weight (see Fig. 2, pos.11) whose drop moves in motion the above described anti-hail mechanism.

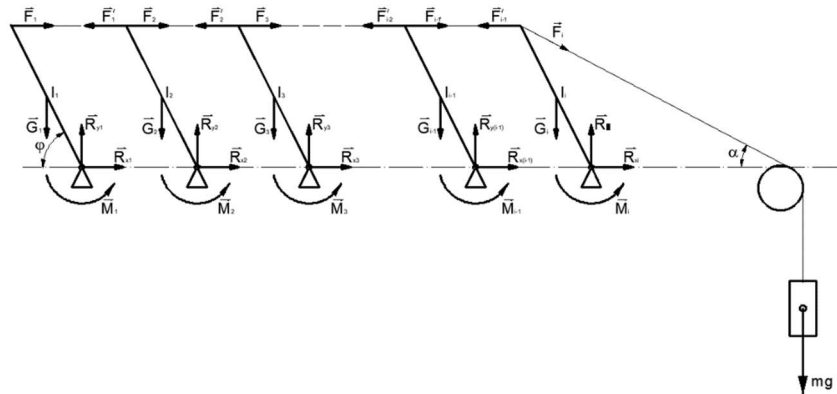


Fig. 3. Design diagram of the mechanism of net opener

The planar motion of the BC lever can be reduced into two simple movements: forward movement along the lever BC and rotational movement around the point C. Consequently, in order to solve this problem, let's use

the principle of possible displacement, for which we imagine that the rope as a link BC of the mechanical system has a variable length, for which we denote the possible linear movement of the specified rope by δs_1 .

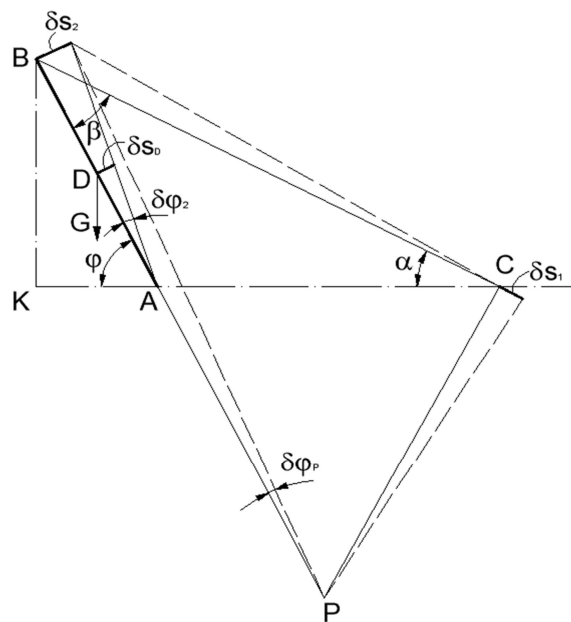


Fig. 4. Design scheme for determination of value of possible displacements

Following the scheme given in Fig.4, it can be seen that the motion of the specified rope leads to the rotation of the AB link relative to the axes fixed on the pillar/pillars (see Fig.2, pos 1) of viniard. Let's denote by $\delta\varphi_2$ the possible rotational displacement of the link AB and other similar links of whole mechanical system.

Using the principle of possible displacements, the equilibrium equation of a mechanical system can be written as:

$$-M_A \cdot \delta\varphi - G_{AB} \cdot \frac{r}{2} \cdot \cos \varphi \cdot \delta\varphi + mg \cdot \delta s_1 = 0. \quad (1)$$

In order to determine constituents of the above given equation it is necessary to consider and analyze the triangle CBK, which is given in the Fig.4. It can be determined from this triangle, that

$$\sin \alpha = \frac{|BK|}{|BC|}, \quad (2)$$

$$\text{Where - } |BK| = r \cdot \sin \varphi; |BC| = \sqrt{|BK|^2 + |KC|^2} \\ = \sqrt{r^2 \sin^2 \varphi + (d + r \cos \varphi)^2}.$$

In accordance with the relations given here, it can be written that:

$$\sin \alpha = \frac{r \cdot \sin \varphi}{\sqrt{r^2 \sin^2 \varphi + (d + r \cos \varphi)^2}}. \quad (3)$$

The next step is to calculate the angle β , located at the point B of the triangle CBK. The angle β can be defined as:

$$\beta = 180^\circ - (180^\circ - \varphi + \alpha) = \varphi - \alpha \quad (4)$$

To determine the possible displacement of δs_2 , it is necessary to find out location of the center of rotation P of the link BC. For this reason it is necessary to consider the following relations.

$$\cos \beta = \frac{|BC|}{|BP|} \quad (5)$$

Where:

$$|BP| = \frac{|BC|}{\cos \beta} = \frac{\sqrt{r^2 \sin^2 \varphi + (d + r \cos \varphi)^2}}{\cos \beta} \quad (6)$$

and

$$|CP| = |BP| \cdot \sin \beta =$$

$$= \sqrt{r^2 \sin^2 \varphi + (d + r \cos \varphi)^2} \cdot \operatorname{tg} \beta \quad (7)$$

If we take into account the ratio of possible displacements δs_2 and δs_1 of points B and C, that is given in the formula (8).

$$\frac{\delta s_2}{|BP|} = \frac{\delta s_1}{|CP|}, \quad (8)$$

where

$$\delta s_2 = \frac{|BP|}{|CP|} \cdot \delta s_1 = \frac{\delta s_1}{\sin \beta}, \quad (9)$$

you can then calculate the possible angular displacement of the AB link using the following formula below:

$$\delta \varphi_2 = \frac{\delta s_2}{r} = \frac{\delta s_1}{r \cdot \sin \beta}, \quad (10)$$

Consequently, there is a displacement of the point D, located in the middle of the link AB

$$\delta s_D = \frac{\delta s_2}{2} = \frac{\delta s_1}{2r \cdot \sin \beta}. \quad (11)$$

In order to calculate the work done by the force of gravity G on the displacement δs_D it is necessary to determine the meaning of the angle $\cos(\widehat{G, \delta s_D})$.

$$\cos(\widehat{G, \delta s_D}) = \cos(90^\circ - \varphi + 90^\circ) = \\ \cos(180^\circ - \varphi) = -\cos \varphi \quad (12)$$

Taking into account the above relations, the equation of equilibrium (1) of ABC mechanism in expanded form can be written as:

$$-M_{\text{Атр}} \cdot \frac{\delta s_1}{r \cdot \sin \beta} + G \cdot \frac{\delta s_2}{2} \cdot (-\cos \varphi) + \\ + mg \cdot \delta s_1 = 0; \quad (13)$$

$$-M_{\text{Атр}} \cdot \frac{\delta s_1}{r \cdot \sin \beta} - G \cdot \frac{\delta s_1}{2 \sin \beta} \cdot \cos \varphi + \\ + mg \cdot \delta s_1 = 0. \quad (14)$$

For whole mechanical system the equation of equilibrium will have the following view:

$$-\delta s_1 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{M_{\text{тр}i}}{r \cdot \sin \beta} - \\ \delta s_1 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{G_i \cdot \cos \varphi}{2 \sin \beta} + mg \cdot \delta s_1 = 0. \quad (15)$$

From this we will obtain:

$$mg = \sum_{i=1}^n \frac{M_{\text{тр}i}}{r \cdot \sin \beta} + \sum_{i=1}^n \frac{G_i \cdot \cos \varphi}{2 \sin \beta}. \quad (16)$$

In order to move the whole mechanism, it is necessary to select a mass for the load whose magnitude satisfies the following inequality:

$$m > \frac{1}{g} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{M_{\text{тр}i}}{r \cdot \sin \beta} + \frac{1}{g} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{G_i \cdot \cos \varphi}{2 \sin \beta} \quad (17)$$

As we can see in the last formula (17) we have the component M_{iTP} , that represents torque of friction, which are aroused in the place of junction of the link AB with frame fixed on the on the pillars of vineyard. For calculation of the parameter, it is necessary to determine the forces of reactions acted on the pins of mentioned kinematic pairs. The calculations of forces of reaction have to begin from the first pillar, which can be done by writing equations of equilibrium, which are given bellow.

$$\sum X_i = 0 \quad F_1 + R_{1X} = 0; \quad R_{1X} = \frac{G_1}{2} \cdot ctg\varphi.$$

$$\sum Y_i = 0 \quad R_{1Y} - G_1 = 0; \quad R_{1Y} = G_1. \quad (18)$$

$$\sum M_i = 0 \quad G_1 \cdot \frac{l_1}{2} \cdot \cos\varphi + F_1 \cdot l_1 \cdot \sin\varphi = 0.$$

From the given equations it can be obtained the following forces of reaction that are acting along the Cartesian coordinate system.

$$R_{1X} = \frac{G_1}{2} \cdot ctg\varphi \quad R_{1Y} = G_1 \quad (19)$$

The same type of equations of equilibrium have to be written for subsequent and other links of mechanical system and hence we will have:

$$\sum X_i = 0 \quad -F'_1 + F_2 + R_{2X} = 0;$$

$$\sum Y_i = 0 \quad R_{2Y} - G_2 = 0; \quad (20)$$

$$\sum M_i = 0 \quad G_2 \cdot \frac{l_2}{2} \cdot \cos\varphi + F'_1 \cdot l_2 \cdot \sin\varphi - F_2 \cdot l_2 \cdot \sin\varphi = 0.$$

$$F_2 = \frac{G_2 \cdot \frac{l_2}{2} \cdot \cos\varphi + F'_1 \cdot \sin\varphi \cdot l_2}{l_3 \cdot \sin\varphi}$$

$$= \frac{\frac{G_2}{2} \cdot \cos\varphi + \frac{G_1}{2} \cdot ctg\varphi \cdot \sin\varphi}{\sin\varphi} = \frac{G_2}{2} \cdot ctg\varphi + \frac{G_1}{2} \cdot ctg\varphi.$$

The meaning of forces of reaction can be determined by bellow given expressions

$$R_{2X} = \frac{G_2}{2} \cdot ctg\varphi; \quad R_{2Y} = G_2. \quad (21)$$

Based on here given expressions the equations of equilibrium for third link can be written as:

$$\sum X_i = 0 \quad -F'_2 + F_3 + R_{3X} = 0;$$

$$\sum Y_i = 0 \quad R_{3Y} - G_3 = 0; \quad (22)$$

$$\sum M_i = 0 \quad G_3 \cdot \frac{l_3}{2} \cdot \cos\varphi + F'_2 \cdot l_3 \cdot \sin\varphi - F_3 \cdot l_3 \cdot \sin\varphi = 0;$$

$$F_3 = \frac{G_3 \cdot \frac{l_3}{2} \cdot \cos\varphi + (\frac{G_2}{2} \cdot ctg\varphi + \frac{G_1}{2} \cdot ctg\varphi) \cdot \sin\varphi \cdot l_2}{l_3 \cdot \sin\varphi} = \frac{G_3}{2} \cdot ctg\varphi + \frac{G_2}{2} \cdot ctg\varphi + \frac{G_1}{2} \cdot ctg\varphi.$$

For any other link with number $n = i$ can be written as:

$$F_i = \frac{ctg\varphi}{2} \sum_{n=1}^i G_n \quad (23)$$

and meaning of forces of reaction acting on these links would have the following form:

$$R_{iX} = \frac{G_i}{2} \cdot ctg\varphi; \quad R_{iY} = G_i. \quad (24)$$

And hence, the meaning of total forces of reaction would be determined by the following formula:

$$R_i = \sqrt{R_{iX}^2 + R_{iY}^2} = \sqrt{\frac{G_i^2}{4} \cdot ctg^2\varphi + G_i^2} = G_i \cdot \sqrt{\frac{ctg^2\varphi}{2} + 1} \quad (25)$$

Based on this expression, it is possible to determine the meaning of frictional moments acting in the places of the movable connection of all links ($n = i$) with the supports of the vineyard.

$$M_{tri} = G_i \cdot f \cdot r \cdot \sqrt{\frac{ctg^2\varphi}{2} + 1}. \quad (26)$$

For the last part of the system the equations of equilibrium will be:

$$F_{i-1} = \frac{ctg\varphi}{2} \sum_{1}^{i-1} G_i; \quad (27)$$

$$\sum X_i = 0; \quad -F'_{i-1} + F_i \cdot \cos\alpha + R_{iX} = 0; \quad \sum Y_i = 0;$$

$$R_{iY} - G_i - F_i \cdot \sin\alpha = 0;$$

$$\sum M_i = 0; \quad G_i \cdot \frac{l_i}{2} \cdot \cos\varphi + F'_{i-1} \cdot l_i \cdot \sin\varphi + F_i \cdot \sin\alpha \cdot l_i \cdot \cos\varphi - F_i \cdot \cos\alpha \cdot l_i \cdot \sin\varphi = 0.$$

From here given equations can be obtained:

$$\frac{G_i}{2} \cdot \cos\varphi + \frac{ctg\varphi \cdot \sin\varphi}{2} \sum_{1}^{i-1} G_i - F_i \cdot \sin(\varphi - \alpha) = 0; \quad (28)$$

$$F_i = \frac{\frac{G_i}{2} \cos\varphi + \frac{\cos\varphi}{2} \sum_{1}^{i-1} G_i}{\sin(\varphi - \alpha)}$$

Correspondingly, the forces of reaction acting on the link AB from the frame A, can be calculated from the equations given bellow:

$$R_{iX} = \frac{ctg\varphi}{2} \sum_{1}^{i-1} G_i - \frac{\frac{G_i}{2} \cos\varphi + \frac{\cos\varphi}{2} \sum_{1}^{i-1} G_i}{\sin(\varphi - \alpha)} \cdot \cos\alpha; \quad (29)$$

$$R_{iY} = G_i + \frac{\frac{G_i}{2} \cos\varphi + \frac{\cos\varphi}{2} \sum_{1}^{i-1} G_i}{\sin(\varphi - \alpha)} \cdot \sin\alpha. \quad (30)$$

From these equations (29) and (30) meaning of the total force of reaction can be written.

$$R_i = \sqrt{R_{iX}^2 + R_{iY}^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{ctg\varphi}{2} \sum_1^{i-1} G_i - \frac{G_i \cdot \cos\varphi + \frac{\cos\varphi}{2} \sum_1^{i-1} G_i}{\sin(\varphi - \alpha)} \cdot \cos\alpha \right)^2 + \left(G_i + \frac{G_i \cos\varphi + \frac{\cos\varphi}{2} \sum_1^{i-1} G_i}{\sin(\varphi - \alpha)} \cdot \sin\alpha \right)^2} \quad (31)$$

After inserting the expressions of these reaction forces (16), we obtain in the formula the force of gravity required to bring the mechanism into motion. In our case we calculate the force of gravity on the load for ten positions of the mechanism when the angle φ of inclination of the parallel links changes from 10° to 80° .

As the example of the above scheme calculation of hail protection system let's use the parameters of the real mechanical system, where the length "l" of each bar is

taking equal to 80 cm; weight "G" of each bar is 0.363 kg; number of bars are n=10; specific weight of each bar is $\gamma=1,305 \text{ gram/cm}^3$ and coefficient of friction $f=0,05$.

Tracing the change in the inclination of the levers of the mechanical system, we calculate the value of the required force to drive the mechanism in action and the change in the value of the force as the configuration of the mechanical system changes. The calculated changes in these parameters are shown below.

When $\varphi_1 = 10^\circ$, then $mg=17.929\text{kg}$; $\varphi_2 = 20^\circ$, then $mg=8.636\text{kg}$;

$\varphi_3 = 30^\circ$ ----- $mg=5.346\text{kg}$;

$\varphi_4 = 40^\circ$ ----- $mg=3.577\text{kg}$;

$\varphi_5 = 50^\circ$ ----- $mg=2.432\text{kg}$;

$\varphi_6 = 60^\circ$ ----- $mg=1.602\text{kg}$;

$\varphi_7 = 70^\circ$ ----- $mg=0.959\text{kg}$;

$\varphi_8 = 80^\circ$ ----- $mg=0.436\text{kg}$.

Force changes depending on the angle of inclination of the levers in the form of a graph is given below in Fig. 5.

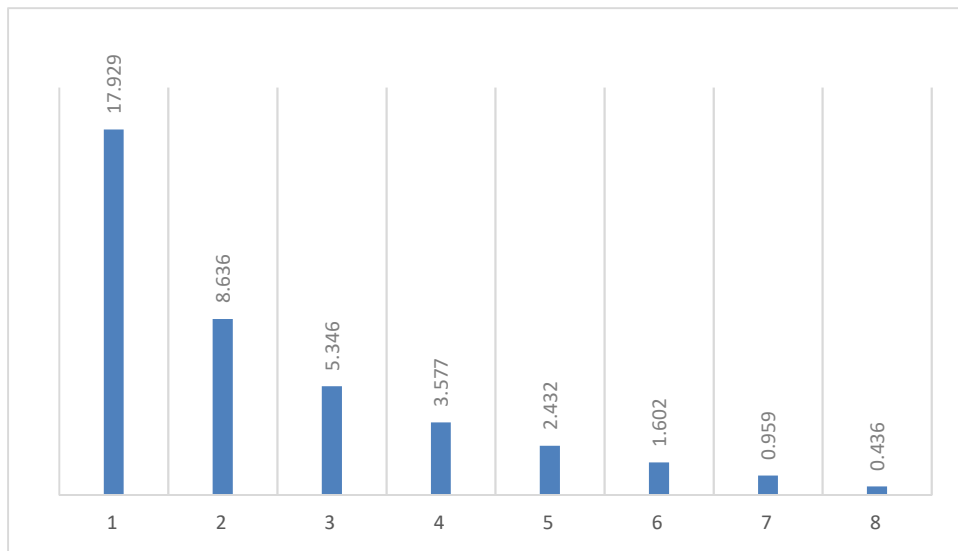


Fig. 5. The chart of relation to angle inclination variation and the force acting on the levers of mechanical system

Conclusion

Based on the use of the principle of possible displacement, the practical problem of determining the design parameters of a new anti-hail protection scheme for the vineyard, in which the mechanical system is driven by a controlled drop in the load associated with the levers with the help of levers, is solved. cable system. The

principle made possible to calculate the values of the forces acting on the links of the mechanism and, accordingly, the design parameters of the mechanical system can be determined. The offered mechanical system differs from existing systems by its simplicity and as a result by its cheapness and concurrent validity.

References

1. Goldstein, H., Poole, C. P., Safko, J. L. (2001). Classical Mechanics (3rd ed.). Addison-Wesley.
2. Torby, Bruce. (1984). Energy Principles. Advanced Dynamics for Engineers. HRW Series in Mechanical Engineering. United States of America: CBS College Publishing.
3. Tavkhelidze, D., Mchedlishvili, Z., Janikashvili, M. (2020). Determination of constructive parameters of stair climber's running gear. Works of GTU, N2(512).
4. Myszka, D.H. (2012). Machines and Mechanisms. Prentice Hall.

UDC 517

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-11-20>

ვენახის სეტყვისგან დამცავი მოწყობილობის გაანგარიშება

დავით თავხელიძე	აგროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის 17 E-mail: d.tavkhelidze@gtu.ge
ზურაბ მჭედლიშვილი	საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 E-mail: zurab.mch@mail.ru
ომარ თედორაძე	აგროინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0192, თბილისი, გურამიშვილის 17 E-mail: omar.tedoradze@moa.gov.ge

რეცენზენტები:

თ. მჭედლიშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: T.mchedlishvili@gtu.ge

ნ. გოჭოშვილი, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტრო, სოფლის მეურნეობის სურსათისა და სოფლის განვითარების დეპარტამენტის თანამშრომელი, ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი
E-mail: khvica.gochoshvili@mepa.gov.ge

ანოტაცია. მოცემული ნაშრომი ეძღვნება შემუშავებული ახალი მექანიკური სისტემის კინემატიკური და ძალოვანი მახასიათებლების განსაზღვრას, რომლებიც გამოყენებულია ვენახებისა და სხვა მსხმოიარე მცენარეების სეტყვისაგან დასაცავად, რაც კლიმატის ცვლილებების გამო ხშირად ხდება. სისტემა შეიცავს ბერკეტებს, რომლებიც ხელს უწყობენ სეტყვის საწინააღმდეგო ბადის სწრაფ გაშლას. სისტემის შეთავაზებული მექანიკური სქემა მარტივია და ის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ყველა ტიპის ვენახებისთვის. უფრო მეტიც, სისტემის მექანიკური ნაწილის კონტროლი შესაძლებელია დისტანციურად, მაგალითად, მობილური ტელეფონის მეშვეობით. შემოთავაზებულ მექანიზმში მექანიკური სისტემის პარამეტრების დასადგენად მოცემულია გამოთვლები შესაძლო გადაადგილების პრინციპის საფუძველზე. აქ თეორიულად განსაზღვრულია დატვირთვის წონის აუცილებელი სიდიდე, რომელსაც ვარდნისას მოძრაობაში მოჰყავს მთელი სისტემა.

საკვანძო სიტყვები: ვენახი; მრავალ ბერკეტოანი მექანიზმი; კინემატიკა; დატვირთვა; შესაძლო გადაადგილების პრინციპი.

UDC 517

SCOPUS CODE 1101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-11-20>

Расчет установки по защите виноградников от града

Давид Тавхелидзе Департамент Агроинженерии, Грузинский технический университет, Грузия, 0192, Тбилиси, ул. Д. Гурамишвили 17
E-mail: d.tavkhelidze@gtu.ge

Зураб Мchedlishvili Департамент, инженерной графики и технической механики Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. Костава 68^a
E-mail: zurab.mch@mail.ru

Омар Тедорадзе Аграрный департамент, Грузинский технический университет, Грузия, 0192, Тбилиси, ул. Гурамишвили 17
E-mail: omar.tedoradze@moa.gov.ge

Рецензенты:

З. Мchedlishvili, профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: T.mchedlishvili@gtu.ge

Х. Гочошвили, Академический доктор технических наук, Министерство окружающей среды и сельского хозяйства, Департамент сельского хозяйства, продовольствия и развития сельских районов
E-mail: khvica.gochoshvili@mera.gov.ge

Аннотация. Определяется кинематический и силовой анализ изобретенной новой механической системы, используемой для защиты виноградников и других плодовых растений от града, который часто случается из-за климатических изменений. Предлагаемая механическая система содержит систему рычагов и тросов, приводящие в движение противорадовую сетку. Предлагаемая механическая схема системы проста и может использоваться для всех типов виноградников. Для определения механических параметров системы приводятся расчеты, основанные на использовании принципа возможных перемещений, на основании чего теоретически определяется необходимый объем веса груза, приводящего в движение систему.

Ключевые слова: виноградник; возможных перемещений; кинематика; многорычажный механизм; нагрузка; принцип.

The date of review 07.04.2021

The date of submission 07.05.2021

Signed for publishing 29.09.2021

UDC 005.3

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-21-29>

მობინგი, ეფექტური მმართველობის შემაფერხებელი ფაქტორი საჯარო დაწესებულებებში

ნატო ქათამაძე საჯარო მმართველობისა და ელექტრონული ბიზნესის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: Nato.katamadze41@gamil.com

მარინე ბერძენაძე სოციალურ მეცნიერებათა დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77

E-mail: mariberdzen@gmail.com

რეცენზენტები:

მ. ცაცანაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის მოწვეული პროფესორი

E-mail: m.tsatsanashvili@yahoo.com

დ. მეტრეველი, სტუ-ის ეკონომიკური, მედიატექნოლოგიებისა და სოციალურ მეცნიერებათა ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: metreveli.lia@mail.ru

ანოტაცია. მმართველობის პროცესებში არსებული პრობლემები ხშირად არასწორი საკადრო პოლიტიკით არის განპირობებული და სხვადასხვა სეგმენტისგან შედგება. მობინგი – ეს ის მოვლენაა, რომელიც მიუხედავად იმისა, რომ საკმაოდ ფეხმოკიდებულია შრომით ორგანიზაციებში, ერთგვარად ტაბუ დადებულია და არცთუ ისე ხშირად ახსენებენ. საქართველოს საჯარო დაწესებულებებში საჯარო მოხელეთა შორის მობინგის გამომწვევი მიზეზების გამოვლენა და დროული აღმოფხვრა, მნიშვნელოვანია არა მარტო დაწესებულების გამართული

საქმიანობის მიზნით, არამედ კადრების ეფექტური განვითარებისა და კარიერული წინსვლისთვის.

საჯარო დაწესებულებებში თანამშრომელთა შორის ნეგატიური ინტერაქციები, შრომითი კოლექტივის შიგნით არსებული დაპირისპირებები გავლენას ახდენს არა მარტო შრომის პროდუქტიულობასა და ხარისხზე, არამედ საჯარო მოხელეთა მოტივაციასა და წარმატების მიღწევაზე. ენერგია, რომელიც შრომით პროცესში ხარისხიანი პროდუქტის შექმნას უნდა და მოხმარდეს, ერთი მხრივ, ჩასაფრებულ და, მეორე მხრივ, თავდაცვით პოზიციაში მყოფ თანამშრომელს შორის აგრესიასა და მის გამკლავებაზე იხარჯება.

სტატიაში განხილულია მობინგის გამომწვევი ფაქტორები და ნაჩვენებია, თუ როგორ არის საქართველოს საჯარო დაწესებულებების შრომით კოლექტივებში ეს მოვლენა დაკავშირებული ორგანიზაციულ კულტურასთან, თანამშრომელთა კარიერულ წინსვლასა და წარმატებასთან. ასევე, რა გავლენას ახდენს მობინგის არსებობა მართვის პროცესზე.

საკვანძო სიტყვები: კარიერული წინსვლა; მობინგი; ნეპოტიზმი; საჯარო დაწესებულება; საჯარო მოხელე.

შესავალი

ბოლო ათეული წლებია მსოფლიო მეცნიერთა ყურადღება მიმართულია არა მარტო პოზიტიური უნარებისაკენ, როგორცაა ლიდერობა, ორგანიზებულობა, ადაპტაცია, არამედ ისეთი ნეგატიური პროცესებისაკენ, როგორცაა არასასიამოვნო შიგა ორგანიზაციული კლიმატი, არაჯანსაღი კონკურენცია, ძალაუფლებისთვის ბრძოლა, მანიპულაცია, მობინგი. თუ სტატისტიკას გადავხედავთ, შრომით კოლექტივებში ნეგატიური ფაქტორები ბევრად სჭარბობს პოზიტიურს, თუმცა ამის აღიარება ჯერ კიდევ ვერ და არ მოხდა არც ადამიანის ქვეცნობიერის მიერ და არც სახელმწიფო სტრუქტურების მხრიდან. ეს მოუგვარებელი საკითხები უარყოფით გავლენას ახდენს მართვა-მმართველობის პროცესზე და, საბოლოო ჯამში, როგორც ორგანიზა-

ციულ, ისე ქვეყნის დემოკრატიულ განვითარებაზე უარყოფითად აისახება.

ძირითადი ნაწილი

მიმართულების ვექტორის მიხედვით, მობინგის 5 სახე არსებობს:

1. ჰორიზონტალური (კოლეგებს შორის);
2. ვერტიკალური - ბოსინგი (ხელმძღვანელის მხრიდან დაქვემდებარებულზე);
3. სტაფინგი (დაქვემდებარებულებიდან ხელმძღვანელზე);
4. „სენდვიჩის“ ტიპის (მობინგი მოდის ერთდროულად ზევიდან და ქვევიდან);
5. ინსტიტუციური მობინგი.¹

მიუხედავად იმისა, რომ ამ პრობლემას საქართველოს საჯარო სექტორის შრომით კოლექტივებში არც ისე იშვიათად აქვს ადგილი, იგი დღემდე შესწავლილი და გამოკვლეული არ არის. საგულისხმოა, რომ მობინგის წარმოქმნა არსებით ზიანს აყენებს არა მხოლოდ ინდივიდს, არამედ მთლიანად საჯარო დაწესებულებას, მის იმიჯს, რეპუტაციას და ავტორიტეტს საზოგადოების თვალში. დღეს საქართველოში ამ სოციალურ-ფსიქოლოგიურ ფენომენზე საუბარს ერიდებიან. ამის მიზეზი არის სწორედ ის, რომ როგორც თვითონ მობინგის ობიექტებიც კი, ვის მიმართაც ფსიქოლოგიური შევიწროება ხორციელდება და ფსიქოლოგიური ძალადობის მსხვერპლი არიან, გაურბიან ამ თემაზე საუბარს და ამ ფაქტის აღიარებასაც კი. თავად საჯარო დაწესებულებები ცდილობენ, დამალონ აღნიშნული

¹ Колодей К. 2007, Моббинг. Психотеррор на рабочем месте и методы его преодоления/пер.С нем.-Х.: Изд-во Гуманитарный центр, 2007. გვ. 23-26

ფაქტები, თუმცა, როგორც ლატენტურად მიმდინარე ნებისმიერ სხვა ნეგატიურ პროცესებზე, ასევე მობინგზე თვალის დახუჭვით საჯარო დაწესებულება მისგან თავს ვერ დაიხსნის. კადრების ბრუნვის გამო, ერთ საჯარო დაწესებულებაში უგულებელყოფილი მობინგი მეორეში ვრცელდება. სწორედ ამის შედეგია ის, რომ მისი გავრცელება სამუშაო ადგილების სიმცირისა და მძაფრი კონკურენციის პირობებში კიდევ უფრო ფართოვდება.

გამოხატული კონკურენტული პირობების არსებობისას საჯარო დაწესებულებაში მობინგის საფუძველი ხშირად ხდება ფობია უფრო ძლიერი კადრისა და უფრო დიდი კულტურული კაპიტალის მქონე პიროვნებების მიმართ; მობინგის წარმოშობასა და გავრცელებას საჯარო დაწესებულებაში ასევე ხელს უწყობს ქვეყანაში ფართოდ გავრცელებული ნეპოტიზმი და ქრონიზმი.

რაც შეეხება კარიერულ წინსვლას, თანამშრომელთა შრომითი წარმატებისმისაღწევად მნიშვნელოვანია ოთხი ფაქტორი: პროფესიონალიზმი, კოლეგებთან პოზიტიური კომუნიკაცია, წარმატების სუბიექტური განცდა და პროფესიული კმაყოფილება. მობინგი სწორედ ამ ფაქტორებზე ახდენს ნეგატიურ გავლენას.

სოციოლოგ პიერ ბურდიეს მიხედვით, წარმატებას რომ მიაღწიოს ადამიანი უფრო კონფორმისტი უნდა იყოს, ვიდრე ნოვატორი.² კულტურული კაპიტალის მქონე თანამშრომელი კი მიდრეკილია უფრო მეორესკენ და უჭირს იყოს კონფორმისტი იმ შემთხვევაში, თუ მისი პროფესიულ ცოდნის მაღა-

ლი დონე დაწესებულების ხელმძღვანელის პროფესიული ცოდნის დონეს მნიშვნელოვნად აღემატება და აქვს თავისი არგუმენტირებული მოსაზრებები ამა თუ იმ საკითხთან დაკავშირებით.

საჯარო დაწესებულებებში ხშირია:

- ხელმძღვანელებში მართვის უნარების ნაკლებობა;
- დაწესებულებაში ინფორმაციის ნაკადის ცუდი ორგანიზება;
- ინტრიგის, ცილისწამების, ჭორის გამავრცელებლების მიმართ შემწყნარებლური და წამხალისებელი დამოკიდებულება;
- ხელმძღვანელების ხშირი ცვლა;
- ხელმძღვანელებსა და დაქვემდებარებულებს შორის ინტიმური ან ოჯახური კავშირების არსებობა (ნეპოტიზმი), მეგობრობა (ქრონიზმი);
- შრომის არასწორი ორგანიზება და თანამშრომლების მკვეთრად განსხვავებული მოტივაცია: განსხვავებული ხელფასი ერთნაირი სამუშაოს შესრულების მიუხედავად; განსხვავებული ჯილდო; შრომის განსხვავებული პირობები; კარიერული წინსვლის პერსპექტივის არარსებობა.

იმისათვის, რომ ჩვენი მოსაზრებები უფრო ნათელი გაგვეხადა და პრობლემების იდენტიფიცირება მოგვეხდინა, ჩავატარეთ კვლევა. მსოფლიოპანდემიის გამო ვაწარმოეთ ონლაინ გამოკითხვა სოციალური ქსელის „ფეისბუქის“ მეშვეობით,

²ბურდიე, პ. სოციოანალიზის ძირითადი კატეგორიები
<http://socium.ge/downloads/tanasoeteii/PierreBourdiesociology.pdf> გვ.235ანახია [17.08.2021]

Google- ის გამოკითხვის სისტემის საფუძველზე შევადგინეთ კითხვარი. სხვადასხვა ჯგუფში განვითავსეთ დახურული და ღია კითხვებისგან შედგენილი კითხვარი, სადაც კვლევაში კვლევის ეთიკის სრული დაცვით, ანონიმურად, საკუთარი სურვილით მონაწილეობა მიიღო 18-დან 70 წლამდე 243-მა როგორც საჯარო, ისე კერძო სექტორში დასაქმებულმა ფეისბუქ მომხმარებელმა. აქედან 65-მა მამაკაცმა (27, 4%) და 172-მა ქალმა (72%), რომლებიც სხვადასხვა დროს დასაქმებული იყვნენ როგორც კერძო, ასევე საჯარო სექტორში. საგულისხმოა ისიც, რომ ამ კვლევით დაინტერესდნენ უფრო ქალები, ვიდრე მამაკაცები. ევროპის პარლამენტის 2014-2019 წლის ანგარიშში აღნიშნულია, რომ სექსუალური შევიწროება და მობინგი – სქესობრივი ნიშნით დისკრიმინაციის ორი უკიდურესი, მაგრამ ფართოდ გავრცელებული ფორმაა, რომლის მსხვერპლთა 90% ქალები შეადგენენ.³

ჩვენ მიერ გამოკითხულთა 40,3%-ს აქვს ინფორმაცია მობინგის შესახებ; 23,5%-ს ინფორმაცია არ ჰქონია; კითხვარით ამ მოვლენის შესახებ შეიტყო 17,2%-მა; მობინგის შესახებ სმენია, მაგრამ ზუსტად არ იცის, რას ნიშნავს – 20,2%-მა.

რესპონდენტთა 33,2% აღნიშნავს, რომ მის მიმართ ზედმიწევნით 6 თვის მანძილზე ადგილი ჰქონია არავერბალურ ვერტიკალურ მობინგს ხელმძღვანელობის მხრიდან; 4,6%-ს უჭირს პასუხის გაცემა, რაც ასევე ძალიან საგულისხმოა, რადგან ზოგჯერ ადამიანებს საკუთარ თავთანაც უჭირთ

აღიარონ, რომ ისინი მსხვერპლი არიან. ვერბალური ვერტიკალური მობინგის მსხვერპლად თავს მიიჩნევს 28,4%, ხოლო პასუხის გაცემა უჭირს 8,4%-ს. ჰორიზონტალურ ვერბალურ მობინგს ადგილი ჰქონია გამოკითხულთა 24,4%-ში, 5,8%-ს უჭირს პასუხის გაცემა. არავერბალურ ჰორიზონტალურ მობინგს ადგილი ჰქონია 23,4%-ში, პასუხის გაცემა უჭირს 6,8%-ს. მის მიმართ განხორციელებული მობინგის გამო სამსახური შეიცვალა 29,4%-მა.

ყველაზე დამაფიქრებელი აღმოჩნდა პასუხი კითხვაზე: ყოფილან თუ არა რესპონდენტები მათი რომელიმე თანამშრომლის ან ახლობლის მიმართ განხორციელებული მობინგის მოწმე უნებურად, რაზეც 66,1% დადებითად პასუხობს, 8,3%-ს უჭირს პასუხის გაცემა. 61,1%-ს დაუტყავს მობინგის ობიექტი; 5,4% არ ჩარეულა, რადგან მას არ ეხებოდა; 11,8% თვლის, რომ ჩარევით კოლეგების ან ხელმძღვანელობის მხრიდან ნეგატიურ დამოკიდებულებას გააჩენდა საკუთარი თავის მიმართ და ამიტომ ჩაურევლობა არჩია. 0 5%-მა ღია კითხვარში ჩაწერა: „დასამობინგებელი უნდა დამობინგდეს“, რაც ასევე დამაფიქრებელია; პასუხის გაცემა უჭირს 14,8%-ს. გამოკითხულთა 44,9% თვლის, რომ მობინგი საქართველოში ძალიან გავრცელებულია. ამასთან, 56,7% მიიჩნევს, რომ იგი გავრცელებულია საჯარო სექტორში.

კითხვაზე, რომელ სფეროში უფროა გავრცელებული მობინგი, გამოკითხულთა პასუხების მიხედვით, პირველ ადგილს იკავებს განათლების სფერო

³ 3. European Parliament/ REPORT on measures to prevent and combat mobbing and sexual harassment at workplace, in public spaces, and political life in the EU (2018/2055(INI) https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0265_EN.pdf გვ. 17-20 წინახაზი [19. 08.2021]

(80); მეორე ადგილს – ჯანდაცვის სფერო (59); მესამე ადგილს – კულტურის სფერო (39), მეოთხე ადგილს – მეცნიერების სფერო (37), მეხუთე ადგილს – სამართალდამცავი (29).

კითხვაზე, რა მოხდება, თუ ოდესმე თქვენ მიმართ მობინგი განხორციელდება და თქვენ სასამართლოს ან სახალხო დამცველს მიმართავთ“, 42,1% მიიჩნევს, რომ მის მიმართ კიდევ უფრო დაიძაბება სიტუაცია; 19,1% თვლის, რომ სამსახურიდან გაუშვებენ; 10,6% მიაჩნია, რომ გამოსწორდება მის მიმართ დამოკიდებულება; 9,4% თვლის, რომ არაფერი შეიცვლება მასთან მიმართებაში; 28,5%-ს უჭირს პასუხის გაცემა.

მობინგის სუბიექტების საერთო ნიშან-თვისებებზე დასმულ კითხვაზე გაცემული პასუხების მიხედვით, პირველ ადგილზეა: მობერები ძალიან დობით ცდილობენ ადგილის დამკვიდრებას (130); მეორე ადგილზეა: მობერებს ჰყავთ ძლიერი მფარველი და სარგებლობენ ამით (104); მესამე ადგილზეა: მობერთა არასრულფასოვნების კომპლექსი (97); მეოთხე ადგილზე: ძალის დემონსტრირებას ახდენენ, რომ ლიდერობა მოიპოვონ; მეხუთე ადგილზეა: ბუნებით აგრესიულები არიან (38). საინტერესოა, რომ 5 რესპონდენტის აზრით, მობერები სამართლიანობის დამკვიდრებას ცდილობენ, ხოლო 3 რესპონდენტს მიაჩნია, რომ მობერები ძლიერები არიან და სწორად იქცევიან.

კითხვაზე, პანდემიით გამოწვეულმა დისტანციურ სამუშაო რეჟიმზე გადასვლამ იქონია თუ არა გავლენა მობინგზე, 40,9% თვლის, რომ მნიშვნელოვნად იქონია გავლენა; 16,2% – ზომიერად; 6,4% – უმნიშვნელოდ შეამცირა მობინგი; 28,5%-ს მიაჩნია,

რომ დისტანციურმა რეჟიმმა გავლენა არ იქონია მობინგზე.

კითხვაზე – თუ თვლით, რომ მობინგი ფართოდ გავრცელებულია, რა უნდა გაკეთდეს მის დასამლევად ხელისუფლების ან შესაბამისი ორგანიზაციის მხრიდან, გამოკითხულთა პასუხების მიხედვით, პირველ ადგილზეა: დიდი მნიშვნელობა მიენიჭოს პროფესიონალიზმს (108.); მეორე ადგილზეა: ნეპოტიზმის ფაქტების აღმოფხვრა; მესამე ადგილზეა: ამალდეს ხელმძღვანელთა პასუხისმგებლობა (96); მეოთხე ადგილზეა: განხორციელდეს რეგულარული მონიტორინგი (82); მეხუთე ადგილზეა: დაიხვეწოს შრომის კოდექსი (81); მეექვსე ადგილზეა: დაიხვეწოს საჯარო სამსახურის შესახებ კანონი; მეშვიდე ადგილზეა: შეიქმნას მობინგში მონაწილე პირთა დახმარების ცენტრი ორგანიზაციებში.

დასკვნა

ჩვენ მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა, მობინგს, როგორც სოციალურ მოვლენას, შეუძლია საჯარო დაწესებულების ეფექტური საქმიანობა შეაფერხოს. ის იწვევს მნიშვნელოვან ცვლილებებს შრომით ქცევებში და არის საჯარო დაწესებულებაში თანამშრომელთა წარმატების დემოტივატორი. მისი გამოვლენის ფარული და ღია ფაქტები პიროვნებათაშორისი კონფლიქტების წყაროა და უარყოფითად აისახება როგორც მმართველობით პროცესზე ისე ამ მმართველობით მიღებულ შრომის პროდუქტზე.

მობინგის საწინააღმდეგო მექანიზმი უნდა იყოს მობინგის აღმკვეთი სტრატეგიული და ტაქტიკური რეაგირებების ერთობლიობა, ამასთან მსოფლიოში

ცნობილი მექანიზმების გამოყენებისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ ქართული ეროვნული თავისებურებები. საჯარო დაწესებულებების ხელმძღვანელებს არ აქვთ გაცნობიერებული მობინგის ზეგავლენა შრომის ნაყოფიერებაზე, არ აქვთ გააზრებული, რომ მობინგისგან არამარტო ობიექტები დადაწესებულება ზარალდება, არამედ სახელმწიფოც. „საქართველოს საჯარო სამსახურის შესახებ“ კანონში არ არსებობს მობინგის დეფინიცია და, შესაბამისად, არ არსებობს მობინგისგან დამცავი არც ერთი მექანიზმი. სუსტია პროფესიულ კავშირების გავლენა ისევე, როგორც ქართული სტერეოტიპების გავლენა – მობინგის მსხვერპლად ყოფნა სირცხვილად და მიუღებელფაქტად მიაჩნიათ ადამიანებს.

ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე

სასურველია:

- ორგანიზაციაში ეთიკის კოდექსის შემუშავება, რომელშიც ერთმნიშვნელოვნად დაუშვებელი იქნება მობინგი. შეფასების სისტემა უნდა იყოს არაცალმხრივი - თანამშრომელთა შეფასება ხელმძღვანელის მხრიდან, არამედ თანამშრომლებსაც უნდა ჰქონდეთ საშუალება, შეაფასონ როგორც ერთმანეთი, ასევე ხელმძღვანელი სრული ანონიმურობის დაცვით, წელიწადში ერთხელ მაინც, რაც თავის მხრივ გამორიცხავს ხელმძღვანელთა მხრიდან სუბიექტური და ერთპიროვნული გადაწყვეტილებების მიღების შესაძლებლობას ერთ რომელიმე, კონკრეტულ თანამშრომელთან მიმართებაში.
- თანამშრომლებისთვის ნათელი და გასაგები უნდა იყოს დაწესებულების გრძელვადიანი

- მიზნები და განვითარების გეგმები; ხელმძღვანელობას უნდა ჰქონდეს საკმარისი გამოცდილება და მართვის საჭირო უნარები; უნდა არსებობდეს მკაფიო თანამდებობრივი ინსტრუქციები და კარიერული ზრდის შესაძლებლობა; საჭიროა შრომისსწორი ორგანიზება;
- პროაქტიული მოქმედებები – შიგარგანიზაციული დაორგანიზაციის გარე მოქმედებები. შიგარგანიზაციული მოქმედებების ქვეშ ვგულისხმობთ კონფლიქტის კუპირებას, რომ არ მოხდეს მისი ესკალაცია და არ მიიღოს სისტემატური ხასიათი, რადგან სწორედ მოუგვარებელი და დაუსრულებელი კონფლიქტები ხდება ხშირად მობინგის გამწვავი მექანიზმი. ამისთვის, ორგანიზაციაში უნდა შემუშავდეს გარკვეული სანქციები ეთიკის კოდექსის დარღვევისთვის. რაც შეეხება ორგანიზაციის გარეთ მოქმედებებს, ეს არის ფსიქოლოგებთან კონსულტაციები. თუმცა დღევანდელი მძიმე სოციალურ-ეკონომიკური დეგონარეობიდან და, შესაბამისად, სტრესული სიტუაციების მატებიდან გამომდინარე, სასურველია, ყველა ორგანიზაციას პერსონალის მართვის განყოფილებაში ჰყავდეს პროფესიონალი ფსიქოლოგი, რომელიც იმუშავებს როგორც კონფლიქტების მოგვარებაზე, ასევე მობინგის გამოვლენაზე და დაეხმარება მობინგში მონაწილე პირებს, ჩაატარებს ტრენინგებს ამ მიმართულებით და გაუწევს ფსიქოლოგიურ კონსულტაციას თანამშრომლებს.
- შემუშავდეს სამუშაო კმაყოფილების კითხვა-რი, რომელიც მოიცავს კითხვებს პირადი კმა-

ყოფილების, სოციალური კმაყოფილების, შრომითი კმაყოფილების შესახებ. პერსონალის მართვის განყოფილების ფსიქოლოგი განახორციელებს აღნიშნულ მონიტორინგს და გამოკითხვის საფუძველზე მოახდენს სამუშაო

ატმოსფეროს ანალიზს, გამოავლენს ორგანიზაციის პრობლემებს ქმ მიმართულებით და შეიმუშავებს მათი გადაჭრის როგორც ზოგად, ასევე ინდივიდუალურ გზებს.

ლიტერატურა

1. The main categories of P.Bourdieu's socio-analysis. (17.08.2021) Retrieved from: <http://socium.ge/downloads/tanasoetioii/PierreBourdieusociology.pdf>
2. Law of Georgia on Public Service.
3. Nijaradze, G., Mshvidobadze, R., Asatiani, T., Cikhiseli, T. (2010). Conflicts. International center on conflict and negotiation.
4. European Parliament (2018). Report on measures to prevent and combat mobbing and sexual harassment at workplace, in public spaces, and political life in the EU. 17-20. Retrieved from: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-8-2018-0265_EN.pdf
5. Zuschlag, B. (2021). Mobbing: Bullying at workplace. Göttingen: *Hegrefe-Verlag*. (In German);
6. Leymann, H. (1990). Mobbing and psychological terror at workplaces. *Violence and Victims*. 5. 19-125
7. Hoel, H., Cooper, C. (2001). Destructive conflict and bullying at work. Extracts of study report compiled for Launch of the Civil Service Race Equality Network. <http://www.bollettinoadapt.it/old/files/document/19764Destructiveconfl.pdf> seen [14.05.2021]
8. Knorz, C. Zapf, D. (1996) Mobbing: At the workplace. Guide for Workshops and Organization Psychology. Stuttgart: *Publisher for applied psychology*.
9. Einarsen, S., Hoel, H., Zapf, D., Cooper, C. (ed.). (2004). Bullying and Emotional Abuse in the Workplace. International perspectives in research and practice. London: *Taylor & Francis e-Library*.
10. Neuberger, O. (1994) Mobbing: Playing badly in organisations. Munich: *Rainer Hampp Publisher*.
11. Kolodey, K. (2007). Mobbing. Psychoterror in the workplace and methods to overcome from it / translation from German, Humanitarian Center.

UDC 005.3

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-21-29>

Mobbing as an Impediment to Effective Governance in Public Institutions

Nato Katamadze Department of Public Administration and E-Business, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava str.

E-mail: Nato.katamadze41@gmail.com

Marine Berdzenadze Department of Social Sciences, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava str.

E-mail: mariberdzen@gmail.com

Reviewers:

M. Tsatsanashvili, Invited Professor, Faculty of Business Technology, GTU

E-mail: m.tsatsanashvili@yahoo.com

D. Metreveli, Professor, Faculty of Economics, Media Technology and Social Sciences, GTU

E-mail: metreveli.lia@mail.ru

Abstract. Problems in the governance process are often caused by incorrect personnel policy and consist of different segments. Mobbing – is a tendency that is still neglected and it is not often mentioned. It is very significant to identify and timely eliminate the causes of mobbing among public servants in Georgian public institutions in order to administer the institution properly, and also to embark effectively on a career development path.

Negative interactions between co-workers in public institutions and challenges within the team greatly affect not only the productivity and quality of work, but also the motivation and success of public servants. To make quality improvement and focus on the enhancement in the labor process is the main factor that is spent on aggression and dealing with the controversies within employees.

The article depicts the factors that cause mobbing and how this is related to the organizational culture, career advancement and success of employees in the labour teams of Georgian public institutions. Besides, how the current situation impacts on the management process.

Key words: career advancement; mobbing; nepotism; public institution; public servant.

UDC 005.3

SCOPUS CODE 1401

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-21-29>

Моббинг как препятствие на пути к эффективному управлению в государственных учреждениях

- ნათო კატამაძე** Департамент государственного управления и электронного бизнеса, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: Nato.katamadze41@gmail.com
- მარინე ბერძენაძე** Департамент социальных наук, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: mariberdzen@gmail.com

Рецензенты:

М. Цацанашвили, приглашенный профессор факультета бизнес-технологий ГТУ

E-mail: m.tsatsanashvili@yahoo.com

Д. Метревели, профессор факультета экономики, медийных технологий и социальных наук ГТУ

E-mail: metreveli.lia@mail.ru

Аннотация. Проблемы в процессах управления часто вызваны неправильной кадровой политикой и состоят из разных сегментов. Моббинг – это явление, которое хоть и довольно распространено в трудовых организациях, но как-то табуировано и не так часто упоминается. Своевременное выявление и устранение причин моббинга важно не только для нормального функционирования учреждения, но и для эффективного развития персонала и их продвижения по службе.

Негативное взаимодействие между сотрудниками в государственных учреждениях, противопоставления внутри персонала влияют не только на производительность и качество работы, но также на мотивацию и успех государственных служащих. Энергия, которую необходимо затратить на создание качественного продукта в процессе труда, тратится на агрессию, используется для борьбы друг с другом и защиты друг от друга.

В статье рассматриваются факторы, вызывающие моббинг; показано, как это явление связано с культурой организации, карьерным ростом и успехами сотрудников в рабочих коллективах государственных учреждений Грузии; какое влияние оказывает моббинг на процесс управления.

Ключевые слова: госслужащий; государственное учреждение; карьерный рост; моббинг; nepotizm.

განხილვის თარიღი 10.07.2021

შემოსვლის თარიღი 02.06.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 657.1

SCOPUS CODE 1402

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-30-39>

დარიცხვის მეთოდის არსის გაგებისათვის 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

E-mail: n.failodze@gtu.ge

დ. ჯალაღონია, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი

E-mail: Dato.jalagonia@gmail.com

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

ნაშრომში განალიზებულია განხორციელებული ცვლილებები, საერთაშორისო სტანდარტებში და კონცეპტუალურ საფუძვლებში მოცემული დეფინიციები, სხვადასხვა ავტორთა შეხედულებები ამ საკითხთან დაკავშირებით და გამოტანილია შესაბამისი დასკვნები. კვლევის საფუძველზე დასა-

ბუთებულია, რომ „დარიცხვის მეთოდი“ გამოყენებულ იქნეს საწარმოს მიერ 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: ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები; ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები; სააღრიცხვო პოლიტიკა; დარიცხვის მეთოდი.

შესავალი

საწარმოს ფინანსური ანგარიშგება მთელი სააღრიცხვო ციკლის დამამთავრებელი ეტაპია. ფინანსური ანგარიშგების სანდოობა, მიუკერძოებლობა

და სამართლიანი წარდგენა დიდად არის დამოკიდებული იმ სააღრიცხვო პოლიტიკაზე, რომელსაც საწარმო შეარჩევს ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოებისა და ფინანსური ანგარიშგების შედეგისათვის. სააღრიცხვო პოლიტიკის დანიშნულებაა ინფორმაციის მომხმარებელს მიეწოდოს სრულყოფილი და საიმედო ინფორმაცია საწარმოს ქონებრივ მდგომარეობაზე და ფინანსურ შედეგებზე. მასში შეიძლება აისახოს ისეთი მნიშვნელოვანი მომენტები, როგორცაა: აქტივების, ვალდებულებების, შემოსავლებისა და ხარჯების აღიარების მეთოდები და სხვ. 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 ხარჯებად აისახებოდა მოცემულ საანგარიშო პერიოდში, მიუხედავად იმისა, რომ მათი გაცემა ხდებოდა მომდევნო პერიოდში“¹ ამ მეთოდთან ერთად საერთაშორისო სტანდარტები აღიარებს „ფუნქციონირებადი საწარმოს“ პრინციპს, რომლის მიხედვითაც იგულისხმება, რომ საწარმო თუ ფინანსურ ანგარიშგებას ამზადებს, ის არ აპირებს საქმიანობის შეწყვეტას.

საქართველოს მიერ საბუღალტრო აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების აღიარების შემდეგ „დარიცხვის მეთოდის“ გამოყენება სავალდებულო გახდა. მას მიენიჭა უპირატესობა საკასო მეთოდთან

შედარებით. ამ უკანასკნელის გამოყენება აკრძალული არ არის, თუმცა საგადასახადო კოდექსის მიხედვით მისი გამოყენება ნაწილობრივ იზღუდება.

„დარიცხვის მეთოდის“ განმარტებამ საერთაშორისო სტანდარტების შემოღებიდან ვიდრე დღემდე გარკვეული მეტამორფოზა განიცადა. ამიტომ უპირანია მიმოვიხილოთ ის ცვლილებები და სხვადასხვა ავტორთა შეხედულებები ამ საკითხთან დაკავშირებით.

ძირითადი ნაწილი

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

ქართულ ენაზე სტანდარტების პირველ გამოცემაში (2000წ. შემოღებული იქნა 34 სტანდარტი და სტრუქტურული საფუძვლები) „დარიცხვის მეთოდი“ განმარტებულია „ფინანსური ანგარიშგების მომზადებისა და წარდგენის სტრუქტურულ საფუძვლებში“, სადაც ვკითხულობთ - „თავისი მიზნებიდან გამომდინარე ფინანსური ანგარიშგების მომზადებას საფუძვლად უდევს დარიცხვის მეთოდი. ამ მეთოდის თანახმად სამეურნეო ოპერაციების შედეგები აისახება მოხდენის მომენტში და არა ფულადი სახსრებისა და მისი ეკვივალენტების მიღებისა და გადახდის დროს. ამასთან ისინი გა-

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

² ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები ბაფ-ის გამომცემლობა, თბ., 2000 წ. გვ. 4.

ტარდება სათანადო ბუღალტრულ დოკუმენტებში³ როგორც ვხედავთ ამ განმარტებაში ყურადღება გამახვილებულია სამეურნეო ოპერაციის შედეგზე, როგორცაა მაგალითად, საქონლის გაყიდვა, რომლის საფუძველზეც საწარმო ერთი მხრივ აღიარებს მოთხოვნას, ხოლო მეორე მხრივ მან უნდა აღიაროს ჯერ კიდევ მიუღებელი შემოსავალი. ანალოგიური მიდგომა გამოიყენება ხარჯების მიმართაც, ანუ გადაუხდელი თანხები ხარჯებად აღიარდება ბუღალტრული (ფინანსური) თვალსაზრისით.

ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების მომდევნო გამოცემა 2004 წელს განხორციელდა, რომელშიც შეტანილ იქნა შემდეგი ცვლილებები: ბასს-ის მიერ შემუშავებული ფინანსური ანგარიშგების ხუთი ახალი საერთაშორისო სტანდარტი; გადაისინჯა ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები, რომლის მიზანიც იყო მათი გაუმჯობესება და ხარისხის ამაღლება; ახალი სტანდარტებისა და არსებულის გადასინჯვის საფუძველზე მოქმედ სტანდარტებში შეიტანეს 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 შესახებაც აღნიშნულია, რომ – „ბასს-ის გაუმჯობესების პროექტის შედეგად გადაისინჯა ბუღალტრული აღრიცხვის თხუთმეტი საერთაშორისო სტანდარტი. ამ პროექტის მიზანი გახლდათ ალტერნატივების, გამეორებებისა და სტანდარტებს შორის წინააღმდეგობების შემცირება ან აღმოფხვრა, სტანდარტების შეჯერების საკითხის გადაწყვეტა და სხვა გაუმჯობესების გადაწყვეტა“.⁴ აქვე აღვნიშნავთ, რომ ეს არის სერიოზული ხარვეზები, რომელსაც სტანდარტები არ უნდა შეიცავდეს.

მომდევნო გამოცემა 2010 წელს განხორციელდა, რომელშიც შეიტანეს 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 „აღრიცხვის მეთოდს“, მის განმარტებაში 2000 წლის გამოცემასთან მიმართებით, 2004 წელს რაიმე სახის ცვლილებები არ განხორციელებულა.

ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების საბჭომ 2010 წლის სექტემბერში გამოსცა „კონცეპტუალური საფუძველები“, რომელმაც ჩაანაცვლა მანამდე მოქმედი „სტრუქტურული

³ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები, ბაფ-ის გამომცემლობა, თბ., 2000 წ. გვ. 30

⁴ ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები. გამომცემლობა „თერგი XXI“, 2005 წ. გვ. X

საფუძვლები“. ამ უკანასკნელ დოკუმენტში, საერთაშორისო სტანდარტების შემუშავებიდან ვიდრე „კონცეპტუალური საფუძვლების“ გამოცემამდე, საწარმოსათვის ყოველთვის სავალდებულო იყო ორი ისეთი ძირითადი დამკვეთის 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 სახით⁵. ამასთან აღვნიშნავთ, რომ თუ საწარმოს განზრახული აქვს საქმიანობის შეწყვეტა ან მისი მასშტაბების საგრძნობლად შემცირება, მან ფინანსური ანგარიშგება მაინც უნდა მოამზადოს და წარადგინოს.

ამჟამად ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტების სრული კომპლექტი მოიცავს ფინანსური ანგარიშგების 16 საერთაშორისო სტანდარტს, ბუღალტრული აღრიცხვის 25 საერთაშორისო სტანდარტს და „ფინანსური ანგარიშგების კონცეპტუალურ საფუძვლებს“⁶

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 (ბასს) გამოსცეს – „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 მეტნაკლებად გაითვალისწინება ადგილობრივი წესები. ეს წესები მოიცავს ბუღალტრული აღრიცხვის სტანდარტებს, რომელსაც ავრცელებენ მარეგულირებელი ორგანოები“⁷. მასასადამე, ბუღალტრული აღრიცხვის სტანდარტები არის ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოების წესები, ხოლო საერთაშორისო სტანდარტები, ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოების საერთაშორისო წესები.

ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტებში აღნიშნულია, რომ ფინანსური ანგარიშგება სტრუქტურულად გვიჩვენებს საწარმოს ფინანსურ მდგომარეობას და საქმიანობის ფინანსურ შედეგებს⁸.

ბუღალტრული აღრიცხვის N1 საერთაშორისო სტანდარტში „ფინანსური ანგარიშგების წარდგენა“, მოცემულია შემდეგი სახის განმარტება - ფასს სტანდარტები შედგება უშუალოდ სტანდარტებისა და

⁵ <https://saras.gov.ge/ka/lfrs/Pdf/542>, კონცეპტუალური საფუძვლები, 3.4.1.

⁶ <https://saras.gov.ge/ka/lfrs/Pdf/542>.

⁷ ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტები. ბაფ-ის გამომცემლობა, თბ., 2000 წ. გვ. 21. 3.9.

⁸ ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები, გამომცემლობა „თერგი XXI“, 2005 წ. გვ. 558

ინტერპრეტაციებისაგან, რომლებსაც გამოსცემს ბასს საბჭო.

ფასს მოიცავს:

ა) ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტებს;

ბ) ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტებს და

გ) ინტერპრეტაციებს⁹

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ცხადია, რომ ბუღალტრული აღრიცხვის წარმოება და ფინანსური ანგარიშგების შედგენა არის ორი განსხვავებული რამ. შესაბამისად, საერთაშორისო სტანდარტებიც ორი მიმართულებით მუშავდება. აქედან გამომდინარე მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ამ დოკუმენტს ეწოდოს „ბუღალტრული აღრიცხვისა და ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები“ და არა ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტები“, რომელიც თავის თავში მოიცავს ისევ ფასსებ-ს 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 „დარიცხვის მეთოდს“. დარიცხვის მეთოდის არსს ავტორები რამდენადმე განსხვავებული ინტერპრეტაციით წარმოგვიდგენენ, მაგალითად პროფ. ლ. გრიგალაშვილი მას შემდეგნაირად განმარტავს: „დარიცხვის მეთოდის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ მოვლენებისა და შედეგების აღიარება ხდება მათი მოხდენისთანავე

და არა ფულადი თანხების მიღების ან გადახდის დროს. დარიცხვის მეთოდის შესაბამისად რეალიზებულად ითვლება მიწოდებული პროდუქცია მიუხედავად იმისა, თანხა შემოსულია თუ არა მიმწოდებლის ანგარიშზე; ხარჯები გაწეულად ითვლება მათი დარიცხვისთანავე“¹⁰.

სხვა ავტორები შემდეგ განმარტებას გვთავაზობენ: „დარიცხვის მეთოდით შემოსავლების აღიარებისათვის საკმარისია, რომ საკუთრების უფლება საქონელზე და მომსახურებაზე გადაეცეს მყიდველს და მან აღიაროს გარიგების საფუძველზე წარმოქმნილი ვალდებულების დაფარვა კონტაქტით დადგენილ ვადაში“¹¹. როგორც ვხედავთ, ამ შემთხვევაში ავტორებს ყურადღება გამახვილებული აქვთ საქონელზე საკუთრების უფლების გადაცემაზე 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. ამასთან ისინი გატარდება სათანადო ბუღალტრულ დოკუმენტებში და აისახება იმ პერიოდის ფინანსურ ანგარიშგებაში, რომელსაც განეკუთვნება“¹². ამ შემთხვევაში ავტორი სტანდარტისეულ განმარტებას ეყრდნობა.

ავტორთა ჯგუფი, ზ. ლიპარტია, ნ. ფაილოძე და სხვ. დარიცხვის მეთოდს „დარიცხვის პრინციპად“ მოიხსენიებენ და შემდეგ განმარტებას იძლევიან:

⁹ <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, ბასს-1, პ. 7

¹⁰ ლ. გრიგალაშვილი. ფინანსური აღრიცხვა, გამომცემლობა „გეორგია“, თბ., 2014წ, გვ. 275.

¹¹ ა. ხორავა და სხვ. ბუღალტრული აღრიცხვა. გამომცემლობა „მერიდიანი“, 2012წ. გვ. 471.

¹² ე. ხარაბაძე. ფინანსური აღრიცხვა. გამომცემლობა „უნივერსალი“, თბ., 2009წ., გვ. 149

„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“¹³

დღეისათვის მოქმედი ბასს - 1 დარიცხვის მეთოდის გამოყენების ვალდებულებას და მის შინაარსს შემდეგნაირად განმარტავს: „საწარმომ ფინანსური ანგარიშგების მომზადებისას უნდა გამოიყენოს დარიცხვის მეთოდი, რომლის დროსაც აქტივები, ვალდებულებები, შემოსავლები და ხარჯები უნდა აღიარდეს მაშინ, თუ ისინი დააკმაყოფილებენ კონცეპტუალურ საფუძვლებში მოცემულ განმარტებას და აღიარების კრიტერიუმებს“¹⁴. თუ მოცემულ განმარტებას შევადარებთ ბუღალტრული აღრიცხვის საერთაშორისო სტანდარტების 2000 წლის ქართულ გამოცემასთან, იკვეთება, რომ შემოსავლებისა და ხარჯების აღიარების გარდა, დარიცხვის მეთოდში იგულისხმება აგრეთვე აქტივებისა და ვალდებულებების აღიარების საკითხიც. ამასთან აღიარების კრიტერიუმები უკვე ბუღალტრული აღრიცხვის NI 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“¹⁵. აქ საინტერესოა ერთი დეტალიც, კერძოდ, „კონცეპტუალური საფუძვლების“ 4.5 პუნქტის შესაბამისად, „აქტივებისა და ვალდებულებების განმარტებებში მხოლოდ არსებითი ნიშანთვისებებია აღწერილი, მაგრამ განსაზღვრული არ არის მათი ბალანსში ასახვის კრიტერიუმები“¹⁶ ეს კრიტერიუმები მოცემულია 4.38 პუნქტში – „მუხლი, რომელიც ფინანსური ანგარიშგების ელემენტია ამ ელემენტის განმარტების შესაბამისად, მაშინ უნდა აღიარდეს და აისახოს ფინანსურ ანგარიშგებაში, თუ: ა) მომავალში ამ მუხლით მოსალოდნელია ეკონომიკური სარგებლის მიღება ან საწარმოდან გასვლა; და ბ) შესაძლებელია ამ მუხლის თვითღირებულების ან ღირებულების საიმედოდ შეფასება“¹⁷. ამ პრობლემის გადასაწყვეტად პირველ რიგში უნდა განვსაზღვროთ რა არის „აქტივებისა“ და „ვალდებულებების“ ბუღალტრულ აღრიცხვაში ასახვა და შემდეგ ფინანსურ ანგარიშგებაში ასახვა.

ბუღალტრულ აღრიცხვაში ასახვა არის სამეურ-

¹³ ნ. ფაილოძე, ჯ. ალანია, ზ. ლიპარტია, ვლ. კეკელიძე, ო. ხუციშვილი. საბუღალტრო საქმე, ტ. I, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2008წ., გვ. 28.

¹⁴ <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, ბასს-1, პ. 27-28

¹⁵ <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, კონცეპტუალური საფუძვლები, პ. 4.4.

¹⁶ <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, კონცეპტუალური საფუძვლები, პ.4.5.

¹⁷ <https://saras.gov.ge/ka/Ifirs/Pdf/517>, კონცეპტუალური საფუძვლები, პ. 4.38

ნეო ოპერაციაზე, როგორც მომხდარ ფაქტზე პირველადი დოკუმენტის შედგენა და ამის საფუძველზე ამ ოპერაციის ბუღალტრულ ანგარიშებზე ასახვა. მაგალითად, ძირითადი საშუალებების, საქონლის, ნედლეულის ან მასალების შექმნა ან შექმნის დროს ვალდებულების წარმოქმნა. მომდევნო ეტაპია 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 ბალანსში და მოგება/ ზარალის ანგარიშში“. აქვე აღვნიშნავთ, რომ ასახვა უნდა გულისხმობდეს არა მარტო ბუღალტრულ ბალანსში ანუ ფინანსურ ანგარიშგებაში ასახვას, არამედ ბუღალტრულ აღრიცხვაში ასახვასაც. ეს პროცესი კი არის „სამეურნეო ოპერაციის რეგისტრაცია“ ბუღალტრულ 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. accrueing) - ბუღალტრული გატარება, რომელიც ასახავს შემოსავლების ან ხარჯების აღიარებას“¹⁸. მამასადამე დარიცხვაში უნდა ვიგულისხმოთ შემოსავლების მიღების უფლება ან ხარჯების გაწევის ვალდებულება, როგორცაა მაგალითად, მისაღები პროცენტების დარიცხვა, მისაღები ჯარიმების დარიცხვა ან გადასახდელი ხელფასის დარიცხვა, გადასახადების დარიცხვა, გადასახდელი ვალდებულებების დარიცხვა და სხვ.

ყოველივე ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეიძლება ჩამოვყალიბოთ „დარიცხვის მეთოდის“ შემდეგი დეფინიცია: „დარიცხვის მეთოდი – მეთოდი, რომლის მიხედვითაც შემოსავლების აღიარება/ასახვა ბუღალტრულ აღრიცხვასა და ფინანსურ ანგარიშგებაში ხდება შემოსავლებზე უფლების მოპოვების მომენტში ან ხარჯების გაწევის ვალდებულების წარმოქმნის მომენტში, ფულადი თანხების მიღებისა და გადახდის მიუხედავად, ამასთან ექვემდებარება ამონაგების მიღების შესაძლებლობა და ხარჯების გაწევის აუცილებლობა“.

დასკვნა

მიგვაჩნია, რომ ფინანსური ანგარიშგების საერთაშორისო სტანდარტებს ეწოდოს „ბუღალტრული აღრიცხვისა და ფინანსური ანგარიშგების

¹⁸ ბუღალტრული აღრიცხვის განმარტებითი ლექსიკონი აკად. ა. სილაგაძის საერთო რედაქციით, საგამომცემლო სახლი „სიახლე“, თბ., 2005წ, გვ.161

საერთაშორისო სტანდარტები“. ამასთან ერთად ლების აღიარება/ასახვა ბუღალტრულ აღრიცხვის მეთოდი“ უნდა გამოვიყენოთ მხოლოდ „შემოსავლებისა“ და „ხარჯების“ მიმართ ვასა და ფინანსურ ანგარიშგებაში ხდება შემოსავლებზე უფლების მოპოვების მომენტში ან ხარჯების გაწევის ვალდებულების წარმოქმნის მომენტში, ფულადი თანხების მიღებისა და გადახდის მიუხედავად, ამასთან ექვგარეშა ამონაგების მიღების შესაძლებლობა და ხარჯების გაწევის აუცილებლობა“.

ლიტერატურა

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

UDC 657.1

SCOPUS CODE 1402

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-30-39>

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, Professor, Faculty of Business Technology, GTU

E-mail: n.failodze@gtu.ge;

D. Jalagonia, Professor, Sukhumi 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 657.1

SCOPUS CODE 1402

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-30-39>

К пониманию сущности метода начисления соответственно международным стандартам

Бидзина Департамент бизнес-администрирования, Грузинский технический университет,
Григалашвили Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77
E-mail: grigalashvilibidzina gmail.com

Рецензенты:

Н. Фаилодзе, профессор факультета бизнес-технологий ГТУ

E-mail: n.failodze@gtu.ge

Д. Джалагониа, профессор Сухумского государственного университета

E-mail: Dato.jalagonia@gmail.com

Аннотация. Введение международных стандартов бухгалтерского учета стало важным событием в бухгалтерской практике Грузии. Одним из новшеств стало введение "учетной политики" и её элемента - "метода начисления" при составлении финансовой отчётности. Данный метод не использовался в советском бухгалтерском учете. С момента введения международных стандартов бухгалтерского учета определения "Метода начисления" претерпели некоторые изменения.

В статье проанализированы внесённые изменения в международных стандартах и концептуальных основах, взгляды различных авторов по данному вопросу и сделаны соответствующие выводы. На основании исследования, утверждается, что предприятие должно использовать "метод начисления" - для признания/отражения доходов и расходов, а не активов и пассивов. На основе сравнения и анализа различных определений и взглядов предлагается авторское определение "метода начисления".

Ключевые слова: международные стандарты финансовой отчетности; международные стандарты бухгалтерского учета; метод начисления; учетная политика.

განხილვის თარიღი 24.02.2021

შემოსვლის თარიღი 12.03.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 351.818

SCOPUS CODE 1706

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-40-46>

მონაცემთა წინასწარი დამუშავების პროცედურები სატელეფონო ცენტრში

რუსუდან ქუთათელაძე	ბიზნესის ადმინისტრირების დეპარტამენტი, საქართველოს უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: r. kutateladze@gtu.ge	ტექნიკური
ანა კობიაშვილი	ეკონომიკური ინფორმატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: anakobia@hotmail.com	ტექნიკური
ნოდარ დარჩიაშვილი	ეკონომიკური ინფორმატიკის დეპარტამენტი, საქართველოს უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75 E-mail: nodo619@gmail.com	ტექნიკური

რეცენზენტები:

ე. ბარათაშვილი, სტუ-ის ბიზნესტექნოლოგიების ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: e.baratashvili@gtu.ge

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

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში აღწერილია გადაუდებელი რეაგირების სამსახურის სატელეფონო ცენტრში დანერგილი ზარების მართვის ელექტრონული სისტემის მონაცემთა წინასწარი დამუშავების პროცედურები. პროცედურების მიზანია სისტემაში შემოსული ნედლი მონაცემების დამუშავება სტატისტიკური მონაცემების მისაღებად. აღნიშნული პროცედურები მონაცემების ნაკადის შემოსვლის პარალელურად ასრულებენ მონაცემთა გარდაქმნას და მათ შენახვას შემდგომი გამოყენებისათვის. აღნიშნული მეთოდის დანერგვის შედეგად სტატისტიკური მოთხოვნის მიღებისას საჭირო აღარაა პროცედურის ხელახლა შესრულება, რადგან მონაცემები უკვე შენახულია სასურველი ფორმით.

შედეგად მცირდება შესასრულებელი სამუშაოს ხანგრძლივობა და საჭირო აპარატული რესურსები.

სტატიაში გაანალიზებულია მონაცემთა წინასწარი დამუშავების მეთოდის უპირატესობები და ნაკლოვანებები. ასევე მოცემულია ელექტრონული სისტემის ერთ-ერთი ძირითადი სტატისტიკური მაჩვენებლის – დამუშავების საშუალო დროის გამოსათვლელად საჭირო პარამეტრები. ნაშრომში წარმოდგენილია ზარების დამუშავების საშუალო დროის გამოთვლის მაგალითის შესაბამისი ცხრილი. სტატიაში აგრეთვე ნაჩვენებია სრული პერიოდის დამუშავების დროის გამოსათვლელი ფორმულა, რომელიც მხოლოდ მარტივი ოპერაციების გამოყენებას ეფუძნება და არ მოითხოვს დიდ დროს და აპარატულ რესურსებს.

საკვანძო სიტყვები: სატელეფონო ცენტრი; ელექტრონული სისტემა; მონაცემები; მონაცემთა დამუშავება; პროცედურა, ალგორითმი.

შესავალი

ნებისმიერ ორგანიზაციასა და სამსახურს, რომელთა გამართული მუშაობაც დაკავშირებულია სატელეფონო ცენტრთან, უწევს ზრუნვა იმაზე, რომ სატელეფონო ცენტრის მუშაობა იყოს მაქსიმალურად საიმედო და ეფექტური, რისთვისაც უაღრესად მნიშვნელოვანია სატელეფონო ზარების შესახებ ინფორმაციის შენახვა, დახარისხება, ანალიზი და სასურველი სახით წარმოდგენა [1]. ეს მონაცემები მუშავდება გარკვეული ანალიტიკური ფორმულებისა და ალგორითმების საშუალებით, რის შედეგადაც ხდება ცენტრის მუშაობის შეფასება და მომავალი შესაძლო სიტუაციების პროგნოზირება.

მონაცემთა ანალიზისთვის აუცილებელია მონაცემთა ბაზაში არსებული ჩანაწერების წაკითხვა. როგორც წესი, მონაცემები საწყის მდგომარეობაში სასარგებლო ინფორმაციას არ გვაძლევს. ამიტომ საჭიროა მათი გარდაქმნა.

მონაცემთა გარდაქმნისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ალგორითმი. ალგორითმის მუშაობის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია მის სირთულეზე და ასევე მონაცემთა რაოდენობაზე. იმ შემთხვევაში, როცა ვასრულებთ რთულ ალგორითმს და მონაცემთა რაოდენობაც დიდია, იზრდება შესასრულებელი სამუშაოს ხანგრძლივობა, რაც დამატებით რესურსებს მოითხოვს და აფერხებს სამუშაო პროცესებს. აპარატული რესურსებით სარგებლობა კი პირდაპირაა დაკავშირებული ხარჯებთან.

ძირითადი ნაწილი

გადაუდებელი რეაგირების სატელეფონო ცენტრის მონაცემთა მოცულობა საკმაოდ დიდია. ცენტრი დღის განმავლობაში ათი ათასობით ზარს იღებს. მიღებული ზარების საფუძველზე იქმნება საქმეები, ხოლო შესაბამისი მონაცემები ორგანიზაციის მონაცემთა ბაზაში განთავსდება [2].

მონაცემთა წინასწარი დამუშავების მეთოდის დანერგვამდე გვექონდა პროცედურები, რომელთა შესრულებისას მუშავდებოდა სისტემაში შემოსული ნედლი მონაცემები და ამის შედეგად ვიღებდით სტატისტიკურ მონაცემებს. აღნიშნული მეთოდის ნაკლოვანებაა ის, რომ ერთი და იგივე სტატისტიკური მონაცემების რამდენიმე მომხმარებლის მიერ მოთხოვნისას პროცედურა სრულდებოდა თავიდან.

მოთხოვნილი სტატისტიკის მიღების დროის შესამცირებლად აუცილებელი გახდა მონაცემთა წინასწარი დამუშავების პროცედურების შექმნა. აღნიშნული პროცედურები მონაცემების ნაკადის შემოსვლის პარალელურად შეასრულებენ მონაცემთა გარდაქმნას და მათ შენახვას შემდგომი გამოყენებისათვის. აღნიშნული მეთოდის დანერგვის შედეგად სტატისტიკური მოთხოვნის მიღებისას საჭირო აღარაა პროცედურის ხელახლა შესრულება, რადგან მონაცემები უკვე შენახულია სასურველი ფორმით.

მეთოდის უპირატესობებია:

- სტატისტიკური მონაცემების მიღება ხდება ძალიან სწრაფად, რაც თავიდან გვაცილებს ანალიტიკური სამუშაოს შეფერხებას.
- სისტემას არ სჭირდება ერთი და იგივე პროცედურის განმეორებით შესრულება.

- ხდება აპარატული რესურსების ეფექტური გამოყენება.

მეთოდის ნაკლოვანებებია:

- იმ შემთხვევაში, თუ განსაზღვრული მონაცემების გამოყენების სიხშირე არის დაბალი ან ვიყენებთ ამ მონაცემების მცირე ნაწილს, აღნიშნული მეთოდი კარგავს ეფექტურობას, რადგან სისტემის მიერ წინასწარ გარდაქმნილი მონაცემების დიდი ნაწილი გამოუყენებელი რჩება.
- სტატისტიკის მიღების ალგორითმის ცვლილების შემთხვევაში საჭირო ხდება ყველა მონაცემის თავიდან დამუშავება, რადგან არსებული გარდაქმნილი მონაცემები მიღებულია ძველი ალგორითმის გამოყენებით.

მონაცემთა წინასწარ დამუშავების მეთოდის გამოყენება ყველაზე მეტად სასარგებლოა ისეთი ტიპის მონაცემებისთვის, რომლის დიდ ნაწილზეც ხშირად ხდება წვდომა [3]; ასევე იმ შემთხვევაში, თუ გვჭირდება დიდი დიაპაზონის მონაცემების ერთიანად დამუშავება. მაგალითად, თუ ერთი წლის მონაცემებისთვის შევასრულებთ პროცედურას, რომელიც რთულ ალგორითმს იყენებს, შეიძლება მისი შესრულება საათობით გაგრძელდეს. წინასწარ გარდაქმნილი მონაცემების მეშვეობით კი საჭირო იქნება მხოლოდ ამ მონაცემების შეკრება ან უარეს შემთხვევაში, მარტივი ალგორითმის გამოყენება, რომლის შესრულებაც მხოლოდ რამდენიმე წამი გაგრძელდება.

ისეთი მონაცემების წინასწარი გარდაქმნა, რომელთა მხოლოდ მცირე ნაწილს ვიყენებთ სტატისტიკის წარმოებისთვის, არ არის მიზანშეწო-

ნილი. ამ შემთხვევაში, წინასწარ დამუშავებთ ყველა მონაცემს, თუმცა მათი უმეტესობა გამოუყენებელი რჩება.

პროგრამის ერთ-ერთი სტატისტიკური მაჩვენებელი არის დამუშავების საშუალო დრო [4-7]. ამ მაჩვენებლის გამოთვლა ხდება შემდეგნაირად: გარკვეულ პერიოდში, სატელეფონო ცენტრის მიერ მიღებული ზარების ხანგრძლივობების ჯამს დამატებული იმ ოპერაციების ხანგრძლივობების ჯამი, რომლის შესრულებაც ოპერატორს ზარის დასრულების შემდეგ დასჭირდა. საბოლოოდ, ამ ორი კომპონენტის შეკრების შედეგად მიღებული მნიშვნელობა უნდა შევავარდოთ ამ პერიოდში შემოსული ზარების რაოდენობასთან. მიღებული რიცხვი აღინიშნება როგორც დამუშავების საშუალო დრო – AHT (Average Handle Time).

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მაჩვენებლის საშუალოდ გვესაჭიროება სამი მნიშვნელობის ცოდნა: ზარების ჯამური ხანგრძლივობა, ზარების რაოდენობა და ზარის დასრულების შემდეგ შესრულებული ოპერაციების ხანგრძლივობების ჯამი. პირველი ორი კომპონენტის გამოთვლა სისტემისთვის არ არის სირთულე. დიდი მოცულობის მონაცემებისათვისაც ეს მაჩვენებლები რამდენიმე წამში გამოითვლება. მესამე კომპონენტის გამოთვლის პროცედურა არის გაცილებით მძიმე ოპერაცია. ერთი თვის მონაცემებისთვისაც კი ამ მნიშვნელობის გამოთვლას რამდენიმე წუთი სჭირდება და აპარატული დატვირთვაც მნიშვნელოვანია.

პრობლემის მოსაგვარებლად, ამ სამ კომპონენტს ვითვლით ყოველი საათისთვის. გამოთვლა ხდება მაშინვე, როგორც კი საკმარისი მონაცემები გვექნება. გამოთვლილ მნიშვნელობებს ვინახავთ

მონაცემთა ბაზაში და სტატისტიკის მოთხოვნისას ვსარგებლობთ ამ მონაცემებით.

აღნიშნული ცხრილი შედგება შემდეგი ველ-ბისგან:

HOURLY_OF_DAY – დროითი ტიპის ველი. გვიჩვენებს, თუ რომელი დღის რომელი საათის მონაცემებისაგან არის მიღებული მნიშვნელობები. მაგალითად, თუ სვეტის მნიშვნელობა არის „03-02-2020 02:00:00“, ეს ნიშნავს, რომ მიმდინარე სტრიქონი შეიცავს 3 თებერვლის 2 საათიდან 3 საათამდე პერიოდში გამოთვლილ მნიშვნელობებს.

CALLS_DURATION – რიცხვითი ტიპის ველი. გვიჩვენებს კონკრეტული საათის განმავლობაში შემოსული ზარების ხანგრძლივობების ჯამს წამებში.

CALLS_QUANTITY – რიცხვითი ტიპის ველი. გვიჩვენებს კონკრეტული საათის განმავლობაში შემოსული ზარების რაოდენობას.

AFTER_CALL_DURATION – რიცხვითი ტიპის ველი. გვიჩვენებს, კონკრეტული საათის განმავლობაში რა დროს ხარჯავდნენ ოპერატორები ზარის დასრულების შემდეგ შესასრულებელ ოპერაციებზე.

HANDLE_TIME – თითოეული საათისთვის წინასწარ გამოთვლილი დამუშავების საშუალო დრო. ეს მნიშვნელობა იმ შემთხვევაშია სასარგებლო, თუ უშუალოდ კონკრეტული საათისთვის გვჭირდება მნიშვნელობის გაგება, მაგალითად, სვეტოვანი დიაგრამის შედგენისთვის, რომელშიც თითოეული სვეტი დღის თითოეული საათია.

HOURLY_OF_DAY	CALLS_DURATION	CALLS_QUANTITY	AFTER_CALL_DURATION	HANDLE_TIME
03-JAN-20 12.00.00	26014	680	30513	83
03-JAN-20 13.00.00	20364	753	24500	60
03-JAN-20 14.00.00	19234	791	23031	53
03-JAN-20 15.00.00	23146	823	25456	59
03-JAN-20 16.00.00	26006	732	30897	78
03-JAN-20 17.00.00	28642	835	44234	87
03-JAN-20 18.00.00	27254	811	39456	82

იმ შემთხვევაში, თუ საჭიროა მნიშვნელობის გამოთვლა ერთ საათზე დიდი პერიოდისთვის, შევკრებთ ამ პერიოდის შემადგენელი საათების **CALLS_DURATION** და **AFTER_CALL_DURATION** მნიშვნელობებს და შევაფარდებთ ამავე საათების **CALLS_QUANTITY** მნიშვნელობების ჯამთან.

ცხრილში წარმოდგენილი მონაცემები აღნიშნავს 3 იანვრის 12 საათიდან 19 საათამდე მიღებული ზარების მონაცემების საფუძველზე გამოთვლილ მნიშვნელობებს თითოეული საათისათვის. ამ სრული პერიოდის დამუშავების საშუალო დროის გამოთვლელად გვჭირდება **CALLS_DURATION** და

AFTER_CALL_DURATION სვეტების ჯამის შეფარდება CALLS_QUENTIIY სვეტის მონაცემების ჯამთან:

$$\frac{26014 + \dots + 27254 + 30513 + \dots + 39456}{680 + 753 + 791 + 823 + 732 + 835 + 811}$$

შედეგად ვიღებთ 71.65843318 წამს. ეს მნიშვნელობა არის დამუშავების საშუალო ხანგრძლივობა 3 იანვრის 12 დან 19 საათამდე დროით შუალედში.

როგორც მაგალითიდან ჩანს, შედეგის მისაღებად ვიყენებთ მხოლოდ და მხოლოდ შეკრებისა და შეფარდების ოპერაციებს, რაც არ მოითხოვს დიდ დროს და აპარატულ რესურსებს.

დასკვნა

სტატიაში განხილული ფაქტებისა და კვლევის საფუძველზე შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სატელეფონო ცენტრის პროდუქტიულობის გაუმჯობესებისათვის საჭიროა: ანალიტიკური მონაცემების მონიტორინგი, მათი შეგროვება, ანალიზი

და მომხმარებლისთვის მოსახერხებელ ფორმაში წარმოდგენა. ეს მონაცემები ცენტრის მენეჯერებს საშუალებას აძლევს შეაფასონ ცენტრის მუშაობის ეფექტიანობა მიმდინარე მომენტში და გააკეთონ პროგნოზები ცენტრის მომავალი მუშაობის შესახებ; ასევე დაგეგმონ მისი ფუნქციონირების გაუმჯობესებისა და ეფექტიანობის ამაღლებისათვის საჭირო ღონისძიებები.

იმის გამო, რომ სისტემაში შემოსული ნედლი მონაცემების დამუშავების დრო კრიტიკულია და მისი შემცირება მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ცენტრის მუშაობის ეფექტიანობას, მოთხოვნილი სტატისტიკის მიღების დროის შესამცირებლად საჭირო გახდა მონაცემთა წინასწარი დამუშავების პროცედურების შექმნა. აღნიშნული პროცედურების გამოყენებისას საჭირო აღარაა ყოველი მომხმარებლის მიერ განხორციელებული ზარის თავიდან დამუშავება და ბევრად შემცირდა ზარების დამუშავების დრო.

ლიტერატურა

1. Darchiashvili, N., Kobiashvili, A. (2020). System for Monitoring the Emergency Management Center. Georgia, Tbilisi: *Works of GTU*, 1(30), 54-61. (in Georgian);
2. Amster, A. (2021). Big Data and Customer Service: A Guide to Call Center Analytics. Retrieved from Qubole: <https://www.qubole.com/blog/call-center-analytics>
3. DevExtreme by DevExpress. Retrieved from DevExtreme: https://js.devexpress.com/Documentation/16_2
4. Windows Communication Foundation. (n.d.). Retrieved from Tutorialspoint: https://www.tutorialspoint.com/wcf/wcf_overview.htm
5. Sintes, T. (2002). App server, Web server: What's the difference? How do Web and application servers fit into the enterprise? Retrieved from InfoWorld: <https://www.infoworld.com/article/2077354/app-server-web-server-what-s-the-difference.html>
6. Javascript Programming Language Guide. (n.d.). Tbilisi, Georgia: Ivane Javakhishvili Tbilisi State University. Retrieved from: <http://fpv.science.tsu.ge/javascript.pdf> (In Georgian).

UDC 351.818

SCOPUS CODE 1706

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-40-46>

Data Pre-Processing Procedures at the Call Center

- Rusudan Kutateladze** Department of Business Administration, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.
E-mail: r.kutateladze@gtu.ge
- Ana Kobiashvili** Department of Economic Informatics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.
E-mail: anakobia@hotmail.com
- Nodar Darchiashvili** Department of Economic Informatics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.
E-mail: nodo619@gmail.com

Reviewers:

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

E-mail: e.baratashvili@gtu.ge

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

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Abstract. The procedures for pre-processing the data of the electronic call management system is implemented in the emergency call center. The purpose of the procedures is to process the raw data entered into the system to obtain statistical data. These procedures, in parallel with data entry, allow data to be converted and stored for later use. Following the introduction of this method, when receiving a statistical request, it is no longer necessary to re-perform the procedure, because the data is already stored in the desired form. As a result, the duration of the work to be performed and the required hardware resources are reduced.

We analyze the advantages and disadvantages of the data pre-processing method. Also the parameters needed to calculate the average processing time – one of the most important statistical indicators of an electronic system – are given. The paper presents a table corresponding to the example of calculating the average time of call processing. It also shows a formula for calculating the full-time processing time, which is based on the use of simple operations only and does not require much time and hardware resources.

Key words: algorithm; call center; data; data processing; electronic system; procedure.

UDC 351.818

SCOPUS CODE 1706

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-40-46>

Процедуры предварительной обработки данных в колл-центре

Русудан Кутателадзе	Департамент бизнес-администрирования, Грузинский университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77 E-mail: r.kutateladze@gtu.ge.	технический
Анна Кобиашвили	Департамент экономической информатики, Грузинский университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77 E-mail: anakobia@hotmail.com	технический
Нодар Дарчиашвили	Департамент экономической информатики, Грузинский университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 77 E-mail: nodo619@gmail.com	технический

Рецензенты:

Е. Бараташвили, профессор факультета бизнес-технологий ГТУ

E-mail: e.baratashvili@gtu.ge

М.Кикнадзе, профессор факультета информатики и систем управления ГТУ

E-mail: m.kiknadze@gtu.ge

Аннотация. В колл-центре экстренного реагирования реализованы процедуры предварительной обработки данных системы электронного управления вызовами. Целью процедур является обработка введенных в систему необработанных данных для получения статистических данных. Эти процедуры, параллельно с вводом данных, позволяют преобразовывать и сохранять данные для последующего использования. После внедрения этого метода при получении статистического запроса больше нет необходимости повторно выполнять процедуру, поскольку данные уже сохранены в желаемой форме. В результате сокращаются продолжительность выполняемых работ и требуемые аппаратные ресурсы.

Мы анализируем преимущества и недостатки метода предварительной обработки данных. Также приведены параметры, необходимые для расчета среднего времени обработки, одного из наиболее важных статистических показателей электронной системы. В статье представлена таблица, соответствующая примеру расчета среднего времени обработки звонков. А также, приведена формула расчета времени обработки полного периода, которая основана только на использовании простых операций и не требует больших временных и аппаратных ресурсов.

Ключевые слова: алгоритм; данные; колл-центр; обработка данных; процедура; электронная система.

გაზიხილვის თარიღი 16.04.2021

შემოსვლის თარიღი 13.04.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-47-58>

მინერალური რესურსების მარაგების დასავლური და რუსული კლასიფიკაციების შედარებითი ანალიზი

ალექსანდრე თვალჭრელიძე კავკასიის ალექსანდრე თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი, ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 0186, თბილისი, მინდელის 11
E-mail: sandrotval@gmail.com

ნათია ჩომახიძე გამოყენებითი გეოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: chomakhidze.na@gmail.com

რეცენზენტები:

გ. მაღალაშვილი, სტუ-ის ი. ჟორდანიას სახელობის საქართველოს საწარმოო ძალებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი ცენტრის მინერალური და ენერგეტიკული რესურსების განყოფილების გამგე, გეოლოგიურ-მინერალოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორ-ემერიტუსი

E-mail: maggeo31@gmail.com

დ. ბლუაშვილი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: datoblu@yahoo.com

ანოტაცია. მიუხედავად იმისა, რომ საქართველომ ხელი მოაწერა ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულებას, დღემდე არ განხორციელებულა საქართველოს სამთო-გეოლოგიური კანონმდებლობის სინქრონიზაცია ევროპულ სამთო კოდექსებთან. საქართველოს კანონი წიაღის შესახებ ძველი საბჭოთა კანონის კალკია მინიმალური ცვლილებებით. ამასთან, სამთო საქმეში კერძო ბიზნესის განვითარებას ხელს უშლის პირველ რიგში მიების ანგარიშგების, მარაგების კლასიფიკა-

ციისა და დამტკიცების მოძველებული სტანდარტები, რომელიც, ასევე, ძველი საბჭოთა სტანდარტების გადმონაშთია. სტატიაში დეტალურადაა განალიზებული რუსული და დასავლური მარაგების გამოთვლის კოდექსები და დამტკიცებულია, რომ საქართველოში სამთო საქმის განსავითარებლად დაუყოვნებლივ უნდა საკანონმდებლო დონეზე მიღებულ იქნეს დასავლური სტანდარტები, დაფუძნდეს კომპეტენტურ პირთა ეროვნული ინსტიტუტი. ეს კი არა მარტო ხელს შეუწყობს სამთო სფეროში კერძო ბიზნესის განვითარებას, არამედ ჩააყენებს

საქართველოს მინერალურ რესურსულ ფონდს ქვეყნის სამსახურში.

საკვანძო სიტყვები: მარაგები; რესურსები; მარაგების გამოთვლა; რუსული კოდექსი; CRIRSCO კოდექსი; JORC კოდექსი.

შესავალი

2016 წლის 1 ივლისიდან სრულად ძალაში შესული ევროკავშირისა და საქართველოს შორის ასოცირების შეთანხმების თანახმად, საქართველომ აიღო ვალდებულება თანდათანობით დაეახლოვებინა საქართველოს კანონმდებლობა ევროკავშირის კანონმდებლობასთან [1, გვ. 12]. ამ თვალსაზრისით, ყველაზე არასახარბიელო მდგომარეობაშია საქართველოს სამთო-გეოლოგიური კანონმდებლობა, რომელიც ეფუძნება მსოფმხედველურად მოძველებულ, საბჭოთა პრაქტიკაზე დაფუძნებულ კანონს წიაღის შესახებ. მრავალი მცდელობის მიუხედავად, ამ კანონის შესაბამისად, საქართველოში სამთო-გეოლოგიური საქმიანობის მართვის სტრუქტურის განახლება ვერ მოხერხდა.

საქართველოს კანონმდებლობის „შავი ხვრელები“ ზოგადად, გაანალიზებულია რამდენიმე პუბლიკაციაში [2, 3]. ამ წერილში ჩვენ შევხებით აღნიშნული კომპლექსური პრობლემის მხოლოდ ერთ, მაგრამ უმნიშვნელოვანეს ნაწილს: მინერალური რესურსების მარაგების დასავლურ და საქართველოში მიღებულ რუსული კლასიფიკაციების შედარებით ანალიზს.

ძირითადი ნაწილი

მსოფლიოში მინერალური რესურსების მარაგების დათვლის რამდენიმე კოდექსი არსებობს. მათ შორის უმთავრესია:

1. გაეროს ჩარჩო კლასიფიკაცია (United Nations Framework Classification for Resources), რომელსაც ერთობ ზოგადი ხასიათი აქვს [4];
 2. მარაგების საერთაშორისო ანგარიშგების სტანდარტების კომიტეტის გაერთიანებული კოდექსი (Combined Reserves International Reporting Standards Committee - CRIRSCO), რომელიც გამოიყენება, ძირითადად, აშშ-სა და კანადაში უმეტესწილად ნახშირწყალბადების, მაგრამ, აგრეთვე, მყარი ნედლეულის საბადოების მარაგების დასათვლელად [5];
 3. ავსტრალიის სამთო-მეტალურგიული ინსტიტუტის, ავსტრალიის გეომეცნიერებათა ინსტიტუტისა და ავსტრალიის მინერალთა საბჭოს ერთიანი მინერალური მარაგების კომიტეტის კოდექსი (The Joint Ore Reserves Committee of The Australian Institute of Mining and Metallurgy, Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia (JORC Code), რომელიც მიღებულია მსოფლიოს ყველა ქვეყანაში [6];
 4. რუსული, მთლიანად საბჭოურ კლასიფიკაციაზე დაფუძნებული კლასიფიკაცია [7].
- გაეროს ჩარჩო კლასიფიკაცია შექმნილია სპეციალურად აფრიკის მინერალური რესურსებით მდიდარი ქვეყნებისთვის, სადაც საძიებო სამუშაოები პრაქტიკულად არ ჩატარებულა და მარაგების ანგარიშგება ფორმალური და შედარებითია.

CRIRSCO და JORC კოდექსები ერთიან პრინციპებს ეფუძნება და რადიკალურადაა განსხვავებული საბჭოური და შესაბამისად, რუსული კოდექსისგან, რასაც სიღრმისეული მიზეზები გააჩნია.

საბჭოთა კავშირში მინერალური რესურსები ყოველთვის განიხილებოდა, როგორც პოლიტიკურ-ეკონომიკური კატეგორია, რომელიც უზრუნველყოფდა რკინის ფარდის მიღმა დარჩენილი უზარმაზარი ქვეყნის რესურსულ, ეკონომიკურ და რაც მთავარია, სამხედრო უსაფრთხოებას. ანგლო-საქსური მიდგომის მიხედვით, მინერალური რესურსები არის უძრავი ქონების თავისებური ფორმა, რომელიც ექვემდებარება გლობალიზებული სამყაროს მართვის ინსტრუმენტებით კაპიტალიზაციასა და ყველა შესაბამისი ეკონომიკური მექანიზმის გამოყენებას [2]. საგულისხმოა, რომ საბჭოთა კავშირის დაშლის შემდეგ, მიუხედავად მრავალი მცდელობისა [8 და სხვ.], არ მოხერხდა რუსული და დასავლური კლასიფიკაციების სინქრონიზაცია, რაც პრეზიდენტ პუტინის მიდგომამ განაპირობა: მისი თვალსაზრისით, რომელიც მან წინა საუკუნის დასასრულს შეიმუშავა, მინერალური რესურსები რუსეთის ეკონომიკური განვითარების საწინდარი უნდა გამხდარიყო [9]. მეტიც, როგორც ადრე აღინიშნა [10], ფილოსოფიურად და მსოფმხედველურად განსხვავებულია საერთო მიდგომა მინერალური რესურსებისა და მათი საბადოებისადმი, რის გამოც შექმნილია ცოდნის ორი, ერთმანეთთან ნაკლებ

კავშირში მყოფი, მიმართულება. მათი შედარებითი ანალიზი მოცემულია ცხრილში, რომელიც ერთ-ერთი თანაავტორის რამდენიმე პუბლიკაციის [2, 3, 10 და ხვ.] შეჯერების საფუძველზეა შექმნილი. ცხრილიდან აშკარად ჩანს, რომ მინერალური ნედლეულის შემსწავლელი მეცნიერებით დაწყებული და მარაგების დამტკიცების პრინციპით დამთავრებული, ერთი მხრივ, საბჭოთა კავშირში, რუსეთსა და პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში, მათ შორის - საქართველოშიც, ხოლო მეორე მხრივ, გაერთიანებულ სამეფოში, აშშ-ში, კანადაში, ავსტრალიაში, სამხრეთ აფრიკაში და სხვა მინერალური ნედლეულით მდიდარ დასავლურ ქვეყნებში ვითარდებოდა ცოდნის დამოუკიდებელი დარგები.

თუ შევადარებთ, მაგალითად, მინერალური საბადოების გეოლოგიის ყველაზე ცნობილ სახელმძღვანელოებს, ადვილად დავინახავთ ამ ფუნქციონირებას განსხვავებას. ჯერ კიდევ ვალდემარ ლინდგრენით დაწყებული [11], დასავლეთის ქვეყნებში მინერალური საბადოების ყველა სახელმძღვანელო ეფუძნებოდა *სხვადასხვა ეკონომიკური ტიპის კლასიკური საბადოების ფუნდამენტურ აღწერას* [12, 13 და სხვ.]. საბჭოთა სახელმძღვანელოები კი, აკადემიკოს ვლადიმერ სმირნოვის ინიციატივით [14], ეძღვნებოდა *საბადოთა გენეტიკურ მრავალფეროვნებასა და მათი წარმოქმნის პირობების კვლევას*.

მინერალური ნედლეულისადმი საბჭოთა და ანგლო-საქსური მიდგომების შედარებითი ანალიზი

კრიტერიუმი	საბჭოთა (რუსული) მოდელი	ანგლო-საქსური მოდელი
მეცნიერება	სასარგებლო წიაღისეულის გეოლოგია	ეკონომიკური გეოლოგია
კვლევის საგანი	სასარგებლო წიაღისეული	მინერალური რესურსი
საბადოთა შეფასების პრინციპი	გეოლოგიური	ეკონომიკური
მარაგების გამოთვლის პრინციპი	გეოლოგიურ-ეკონომიკური კონდიციები	საბადოს სივრცითი გეოლოგიურ-ეკონომიკური მოდელი
მარაგების დამტკიცების პრინციპი	მარაგების სახელმწიფო კომისია	კომპეტენტური პირის ანგარიში

საბჭოთა გეოლოგიური სკოლისთვის საბადო წარმოადგენდა გეოლოგიურ სხეულს, რომელსაც შემცველ ფორმაციებთან მკვეთრი საზღვარი ჰქონდა. ანგლო-საქსური გეოლოგიური სკოლისთვის კი საბადო იყო დედამიწის ქერქის ის მონაკვეთი, რომელიც სასარგებლო კომპონენტის ანომალური შემცველობით ხასიათდებოდა. ამიტომ საბჭოთა გეოლოგები საბადოს აფასებდნენ გეოლოგიური კრიტერიუმებით იმ ფარგლებში, სადაც დაცული იყო გეოლოგიური სხეულის მთლიანობა. დასავლელი გეოლოგებისთვის შეფასების ძირითადი კრიტერიუმი დასინჯვის შედეგები იყო და საბადო ისაზღვრებოდა გეოლოგიურ არეში სასარგებლო კომპონენტის ანომალური შემცველობების განაწილების საფუძველზე, გეოლოგიური სხეულის საზღვრების სივრცევი გავრცელების მიუხედავად.

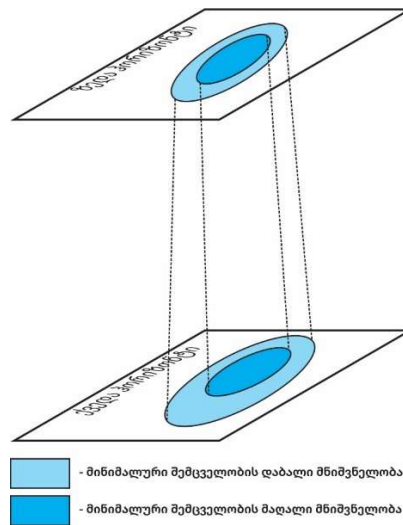
ვინაიდან, საბჭოთა გეოლოგიაში საბადო განცალკევებულ სხეულს წარმოადგენდა, მასში მარაგების დასათვლელად შესაბამისი კრიტერიუმები დაინერგა. ამ კრიტერიუმებს გეოლოგიურ-ეკონომიკური კონდიციები ეწოდა. ამ კონდიციებიდან უმნიშვნელოვანესია სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური შემცველობა, მადნეული სხეულის მინიმალური სიმძლავრე და მადნეულ სხეულში ფუჭი ქანების მაქსიმალური სიმძლავრე. ამ კრიტერიუმებს განმარტებით ტექნიკური ხასიათი აქვს და ძირითადად ეფუძნება ტექნოლოგიურ შესაძლებლობებს და არა ეკონომიკურ მახასიათებლებს. ამის ნათელი მაგალითია საბჭოთა კავშირში (და თანამედროვე რუსეთი) ე.წ. გეგმურად წამგებიანი საწარმოების (планово-убыточные предприятия) არსებობა [15, 16]. საქართველოში ასეთ საწარმოებს, სხვასთან ერთად, ქვაისის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატი მიეკუთვნებოდა [10]. ამ გარემოებებიდან გამომდინარე, ვინაიდან გეოლოგიურ-ეკონომიკურ კონდიციებს მკვეთრად გამოხატული ეკონომიკური არსი არ გააჩნდა, აუცილებელი გახდა სახელმწიფო დონეზე კონდიციების დამტკიცება და საბადოზე გამოთვლილი მარაგების კონდიციებთან შესაბამისობის ანალიზი, რისთვისაც შეიქმნა მარა-

მიკური კონდიციები ეწოდა. ამ კონდიციებიდან უმნიშვნელოვანესია სასარგებლო კომპონენტის მინიმალური შემცველობა, მადნეული სხეულის მინიმალური სიმძლავრე და მადნეულ სხეულში ფუჭი ქანების მაქსიმალური სიმძლავრე. ამ კრიტერიუმებს განმარტებით ტექნიკური ხასიათი აქვს და ძირითადად ეფუძნება ტექნოლოგიურ შესაძლებლობებს და არა ეკონომიკურ მახასიათებლებს. ამის ნათელი მაგალითია საბჭოთა კავშირში (და თანამედროვე რუსეთი) ე.წ. გეგმურად წამგებიანი საწარმოების (планово-убыточные предприятия) არსებობა [15, 16]. საქართველოში ასეთ საწარმოებს, სხვასთან ერთად, ქვაისის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატი მიეკუთვნებოდა [10]. ამ გარემოებებიდან გამომდინარე, ვინაიდან გეოლოგიურ-ეკონომიკურ კონდიციებს მკვეთრად გამოხატული ეკონომიკური არსი არ გააჩნდა, აუცილებელი გახდა სახელმწიფო დონეზე კონდიციების დამტკიცება და საბადოზე გამოთვლილი მარაგების კონდიციებთან შესაბამისობის ანალიზი, რისთვისაც შეიქმნა მარა-

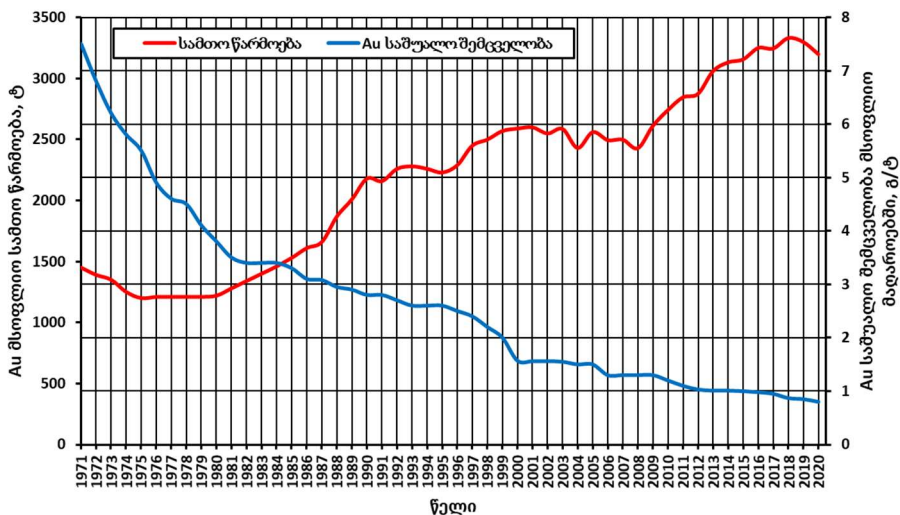
გების სახელმწიფო კომისია, რომელიც სახელმწიფო დონეზე ყველა საბადოს მარაგს ამტკიცებდა.

გეოლოგიურ-ეკონომიკურ კონდიციებს უზარმაზარი გავლენა ჰქონდა საბადოს მარაგების ოდენობაზე, რაც ნათლად ჩანს 1-ელ სურ-ზე: რაც უფრო დაბალია კონდიციები, მით მაღალია გამოთვლილი მარაგების ოდენობა, ვინაიდან მკვეთრად მატუ-

ლობს მადნების მოცულობა. აქედან მეტად საინტერესო პარადოქსი გამომდინარეობს. მე-2 სურ-ზე ასახულია ოქროს მსოფლიო სამთო წარმოების ისტორია და მოქმედ მაღაროებში ლითონის საშუალო შემცველობა. დიაგრამა შედგენილია უზარმაზარი სტატისტიკური მასალის განზოგადების საფუძველზე [3, 10, 17, 18 და სხვ.].



სურ. 1. მინიმალური შემცველობის გავლენა გამოთვლილი მარაგების ოდენობაზე



სურ. 2. ოქროს მსოფლიო სამთო მოპოვება და მოქმედ მაღაროებში მისი საშუალო შემცველობა

სურათზე აშკარად ჩანს, რომ ოქროს მსოფლიო სამთო მოპოვების ფონზე მოქმედ მადარობებში მისი საშუალო შემცველობა კანონზომიერად მცირდება. სხვა სიტყვებით, ამ კანონზომიერების საფუძველზე, ყოველგვარი დამატებითი ძიებითი სამუშაოების ჩატარების გარეშე, მხოლოდ შემაჯამებელი ანგარიშების ანალიზის შედეგად [15] შესაძლებელი ხდებოდა საბადოებში მარაგების ზრდა.

ვინაიდან მარაგებს საბჭოთა კავშირში ნორმატიული ხასიათი ჰქონდა და ეს სიტუაცია ძალაში დღესაც რუსეთსა და საუბედოროდ, საქართველოშიც, აუცილებელი გახდა ქვეყნის სხვადასხვა სახის მინერალური ნედლეულის მარაგების ბალანსის შექმნა და მისი ყოველწლიური განახლება ნორმატიული აქტის სახით.

საბჭოთა, იგივე რუსულ კოდექსში მარაგად ითვლება წიაღში არსებული სასარგებლო კომპონენტის ოდენობა, რომლის ამოღება შესაძლებელია დღეს არსებული ტექნოლოგიით ან ტექნოლოგიით, რომელიც ახლო მომავალში გახდება ხელმისაწვდომი [10]. სანდოობის მიხედვით, მარაგები დაყოფილია ბალანსურ (ანუ სახელმწიფო ბალანსში რეგისტრირებულ) A, B, C₁ და C₂ კატეგორიებად. ამ კატეგორიების ფარგლებს გარეთ არსებული სასარგებლო კომპონენტის ოდენობა ძიების სანდოობის მიხედვით მიეკუთვნება ან ბალანსგარე მარაგებს, ან პროგნოზულ რესურსებს. ამასთან, საბადოები მათი გეოლოგიური აგებულების მიხედვით, დაყოფილია ოთხ ჯგუფად და კოდექსში ნორმატიულად გაწერილია, რომელი ჯგუფისთვის რა კატეგორიის მარაგების გამოთვლაა დასაშვები [7].

მარაგების დათვლის ასეთი სისტემის არაეფექ-

ტურობა ლაპიდარული სიცხადით გამოვლინდა, როცა ამუშავდა საბადოთა ლიცენზირების სისტემა და სამთო საქმე კერძოდ, მათ შორის უცხოური, კომპანიებისთვის გახდა ხელმისაწვდომი. პირველი, სახელმწიფოს მიერ მარაგების გამოთვლის ხისტი რეგლამენტირება ქმნის აშკარა ინტერესთა კონფლიქტს, ვინაიდან ნებისმიერი სალიცენზიო აუქციონის საწყისი ფასი დამოკიდებულია საბადოს მარაგებზე და სახელმწიფოს სულაც არ აინტერესებს, ამ მარაგების მოპოვება რამდენად რენტაბელურია ან სულაც ტექნიკურად შესაძლებელი. აქედან გამომდინარეობს მეორე გარემოებაც, რომ ამ მეთოდიკით გამოთვლილი მარაგები გამოუდგებარია საერთაშორისო საბანკო ინსტიტუტებში კრედიტის მისაღებად ან საერთაშორისო კაპიტალურ ბაზრებზე კომპანიების აქციების ემისიისთვის [3]. საქმე იქამდეც მივიდა, რომ მძლავრი რუსული და ნაწილობრივ, ქართული კომპანიები იძულებულია გამოთვალოს მარაგები ორივე, რუსული და დასავლური, კოდექსებით [იხ., მაგალითად, 19].

CRIRSCO, JORC და მარაგების გამოთვლის სხვა დასავლურ კოდექსებში უმთავრესი ყურადღება ექცევა ინტერესთა კონფლიქტის თავიდან აცილებას. სამთო კომპანიის მიერ დათვლილი მარაგები ვერ გამოდგება საერთაშორისო რესურსული აუდიტისთვის. მარაგებს ითვლის ობიექტური, მიუკერძოებელი ე.წ. კომპეტენტური პირი. განმარტებით, კომპეტენტური პირი არის დიდი გამოცდილების მქონე პიროვნება ან საკონსალტინგო კომპანია, რომელიც რეგისტრირებულია, ან მინერალური მარაგებისა და საერთაშორისო ანგარიშგების სტანდარტების კომიტეტის (CRIRSCO კოდექსი), ან

ავსტრალიის სამთო-მეტალურგიული და გეომინერებათა ინსტიტუტების ერთობლივი საბჭოს (JORC კოდექსი) მიერ. გამოთვლილ მარაგებზე კომპეტენტური პირის ხელმოწერა საკმარისია საერთაშორისო საბანკო ინსტიტუტებისა და საფონდო ბირჟებისთვის. განმარტებით, კომპეტენტური პირი ეწევა მხოლოდ საკონსალტინგო საქმიანობას და მას არა აქვს უფლება პირდაპირ ან არაპირდაპირ მიიღოს მონაწილეობა სამთო საქმიანობაში.

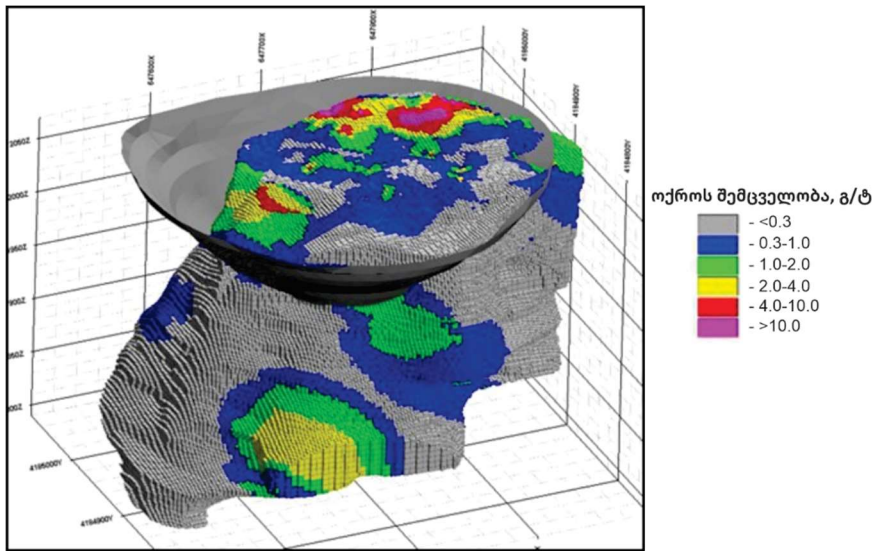
როგორც CRIRSCO, ასევე JORC კოდექსები ერთმანეთისგან მკვეთრად ასხვავებს წიაღში არსებულ რესურსებს დაგეგმილი მალაროს ფარგლებში განლაგებული ამოკრეფადი მარაგებისგან. მარტივად, რესურსების და შემდგომში მარაგების გამოსათვლელად საბადოს მთლიანი მოცულობა იკვრება ერთიან კარკასში, რომელიც იყოფა ელემენტარულ ბლოკებად. ბლოკებში ითვლება სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა და ოდენობა. პროდუქტიული და არაპროდუქტიული (outlier) ბლოკების ერთმანეთისგან განსასხვავებლად გამოიყენება ე.წ. ზღვრული შემცველობა (cutoff grade), რომლის დასადგენად ურთულესი გეოსტატისტიკური აპარატია შექმნილი. რესურსების გამოთვლის შემდეგ, სამგანზომილებიან სივრცეში იგეგმება მალარო, რომლის ფარგლებში ითვლება სასარგებლო კომპონენტის მარაგები გადარიბების, სამრეწველო დანაკარგებისა და ამოკრეფის კოეფიციენტების გათვალისწინებით. მე-3 სურ-ზე მოყვანილია ამ სტატისტიკის თანავეტორის მიერ ოქროს ერთ-ერთ სა-

ბადოზე რესურსებისა და მარაგების დათვლის ტექნოლოგია.

სანდოობის მიხედვით, CRIRSCO და JORC კოდექსებში რესურსები იყოფა გაზომილ (measured), მითითებულ (indicated) და სავარაუდო (inferred) რესურსებად.

უკვე ჩვენი საუკუნის დასაწყისიდან დაიწყო ინტენსიური კვლევები რუსული და დასავლური კოდექსების სინქრონიზაციის მისაღწევად. საბოლოო ჯამში, რუსეთის წიაღის ექსპერტიზის ეროვნულმა ასოციაციამ (Национальная ассоциация по экспертизе недр – НАЭФН) მარაგების საერთაშორისო ანგარიშების სტანდარტების კომიტეტთან ერთად შეიმუშავა მყარი მინერალური რესურსების საჯარო ანგარიშების რუსეთის ახალი კოდექსი [20], რომელიც, მართალია, არ არის რუსეთის ფედერაციის ნორმატიული აქტი, მაგრამ შესაძლებელს ხდის განხორციელებს რუსული კოდექსით გამოთვლილი მარაგების კონვერტაცია CRIRSCO-ს კოდექსის რესურსებში. ამის შემდეგ, ადვილი გახდა კონვერტაცია JORC კოდექსშიც [21]. მე-4 სურ-ზე აღწერს ასეთი კონვერტაციის ძირითად არსს.

მიუხედავად რუსეთის, აშშ-ს, კანადის, ავსტრალიის და სხვა ქვეყნების წამყვანი ექსპერტების, მათ შორის – რუსეთის ფედერაციის მარაგების სახელმწიფო კომისიის, გაერთიანებული საშური ძალისხმევისა, რუსეთში მაინც არ შეცვლილა მარაგების დამტკიცების პროცედურა, რაც ინვესტორებში პესიმიზმს ბადებს.



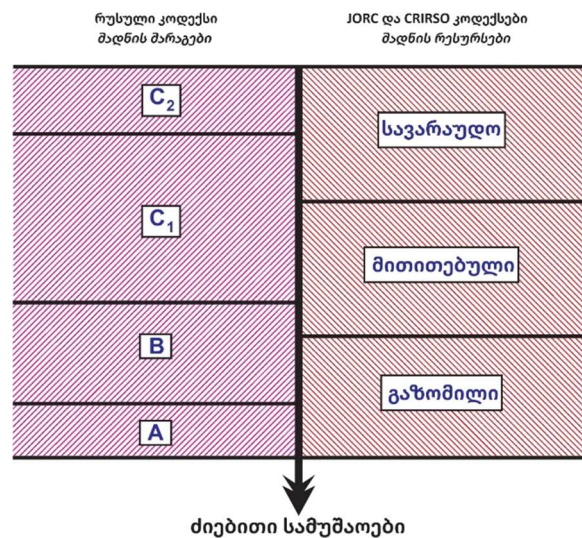
სურ. 3. მადნის რესურსები და მარაგები ოქროს საბადოს ოპტიმიზებულ კარიერზე

საქართველოში ასეთი სამუშაოები არამც თუ არ შესრულებულა, არამედ დაგეგმილიც არ არის. ამასთან, მარაგების დათვლისა და ძიების შედეგების ანგარიშგების საერთაშორისო კოდექსები დაუყონებლივ უნდა დაინერგოს ჩვენს ქვეყანაში, ვინაიდან ეს შესაძლებლობას მოგვცემს:

1. განხორციელდეს საქართველოს სამთო-გეოლოგიური კანონმდებლობის სინქრონიზაცია ევროკავშირის კანონმდებლობასთან;
2. შეიქმნას კომპეტენტურ პირთა ეროვნული ინსტიტუტი;
3. ქართულმა კომპანიებმა თავისი აქტივების კაპიტალიზაცია განახორციელონ საქართველოში;
4. საქართველოში განვითარდეს საფონდო ბირჟა და დაფუძნდეს სანედლეულო ბირჟა, რაც ხელს შეუწყობს არა მარტო კერძო ბიზნესის განვითარებას, არამედ მინერალურ რესურსულ ფონდს ჩააყენებს ქვეყნის სამსახურში.

დასკვნა

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველომ ხელი მოაწერა ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულებას, დღემდე არ განხორციელებულა საქართველოს სამთო-გეოლოგიური კანონმდებლობის სინქრონიზაცია ევროპულ სამთო კოდექსებთან.



სურ. 4. დასავლური და რუსული მარაგების კოდექსების სინქრონიზაციის მეთოდოლოგია

ძიების შედეგების ანგარიშებისა და მარაგების გამოთვლის CRIRSCO, JORC და რუსული კოდექსების დეტალურმა შედარებითმა ანალიზმა ცხადყო, რომ საქართველოში დაუყონებლივ უნდა განხორციელდეს:

1. CRIRSCO და JORC კოდექსების საკანონმდებლო დონეზე აღიარება;
2. ეროვნული კომპეტენტურ პირთა ინსტიტუტის შექმნა;

3. მარაგების სახელმწიფო კომისიის გაუქმება და მარაგების დამტკიცების სრულად ახლებური სისტემის ჩამოყალიბება.

მხოლოდ ასეთი ქმედებები შექმნის სივრცეს საქართველოში საფონდო ბირჟის განსავითარებლად და სანედლეულო ბირჟის დასაფუძნებლად, რაც ხელს შეუწყობს არა მარტო კერძო ბიზნესის განვითარებას, არამედ მინერალურ რესურსულ ფონდს ჩააყენებს ქვეყნის სამსახურში.

ლიტერატურა

1. Association Agreement between the European Union and the European Atomic Energy Community, on the one hand, and their Member States, on the other, and Georgia. (2014). *Tbilisi: Parliament of Georgia*. (In Georgian.);
2. Tvalchrelidze, A., Silagadze, A., Keshelashvili, G., Gegia, D. (2011). Georgian Socio-Economic Development Program. Georgia, Tbilisi: *Neker*. (In Georgian.);
3. Tvalchrelidze, A. (2012). Commodities and information: black holes in information shearing system. In Kervalishvili, P. & Michailidis, S. (Eds.), Amsterdam-Berlin-Tokyo-Washington, DC: AOS Press, *Philosophy and Synergy of Information: Sustainability and Security*, 144-153. (In English);
4. United Nations Framework Classification for Resources Update (ECE ENERGY SERIES No. 61). (2019). Retrieved from: <https://unece.org/sustainable-energy/publications/united-nations-framework-classification-resources-update-2019-ece>. (In English);
5. International reporting template for public reporting of exploration results, mineral resources, and mineral reserves. (2019). *Committee for Mineral Reserves and International Reporting Standards (CRIRSCO) and International Council for Mining & Metals*. (In English);
6. The JORC Code. (2012.) Australia, Crows Nest, NSW: *Australian Institute of Geoscientists and Minerals Council of Australia*. (In English);
7. Calculation of reserves of solid minerals. (2012). Russia, Perm: *Perm National Research Polytechnic University Publishing House*. (In Russian);
8. Poluektov, V. N., Larichkin, V.A., Fedin, A.D. (2002). Mineral resources estimation and accounting systems. Moscow: *Geoinformcenter*. (In Russian);
9. Putin, V.V. (1999). Mineral resources in the development strategy of the Russian Federation. *Notes of the Mining Institute*, (144), 3-17. (In Russian);
10. Tvalchrelidze, A. G. Mineral resources and mineral resource base of Georgia. Moscow, Publishing House of Ores and Metals, 2006 (In Russian);
11. Lindgren W. Mineral deposits. 2nd Edition, New York, McGraw Hill Book Co., 1919.

12. Emmons, W. H. The principles of economic geology. New York, McGraw Hill Book Co., 1940.
13. Park, C.A., MacDiarmid, R. A. (1964). Ore deposits. San Francisco: *W. H. Freeman and Co.*
14. Smirnov, V.I. (1982). Geology of minerals. Moscow: *Nedra Publishing House*. (In Russian);
15. Barnolts, S.B. (1959). Basics of analyzing summary reports. Moscow: *All-Union Correspondence Financial Institute*. (In Russian);
16. Ryakhovskaya, A. N. (2012). Sustainable operation and development of enterprises: basic mechanisms, principles, evaluation criteria. Strategic decisions and risk management. Moscow: *Effective crisis management*. 2 (71), 58-65. (In Russian)
17. Butterman, W.C., Amey, III E.B. (2005). Mineral commodity profiles—gold. U.S., Reston: *Geological Survey*.
18. GFMS gold survey 2019. (2020). London: *REFINITIV*.
19. Building momentum for growth. PJSC Polyus Annual Report 2019. Moscow, Polyus Gold, 2020.
20. Russian Code for Public Reporting on Exploration Results, Mineral Resources and Mineral Reserves (NAEN Code). (2011). (In Russian)
21. Fahey, G. (2018). International reporting codes: Mineral resources and ore reserves. How the JORC Code, NI43-101 & other codes work. Australia, Perth: *CSA Consulting*.

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-47-58>

Comparative Analysis of Western and Russian Mineral Reserve Classifications

Alexander

Tvalchrelidze

Alexander Tvalchrelidze Caucasus Institute of Mineral Resources, Ivane Javakhishvili
Tbilisi State University, Georgia, 0186 Tbilisi, 11 E. Mindeli str.

E-mail: sandrotval@gmail.com

Natia Chomakidze

Address. Department of Applied Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0160
Tbilisi, 75 Kostava str.

E-mail: chomakhidze.na@gmail.com

Reviewers:

G. Magalashvili, Professor Emeritus, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Department of Mineral and Energy Resources of the Center for the Study of Industrial Forces and Natural Resources named after I. Zhordania, GTU

E-mail: maggeo31@gmail.com

D. Bluashvili, Associate Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: datoblu@yahoo.com

Abstract. Despite that Georgia has signed an Association Agreement with the European Union, by today its geological-mining legislation has not been synchronized with European mining codes. Georgian Law on Earth's Interior is a calque of the obsolete Soviet law with minimum updates. At the same time, development of the private mining business is hampered by olden standards of exploration reporting and estimation and approval of reserves, which also are vestiges of olden Soviet standards. The article analyses in-depth the Russian and the Western reserve reporting codes and proves that development of mining industry in Georgia calls for immediate legislative approval of the Western standards and foundation of the Competent Persons' institute. Such actions will not only promote development of private mining businesses but harness the Georgian mineral resource fund to the betterment of the country.

Key words: CRIRSCO Code; JORC Code; reserves; resources; reserve estimation; Russian code.

UDC 550.8

SCOPUS CODE 1907

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-47-58>

Сравнительный анализ российской и западной классификаций запасов минеральных ресурсов

Александр Твалчрелидзе	Кавказский институт минерального сырья им. Александра Твалчрелидзе, Тбилисский государственный университет им. Иванэ Джавахишвили, Грузия, 0186, Тбилиси, ул. Миндели 11 E-mail: sandrotval@gmail.com
Натия Чомахидзе	Департамент прикладной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160 Тбилиси, ул. М. Костава 75 E-mail: chomakhidze.na@gmail.com

Рецензенты:

Г. Магалашвили, профессор-эмеритус, доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом минеральных и энергетических ресурсов центра изучения промышленных сил и природных ресурсов им. И. Жордания ГТУ

E-mail: maggeo31@gmail.com

Д. Блуашвили, ассоциированный профессор горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: datoblu@yahoo.com

Аннотация. Несмотря на то, что Грузия подписала Договор об ассоциировании с Евросоюзом, до сегодняшнего дня не произведено синхронизации грузинского горно-геологического законодательства с европейскими горными кодексами. Грузинский Закон о недрах является калькой с минимальными изменениями советского закона. Вместе с тем, развитию частного горнорудного бизнеса мешают, в первую очередь, устаревшие стандарты отчетности разведочных работ, а также классификации и утверждения запасов, которые также являются пережитком старых советских стандартов. В статье детально проанализированы западные и русские кодексы подсчета запасов и доказано, что для развития горнорудного дела в Грузии необходимо незамедлительно принять на законодательном уровне западные стандарты, учредить национальный институт компетентных лиц. Это не только послужит развитию частного горнорудного бизнеса, но и поставит ресурсный фонд Грузии на службу стране.

Ключевые слова: запасы; кодекс CRIRSCO; кодекс JORC; подсчет запасов; ресурсы; российский кодекс.

განხილვის თარიღი 15.03.2021

შემოსვლის თარიღი 26.03.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 620.9

SCOPUS CODE 2101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-59-68>

Criteria for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Transport

Maka Jishkariani

Department of Electric Energy and Electro Mechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.

Reviewers:

N. Samsonia, Professor, Faculty of Energy and Telecommunications, GTU

E-mail: n.samsonia@gtu.ge

K. Vezirishvili-Nozadze, Professor, Faculty of Energy and Telecommunications, GTU

E-mail: k.vezirishvili-nozadze@gtu.ge

Abstract. At the present stage, economic research on climate change and its main problem requires in-depth scientific study and analysis of various factors. An important source of air pollution is the energy sector, especially solid and liquid fuels used for technological purposes in thermal power plants. In Georgia, 1/5 of the total electricity generated is produced in thermal power plants. The article analyses Greenhouse gas emissions in Georgia by sectors and sub-sectors as well the criteria for estimating fuel combustion, such as net calorific value of fuel and carbon content standard indicators. The formula for calculation of CO₂, CH₄ and N₂O emissions from the transport vehicles is developed in this work.

Key words: fuel combustion; greenhouse gases; power engineering; transport.

Introduction

At the present stage, economic research on climate change and its main problem requires in-depth scientific study and analysis of various factors, without which it is

impossible to properly understand the essence of economic events, identify key factors, identify development trends and ways of their further improvement. An important source of air pollution is the energy sector, especially, solid and liquid fuels used for technological purposes in thermal power plants. In Georgia, 1/5 of all generated electricity is produced at thermal power plants (TPP), while the cooling reservoir causes thermal pollution of the river. The products of industrial production in today's world provide many greenhouse gases, such as metals, chemical production and use, cement production and many other. [1]. Traffic jams and exhaust on top of cities are notable. Arguably the most visible source of emissions comes from transport. These are: aviation, rail and road transport. The share of electric and hybrid cars in Georgia is growing, but not enough. Processes such as volatile emissions are important. Before the fuel burns, it already emits emissions into the atmosphere, such as emissions from oil refining products and methane leaks, which are serious and difficult issues to address [2].

Main part

Greenhouse gas emissions in Georgia by sectors and

sub-sectors show that the energy sector, including the transport sub-sector, occupies the first place with 57% or almost 60%. In the second place are industrial

production processes with 18% and in the third place is agriculture with 17% in 2019 (table 1).

Table 1

Greenhouse gas emissions in Georgia by sectors and sub-sectors

1	Energy (including Transport sub sector)	57
2	Industrial Processes	18
3	Solvents and other products Consumption	4
4	Rural industry	17
5	Land use and forestry	3
6	Waste	1
7	Other	0.0001
	Percent, sum	100

The energy sector considers fuel combustion in the energy industry, transport, manufacturing and building materials, as well as in segments such as commercial, public, household and public facilities, agriculture, fisheries and forestry [3]. In the same sector, volatile

emissions from solid, liquid and gaseous fuels are considered. Analysis show that GHG emissions among energy sector, the largest share comes from the transport subsector 33% in Georgia in 2019 (table 2).

Table 2

Greenhouse gas emissions in the energy sector of Georgia

Fuel Combustion		
1	Energy Industry (Electricity and Heat Generation)	10
2	Processing Industry and Construction Materials Industry	21
3	Transport	33
4	Other Sectors (trade/ household/rural industry/fishing/forestry)	15,7
Volatile Emissions from Fuel		
1	Solid Fuel	1,1
2	Oil and Natural Gas	19,2
	Percent, sum	100

Because the contribution of transport to climate change is significant, we examined the quantities of passenger cars, buses, minibuses, agricultural and freight

vehicles (figure 1), and passenger and cargo turnover statistics to determine their impact on the final rate, or greenhouse gas emissions [4].



Figure 1. Transport Network in Georgia

The passenger turnover rate for 2019 includes total data on road, rail, river, sea and air transport [5]. The growth trend of this indicator is mainly due to the increase in passenger traffic, for example, in 2019, almost 80% of passengers traveled by road (using non-ecological fuel), which has a negative impact on climate change. If we analyze the percentage distribution of vehicles in Georgia in 2019, the largest share comes from cars, from which electric cars are only 4-5%. The freight rate for 2019 includes aggregate road, rail, river, sea and air transport data [6]. The downward trend in this indicator is mainly due to the decrease in rail shipments [7]. It should be noted that rail transport accounts for the largest share in terms of freight transport, for example, in 2019, 78% of cargo turnover was accounted by rail transport. One way to reduce greenhouse gases from transport is to use biofuels as fuel [8]. The most common types of bio fuels are biodiesel and bioethanol. Biodiesel creation process takes place in the device, where crops [9], like rape and sunflower are high pressure conditions and will be received combined food, in the inner tank squeezed oil from the reservoir is transferred to the device in the second section, where added oxide, then this mixture goes in generator, where in conditions of high pressure and high temperature is occurred biochemical reaction and about half an hour being taken biodiesel, which can be used in any diesel engine [10].

Bioethanol is made from corn or sugar cane, or from high concentration sugar or starch products such as beet, potato, Manioc. Ethanol is substance, which is received by the fermentation, and it usually interferes with gasoline to increase octane level [11] Increase the fuel octane level which is necessary to improve the combustion process, until recently used very high toxic substance. Thus, bioethanol as well as a carbon neutral fuel, is considered more environmentally acceptable alternative [12]. Biofuel use in the transport sector must be executed by the methodology approved by the Executive Board of the Clean Development Mechanism [13]. Projects must be performed based on the methodology, approved by Clean Development Mechanism (CDM) Executive Board. For Georgia is used Consolidated Methodology of Baseline Level ACM0017 „Production of Biodiesel for Use as Fuel”[14].

Materials and Research Methods

Each type of fuel has a heat of combustion or calorific value that are represented in special manuals [15], but if this data is not available, standard indicators should be used, from the guideline document - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [16], (table 3).

Table 3

Net Calorific Value (NCV) of Fuel

Fuel Type Description	Net Calorific Value (NCV), (kJ/kg)
Gasoline	44 300
Diesel	43 000
Natural Gas	48 000
Crude oil	42 300
Liquefied natural gas	44 200
Aviation Gasoline	44 300
Kerosene	43 800
Ethan	46 400
Napta	44 500
Bitumen	40 200
Anthracite	26 700
Lignite	11 900
Cox	28 200
Firewood	15 600
Other solid biomass	11 600
Wood charcoal	29 500
Biodiesel	27 000
Other liquid biofuels	27 400
Landfill gas	50 400
Other Biomass Gas	50 400

Each type [17] of fuel has a carbon content data but if this data is not available, should be used standard indicators, from the guideline document - 2006 IPCC

Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [18], (table 4).

Table 4

Carbon Content Data

Fuel Type Description	Carbon, C (Kg/GJ)
Gasoline	18,9
Diesel	20,2
Natural Gas	15,3
Crude oil	20
Liquefied natural gas	17,5
Aviation Gasoline	19,1
Kerosene	19,6
Ethan	18,6
Napta	20
Bitumen	22
Anthracite	26,8
Lignite	27,6
Cox	29,2
Firewood	30,5
Other solid biomass	27,3
Wood charcoal	30,5
Biodiesel	19,3
Other liquid biofuels	21,7
Landfill gas	27,3
Other Biomass Gas	14,9

Conclusion

Results and Their Discussions

To calculate Carbon dioxide (C₂O) emissions consumed by vehicles, needed the country - specific net calorific values are needed (NCV kJ/kg) [19], fuel carbon content (C/Joule) and oxidation coefficient (Oxide Rate,

%), if this data is not available, use standard indicators [20], from the guideline document - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, (table 5) [21].

Table 5

C₂O Emission Coefficient Calculation

Fuel Type Description	Carbon,(kg/G)	Oxide Rate, (%)	Emission Coefficient C ₂ O, (kg/TJ)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4=(2*3*44/12)*1000</i>
Gasoline	18,9	1	69300
Diesel	20,2	1	74100
Natural Gas	15,3	1	56100
Crude oil	20	1	73300
Liquefied natural gas	17,5	1	64200
Aviation Gasoline	19,1	1	70000
Kerosene	19,6	1	71900
Ethan	18,6	1	61600
Napta	20	1	73300
Bitumen	22	1	80700
Anthracite	26,8	1	98300
Lignite	27,6	1	101000
Cox	29,2	1	107000
Firewood	30,5	1	112000
Other solid biomass	27,3	1	100000
Wood charcoal	30,5	1	112000
Biodiesel	19,3	1	70800
Other liquid biofuels	21,7	1	79600
Landfill gas	27,3	1	100000
Other Biomass Gas	14,9	1	54600

To calculate CH₄ and N₂O emissions using transport there is needed a particular data of consumed fuel and fuel carbon content (C/Joule) [22], if this data is not available, the calculations will be performed at the level

I approach from the guideline document - 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [23], (table 6).

Table 6

Calculation of CH₄ and N₂O emissions from the transport

Fuel type description	CH ₄ , kg/TJ	N ₂ O, kg/TJ
Gasoline	33	3,2
Diesel	3,9	3,9
Compressed natural gas	92	3
Liquefied natural gas	62	0,2
Ethan	260	41

CO₂-emissions assessment for road transport is carried out by the following formula [24]:

$$\text{CO}_2 \text{ emission} = \sum \text{Fuel}(a) * \text{Ef}(a)$$

Where - CO₂ emissions (tons); Fuel(a) - used (consumed) Fuel (TJ); Ef(a) - the emission coefficient CO₂ (kg/TJ); a - a type of greenhouse gas [25].

Despite the many positive changes that have taken place in Georgia in recent years, the transport sub-sector still needs to take steps to ensure a gradual transition to European fuel standards, renewal of city transport parks, regulation of second-hand car imports, vehicle inspections and other transport-related measures for climate

change related problem solving [26]. Implementing energy efficiency measures, using renewable energy sources to generate electricity, developing high-tech equipment, introducing fuel standards and tightening regulations, replacing and upgrading old equipment in industrial facilities, technical inspections and renovations of all vehicles By introducing construction norms, reducing product packaging, introducing energy efficient technologies in the processing industry and building materials production, replacing the old natural gas transportation and distribution pipes, etc. It is possible to significantly reduce greenhouse gas emissions, which is undoubtedly a contributing factor in reducing climate change [27].

References

1. Jishkariani, M., Dvalishvili, N., Kurakhchishvili, L. (2020). Evaluation of Calorific of Municipal Solid Waste (MSW). In: Ghosh, S. (eds.) Sustainable Waste Management: Policies and Case Studies. *Singapore: Springer*, 263-265. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7071-7_23. (In English);
2. Jishkariani, M. (2019). Electricity Tariffs in Georgia. Warsaw, Poland: *World of Science 9(49)*, pp.20-22. Vol.1.[doi:10.31435/rsglobal_ws/30092019/6697](https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30092019/6697). (In English);
3. Jishkariani, M. (2019). Establish of Energy Efficiency Passports for Private Property Owners, Small and Medium Businesses. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/335620279_Establish_of_Energy_Efficiency_Passports_for_Private_Property_Owners_Small_and_Medium_Businesses. (In English);
4. Jishkariani, M. (2020). Safety Rules for Power Engineering Companies. Retrieved from Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/342233298_Safety_Rules_for_Power_Engineering_Companies. (In English);
5. Jishkariani, M. (2020). Failure Mode and Effect Analysis in Energy Companies. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/341914208_Failure_Mode_and_Effect_Analysis_in_Energy_Companies. (In English);
6. Jishkariani, M. (2020). Fault Tree Analysis (FTA) For Energy Enterprises. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/341494947_Fault_Tree_Analysis_FTA_For_Energy_Enterprises. (In English);
7. Jishkariani, M. (2020). Risk Management and Losses Calculation in Energy Enterprises. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/341130738_Risk_Management_and_Losses_Calculation_in_Energy_Enterprises. (In English);
8. Jishkariani, M. (2020). Load Measurement Forms and Reliability of Power Supply Systems. Retrieved from ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/340234067_Load_Measurement_Forms_and_Reliability_Of_Power_Supply_Systems. (In English);

9. Jishkariani, M., Tsotskhalashvili, S. (2020). Features of Electricity Pricing in Georgia. Georgia, Tbilisi: *Energy*, #4(96), 188-190. Retrieved from ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/348975571_Features_of_Electricity_Pricing_in_Georgia., (In English);
10. Jishkariani, M., Tsotskhalashvili, S. (2021). Using Google Sheets to Analyze Electricity Tariffs. World science: Problems, Prospects and Innovations. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Toronto, Canada: *Perfect Publishing*, 97-101.
URL:[https://sci-conf.com.ua/v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-world-science-problems-prospects-and-innovations-27-29-yanvary-2021-goda-toronto-kanada-arhiv/.](https://sci-conf.com.ua/v-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-world-science-problems-prospects-and-innovations-27-29-yanvary-2021-goda-toronto-kanada-arhiv/), (In English);
11. Bochorishvili, L., Topuria, M., Jishkariani, M. (2020). Features of Preparing Students in Economic Disciplines in Higher Technical Schools. *Georgian Academy of Education Sciences*. pp.78-84. Retrieved from ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/348944253_Features_of_Preparing_Students_in_Economic_Disciplines_in_Higher_Technical_Schools. (In English);
12. Vezirishvili-Nozadze, K., Jishkariani, M., Pantskhava, E. (2021). Energy Efficiency - The Most Important Factor in Increasing The Country's Energy Independence. The World of Science and Innovation. Abstracts of the 7th International Scientific and Practical Conference. London, United Kingdom: *Cognum Publishing House*. 132-140.
URL:[https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-the-world-of-science-and-innovation-10-12-fevralya-2021-goda-london-velikobritaniya-arhiv/.](https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-the-world-of-science-and-innovation-10-12-fevralya-2021-goda-london-velikobritaniya-arhiv/) (In English);
13. Vezirishvili-Nozadze, K., Jishkariani, M., Pantskhava, E. (2021). Climate Change Impact Assessment on Energy. Ankara, Turkey: *Middle East 5th International Conference on Contemporary Scientific Studies, March 27-28, 2021. Vol.1., 369-376.* ISBN-978-625-7898-38-6.
URL:https://www.researchgate.net/publication/350890344_Climate_Change_Impact_Assessment_on_Energy. (In English);
14. Vezirishvili-Nozadze, K., Jishkariani, M., Pantskhava, E. Renewable and non-Traditional Energy Sources. Actual trends of modern scientific research. Munich, Germany: *MDPC Publishing, Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. 232-239.*
URL:[https://sciconf.com.ua/viii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-actualtrends-of-modern-scientific-research-14-16-marta-2021-goda-myunhen-germaniya-arhiv/.](https://sciconf.com.ua/viii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-actualtrends-of-modern-scientific-research-14-16-marta-2021-goda-myunhen-germaniya-arhiv/) 2021, (In English);
15. Vezirishvili-Nozadze, K., Jishkariani, M., Pantskhava, E. (2021). Impact of Climate Change on Georgia's Energy Sector - Vulnerability and Adaptation. Science and Education: Problems, Prospects and Educations. Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference. Kyoto, Japan: *CPN Publishing Group*. 175-183.
URL:[https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-science-and-education-problems-prospects-and-innovations-1-3-aprelya-2021-goda-kioto-yaponiya-arh/.](https://sci-conf.com.ua/vii-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-science-and-education-problems-prospects-and-innovations-1-3-aprelya-2021-goda-kioto-yaponiya-arh/)(In English);
16. Jishkariani, M., Tsotskhalashvili, S. (2021). Waste Processing for Energy Purposes in Georgia. Turkey: *International Black Sea Coastline Countries Scientific Research Symposium-VI, 66-72.*
URL:[https://b0699d12-70ad-4313-81f10833a431c01a.filesusr.com/ugd/614b1f_c5741b3ac1fd47c59f016a15d6b80a25.pdf.](https://b0699d12-70ad-4313-81f10833a431c01a.filesusr.com/ugd/614b1f_c5741b3ac1fd47c59f016a15d6b80a25.pdf)(In English);
17. Gudiashvili, M., Gagaa, A. (2018). Elaboration of a Forecast Model for Carbon Dioxide Emissions. Georgia, Tbilisi: *GTU, Collection of Scientific Works 3(509), 107-115.*
[http://shromebi.gtu.ge/storage/archit/119/shroma-3509.pdf.](http://shromebi.gtu.ge/storage/archit/119/shroma-3509.pdf) (In English);
18. Gudiashvili, M., Gagaa, A. (2017). Climate Change and Emissions Trading Tendencies. Tbilisi, Georgia: *Business Engineering 3, 334-337.*
URL:<https://drive.google.com/file/d/1yD0czOrr1ivo4seRgXUMHnVmCweSDBzF/view> (In English);

19. Sabelashvili, T., Gudiashvili, M., Radmehr, M. (2016). Biomass Heating System Project. Tbilisi: *GTU, Collection of Scientific Works, 3(501), 78-83*.
URL:<http://shromebi.gtu.ge/storage/archit/71/pdf-1490183445-Kz9cerQA71B5baTSfxNbeWz84dk8Mca.pdf> (In English);
20. Chachibaia, G., Samsonia, N., Gudiashvili, M. (2016). Impact of Georgian Project Hydro Power Stations on Climate Change. Tbilisi: *GTU, Collection of Scientific Works, 3(501), 69-77*.
URL:<http://shromebi.gtu.ge/storage/archit/71/pdf-1490183445-mKz9cerQA71B5baTSfxNbeWz84dk8Mca.pdf> (In Georgian);
21. Gudiashvili, M., Lomidze, S. (2014). Modelling of the Structure of Georgian Electro System. Tbilisi: *GTU, Collection of Scientific Works, 4(494), 9-14*.
URL:<http://shromebi.gtu.ge/storage/archit/8/pdf-1450228979-8XcIG8yXqzCm4gGIUUJDgEnkhHj30Agl.pdf> (In Georgian);
22. Gudiashvili, M., Lomidze, S. (2013). Prognosis of Hydro Power Plant Energy Indicator by Using the Least Square Method. *Business Engineering, 4, 126-127*.
URL: <https://drive.google.com/file/d/0B3PZSQNPT43Sa0xXUUwwRGNpMkE/edit> (In English);
23. Gudiashvili, M. (2013). Software Modelling of a Small HPP Business Process. Tbilisi: *GTU, Collection of Scientific Works, 3(489), 13-16*.
URL:<http://shromebi.gtu.ge/storage/archit/29/pdf-1466595685-sDHT1LSTrs4aB7hpyL2slNC6sstXcWo4.pdf> (In English);
24. Gudiashvili, M. (2013). Decision Tree Method in Energy Management. Tbilisi, Georgia: *Grigol Robakidze University Academic Digest - Business and Management, 1*.
URL:http://phasis.tsu.ge/index.php/GRUNI_B/article/view/209/pdf. (In English);
25. Gudiashvili, M., Bzhalava, N., Jishkariani, T. (2007). Computer Modeling of Electricity Tariffs. *Georgian Economics, 4(113), 70-72*.
URL: <http://geoeconomics.ge/?p=2806>. (In Georgian);
26. Gudiashvili, M., Samsonia, N. (2006). The Issue of Expediency of New Tariffs of Electricity. *Georgian Economics, 7-8(104-105), 68-69*.
URL: <http://geoeconomics.ge/?p=2417>. (In Georgian);
27. Gudiashvili, M. (2005). Identification of Small Hydroelectric Plant Reserves with Chain Method. Georgia, Tbilisi: *Georgian Economics, 7(92), 52-53*
URL: <http://geoeconomics.ge/?p=1897>. (In Georgian);

UDC 620.9

SCOPUS CODE 2101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-59-68>

ტრანსპორტიდან სათბური გაზების ემისიების შეფასების კრიტერიუმები

მაკა ჯიშკარიანი ელექტროენერგეტიკისა და ელექტრომექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: m.gudiashvili@gtu.ge

რეცენზენტები:

ნ. სამსონია, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n.samsonia@gtu.ge

ქ. ვეზირიშვილი-ნოზაძე, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: k.vezirishvili-nozadze@gtu.ge

ანოტაცია. მოცემულ ეტაპზე, კლიმატის ცვლილების ეკონომიკური კვლევა და მისი მთავარი პრობლემა მოითხოვს სხვადასხვა ფაქტორის ღრმა მეცნიერულ შესწავლას და ანალიზს. ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა ენერგეტიკული სექტორი, განსაკუთრებით მყარი და თხევადი საწვავი, რომელიც გამოიყენება თბოელექტროსადგურებში ტექნოლოგიური მიზნებისათვის. საქართველოში თბოელექტროსადგურებში გამოიყენება მთლიანად გენერირებული ელექტროენერჯის 1/5. სტატიაში გაანალიზებულია სათბურის გაზების ემისიები საქართველოში სექტორების და ქვესექტორების მიხედვით, აგრეთვე საწვავის წვის შეფასების კრიტერიუმები, როგორცაა საწვავის ნეტო კალორიული ღირებულება და ნახშირბადის შემცველობის სტანდარტული ინდიკატორები. ნაშრომში შემუშავებულია სატრანსპორტო საშუალებებიდან CO₂, CH₄ და N₂O ემისიების გაანგარიშების ფორმულა.

საკვანძო სიტყვები: სათბურის გაზები; ელექტროინჟინერია; სათბობის წვა; ტრანსპორტი.

UDC 620.9

SCOPUS CODE 2101

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-59-68>

Критерии оценки выбросов парниковых газов от транспорта

Мака Джигшкарцანი Департамента електроенергетики и електромеханики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75
E-mail: m.gudiashvili@gtu.ge

Рецензенты:

Н. Самсония, профессор факультета энергетика и телекоммуникаций ГТУ

E-mail: n.samsonia@gtu.ge

К. Везиришвили-Нозадзе, профессор факультета энергетика и телекоммуникаций ГТУ

E-mail: k.vezirishvili-nozadze@gtu.ge

Аннотация.

На современном этапе экономические исследования изменения климата и его основной проблемы требуют глубокого научного изучения и анализа различных факторов. Важным источником загрязнения воздуха является энергетика, особенно твердое и жидкое топливо, используемое в технологических целях на тепловых электростанциях. В Грузии 1/5 всей вырабатываемой электроэнергии производится на тепловых электростанциях. В статье анализируются выбросы парниковых газов в Грузии по секторам и подсекторам, а также критерии оценки сжигания топлива, такие как низшая теплотворная способность топлива и стандартные показатели содержания углерода. В статье разработана формула для расчета выбросов CO₂, CH₄ и N₂O от транспортных средств.

Ключевые слова: парниковые газы; сжигание топлива; транспорт электроэнергетика.

The date of review 11.06.2021

The date of submission 14.06.2021

Signed for publishing 29.09.2021

UDC 621.313.13

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-69-75>

მრავალძრავიანი ელექტროამძრავის მრავალარხიანი მართვის სისტემის დინამიკური მახასიათებლები მექანიკური გადამცემების დრეკადობათა გათვალისწინებით

ნანა ბერაძე ენერგეტიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: beradzenana@gmail.com

ოლეგი ხაჭაპურიძე ენერგეტიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: o.khachapuridze@gtu.ge

რეცენზენტები:

ს. მეზონია, საქართველოს მეცნიერების ეროვნული აკადემიის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის წამყვანი სპეციალისტი

E-mail: meboniaslava@mail.ru

ე. კორქია, სტუ-ის ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: e.korkia@gtu.ge

ანოტაცია. სამეცნიერო სტატიაში განხილულია მუდმივი დენის ორ- და სამძრავიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის დინამიკური მახასიათებლების გამოკვლევა, მრავალძრავიანი მართვის სისტემის შემთხვევაში, მექანიკური ლილვების დრეკადობის გათვალისწინებით. ასეთი მრავალძრავიანი მართვის სისტემები ფართოდ გამოიყენება მეტალურგიულ წარმოებაში. მაგალითად, ფურცელ საგლინავ დგანებში, სადაც მექანიკურ ნაწილში ადგილი აქვს მნიშვნელოვან დინამიკურ გრეხით მომენტებს.

ნაშრომში ასევე განხილულია შეკრული მრავალძრავიანი სისტემის ფუნქციონალური და სტრუქტურული სქემები

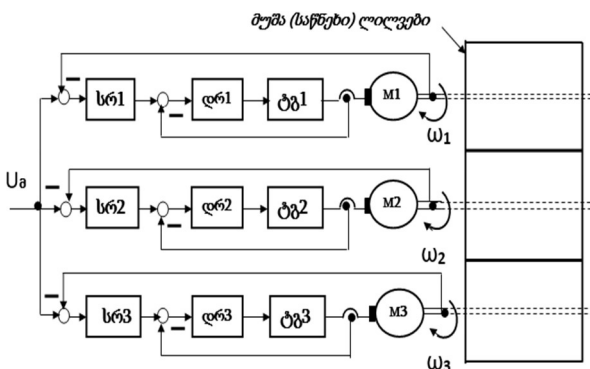
გარდამავალი რეჟიმების კვლევების შედეგად მიღებული ხარისხის მაჩვენებლები ახლოსაა ოპტიმალურ პარამეტრებთან, ამიტომ განხილული სისტემა ვარგისია მრავალძრავიანი საგლინავი დგანებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: მრავალძრავიანი; ავტომატიზებული; ელექტროამძრავი; ასინქრონული; ტირისტორი; აგზნებით რეგულირებადი; ელექტროამძრავი დრეკადი კავშირებით.

შესავალი

მეტალურგიული წარმოების ფურცელსაგლინი დგანები, როგორც წესი, წარმოადგენს მრავალ-ლილვიან საწნებ დანადგარებს, რომლებსაც შემდეგ მოემსახუროს როგორც ცვლადი, ისე მუდმივი დენის მრავალძრავიანი ელექტროამძრავები [1-3]. სიჩქარის რეგულირების დიაპაზონისა და მუშაობაში საიმედოობის თვალსაზრისით ზოგიერთი ფორმები ამ ტიპის მანქანებზე ამჯობინებს 1-ლ სურათზე წარმოდგენილი მუდმივი დენის მრავალ-ძრავიანი ავტომატიზებული ტირისტორული ელექტროამძრავის მართვის სისტემას[4-8].

ძირითადი ნაწილი



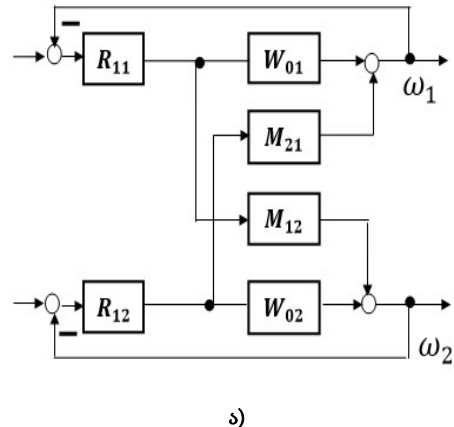
სურ. 1

სქემაზე გვაქვს: სრ1-სრ3 არის სიჩქარის რეგულატორები; დრ1-დრ3 – დენის რეგულატორები; ტგ1-ტგ3 – ძრავების ღუზების მკვებავი ტირისტორული გამმართველები; M1-M3-მუდმივი დენის დამოუკიდებელ ალგზნებიანი ძრავები; u_a – სისტემის მართვის სიგნალი; $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ – ძრავების ბრუნთა კუთხური სიჩქარეები.

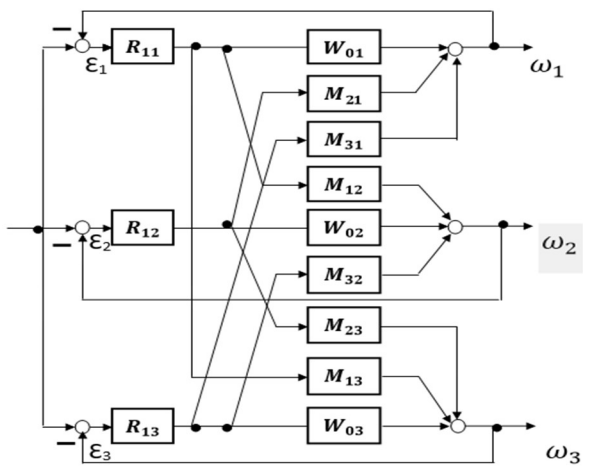
2 ა,ბ-ე სურათებზე წარმოდგენილია ორ და სამძრავიანი ელექტროამძრავების გარდაქმნილი

სტრუქტურული ბლოკ-სქემები. სქემებზე შესაბამისად გვაქვს შემდეგი აღნიშვნები: $W_{0i}, i = \overline{1;3}$, $M_{iq}, i, q = \overline{1;3}$ პირდაპირი არხების და არხებს შორის ურთიერთმაკავშირებელი რგოლების ექვივალენტური გადამცემი ფუნქციებია.

3-ე სურათზე წარმოდგენილია დრეკად მექანიკურ ლილვებიანი ორძრავიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის დეტალიზებული სტრუქტურული სქემა, რომელიც შედგენილია ანალოგიურად [4]-ში მიღებული გადამცემი ფუნქციების გამოყენებით.

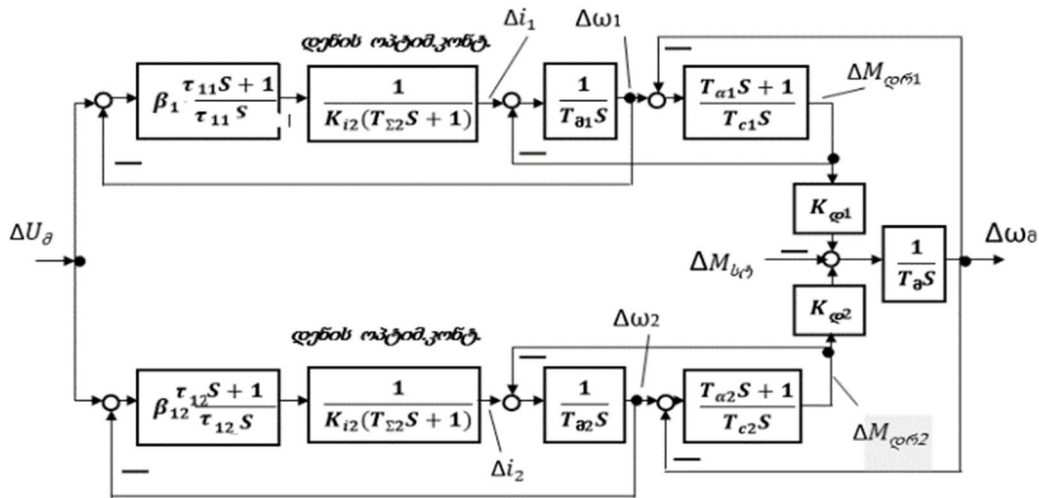


ა)



ბ)

სურ. 2



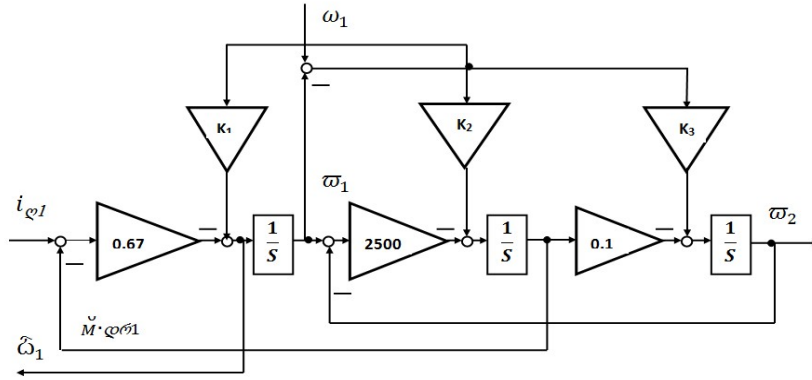
სურ. 3

სქემაზე გვაქვს შემდეგი სიდიდეები: $s = d/dt$ არის წარმოებულის სიმბოლო; $\beta_i, \tau_i, i = \overline{1;2}$ – სიჩქარის რეგულატორების დინამიკური გაძლიერების კოეფიციენტები და საკუთარი უკუკავშირის წრედების დროის მუდმივები; $k_i, i = \overline{1;2}$ – დენის უკუკავშირების გადაცემის კოეფიციენტები; $T_{\Sigma i}, i = \overline{1;2}$ – დენის კონტურების გაუკომპენსირებელი დროის მუდმივები; $T_{\theta 1}, T_{\theta 2}, T_{\theta}$ – დრავებისა და მექანიზმის მუშა ლილვების მექანიკური დროის მუდმივები; $k_{დ1}$ და $k_{დ2}$ – დრავების დატვირთვის კოეფიციენტები; $\Delta u_{\theta}, \Delta i_1, \Delta i_2$ – მართვის სიგნალის, დრავების ღუზის დენებისა და $\Delta \omega_1, \Delta \omega_2$ – კუთხური სიჩქარეების ფარდობითი ნაზრდების სიდიდეები; $\Delta M_{დრ1}, \Delta M_{დრ2}, \Delta M_{სტ}$ – მექანიკური ლილვების დრეკადი მომენტებია და მექანიზმის დატვირთვის სტატიკური მომენტი; $T_{d1}, T_{c1}, i = \overline{1;2}$ – გრძელი მექანიკური ლილვების დრეკადი თვისებისა და სიხისტის შესატყვისის დროის მუდმივები.

მრავალდრავიანი ტირისტორული ელექტროამძრავის სისტემაში დრავებს შორის დატვირთვათა სწორი განაწილების პრობემის დადგენის მიზნით გამოკვლეულია ორდრავიანი ამ-დრავის სტრუქტურული სქემა, რომელიც წარმოდგენილია 3-ე სურათზე. სქემა გამოკვლეულ იქნა კომპიუტერზე პროგრამა MATLAB-ის გამოყენებით 300 კვტ და 150 კვტ სიმძლავრის დრავების პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობებისათვის: $\beta_1 = 10, \tau_1 = 0,1$ წმ., $\beta_2 = 8, \tau_2 = 0,3$ წმ., $k_{i1} = k_{i2} = 0,1, T_{\Sigma 2} = 0,01$ წმ., $T_{\theta 1} = 1,5$ წმ., $T_{\theta 2} = 1,2$ წმ., $T_{\theta} = 10$ წმ., $k_{დ1} = 0,6, k_{დ2} = 0,4, T_{d1} = T_{d2} = 0,002$ წმ., $T_{c1} = T_{c2} = 0,0004$ წმ. ელექტროამძრავის სისტემის (სურ. 3) გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ელექტროდრავებს შორის დატვირთვის პროპორციული განაწილებისთვის აუცილებელია ცალკეულ სეპარატულ არხებს შორის ჯვარედინი კავშირის ჩართვა, 0.1-ის ტოლი გადაცემის კოეფიციენტით. სისტემაში გრეხითი რხევების ჩასაქრო-

ბად გამოყენებულია კალმანის ფილტრი მთავარი ძრავას კუთხურ სიჩქარესა და სიჩქარის რეგულატორს შორის, მე-4 სურ. კალმანის ფილტრი აგებულია ამძრავის მექანიკური ნაწილის შესაბამისი სტრუქტურული სქემის მიხედვით. მისი დახმარე-

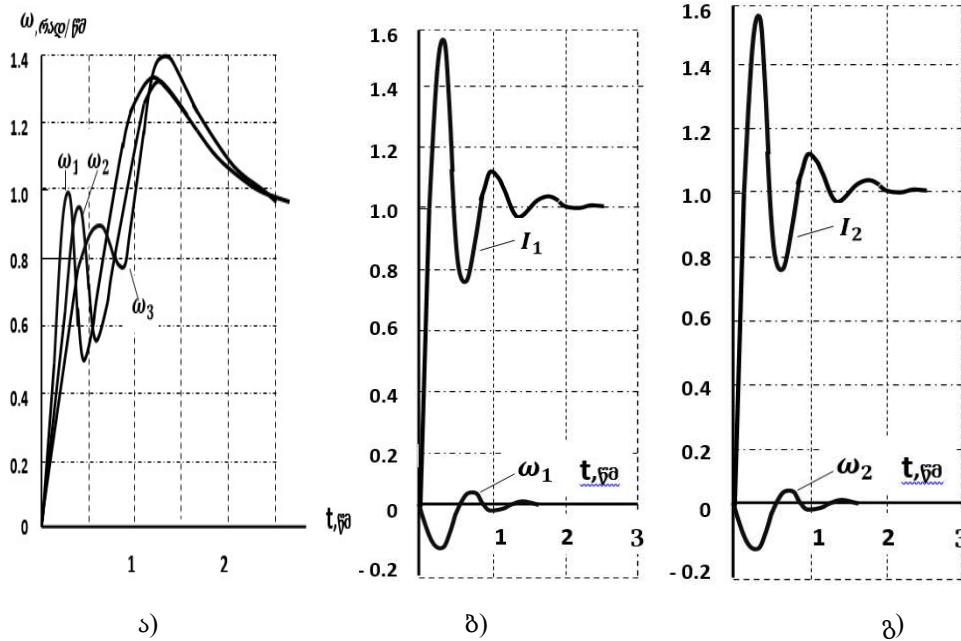
ბით მიიღება მთავარი ძრავას კუთხური სიჩქარის წარმოებულის $\dot{\omega}_1$ შეფასებითი სიგნალი [3]. $\dot{\omega}_1$, $\dot{\omega}_2$ და $\dot{M}_{დრ}$ – კალმანის ფილტრის ეტალონური მოდელის შესაბამისი შეფასებითი სიდიდეებია.



სურ. 4

5, ა სურათზე მოცემულია გარდამავალი პროცესების მრუდები ძრავებისა და მექანიზმის კუთხური სიჩქარეებისა $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ სისტემის შესავალზე ერთეულოვანი ნახტომისებრი სიგნალის

მიწოდებისას, ხოლო 5,ბ და გ – სურათებზე ძრავების ღუზების დენებისა i_1, i_2 დატვირთვის ნახტომისებრი შეცვლისას.



სურ. 5

შემუშავებული რეკომენდაციების გათვალისწინებით ელექტროამძრავის სისტემა უზრუნველყოფს დინამიკურ მახასიათებლებს ხარისხის შემდეგი ოპტიმალური მნიშვნელობებით: გადამეტრეგულირება შეადგენს $\sigma = 40\%$, გარდამავალი პროცესის ხანგრძლივობა $t_{\phi} = 2$ წმ.

დასკვნა

მრავალძრავიანი ტურისტული ელექტროამძრავების სისტემის შემთხვევაში, დატვირთვის სწორი

განაწილების დადგენის მიზნით, გამოკვლეული იქნა ორძრავიანი ამძრავის სტრუქტურული სქემა. კვლევა ჩატარებულია კომპიუტერული პროგრამა - MATLAB - ის გამოყენებით 150 კვტ და 300 კვტ სიმძლავრის ძრავების გათვალისწინებით.

სისტემაში წარმოქმნილი გრეხითი რხევების ჩასაქრობად გამოყენებულია კალმანის ფილტრის მსგავსი დამკვირვებელი მოწყობილობა.

ლიტერატურა

1. Dochviri, J., Khachapuridze, O., Beradze, N. (2015). A Digital Filter for Electrical Drive with Elastic Shaft. *American Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 3 (5), 112-116. (In English);
2. Dochviri, J., Khachapuridze, O., Beradze, N. (2016). Dynamics of Digital System of Two-Motor Electrical Drive with Elastic Transmissions. *American Journal of Electrical and Electronic Engineering*, 4 (1), 16-22. (In English);
3. Dochviri, J. (2020). Configuration of the control system of an asynchronous electric drive with an observing device in the presence of an elastic mechanical shaft, Russia: *Electromechanics*, 1, 38-42. (In Russian);
4. Dochviri, J., Khachapuridze, O. (2012). Modeling the dynamic modes of a two-motor electric drive taking into account the elasticity and clearances of mechanical transmissions. Ukraine: *Electrical and Computer Systems*, 05 (81), 43-49. (In Russian);
5. Dochviri, J., Beradze, N. (2016). Dynamics of a two-motor electric drive with regulation of excitations of motors with digital control. Ukraine: *Electrical and Computer Systems. Proceedings of the II International Conference. ELTECS-2016*, 22 (98), 28-32. (In Russian);
6. Dochviri, J. (2005). Optimization of the dynamics of a thyristor electric drive with an elastic link according to the Kalman-Frobenius criteria. *Electricity*, 1, 26-31.
7. Dochviri, J. (2006). Optimization of transient processes of multi-motor thyristor electric drives with elastic connections for press mechanisms of continuous technological machines. *Electricity*, 2, 34-42.
8. Dochviri, J. (2002). Multi-motor automated electric drive with elastic connections. Ukraine: *Radio Electronics, Informatics, Management*, 1(7), 114-119. (In Russian).

UDC 621.313.13

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-69-75>

Dynamic Characteristics of a Multimotor Electric Motor Multichannel Control System, Taking Into Account the Elasticities of Mechanical Transmitters

Nana Beradze

Department of Energy and Electronics, Georgian Technical University, Georgia,
0160, Tbilisi, M. Kostava75

E-mail: beradzenana@gmail.com

Oleg Khachapuridze

Department of Energy and Electronics, Georgian Technical University, Georgia, 0160,
Tbilisi, M. Kostava 75

E-mail: o.khachapuridze@gtu.ge

Reviewers:

S. Mebonia, Leading Specialist of the Institute of Mechanical Engineering of the National Academy of Sciences of Georgia

E-mail: meboniaseava@mail.ru

E. Korkia, Associate Professor, Faculty of Energy and Communications, GTU

E-mail: e.korkia@gtu.ge

Abstract. The study of the dynamic characteristics of two- and three-engine thyristor electric motors with constant current, in the case of a multi-motor control system, taking into account the elasticity of mechanical shafts are reviewed in this article. Such multimotor control systems are widely used in metallurgical production. For example, in sheet rolling mills, where in the mechanical part there are moments of significant dynamic curvature.

The paper also reviews the functional and structural schemes of a cohesive multi-engine system.

In the case of a multi-motor touring electric motor system, the structural scheme of a two-engine drive was studied in order to determine the correct load distribution. The study was conducted using a computer program - MATLAB using 150 kW and 300 kW engines.

A Kalman filter-like observation device is used to quench the binding oscillations generated in the system.

The quality indicators obtained from the transient mode studies are close to the optimal parameters, so the considered system is suitable for multi-motor rolling mills.

Key words: automated; asynchronous; electric motor; excitably regulated; electric drive with flexible connections; multi-engine; thyristor.

UDC 621.313.13

SCOPUS CODE 2102

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-69-75>

Динамические характеристики системы многоканального управления многомоторного электродвигателя с учетом упругости механических передатчиков

ნანა ბერაძე Департамент энергетики и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, М. Костава 75
E-mail: beradzenana@gmail.com

Олег Хачапуридзе Департамент энергетики и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, М. Костава 75
E-mail: o.khachapuridze@gtu.ge

Рецензенты:

С. Мебония, ведущий специалист Института машиностроения Национальной академии наук Грузии
E-mail: meboniaseava@mail.ru

Э. Коркия, ассоциированный профессор факультета энергетики и связи ГТУ
E-mail: e.korkia@gtu.ge

Аннотация. Рассматривается исследование динамических характеристик двух и трехмоторных тиристорных электродвигателей, в случае системы многодвигательного управления с учетом упругости механических валов. Такие системы многодвигательного управления широко используются в металлургическом производстве. Например, в листопрокатных станах, где в механической части присутствуют моменты значительного динамического кручения.

В работе также обсуждаются функциональные и структурные схемы связанной многодвигательной системы.

В случае системы тиристорного электродвигателя, с целью определения правильного распределения нагрузки, была исследована конструктивная схема двухмоторного вала. Исследование проводилось с помощью компьютерной программы – MATLAB, с учетом двигателей мощностью в 150 и 300 кВт.

Для подавления беспорядочных колебаний, возникающих в системе, используется устройство мониторинга по типу фильтра Калмана.

Показатели качества, полученные при исследовании переходных режимов, близки к оптимальным параметрам, поэтому, рассматриваемая система подходит для многодвигательных прокатных станов.

Ключевые слова: автоматизированный; асинхронный; многодвигательный; регулируемое возбуждение; тиристор; электродвигатель; электропривод с гибкими соединениями.

განხილვის თარიღი 11.06.2021

შემოსვლის თარიღი 15.06.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2105

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-76-82>

მბრუნავი ელექტრული მანქანების ვიბრობალანსირება

- შოთა ნემსაძე** ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: sh-nemsadze@mail.ru
- მერაბი ცეცხლაძე** ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru
- თენგიზ მაისურაძე** ელექტროტექნიკისა და ელექტრონიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: tengizim@gmail.com

რეცენზენტები:

თ. მუსელიანი, სტუ-ის ენერჯეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: museliani@yahoo.com

დ. ტურძელაძე, სტუ-ის ენერჯეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: turdzeladze59@gmail.com

ანოტაცია. ელექტრული მანქანის მუშაობის ოპტიმალური რეჟიმი გარკვეულ წილად დამოკიდებულია მისი მექანიკური ნაწილების ტექნიკური მდგომარეობაზე. ექსპლოატაციის პირობებში ელექტრული მანქანის როტორში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მბრუნვის ღერძის მიმართ ექსცენტრულად განლაგებული გაუწონასწორებული მასების გაჩენას, რაც თავის მხრივ იწვევს მანქანის საკისრების ნაადრევად მწყობრიდან გამოყვანას და შესაბამისად დინამიკური მახასიათებლების გაუარესებას. აღნიშნულთან დაკავშირებით ნაშრომში

მოცემულია როტორის გაუწონასწორებული მასების ზემოქმედების კომპენსირების მეთოდი, რომლის დროსაც გაზომვის შედეგების მიხედვით ხორციელდება რხევის ამპლიტუდისა და მაკომპენსირებელი ტვირთის დამაგრების კუთხეს შორის დამოკიდებულების ანალიზი. ამ მეთოდის ერთ-ერთი უარყოფითი მხარეა ელექტრული მანქანის მრავალჯერადი გაშვება და ისეთ ცნებების გამოყენება, როგორცაა ბალანსირების მგრძობიარობა, მაკორექტირებელი მასის ვექტორი და სხვა.

ნაჩვენებია ელექტრული მანქანის დინამიკური ბალანსირების შედარებით მოქნილი მეთოდი,

რომლის საფუძველია ელექტრული მანქანის ვიბროსიჩქარის ამპლიტუდის და ვიბროგადაადგილების ფაზის გაზომვა. მოცემულია შესაბამისი ოსცილოგრამები და ანალიზური გამოსახულებები, რომელთა ანალიზით მიღწეულია როტორზე დამატებითი მაკომპენსირებელი ტვირთის დამაგრებით ელექტრული მანქანის ვიბრაციის სრული აღკვეთა.

საკვანძო სიტყვები: ელექტრული მანქანა; ოპტიმალური რეჟიმები; ვიბრაციის ამპლიტუდა; დინამიკური ბალანსირება; მაკომპენსირებელი მასა.

შესავალი

მზრუნავი ელექტრული მანქანების ექსპლუატაციის დროს, განსაკუთრებით კი მათი კაპიტალური შეკეთების შემდეგ როტორში შეიძლება წარმოიქმნას ბრუნვის ღერძის მიმართ ექსცენტრულად განლაგებული გაუწონასწორებელი მასები. ამ დროს ადგილი აქვს ინერციული (ცენტრიდანული) ძალის წარმოქმნას, რომელიც პერიოდული ფუნქცია არის და იწვევს მანქანის რხევით მოძრაობას, ე.ი. მის ვიბრაციას (ძირითადად საკისრების მიმართ რადიალური მიმართულებით). იმისათვის, რომ თავიდან ავიცილოთ საკისრების ნაადრევად მწყობრიდან გამოყვანა და აგრეთვე შეიზღუდოს მანქანის ცალკეული კვანძებისა და დეტალების დინამიკური გადატვირთვა, საჭიროა როტორის გაუწონასწორებული მასების ზემოქმედების კომპენსირება როტორზე დამატებითი ტვირთის დამაგრებით, რაც მთლიანობაში მისი

დინამიკური ბალანსირების საშუალებას იძლევა. ამ დროს კომპენსირდება ან მთლიანად ქრება ცენტრიდალური ძალა და შესაბამისად მანქანის ვიბრაცია. მაშასადამე ელექტრული მანქანის დინამიკური ბალანსირების ამოცანა გულისხმობს მაკომპენსირებელი მასის მომენტის ($m_k r_k$) და მისი დამაგრების კუთხის (ψ_t) განსაზღვრას. ამისათვის, იზომება მანქანის საკისრების რადიალური ვიბრაციის ამპლიტუდა. იგულისხმება, რომ მანქანის როტორი არის აბსოლიტურად მყარი სხეული და ბალანსირება ხდება ერთ სიბრტყეში. როტორის ტორცულ ნაწილში ეწყობა სკალა არა უმეტეს 60° -იანი ბიჯით. მაკომპენსირებელი ტვირთი მაგრდება როტორზე აღნიშნული ბიჯით და თვითეულ შემთხვევაში იზომება ვიბრაციული რხევის ამპლიტუდა.

ძირითადი ნაწილი

ცნობილია მეთოდი, რომლის მიხედვითაც გაზომვის შედეგების საფუძველზე იგება გრაფიკი $2A = f(\psi)$, სადაც A არის რხევის ამპლიტუდა, ψ – მაკომპენსირებელი ტვირთის დამაგრების კუთხე. ამ გრაფიკით განისაზღვრება მაკომპენსირებელი მასა m_k და მისი როტორზე დამაგრების კუთხე. საცდელი მაკომპენსირებელი მასის სიდიდე განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით [1]

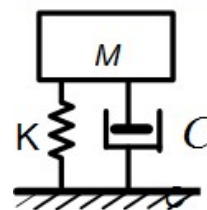
$$m_{სც} = (0,1 - 0,2) \frac{Gg}{\omega^2 r} \quad (1)$$

სადაც G არის როტორის მასის ნაწილი (ერთ საკისარზე მოსული), კგ; r - საცდელი მაკომპენსირებელი მასის დამაგრების რადიუსი, მ; ω - როტორის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე, რად/წმ; $g = 9,81$ მ/წმ².

განხილული მეთოდის უარყოფითი მხარეა მანქანის მრავალჯერადი გაშვების აუცილებლობა. იგივე შეიძლება ითქვას სამი გაშვების მეთოდის შესახებ [2]. გარდა ამისა, ექსპერიმენტების შედეგების დამუშავებისას გამოიყენება ისეთი ბუნდოვანი ცნებები, როგორცაა ბალანსირების მგრძობიარობა, მაკორექტირებელი მასის ვექტორი და სხვა.

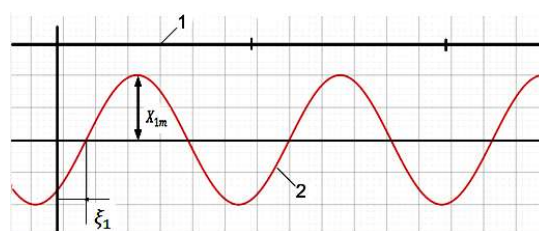
ამ თვალსაზრისით მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ დინამიკური ბალანსირების მეთოდი, დამყარებული მანქანის ვიბროსიჩქარის ამპლიტუდისა და ვიბროგადაადგილების ფაზის გაზომვაზე.

მივიღოთ, რომ მბრუნავი ელექტრული მანქანის როტორი არის ხისტი კონსტრუქცია, ანუ ბრუნვითი მოძრაობაში არის ერთიანი სხეული და მასში წარმოშობილი დებალანსური მასები ბრუნვითი მოძრაობაში ქმნის პერიოდულად ცვალებად ინერციულ ძალებს, რომლებიც წარმოშობა როტორის მექანიკურ რხევებს მანქანის საკისრების მიმართ შესაბამის პერპენდიკულარულ სიბრტყეში და მთლიანობაში ელექტრული მანქანის ვიბრაციას. ამგვარად, გვაქვს ერთი თავისუფლების ხარისხის მქონე დინამიკური რხევითი სისტემა როტორი - საკისრები მანქანის უძრავ ნაწილებთან ერთად, პარამეტრებით M, K, G . (ნახ. 1), რომლის მერხევი სხეულის (როტორის) მასა m ცნობილია. ასევე ცნობილია, რომ ამ სისტემის საკუთარი რხევების სიხშირე, ე.ი. აღმგზნებ ძალასა და შესაბამის გადაადგილებას შორის ძვრის კუთხე არის დიაპაზონში $0 < \varphi < 90^{\circ}$.



სურ. 1. როტორი - საკისრები სისტემის დინამიკური სქემა

უნდა აღინიშნოს, რომ გრავიტაციული ველის მოქმედების გამო გაჩერებული როტორის პოზიცია ისეთია, რომ მისი პოტენციალური ენერჯია მინიმალურია, ხოლო მის საწინააღმდეგო მხარეს – მაქსიმალური. ამ უკანასკნელის მიმართ მანქანის როტორზე დავამაგროთ აღმგზნები – ნიშნული (მუდმივი მაგნიტი), ხოლო სტატორზე - ნიშნულის ინდუქციური კოჭა. სტატორზე დავამაგროთ აგრეთვე ვიბროგადაადგილების სენსორი. მანქანის გაშვების შემდეგ მათ მიერ გენერირებული სიგნალები ორარხიანი ელექტრონული ოსცილოგრაფის ეკრანზე იქნება (სურ. 2), სადაც 1-ლი არის ნიშნულის სიგნალი, 2 – ვიბროგადაადგილების სენსორის სიგნალი, ხოლო X_{1m} – ვიბრაციის ამპლიტუდა.



სურ. 2. ნიშნულის და ვიბროსენსორის სიგნალების ოსცილოგრამა

ოსცილოგრამის შესაბამისად ინერციული აღმგზნები ძალით გამოწვეული გადაადგილების მყისა და კომპლექსური მნიშვნელობები იქნება:

$$X_1(t) = X_{1m} \sin(\omega t - \xi_1) \Rightarrow \dot{X}_{1m} = X_{1m} e^{-j\xi_1}, \quad (2)$$

ხოლო შესაბამისი ვიბროსიჩქარის მყისა და კომპლექსური მნიშვნელობები

$$v_1(t) = V_{1m} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \xi_1\right) \Rightarrow \dot{V}_{1m} = V_{1m} e^{j\left(\frac{\pi}{2} - \xi_1\right)} \quad (3)$$

ასეთი ვიბროგადაადგილება და ვიბროსიჩქარე გამოწვეულია აღმგზნები ძალით, რომლის მყისა და კომპლექსური მნიშვნელობა არის

$$f_1(t) = F_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) \Rightarrow \dot{F}_{1m} = F_{1m} e^{j\psi_1}, \quad (4)$$

სადაც $F_{1m} = m_1 r_1 \omega^2$ არის აღმგზნები ძალის ამპლიტუდა; ψ_1 – აღმგზნები ძალის საწყისი ფაზა; m_1 – მბრუნავი მანქანის დებალინსური მასა; r_1 – დებალანსის შესაბამისი რადიუსი; ω – მანქანის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე.

მანქანის როტორზე ნიშნულთან დავამაგროთ დამატებითი ტვირთი მასით m_2 , რომლის ეკვივალენტური რადიუსი ძრავას ღერძის მიმართ

არის r_2 . ამ შემთხვევაში სისტემის აღმგზნები ძალის კომპლექსური მნიშვნელობა იქნება

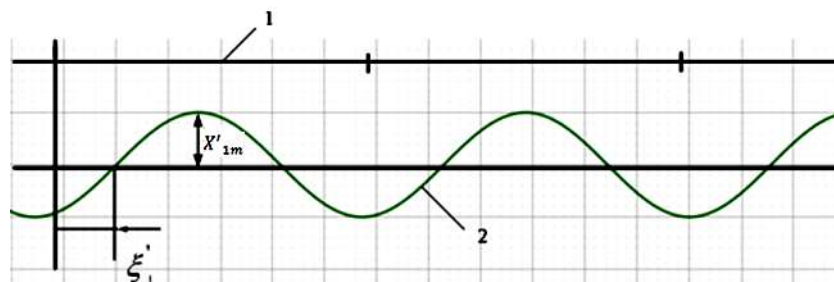
$$F'_{1m} = \dot{F}_{1m} + \dot{F}_{2m}, \quad (5)$$

სადაც \dot{F}_{2m} არის დამატებითი ტვირთით გამოწვეული ძალის კომპლექსური მნიშვნელობა, ხოლო მისი მყისა მნიშვნელობა იქნება $f_2(t) = m_2 r_2 \omega^2 \sin(\omega t + \psi_2) = m_2 r_2 \omega^2 \sin(\omega t)$, რადგანაც საცდელი ტვირთი დამაგრებულია ნიშნულთან $\psi_2 = 0$ კუთხით. 4-ე ფორმულით განსაზღვრული აღმგზნები ძალა იწვევს მანქანის ვიბრაციას. შესაბამისი ვიბროგადაადგილება და ვიბროსიჩქარე იქნება

$$X_1(t) = X_{1m} \sin(\omega t - \xi_2) = X_1(t) + X_2(t). \quad (6)$$

$$v_1(t) = V_{1m} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2} - \xi_2\right) = v_1(t) + v_2(t). \quad (7)$$

$X_2(t), v_2(t)$ არის ვიბროგადაადგილების და ვიბროსიჩქარის შემადგენელი ნაწილები, გამოწვეული დამატებითი მასის ბრუნვით. ვიბრაციის ამპლიტუდა X'_{1m} და ფაზა ξ_2 განისაზღვრება ნახ.3-ზე ნაჩვენები ოსცილოგრამიდან.



სურ. 3. მანქანის ვიბრაციის ოსცილოგრამა
ვიბრაციული გადაადგილების $X'_1(t)$ შესაბამისი კომპლექსური ფორმა იქნება

$$\dot{X}'_{1m} = X'_{1m} e^{-j\xi_2} \quad (8)$$

განვსაზღვროთ დამატებითი მასის ბრუნვით გამოწვეული გადაადგილების კომპონენტი. მივიღოთ, რომ განსახილველი სისტემა წრფივია და

შესაბამისად შესაძლებელია სუპერპოზიციის პრინციპის გამოყენება. ამიტომ დამატებითი მასის ბრუნვით გამოწვეული გადაადგილების კომპონენტის კომპლექსური ამპლიტუდა იქნება

$$\begin{aligned} \dot{X}_{2m} &= \dot{X}'_{1m} - \dot{X}_{1m} = X'_{1m}e^{-j\xi_2} - X_{1m}e^{-j\xi_1} = \\ &X'_{1m}(\cos\xi_2 - j\sin\xi_2) - X_{1m}(\cos\xi_1 - j\sin\xi_1) = \\ &(X'_{1m}\cos\xi_2 - X_{1m}\cos\xi_1) - \\ &-j(X'_{1m}\sin\xi_2 - X_{1m}\sin\xi_1) = \\ &= X_{2m}e^{-j\xi_2} \end{aligned}$$

სადაც \dot{X}_{1m} არის დამატებითი ტვირთის გარეშე მოქმედი აღმზნები ძალით გამოწვეული გადაადგილების კომპლექსური მნიშვნელობა. დამატებითი მასის ბრუნვით გამოწვეული გადაადგილების ამპლიტუდა იქნება

$$\sqrt{\frac{X_{2m}}{(X'_{1m}\cos\xi'_2 - X_{1m}\cos\xi_1)^2 + (X'_{1m}\sin\xi'_2 - X_{1m}\sin\xi_1)^2}}, \quad (9)$$

ხოლო ფაზა

$$\xi_2 = \arctg \frac{X'_{1m}\sin\xi'_2 - X_{1m}\sin\xi_1}{X'_{1m}\cos\xi'_2 - X_{1m}\cos\xi_1}. \quad (10)$$

მანქანის მექანიკური იმპედანსი განმარტების თანახმად განისაზღვრება, როგორც აღმზნები ძალის ფარდობა შესაბამის სიჩქარესთან.

$$\begin{aligned} Z_{1m} &= \frac{\dot{F}_{1m}}{\dot{V}_{1m}} = \frac{\dot{F}_{2m}}{\dot{V}_{2m}} = \frac{\dot{F}'_{2m}}{\dot{V}'_{2m}} = \frac{F'_{2m}e^{j0}}{V'_{2m}e^{-j(\frac{\pi}{2}-\xi_2)}} = \\ &\frac{F_{2m}}{X_{2m}\omega} e^{j(\xi_2-\frac{\pi}{2})}. \end{aligned} \quad (11)$$

საწყისი სისტემის აღმზნები ძალა იქნება

$$\begin{aligned} \dot{F}_{1m} &= \dot{V}_{1m}Z_{1m} = X_{1m}\omega e^{j(\frac{\pi}{2}-\xi_1)} \left(\frac{F_{2m}}{X_{2m}\omega} e^{j(\xi_2-\frac{\pi}{2})} \right) = \\ &\frac{X_{1m}}{X_{2m}} m_2 r_2 \omega^2 e^{j(\xi_2-\xi_1)} = F_{1m} e^{j\Psi_1}. \end{aligned} \quad (12)$$

ამგვარად, საწყისი სისტემის დებალანსური მასა განისაზღვრება შემდეგი ტოლობიდან:

$$\frac{X_{1m}}{X_{2m}} m_2 r_2 \omega^2 = m_1 m_1 \omega^2 \Rightarrow m_1 = m_2 \frac{r_2 X_{1m}}{r_1 X_{2m}} \quad (13)$$

აღმზნები ძალის საწყისი ფაზა იქნება:

$$\Psi_1 = \xi_2 - \xi_1 = \xi_2 - \arctg \frac{X'_{1m}\sin\xi'_2 - X_{1m}\sin\xi_1}{X'_{1m}\cos\xi'_2 - X_{1m}\cos\xi_1} \quad (14)$$

დასკვნა

დასკვნის სახით შეიძლება აღინიშნოს, რომ შემოთავაზებული მეთოდი საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ მბრუნავი ელექტრული მანქანის სრული დინამიკური ბალანსირება. ამ მიზნით ორარხიანი ელექტრონული ოსცილოგრაფის და (13), (14) ფორმულების გამოყენებით უნდა განისაზღვროს მანქანის დებალანსური მასის მომენტი, რხევის საწყისი ფაზა და დამატებითი მაკომპენსირებელი ტვირთის მასა, რომლის როტორზე დამაგრებით მიიღწევა მანქანის ვიბრაციის სრული აღკვეთა.

ლიტერატურა

1. Rivlin, L. B. (1956). Installation of large electrical machines. Leningrad: *Energy*. (In Russian);
2. Gemke, R.G. (1989). Malfunctions of electrical machines. Leningrad: *Energy*. (In Russian);
3. Iorish, Yu., Vibrometry, I. (1963). Mechanical engineering. Leningrad: *Energy*. (In Russian);
4. Brown, M., Routani, J., Petyl, D. (2007). Diagnostics and troubleshooting of electrical equipment and control circuits. Moscow: *Dodeka-XXI*. (In Russian).

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2105

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-76-82>

Vibro Balancing of Rotating Electric Vehicles

- Shota Nemsadze** Department of Electrical Engineering and Electronics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.
E-mail: sh-nemsadze@mail.ru
- Merab Tsetskhladze** Department of Electrical Engineering and Electronics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.
E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru
- Tengiz Maisuradze** Department of Electrical Engineering and Electronics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.
E-mail: tengizim@gmail.com

Reviewers:

T. Museliani, Professor, Faculty of Energy and Telecommunications, GTU

E-mail: museliani@yahoo.com

D. Turdzeladze, Associate Professor, Faculty of Energy and Telecommunications, GTU

E-mail: turdzeladze59@gmail.com

Abstract. The optimal mode of operation of an electric car depends to some extent on the technical condition of its mechanical parts. Under operating conditions, unbalanced masses, eccentrically located in relation to the axis of rotation, may occur in the rotor of an electric car, which, in turn, will lead to premature output of machine bearings and, as a consequence, to a deterioration in dynamic characteristics. In this regard, the paper presents a method of compensating for the impact of unbalanced masses of the rotor, during which the analysis of the relationship between the amplitude of the oscillation and the angle of attachment of the compensating load is performed according to the measurement results. One of the downsides of this method is the multiple launches of the electric car and the use of concepts such as balancing sensitivity, corrective mass and more.

A relatively flexible method of dynamic balancing of an electric car is shown, based on the measurement of the vibration speed amplitude and vibration phase of the electric car. Relevant oscillograms and analytical images are given, the analysis of which achieves complete suppression of electric vehicle vibration by attaching additional compensating load to the rotor.

Key words: balancing; compensating mass; electric car; optimal modes; vibration amplitude.

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2105

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-76-82>

Вибробалансировка вращающихся электромобилей

Шота Немсадзе	Департамент электротехники и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75 E-mail: sh-nemsadze@mail.ru
Мераб Цецхладзе	Департамент электротехники и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75 E-mail: merabi.tsetskhladze@mail.ru
Тенгиз Маисурадзе	Департамент электротехники и электроники, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75 E-mail: tengizim@gmail.com

Рецензенты:

Т. Муселиани, профессор факультета энергетики и телекоммуникаций ГТУ

E-mail: museliani@yahoo.com

Д. Турдзеладзе, ассоциированный профессор факультета энергетики и телекоммуникаций ГТУ

E-mail: turdzeladze59@gmail.com

Аннотация. Оптимальный режим работы электромашин в определенной степени зависит от технического состояния его механических частей. В рабочих условиях несбалансированная масса, эксцентрично расположенная относительно оси вращения, может возникнуть в роторе электромашин, что, в свою очередь, приведет к преждевременному выходу подшипников машин и, как следствие, к ухудшению динамических характеристик. В связи с этим в статье представлен метод компенсации воздействия неуравновешенных масс на ротор, при котором по результатам измерений проводится анализ зависимости между амплитудой колебаний и углом приложения компенсирующей нагрузки. Один из недостатков этого метода – многократные запуски электромашин и использование таких понятий, как: балансировочная чувствительность, корректирующий вектор массы и многое другое.

Показан относительно гибкий метод динамической балансировки электромашин, основанный на изменении амплитуды, скорости и фазы вибрации электромашин. Приведены соответствующие осциллограммы и аналитические изображения, при анализе которых достигается полное подавление вибрации электромашин путем приложения к ротору дополнительной компенсирующей нагрузки.

Ключевые слова: амплитуда вибрации; балансировка; компенсирующая масса; оптимальные режимы; электромашин.

განხილვის თარიღი 21.03.2021

შემოსვლის თარიღი 17.05.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 546.3-19

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-83-91>

შენადნობები ფორმის მეხსიერებით და შესაძლებლობები

ზურაბ მჭედლიშვილი	საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: z.mchedlishvili@gtu.ge
მანანა თავხელიძე	არქიტექტურის საფუძვლებისა და თეორიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: mananiko@studiaarci.ge

რეცენზენტები:

დ. თავხელიძე, სტუ-ის აგრარული მეცნიერებებისა და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: d.tavkhelidze@gtu.ge

ნია ნათბილაძე, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: n.natbiladze@gtu.ge

ანოტაცია. სტატიაში მოყვანილია მახსოვრობის მქონე ლითონების ჩამონათვალი და მოცემულია მათი სტრუქტურული ფორმულირება. მაგალითისათვის აღებულია ყველაზე აქტიური მახსოვრობის მქონე ნიკელისა და ტიტანის ინტერმეტალური ნაერთი - შენადნობები Ni_3Ti სახელად ნიტინოლი. გაკეთებულია ამ შენადნობის კრისტალური მესერის კონფიგურაციის ცვლილების ანალიზი, მასალის გახურებისა და გაციების სხვადასხვა ტემპერატურის შემთხვევაში.

საკვანძო სიტყვები: ნიტინოლი; შენადნობი მახსოვრობით; მარტენსიტი; კრისტალური მესერი.

შესავალი

თერმოდინამიკური მოდელირების მეთოდის გამოყენების საფუძველზე გაანალიზებულია ცვლილებები, რომლებითაც ხასიათდება ნიკელი-ტიტანის (ნიტინოლის), სპილენძ-ალუმინის და სხვა ფორმის მეხსიერების მქონე შენადნობების კრისტალურ სტრუქტურებში ტემპერატურის ცვლილებით გამოწვეული შენადნობების ფორმების ცვალებადობა და დადგენილია მათი დრეკადური სიმტკიცის მახასიათებლები.

გასული საუკუნის 40-იანი წლების ბოლოს სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერებმა ყურადღება გაამახვილეს იმ ფაქტზე რომ მეტალებსა და შენადნობებს, რომლებიც გათბობისა და მექანიკური ზემოქმედების შედეგად ნიმუშში წარმოქმნილი

მაბევრების გარკვეულ პირობებში, შეუძლიათ გაიხსენონ თავიანთი თავდაპირველი ფორმა. ამ ფენომენის მექანიზმები განისაზღვრება პროცესებით, რომლებიც დაკავშირებულია ნიმუშის სტრუქტურული ზადის ცვალებადობასთან.

პირველად ნახსენები ეფექტი დააფიქსირა შვედმა მკვლევარმა არნე ოლანდერმა 1932 წელს კადმიუმისა და ოქროს შენადნობის საცდელ ნიმუშში, მაგრამ ფორმის მეხსიერების მქონე შენადნობების მიმართ ინტერესის განსაკუთრებული გამახვილება მოხდა მხოლოდ 60-იან წლებში, როდესაც აშშ-ში აღმოაჩინეს ნიტონის, ნიკელისა და ტიტანის ($NiTi$) შენადნობის მოქცევის ფენომენი.

ძირითადი ნაწილი

ტიტანის ბაზაზე შენადნობები ბევრად უფრო ფართოდ გამოიყენება ვიდრე ტექნიკური ტიტანი, რომელიც ცნობილია *BTI-1* და *BTI-2* შენადნობების სახით. ტიტანის ამ შენადნობებში ნებადართულია მინარევების შემდეგი შემცველობა: აზოტი 0,04%-მდე, ჟანგბადი 0,15%-მდე, წყალბადი 0,015%-მდე, რკინა 0,3%-მდე სილიციუმი 0,15%-მდე, ნახშირბადი 0,1%-მდე და ვოლფრამი 0,05%-მდე. ტიტანის ლეგირება Fe, Al, Mn, Cr, V, Si, Ni-ით ზრდის მის სიმტკიცეს (σ_B , $\sigma_{0.2}$), ხოლო სითბომედეგობის გაზრდა წარმოებს Al, Zr, Mo, Ni ელემენტების გამოყენებით. ამავე დროს ცნობილია, რომ ტიტანს გააჩნია ორი ალოტროპული მოდიფიკაცია: 882°C - მდე საქმე გვაქვს α -ტიტანის სახესთან, რომლის სიმკვრივე შეადგენს 4,505 გ/სმ³, რომლის კრისტალიზაცია წარმოებს ექვსკუთხა გისოსში მაღალ ტემპერატურაზე, რაც შეეხება β - სახის ტიტანს,

სიმკვრივე შეადგენს 4,32 გ/სმ³, როდესაც ნიმუშის ტემპერატურა მიაღწევს 900° C. მას გააჩნია მოცულობითი ცენტრირებული კუბური მესერი. აქ უნდა აღინიშნოს, რომ ისეთი ელემენტები, როგორებიცაა Mo, V, Mn, Fe, Cr და Ni, ამცირებენ $\alpha \rightarrow \beta$ პოლიმორფული ტრანსფორმაციის ტემპერატურას და აფართოებს β - ფაზის არსებობას და შესაბამისად მათ უწოდებენ β - სტაბილიზატორებს. ზოგიერთი β - სტაბილიზატორები (Cr, Mn, Fe, Ni) ქმნის ინტერმეტალურ Ti_xM_y - შენაერთებს ტიტანთან. აქ უნდა არინიშნოს, რომ გაგრილების შემთხვევაში β - ფაზა განიცდის ევტექტოიდურ ტრანსფორმაციას $\beta \rightarrow \alpha + Ti_xM_y$.

ყველა აქ მოყვანილ მასალაში, ყველაზე განვითარებული მეხსიერების ეფექტი გააჩნია „ნიტინოლს“, რომელიც არის ნიკელისა და ტიტანის შენადნობი. იმ შემთხვევაში თუ ეს შენადნობი ექვემდებარება გარკვეულ თერმომექანიკურ დამუშავებას, მაშინ იგი ერთ ფორმას იღებს გაგრილების დროს, ხოლო მეორეს – გათბობისას.

ფორმის მეხსიერების ეფექტის მექანიზმი ეფუძნება ფაზის ტრანსფორმაციას, რომელიც წარმოებს მარტენზიტული (დიფუზიური) ტრანსფორმაციის მიხედვით. ფოლადებში პერლიტის მარტენზიტად გარდაქმნა შეუძლებელია, რადგან მარტენზიტს ყველა ტემპერატურაზე უფრო მაღალი თავისუფალი ენერგია გააჩნია, ვიდრე პერლიტს. საპირისპირო გარდაქმნა შეინიშნება ნახშირბადისგან თავისუფალ მაღალრეგილებულ შენადნობებში. ამალეული გარკვეული ფორმის მქონე ნიმუში აუსტენტულ მდგომარეობაში ტემპერატურის გაზრდის შემთხვევაში დეფორმირდება და შესაბამისად მარტენზიტული გარდაქმნა იწარმოებს უფრო დაბალ

ტემპერატურაზე. რაც შეეხება ნიმუშის გადახურების შემთხვევას მას თან ახლავს საპირისპირო ტრანსფორმაცია, რის შედეგადაც აღდგება ნიმუშის თავდაპირველი დამახასიათებელი ფორმა.

ფორმის მეხსიერების ეფექტი ვლინდება შენადნობებში, რომლებიც ხასიათდება თერმოელასტიკური მარტენზიტის ტრანსფორმაციით, ქსელის თანამიმდევრულობით, საწყისი აუსტენიტისა და მარტენსიტის ფაზებით და შედარებით მცირე ტრანსფორმაციის ჰისტერეზისით.

ნიმუშის თავდაპირველი ფორმის აღდგენა წარმოებს იმ შემთხვევაში, როდესაც ის ცხელდება A_H ტემპერატურაზე ზევით. ასეთი გარდაქმნის მამოძრავებელ ძალას არის საწყისი და მარტენსიტულ ფაზებს შორის წარმოქმნილი თავისუფალი ენერგიების სხვაობა. ნიმუშის საწყისი ფორმის სრულად აღდგენის მიზნით საჭიროა, რომ ნიმუშის მარტენსიტული მდგომარეობა იყოს კრისტალოგრაფიულად შექცევადი, რაც შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, როდესაც შენადნობს გააჩნია ცენტრირებული მოცულობითი კუბური კრისტალური მესერი. იმისათვის, რომ კუბური მესერის გარდაქმნა წარმოებდეს სრიალის პროცესის გარეშე, რაც არის შეუქცევადი პროცესი, საჭიროა რომ დეფორმაციისას კრისტალოგრაფიული მესერი გარდაიქმნას მისი შემადგენელი ნაწილების დაწყვილებით.

ამ პირობებში, დეფორმაციისას წარმოებს დაწყვილებული მარტენსიტის კრისტალების ფორმირება, რომლებიც საწყისი სტრუქტურის კოგერენტულია, ხოლო გათბობისას საპირისპირო გარდაქმნისას, ნახსენები მარტენსი კრისტალები ქრებიან და მდოვრედ გადადიან მესერის საწყის ფაზაში.

საპირისპირო ტრანსფორმაციისას თანამიმდევრული კონგერენტული ინტერფაზური საზღვრების შექცევადი მოძრაობა იწვევს თავდაპირველი ფორმის აღდგენას.

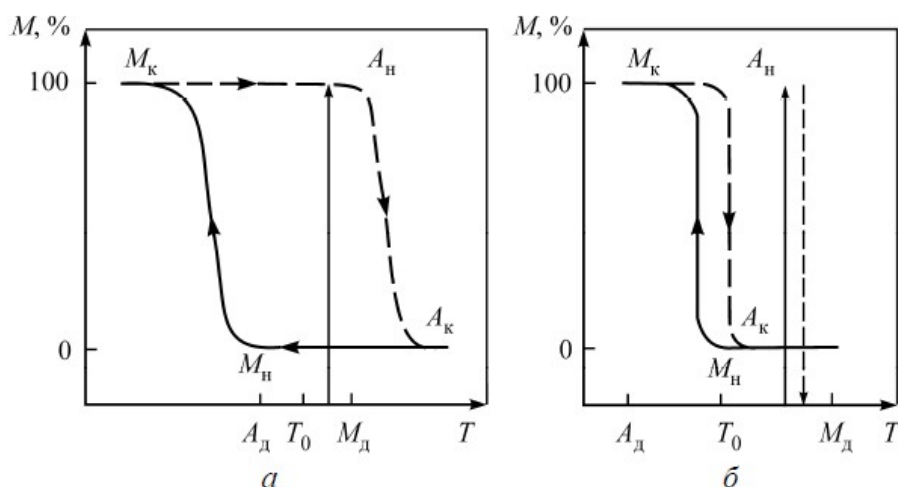
ტრანსფორმაციის კრისტალოგრაფიული შექცევადო პროცესი გულისხმობს არა მხოლოდ კრისტალური სტრუქტურის აღდგენას, არამედ გარდაქმნის დაწყებამდე საწყისი ფაზის კრისტალოგრაფიული ორიენტაციის აღდგენას.

პრაქტიკული თვალსაზრისით, ძალზე მნიშვნელოვანია მარტენსიტული გარდაქმნების ტემპერატურული დიაპაზონის განსაზღვრა დატვირთვის გარეშე და ასევე ნიმუშში წარმოქმნილი მექანიკური დამბულობის გაანგარიშება გათბობა-გაგრილების დროს. 1-ელ სურათში ნაჩვენებია ტემპერატურის ცვალებადობის გავლენის დიაგრამა შენადნობის ფაზურ მდგომარეობაზე შექცევადი მარტენსიტული გარდაქმნებისას.

ნიმუშის გაცივებისას აუსტენტური მდგომარეობიდან, მარტენსიტი იწყებს ჩამოყალიბებას გარკვეულ M_n ტემპერატურაზე. შემდგომი გაგრილების შედეგად, მარტენსიტის ფაზის რაოდენობა იზრდება და აუსტენიტის სრული გარდაქმნა მარტენსიტად დასრულდება გარკვეულ M_k ტემპერატურაზე. ამ ტემპერატურის ქვემოთ მხოლოდ მარტენსიტის ფაზა დარჩება თერმოდინამიკურად სტაბილური. მიუხედავად იმისა, რომ ნიმუშის გათბობისთანავე, მარტენსიტის გარდაქმნა აუსტენიტად იწყება გარკვეულ A_k ტემპერატურაზე, სრული თერმული ციკლის დამთავრების შედეგად მიიღება ჰისტერეზის მარყუჟი A_k-M_n ან A_n-M_k (იხ. ნახ. 1. A და b), რომელიც შეიძლება იყოს ფართო ან ვიწრო, რაც დაკავშირებულია ნიმუშის შემადგენელი მასალების სახეებზე

და მათ ფიზიკო - ქიმიურ თვისებებზე. ნახსენები ტემპერატურული დიაპაზონის გარდა, ჩვეულებრივ განიხილება კიდევ სამი დამახასიათებელი ტემპერატურა - T_0 , M_d , A_d , სადაც T_0 არის თერმოდინამიკური წონასწორობის ტემპერატურა, ხოლო M_d - ტემპერატურაა, რომლის დროსაც წარმოიქმნება მარტენსიტი. ტემპერატურული ფაქტორების გარდა, გარდაქმნისას ნიმუშზე ასევე მოქმედებს

შიგა და გარე მექანიკური ძაბვები. ნიმუშის გარდაქმნის ქვევაზე გავლენას ასევე ახდენს ტემპერატურების ფარდობითი მნიშვნელობები. მაგალითად: ვიწრო ჰისტერეზისის შემთხვევაში M_d ტემპერატურა შეიძლება აღმოჩნდეს აუსტენიტური ტრანსფორმაციის დასრულების A_s ტემპერატურის მარჯვნივ, ხოლო ფართო ჰისტერეზისით - ამ ტემპერატურის მარცხნივ.



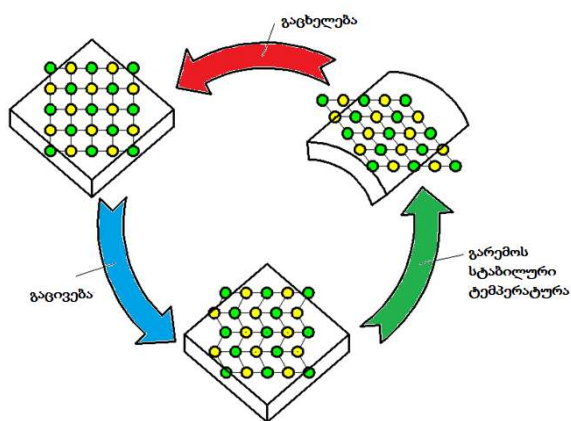
სურ. 1

მეხსიერების მქონე ლითონების ფორმის ცვლილებას, როგორც წესი, თან ახლავს მძლავრი ინტერატომური ძალების გამოვლინება. ნიტინოლის, ალუმინის სპილენძის და სხვა ყველაზე გავრცელებული მეხსიერების შენადნობებისგან დამზადებული ნიმუშების ფორმის ცვალეზადობა წარმოებს თითქმის ხმის სიჩქარით, გამოწვეული ტემპერატურის სწრაფი ვარდნით. თერმული დიაპაზონი, რომელზეც შეიმჩნევა ეს თვისებები ძალიან ფართოა - 170°C -დან $+260^{\circ}\text{C}$, ხოლო ძალები, რომლებიც წარმოიქმნება გარდაქმნისაგან გამოწვეული დეფორმაციებისაგან ასევე დიდია, ასე მაგალითად ამ ტიპის

მასალების გაფართოების წნევა ზოგჯერ აღწევს 7 ტ/სმ^2 . აქ ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ მასალის სახეზე და მის საწყის კონფიგურაციაზე დამოკიდებულია გარდაქმნისას მიღებული ნიმუშის გეომეტრია. ასე მაგალითად, ნიმუშს შეუძლია მოლუნვა, გაფართოება, შეკუმშვა და ასევე სპირალური ფორმის მიღება. ძალზედ მნიშვნელოვანია, ის რომ ნიმუშის ფორმის დაპროგრამება შესაძლებელია იმ ამოცანების გათვალისწინებით, რასაც მკვლევრები და ინჟინრები დასვავენ ამა თუ იმ კონსტრუქციის შექმნისას.

მაგალითისთვის განვიხილოთ ნიტინოლის ლენტი, რომელიც უნდა დაპროგრამირდეს ისე, რომ მივიღოთ გაღუნული კონფიგურაციის ლენტი წინასწარ დათქმული ტემპერატურის შემთხვევაში, საჭიროა რომ ნიმუში გაცხელდეს $+400^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე და ნიმუშს მიეცეს ლათინური ასო C ფორმა, რის შემდეგ ნიმუში უნდა გაცივდეს $+40^{\circ}\text{C}$ -მდე დახურულ შტამპში და მოხდეს საპირისპირო მიმართულებით გაღუნვა. ამის შემდეგ, გათბობისა და გაგრილების მონაცვლეობით, მოხდება ფირის გაღუნვა და გასწორება.

ფორმის მეხსიერების მქონე ნიმუშის კრისტალურ ბადეში, ფაზების ცვალეზადობებისას, ყველა ატომი დაუბრუნდება კრისტალური ბადის საწყის მდებარეობებს მკაცრად იმ ტრანექტორიების გასწვრივ, რომლებზეც ისინი უკვე მიჰყვებოდნენ პროცესის მიმდინარეობისას.



სურ. 2

სურ. 2-ზე მოცემულია გამარტივებული დიაგრამა, რომელიც ხსნის ნიმუშის მეხსიერების შენარჩუნების ეფექტს. აქ ნორმალურ პირობებში ატომები ქმნის რეგულარული ფორმის კრისტალურ გისოსებს, ხოლო გაცივებისას მოხდება ამ მესერის გარდაქმნა განსხვავებულ კონფიგურაციად, რაც შეესაბამება კრისტალურ გისოსებში წარმოქმნილი ძალური ფაქტორების დაბალ ენერგეტიკულ დონეს. შენადნობის შემდგომი დეფორმაციისას, ნიმუშში წარმოიქმნება შიგა ძაბვები და შესაბამისად მოხდება კრისტალური გისოსების უფრო მეტი ცვალეზადობა. გარე ძალის ზემოქმედების შეწყვეტის შემდეგ ნიმუშის დეფორმაცია დარჩება იგივე სახით, რადგანაც ორივე მდგომარეობა ენერგეტიკულად ეკვივალენტურია. ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც წარმოებს ნიმუშის გათბობა, კრისტალური მესერი კვლავ მიიღებს საწყის სწორ ფორმას და შესაბამისად ნიტონილისაგან დამზადებული ნიმუში აღიდგენს პირვანდელ კონფიგურაციას.

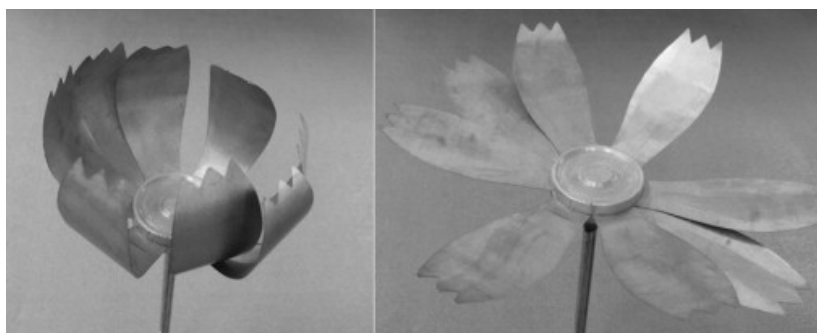
მახსოვრობის მქონე შენადნობების გამოყენება უკვე წარმოებს სხვადასხვა ტექნიკურ სისტემაში და ინტენსიურათ ფართოვდება გამოყენების არეალი, მათ შორის მედიცინაში, ავიაციაში და სხვ. გარდა ნათქვამისა უნდა აღინიშნოს შენადნობების გამოყენება დეკორატიული პროდუქციის შექმნისთვის. ნახსენები შენადნობების გამოყენება საწარმოო დიზაინის მხრივ წარმოებს სხვადასხვა მიმართულებით, ასე მაგალითად, იაპონელი დიზაინერის ოკი სატოს მიერ შექმნილ იქნა ჭალის ახალი დიზაინი (იხ. ნახ. 3).



სურ. 3

სურათიდან ჩანს, თუ როგორ იცვლება ჭადის ფორმა ნათურის ანთებასთან ერთად, როდესაც ნათურისგან გამოყოფილი სითბო ცვლის ჭადის

ფურცლების ფორმას. იგივე პრინციპითაა შექმნილი მე-4 სურათზე მოცემული იატაკის ბრა, რომლის ფურცლების გაშლა წარმოებს სინათლის ინტენსივობის გზრდასთან ერთად.



სურ. 4

ზემოთ მოყვანილის გარდა, უნდ ვახსენოთ მახსოვრობის მქონე შენადნობების გამოყენება კინეტიკურ არქიტექტურაში. მე-5 სურათზე მოცემულია ე. ბრისბენში (ავსტრალია) მაღაზია „ზარას“ შენობის ფასადი, სადაც საჩრდილებლად გამოყენებულია ნახსენები შენადნობისგან დამზადებული პეპლების ფორმის ფირფიტები, რომლებიც მზის სითბური

რადიაციის ზემოქმედებით იცვლის ფორმას და მზისგან იცავს შენობის შიგა პერიმეტრს. მოცემული სისტემა მომგებიანად გამოიყურება იმ სქემებიდან, რომლებიც მოყვანილია [6], სადაც იმავე დანიშნულების სისტემების მოძრაობაში მოყვანა წარმოებს რთული მექანიკური სისტემების გამოყენების საფუძველზე.



სურ. 5

დასკვნა

ამრიგად, მახსოვრობის მქონე შენადნობების გამოყენება ინჟინერიაში გამოირჩევა პერსპექტიულობით, ოღონდ აღნიშნულისთვის საჭიროა შესაბამისი კვლევების ჩატარება, რომლებიც მოიცავს როგორც შენადნობების ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების დადგენას, ასევე ნახსენები შენადნობებისგან დამზადებული ნიმუშების მექანიკური

პარამეტრების განსაზღვრას, რაც შეესაბამება ნიმუშების დეფორმირების შედეგად მიღებული კონფიგურაციის ზუსტი გეომეტრიული ზომების გაანგარიშებას და ნიმუშის გარდაქმნისას განვითარებული ძალების ანალიზს. აქ ნათქვამი თანამედროვე მექანიკური სისტემების შექმნის ახალი სამეცნიერო მიმართულებაა.

ლიტერატურა

1. Akhmetov, N. S. (1981). General and inorganic chemistry. *Higher school*, 679.
2. Kireev, V. A. (1975). Course of physical chemistry. *Chemistry*, 775.
3. Geller, Yu. A., Rakhshadt, A. G. (1989). Materials science. *Metallurgy*, 455.
4. Arzamasov, V. N. (1986). Materials science. *Mechanical engineering*, 384.
5. Gulyaev, A. P. (1986). *Metallurgy*. *Metallurgy*, 541.
6. Tavkhelidze, M., Tavkhelidze, D. (2021). Kinetic Architectural Design. *Tbilisi: GTU Publishing House*, 93.

UDC 546.3-19

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-83-91>

Alloys with Shape Memory and Their Physical and Mechanical Properties

Zurab Mchedlishvili Department of Engineering Graphics and Technical Mechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, M. Kostava 68^a

E-mail: z.mchedlishvili@gtu.ge

Manana Tavkheldidze Department of Architecture Fundamentals and Theory, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, M. Kostava 68^a

E-mail: mananiko@studiaarci.ge

Reviewers:

D. Tavkheldidze, Professor, Faculty of Agrarian Sciences and Biosystems Engineering, GTU

E-mail: d.tavkheldidze@gtu.ge

N. Natbiladze, Professor, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: n.natbiladze@gtu.ge

Abstract. The article contains the list of alloys with shape memory and given their structural formulations. As an example, an alloy of nickel and titanium, named Nitinol ($\{Ni\}_3Ti$), characterized by the highest shape storage index. Here in the work, the analysis of changes in crystal structure of this alloy is made, at ground temperatures of material heating and cooling.

Key words: alloy with memory; crystal cell; martensitic; Nitinol.

UDC 546.3-19

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-83-91>

Сплавы с памятью формы и их физико-механические свойства

Зураб Мchedlishvili Департамент инженерной графики и технической механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, М. Костава 68^ა
E-mail: z.mchedlishvili@gtu.ge

Манана Тавхелидзе Департамент основ и теории архитектуры, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, М. Костава 68^ა
E-mail: mananiko@studiaarci.ge

Рецензенты:

Д. Тавхелидзе, профессор факультета аграрных наук и инжинеринга биосистем ГТУ
E-mail: d.tavkhelidze@gtu.ge

Н. Натбиладзе, профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: n.natbiladze@gtu.ge

Аннотация. В статье приведен перечень сплавов с памятью формы и даны их структурные формулировки. В качестве примера можно привести сплав никеля и титана под названием нитинол (Ni_3Ti), характеризующийся наивысшим индексом сохранения формы. В работе выполнен анализ изменений кристаллической структуры этого сплава при температурах нагрева и охлаждения материала.

Ключевые слова: кристалл Мессер; мартенсит; нитинол; сплав с памятью.

განხილვის თარიღი 17.03.2021

შემოსვლის თარიღი 18.05.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 621. 891. 621, 6212.822

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-92-101>

К вопросу влияния вибраций на эксплуатационную надежность поворотного механизма порталных и башенных кранов

Тенгиз Чхаидзе	Департамент инженерной графики и технической механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68 ^ა E-mail: tengizchkaidze@mail.ru
Габриэл Мерабишвили	Департамент инженерной графики и технической механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68 ^ა E-mail: Gabrielmerabichvili@gmail.com
Александр Метревели	Департамент инженерной графики и технической механики, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68 ^ა E-mail: Lexolexo12@gmail.com

Рецензенты:

- Т. Мchedlishvili**, профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: t.mchedlishvili@gtu.ge
- Л. Кисишвили**, профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: Liakisishvili@gmail.com

Аннотация. Существуют различные влияния вибрации на эксплуатационную надежность работы поворотных механизмов порталных и башенных кранов. Исследуется конструктивная особенность кинематической цепи привода, включающая зубчатую передачу с внутренним крупномодульным зацеплением. А также обсуждается особенность бессепараторного роликового подшипника и возбуждение крутильных, изгибающих низкочастотных колебаний при эксплуатации в номинальном режиме грузоподъемности, влекущих возникновение возрастающего момента трения и остановку поворотного механизма. В статье предлагаются технологические и конструктивные решения с целью снижения возбуждаемых колебаний, рассматриваются

опорно-вращательные бессепараторные подшипники качения с повышенными технико-экономическими показателями.

Ключевые слова: бессепараторные подшипники качения; возбужденные крутильные колебания; зубчатая передача; износ; изгибающие колебания; усталостные разрушения.

Введение

Развитие контейнерных перевозок различных товаров по суше и морю предъявляют повышенные требования к надежности подъемно-транспортных машин, выполняющих функции основных технологических операций; отсюда и возросшие требования к их эксплуатационной надежности.

Одной из причин появления нестабильной работы поворотного механизма стрелы порталных кранов, обеспечивающих выдачу необходимых параметров, является технологические и конструктивные недостатки. Основным узлом механизма стрелы являются входящая в кинематическую цепь зубчатая передача с внутренним зацеплением, редуктор и опорно-вращательный бессепараторный роликовый подшипник.

Основная часть

Зубчатые зацепления выходят из строя в основном из-за износа (контактной коррозии) рабочих поверхностей зубьев, что является причиной повышения концентрации напряжений в основаниях зубьев и последующего их усталостного разрушения. Иногда возникают усталостные поломки зубьев с внутренним зацеплением по ободу, разрушения которых обусловлены изгибными резонансными колебаниями в рабочем диапазоне частоты вращения при их колебаниях в радиальном направлении, как массы обода колеса на упругом основании диафрагмы колеса (рис. 3). Резонируют формы колебаний с упругими волнами деформации, которые распространяются в окружном направлении колеса [1,6].

Возбуждение резонансных изгибных вибраций колес вызывается динамическими нагрузками в зубчатом зацеплении, источником которых являются крутильные колебания зубчатых приводов при вращении колес. Особенно опасны повышенные динамические нагрузки в зацеплении, вызывающие резонансные крутильные колебания приводов.

Возникают два вида крутильных вибраций зубчатых приводов – низкочастотные и высокочастотные. Низкочастотные возникают в системе, в которую входят зубчатые передачи, ротор двигателя и связывающие элементы кинематической цепи. Наиболее опасны высокочастотные крутильные колебания с зубцовой частотой. Основным источником таких колебаний является различная жесткость зубьев, которые находятся в зацеплении [1, 2, 5, 6].

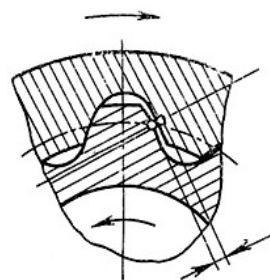


Рис. 1. Схема контакта зубьев соосного соединения [6]

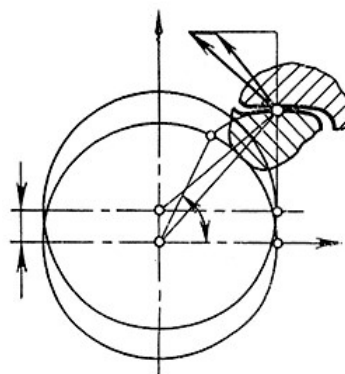


Рис. 2. Схема контакта зубьев при радиальном смещении осей вала осей вала втулки [6]

Большинство высоконагруженных зубчатых зацеплений имеют перекрытие в зацеплении $1 < e_a < 2$, а суммарная жесткость зубьев в зоне двухпарного зацепления в 1,75 раза выше жесткости однопарного зацепления [6]. Указанная особенность в рабочем режиме является источником возбуждения крутильных параметрических колебаний зубчатых колес, а при некоторых обстоятельствах, на примерах работы порталного крана в предельном режиме, при недостаточной жесткости, при определенных обстоятельствах – возникновение наиболее опасных параметрических резонансных колебаний и заклинивание механизма [13].

Амплитуда параметрических колебаний зависит от точности изготовления и загрузки зубчатых колес рабочим моментом и ограничена величиной статической деформацией зубьев.

Крутильные колебания колес усиливаются вследствие циклических ошибок изготовления зубьев и сборки колес. Динамические нагрузки в зубчатом зацеплении, вызванные крутильными колебаниями колес усиливаются их поперечными колебаниями при наличии податливых валов и опор [5]. Параметрические резонансные колебания являются источником повышенного шума в зубчатых передачах и интенсивного износа зубьев.

Снижение возбуждаемости параметрических колебаний зубчатых колес позволит повысить надежность и долговечность работы привода в целом. Учитывая,

что параметрические резонансные колебания имеют гармоники возбуждения от зубцовой частоты [1,6]:

$$k = 0, 5; 1; 1, 5; 2; \dots, \quad (1)$$

а наиболее сильные из них имеют целые числа [4]

$$k = 1; 2; 3; \dots$$

В этом случае

$$k = \frac{w_c}{w_k}, \quad (2)$$

где $w_k = 2\pi n z / 60$ рад/с., n – частота вращения колеса, мин⁻¹, z – число зубьев колеса.

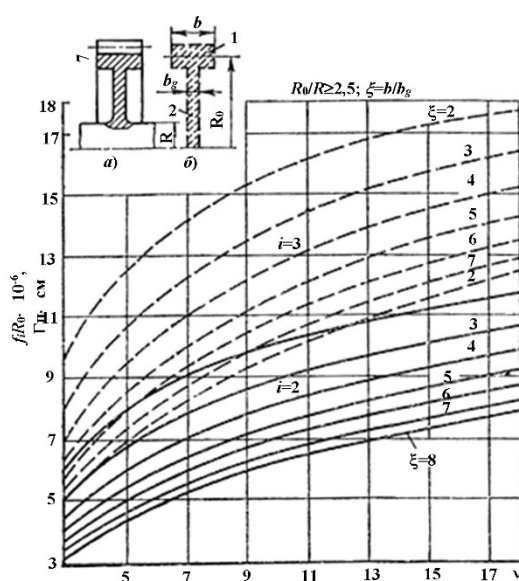


Рис. 3. Графики собственных частот цилиндрического зубчатого колеса:
 а – цилиндрическое зубчатое колесо; б – эквивалентное колесо;
 1 – обод; 2 – диафрагма [1,2,6]

Средняя собственная частота крутильных колебаний зубчатой передачи, рад/с.

$$w_c = \sqrt{\frac{c_2}{M \left[(2 - e_r) + \left(1 + \frac{c_1}{c_2} \right) (e_r - 1) \right]}}, \quad (3)$$

где c_1 – удельная жесткость одной пары сопряженных колес в начале или конце зацепления, Н/м²; c_2 – удельная жесткость пары зубьев в начале однопарного зацепления, Н/м²; приведенная удельная масса зубчатых колес, кг/м

$$M = \frac{4j_1j_2}{b(j_1d_{b2}^2 + j_2d_{b1}^2)}, \quad (4)$$

где j_1 и j_2 – моменты инерции колес, кг·м²; d_{b1} и d_{b2} – диаметры основных окружностей колес, м; b – рабочая ширина зубчатого колеса, м.

Полный коэффициент перекрытия в прямозубых зубчатых передачах с учетом деформации зубьев под нагрузкой, модификации профиля зубьев по высоте и ошибок изготовления равен [6]:

$$\varepsilon_{\rho} = \varepsilon_{\alpha} + \frac{\sqrt{2 \frac{r_{a_2} r_{a_1}}{r_{a_2} \pm r_{a_1}} (d - Da_{a_2} - D_0)}}{r_a \operatorname{tga}_{a_2}} + \frac{\sqrt{2 \frac{r_{a_2} r_{a_1}}{r_{a_2} \pm r_{a_1}} (d - Da_{a_1} - D_0)}}{r_a \operatorname{tga}_{a_1}}, \quad (5)$$

где e_a – геометрический коэффициент перекрытия; r_{p1} , r_{a_2} , r_{a_1} и r_{p2} – радиусы кривизны профилей сопряженных колес в начале и конце зацепления, м; $d = q/c_2$ – деформация зубьев от рабочей удельной нагрузки в начале однопарного зацепления, м; q – удельная нормальная рабочая нагрузка на зубчатом колесе, Н/м; Da_{a_1} и Da_{a_2} – глубина модификации головки зубьев шестерни и колеса, м; $D_0 = \sqrt{f_{rb_1}^2 + f_{rb_2}^2}$ – наибольшая вероятная разность основных шагов зубьев сопряженных колес, м; $f_{rb_1}^2$ и $f_{rb_2}^2$ – ошибка нормальных шагов шестерни и колеса, м; r_a – шаг зацепления, м; a_{a_1} и a_{a_2} – угол профиля у вершины зуба шестерни и колеса, в градусах; знак «плюс» – для зубчатых колес внешнего зацепления, «минус» – зубчатых колес внутреннего зацепления.

Области существования резонансных крутильных параметрических колебаний рассмотрены на рис. 4 в предположении изготовления колес без ошибок, без учета деформирования и зацепления без зазора [6].

Средняя собственная частота крутильных параметрических колебаний зубчатых передач со стальными сплошными зубчатыми колесами внешнего зацепления с толщиной диафрагмы, равной толщине зубчатого венца следует из выражения (3) с учетом значения (4), рад/с:

$$w_c^1 = \frac{1,78 \cdot 10^4 \cos a}{m z_1} \sqrt{\frac{1+u^2}{u^2} c_2 \left[(2 - e_r) + \left(1 + \frac{c_1}{c_2} \right) (e_r - 1) \right]}, \quad (6)$$

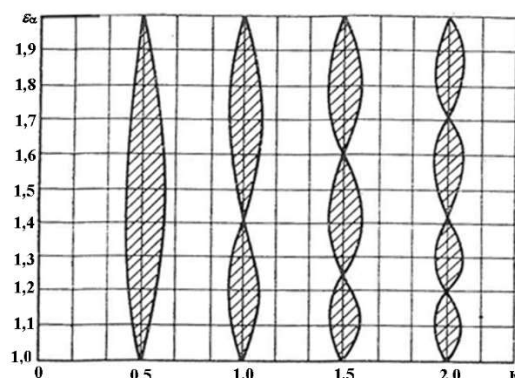


Рис. 4. Области существования параметрических резонансных колебаний [1,2, 6].

где m – модуль зубчатого зацепления, м; $u = z_2/z_1$ – передаточное число; α – угол профиля производящего исходного контура, град.

Другим источником возбуждения крутильных колебаний является наличие переменного крутящего момента на валах колес, обусловленного силами трения на профилях зубьев, разнонаправленными до полюса и за полюсом зацепления. Предполагая, что к ведущей шестерне приложен постоянный вращающий рабочий момент $T_{ш}$ (Н·м), максимальное изменение момента на ведомом валу колеса в зоне однопарного зацепления составит:

$$\text{До полюса } DT = K_c \cdot T_k = \frac{\operatorname{tga}_{k_1} - \operatorname{tga}_{u_1}}{1 - K_c \cdot \operatorname{tga}_{u_1}};$$

в полюсе $DT = 0$ (7)

$$\text{за полюсом } DT = K_c \cdot T_k = \frac{\operatorname{tga}_{u_2} - \operatorname{tga}_{k_2}}{1 - K_c \cdot \operatorname{tga}_{u_2}},$$

где T_k – номинальный момент на ведомом колесе, Н·м; K_c – коэффициент трения скольжения

a_{k_1} , a_{u_1} и a_{k_2} , a_{u_2} – соответственно углы профиля в начале и конце зоны однопарного зацепления, град. Такое периодическое изменение крутящего момента на валах зубчатых колес приводит к увеличению нормальной силы в начале и в конце однопарного зацепления и повышению крутильных колебаний зубчатого привода со второй гармоникой зубцовой частоты зацепления.

В механизмах поворота стрелы портального и башенных кранов установленные зубчатые передачи

предварительного определения резонансных частот вращения колес.

Увеличение вибрационной прочности зубчатых колес является одной из проблем повышения надежности их работы редукторов и зубчатых передач. Особое значение это имеет для подъемно-транспортных машин в работе с высокой степенью опасности, частности работы порталных и башенных кранов.

Снижение возбуждаемости изгибных вибраций колес можно осуществить за счет уменьшения динамических нагрузок от параметрических крутильных колебаний передач. Из формулы (1) следует, что при большой степени зацепления, когда $k < 0,5$ параметрические колебания передач отсутствуют и динамические нагрузки ниже, чем вне резонансной области при $k < 0,5$. В этом случае необходимо выполнить условие $w_k > 2w_c$, т.е. необходимо увеличить частоту зацепления w_k за счет увеличения чисел зубьев колеса и уменьшения модуля зацепления, тогда как на эксплуатируемых порталных кранах в зубчатой передаче с внутренним зацеплением имеем прямозубое зацепление при модуле более 10 мм [12].

Другой метод снижения параметрических колебаний это уменьшение крутильной жесткости за счет амортизации, что конструктивно сложно [6].

Уменьшение динамических сил в зубчатом зацеплении осуществляется за счет снижения параметрических крутильных колебаний модифицированием профиля зуба по высоте. В этом случае различная жесткость однопарного и двухпарного зацепления компенсируется модифицированием головки зуба сопряженных колес, где параметры модификации выбираются по определенным правилам [6]:

Модифицированный профиль зуба у головки должен плавно сопрягаться с эвольвентой основного профиля зуба;

Высота модификации не должна выходить за пределы зоны двухпарного зацепления, определяются по формуле [6]

$$h_{ga} \leq g_a - p_a, \quad (13)$$

где g_a – длина активной линии зацепления (по эвольвентограмме); p_a – шаг зацепления; допуск на

высоту модификации должен укладываться в раз-
мере $hg\alpha$.

Глубина модификации по нормали к профилю должна быть принята не более

$$Daa \leq 0,76D - D_0. \quad (14)$$

Допуск на высоту модификации необходимо принимать $\pm(0,7...1,0)$, а допуск на глубину $\pm 0,005$ мм.

Уменьшение возбуждаемости крутильных и изгибных вибрации колес возможно за счет увеличения коэффициента перекрытия в зацеплении. Из рис. 3 следует, что при перекрытии в зацеплении, равном целому числу крутильные параметрические колебания не возбуждаются и уменьшается возбуждаемость изгибных вибрации колес.

Не менее важную роль играет в процессе возбуждаемости параметрических колебаний наличие разнородности контактирующих поверхностей [6]. Для случая, когда контактирующими поверхностями, на примере порталного крана, зубчатый венец внутреннего зацепления, по которой вращаются ролики изготовлены из стали 40X, а ролики из стали ШХ15 теоретически, пользуясь математической теорией упругости для решения контактной задачи трения и изнашивания Н.И. Мухелишвили подтвердил целесообразность использования однородных материалов [6, 7, 10]. Выполненные множество научно-теоретических и практических работ подтверждают эффективность использования однородных материалов и ведет к снижению возбуждаемых колебаний [6].

Практическое применение передач с перекрытием в зацеплении $e_a \geq 2$ осуществляется модифицированием исходного контура по высоте зуба с $a = 20^\circ$ и 18° для цилиндрических колес существует положительный опыт показывает на перспективность их применения [6].

Известно, что применение косозубых и круговых зубьев в замен использования прямозубых колес ведет к повышению прочности, при перекрытии $e_a = 2$ изгибной и контактной прочности.

Высоту и глубину модификации профиля выбирают конструктивно по опыту эксплуатации из условия плавного входа в зацепление [6].

Важную роль играет увеличение кинематической и циклической точности изготовления механизмов порталных и башенных кранов поворотных механизмов, что является эффективным способом уменьшения возбуждаемости вибрации передач.

Поскольку в эксплуатируемых порталных кранах в бессепараторных подшипниках перекрестно установлены опорные цилиндрические ролики неизбежно возникновение повышенного контактного трения различных поверхностей по беговой дорожке подшипника (рис. 5) [12,13].

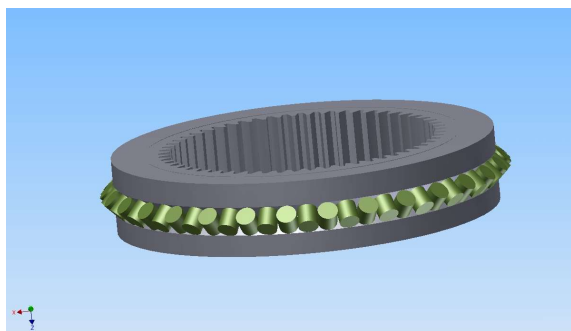


Рис. 5. Бессепараторный роликовый опорно-радиальный подшипник, с совместно выполненным крупномодульным зубчатым колесом порталного крана мод. КБ-572Б [12]

Проанализированы различные конструкции бессепараторных подшипников качения, используемых как в порталных кранах, а также в ветровых электроустановках, где диаметр подшипников составляет от 1... до 3 м., при этом беговые дорожки оснащены как шариковыми, так и роликовыми коническими телами качения [15]. В конструкции роликоподшипников с перекрестно расположенных роликов, где смежные расположенные ролики воспринимают точечную и линейную нагрузки имеют различный износ контактирующих поверхностей [13].

Отличительной особенностью используемых турбинных роликовых опорно-радиальных подшипников *SKF* нового поколения с угловым расположенных по внутренней дорожке и наружное кольцо клинообразной формы создают минимальный момент трения при эксплуатации (рис. 6) [15]. Предлагаются новые запатентованные конструкции опорно-ра-

диальных подшипников, которые представляют наибольший интерес, что можно эффективно использовать их в порталных и башенных кранах.

Условия эксплуатации ветровых электрогенераторных установок, где бессепараторный опорно-радиальный подшипник воспринимает переменные напряжения с изменением погодных условий, характеризуются эксплуатационной надежностью. Распространение находит бессепараторный двухрядный подшипник с коническими роликами фирмы Nautilus [15]. Установленный в подшипнике сегментированный сепаратор оптимизирует распределение нагрузки между роликами, а изготовленный из специального материала обеспечивает очень низкий коэффициент трения [15].



Рис. 6. а) опорно-радиальный двухрядный коническо-роликовый подшипник; б) подшипниковые ролики, установленные в твердосмазывающих сегментах [15]

Подшипники Nautilus превосходят традиционные двухподшипниковые схемы, сокращая потери на трение, что позволяет обеспечить большую выходную мощность [15]. На практике это значит, что ветряная турбина может использовать в полной мере даже легкий ветер. Снижение трение также позволяет дольше использовать смазочные материалы, что влечет за собой увеличение интервалов времени смазки и повышение надежности.

Использование подобных подшипников в конструкциях порталных кранов повысит эксплуатационные характеристики, что требует проведение

исследований в части установления их уровня износоустойчивости к динамическим нагрузкам, возникающих условиях их эксплуатации.

Заклучение

1. В эксплуатируемых порталных кранах установленный опорно-радиальный подшипник с накрест расположенными стандартными цилиндрическими роликами и прямозубая крупномодульная зубчатая передача с внутренним зацеплением при переменной динамической нагрузке создают повышенный момент трения, что значительно снижает номинальную грузоподъемность крана;
2. многочисленные исследования и опыт эксплуатации крупных размеров зубчатых передач использование косозубой цилиндрической передачи с внутренним зацеплением не крупным модулем, в пределах допускаемой выносливости снижает уровень возбуждения изгибных и крутильных вибраций, чем повышается износоустойчивость и эксплуатационная надежность механизмов;
3. выполнение в последние годы в области создания новых конструкции бесцепных подшипников качения для нужд бурно развивающихся турбинных ветряных электрогенераторов специально разработанные подшипники, которые отличаются высокой надежностью, воспринимают значительные переменные нагрузки успешно могут быть использованы в градостроительной промышленности.

Литература

1. Alekseev, V. (1967). Parametric resonant vibrations of gears. *Proceedings of KAI*, 30, 215-225. (In Russian.)
 2. Abramov, B. (1963). Investigation of the stability of periodic oscillations. *News of Higher Education Institutions*, 5, 5-12. (In Russian.)
 3. Balashov, B., Dulnev, R., Zakharova, T., Kozlov, L., Petukhov, A., & Sizova, R. (1979). Structural Strength of GTE Materials and Parts: A Guide for Designers. *Proceedings of CIAM*, 835, 522. (A. Birger, & F. Balashov, Eds.) (In Russian.)
 4. Kudryavtsev, V., Derzhavets, Yu., Glukharev, E. (1971). *Design and calculation of gear reducers*. Reference manual. Mechanical Engineering. 328. (In Russian.)
 5. Demetradze, D. (1977). Influence of bearing supports on dynamic loads in spur gear drives. Collection. Oscillations of gear mechanisms. 78-87. Russia, Moscow: Science. (In Russian.)
 6. Vulgakov, E. (Ed.). (1981). *Aircraft gears and gearboxes*. 370. Moscow.
 7. Muskhelishvili, N. (1966). *Some basic problems of the mathematical theory of elasticity*. 707. Moscow: Science.
 8. Drozdov, Y., Pavlov, V., & Puchkov, V. (1986). *Friction and wear under extreme conditions*. 226. Moscow: Mechanical Engineering.
 9. Kragelsky, I., Dobychin, M., & Kombalov, V. (1977). Fundamentals of Friction Calculation. 519. Moscow: Mechanical Engineering.
 10. Dry and boundary friction. Friction materials. (1966). 301. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences.
 11. Komissar, A. (1987). *Rolling bearings in heavy operating modes*. 384. Moscow: Mechanical Engineering.
 12. Passport of the gantry crane model KB-572B.
 13. Chkhaidze, T., Dzhaparidze, G., Gogoladze, L., & Gongladze, D. (2015). On the issue of increasing the resource of heavily loaded cageless rolling bearings. Tbilisi: Scientific and technical journal of GTU, 3 (34), 91-99.
 14. SKF. Main directory. 3000R. 1977, 511 p.
- Nautilus from SKF - Full complement rolling bearings. (2021, Moscow). Retrieved from bergab.ru: <https://bergab.ru/>

UDC 621. 891. 621, 6212.822

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-92-101>

ვიზრაციის გავლენა პორტალური და კოშკურა ამწის ისრის მოსაბრუნებელი მექანიზმის საექსპლოატაციო საიმედოობის საკითხისადმი

თენგიზ ჩხაიძე	საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: tengizchkaidze@mail.ru
გაბრიელ მერაბიშვილი	საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: Gabrielmerabichvili@gmail.com
ალექსანდრე მებრეველი	საინჟინრო გრაფიკისა და ტექნიკური მექანიკის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ა E-mail: Lexolexo12@gmail.com

რეცენზენტები:

- თ. მჭედლიშვილი**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: t.mchedlishvili@gtu.ge
- ლ. ქისიაშვილი**, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის
E-mail: Liakisishvili@gmail.com

ანოტაცია. განიხილება პორტალური და კოშკურა ამწის მოსაბრუნებელი მექანიზმის ვიზრაციის გავლენა საექსპლოატაციო საიმედოობაზე კონსტრუქციის კინემატიკური ჯაჭვის კბილანური გადაცემის შიგა მოდების გავლენა საერთო ამძრავზე, მათ შორის გორვის უსეპარატორო გორგოლაჭიანი ცილინდრულ საკისრის გავლენა ექსპლოატაციის დროს დინამიკური დატვირთვის წარმოქმნა.

შეთავაზებულია ტექნოლოგიური და კონსტრუქციული გადაწყვეტილება მოსაბრუნებელი მექანიზმის სრულყოფის, ნომინალური ტვირთამწეობის მისაღწევად ორიგინალური უსეპარატორო კონუსურგორგოლაჭებიანი გორვის საკისრის გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: აღზნებული ბრუნვის ვიზრაცია; გაცვეთა; გორვის უსეპარატორო გორგოლაჭი; სრული შევსების მოძრავი საკისრები.

UDC 621. 891. 621, 6212.822

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-92-101>

The Impact of Vibration Operational Reliability of Turning Mechanism of Gantry and Tower Cranes

- Tengiz Chkhaidze** Department of Engineering Graphics and Technical Mechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, M. Kostava 68^a str.
E-mail: tengizchkaidze@mail.ru
- Gabriel Merabishvili** Department of Engineering Graphics and Technical Mechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, M. Kostava 68^a str.
E-mail: Gabrielmerabichvili@gmail.com
- Alexander Metreveli** Department of Engineering Graphics and Technical Mechanics, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, st. M. Kostava 68^a str.
E-mail: Lexolexo12@gmail.com

Reviewers:

- T. Mchedlishvili**, Professor, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, GTU
E-mail: t.mchedlishvili@gtu.ge
- L. Kisiashvili**, GTU Faculty of Transport and Mechanical Engineering
E-mail: Liakisishvili@gmail.com

Abstract. Impacts of vibration on operational reliability of turning mechanisms of gantry and tower cranes are considered. Besides that, the structural features of kinematic chain of drive, including gear transmission with internal large module teeth, roller bearing without retaining ring, excitement of torsional, bending low-frequency vibrations at operation in nominal mode of cargo lifting that causes the origination of increasing friction moment and stop of turning mechanism are researched in this article. Moreover, the technological and structural solutions aimed on decreasing of excited vibrations are proposed, and the supporting-rotating rolling bearings without retaining ring with improved technical-economic indicators are considered.

Key words: bending vibrations; rolling bearing without retaining ring; deterioration; excited torsional; fatigue fracture; gear transmission.

Дата рассмотрения 26.05.2021

Дата поступления 03.06.2021

Подписано к печати 29.09.2021

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-102-108>

გადაცივების მუშაობის რეჟიმის ზემოქმედება მაცივარი მანქანის ენერგოეფექტურობაზე

თამაზ ისაკაძე	კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: tamazisakadze@gmail.com	ტექნიკური
გივი გუგულაშვილი	კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68° E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com	ტექნიკური

რეცენზენტები:

გ. ბერუაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ასისტენტ-პროფესორი
E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

ს. სულაძე, საქართველოს მაცივარაგენტების შეგროვების და რეციკლირების ცენტრის დირექტორი, ტ.მ.დ.
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

ანოტაცია. დღესდღეობით თანამედროვე სუპერმარკეტებში ფართო გავრცელება პოვა ორი ტემპერატურული რეჟიმის მქონე მაცივარმანქანებმა. საშუალოტემპერატურული რეჟიმის მქონე მაცივარი მანქანები, მაცივარაგენტის დუღილის ტემპერატურით -10°C , სამაცივრო კამერებში იჭერს ტემპერატურას $0 \div -6^{\circ}\text{C}$ ზღვრებში. დაბალტემპერატურული რეჟიმის მქონე მაცივარი მანქანები, მაცივარაგენტის დუღილის ტემპერატურით -35°C , სამაცივრო კამერებში იჭერს ტემპერატურას $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$ ზღვრებში. ამ პროცესების განხორციელებისათვის გამოიყენებოდა ერთსაფეხურიანი მაცი-

ვარი მანქანები, რომელთა პრინციპული სქემები გამოსახულია 1-ელ სურ-ზე. სტატიაში წარმოდგენილია ინოვაცია, რომელიც ეფუძვნება თხევადი მაცივარაგენტის გადაცივებას (სურ.2). არსი ამ ტექნოლოგიისა მდგომარეობს იმაში, რომ დაბალტემპერატურული რეჟიმის მქონე მაცივარ მანქანაში, კონდენსატორის შემდეგ თხევადი მაცივარაგენტი გადაცივდება $0 \div -5^{\circ}\text{C}$ -მდე საშუალოტემპერატურული რეჟიმის მქონე მაცივარი მანქანის მაცივარაგენტის დუღილის მეშვეობით, რის შედეგადაც დაბალტემპერატურიანი მაცივარი მანქანის სიცივისმწარმოებლობა იზრდება, მაგრამ ამასთან ერთად საშუალოტემპერატურული რეჟიმის მქონე

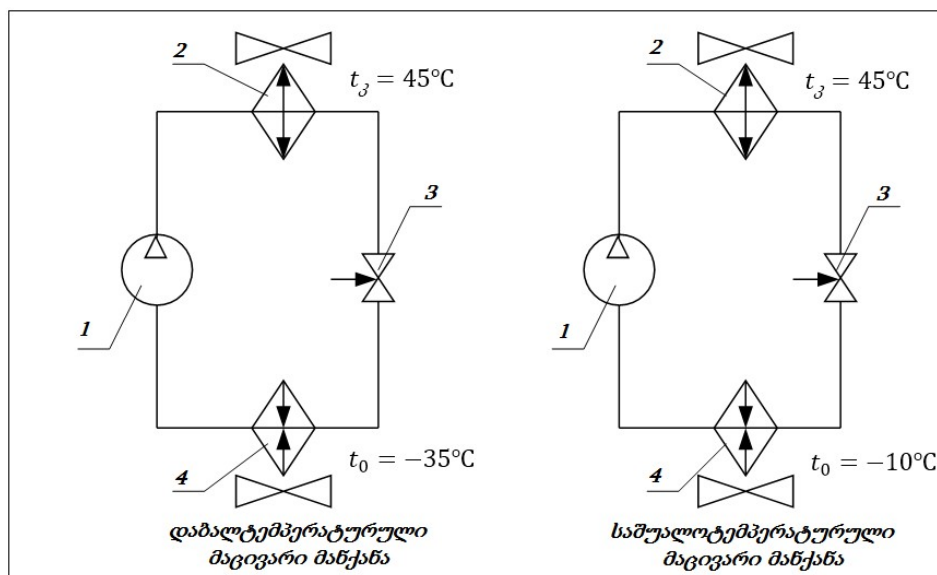
სამაცივრო კონტურის თბური დატვირთვაც იზრდება. ამას მივყავართ საშუალოტემპერატურული რეჟიმის მქონე მაცივარი მანქანის ენერგოდანახარჯების ზრდასთან. მაგრამ ვიღებთ ეფექტს, რომელიც მდგომარეობს ორივე სამაცივრო სისტემის ენერგომოთხოვნის შემცირებაში..

საკვანძო სიტყვები: გადამმეტცივებელი; ენერგოეფექტურობა; ენერგომოხმარება; ენერგოდანახარჯები; მაცივარი მანქანა.

შესავალი

როგორც ცნობილია უმარტივესი ერთსაფეხურიანი სამაცივრე ციკლი რეგენერაციის გარეშე რომელიც წარმოდგენილია 1-ელ სურ-ზე მუშაობს შემდეგნაირად: კომპრესორი (პოზ. 1) დაბალი წნევის მაცივარაგენტის ორთქლს შეიწოვს საორთქლებლიდან და ჭირხნის მას კონდენსატორში კონ-

დენსაციის წნევაზე (პოზ. 2). კონდენსატორში მაცივარაგენტის ორთქლი გრილდება ვენტილატორით და იწყებს ფაზურ გადასვლას სითხეში. კონდენსატორის ბოლოს იგი სრულად კონდენსირდება. კონდენსაციის ტემპერატურაა $t_p = +45^{\circ}\text{C}$. ამ დროს მაცივარაგენტის გადაცივება $\Delta T_{\text{გადაც}} = 0\text{K}$. კონდენსატორიდან მაღალი წნევის მქონე თხევადი მაცივარაგენტი შედის დროსელურ ხელსაწყოში (კაპილარული მილი პოზ.3), სადაც მაცივარაგენტის წნევა და ტემპერატურა მკვეთრად ეცემა, რის შემდგომაც დაბალი წნევის მქონე თხევადი მაცივარაგენტი მიეწოდება საორთქლებელს (პოზ. 4). საორთქლებელში მიმდინარეობს მაცივარაგენტის ფაზური გადასვლა სითხიდან ორთქლში. საორთქლებელში ხდება სითხოს არინება და ვიღებთ სიცივეს. საორთქლებლის ბოლოს მაცივარაგენტი მთლიანათ ორთქლის ფაზაშია და დაბალი წნევის ორთქლს კვლავ შეიწოვს კომპრესორი. ამის შემდეგ, კი ციკლი მეორდება.



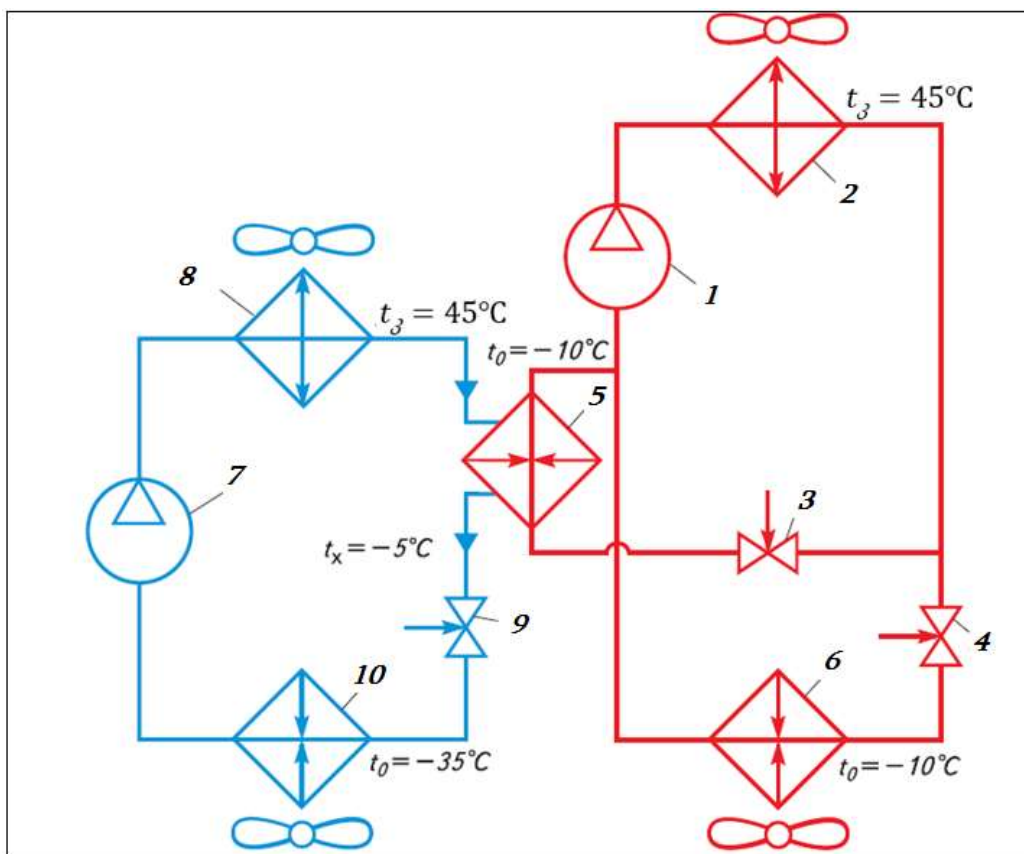
სურ. 1. დაბალტემპერატურული და საშუალოტემპერატურული მაცივარი მანქანების პრინციპული სქემები.

1-კომპრესორი, 2-კონდენსატორი, 3-დროსელი, 4-საორთქლებელი.

ძირითადი ნაწილი

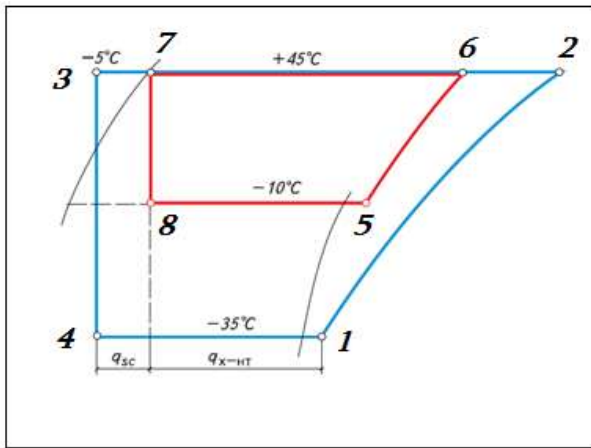
ენერგოეფექტურობის ზრდის დასადასტურებლად შესრულდა სამაცივრე ცილლების გაანგარიშება და საბოლოოდ სამაცივრო კოეფიციენტების მაჩვენებლები თითოეული ციკლისათვის. ინოვაციური იდეის პრაქტიკულ ასპექტში განხორციელებისათვის შემუშავდა ახალი მაცივარი მანქანის კონსტრუქცია, რომლის პრინციპული სქემა გამოსახულია მე-2 სურ-ზე. ეს მოგვაგონებს კასკადურ მაცივარმანქანას, რომლის მარცხენა კასკადი არის ერთსაფეხურიანი დაბალტემპერატურული მაცივარმანქანა, ხოლო მარჯვენა კასკადი კი ერთსა-

ფეხურიან საშუალოტემპერატურულ მაცივარმანქანა. მარჯვენა და მარცხენა კასკადებს აერთიანებს თბომცვლელი (პოზ. 5). თბომცვლელს დროსელური ხელსაწყო (პოზ. 3) გავლით მიღების შიგნით მიეწოდება საშუალოტემპერატურული თხევადი მაცივააგენტის ერთი ნაწილი, რომელიც თბომცვლელში შესვლის შემდგომ განიცდის ფაზურ გადასვლას სითხიდან ორთქლში და ვიღებთ სიცივეს $t = -10^{\circ}\text{C}$. სითხის მეორე ნაწილი კი დროსელური ხელსაწყო (პოზ.4) გავლის შემდგომ შედის საშუალოტემპერატურულ საორთქლებელში (პოზ.6) სადაც ის დღუს $t_0 = -10^{\circ}\text{C}$ -ზე.



სურ. 2. დაბალტემპერატურული და საშუალოტემპერატურული მაცივარი მანქანების პრინციპული სქემა გადაცივებით.
1, 7-კომპრესორები, 2, 8-კონდენსატორები, 3, 4, 9-დროსელები, 5-თბომცვლელი, 6, 10-საორთქლებელი

თბომცვლელის მიღებს გარედან ევლება და-
ბალტემპერატურული კასკადის თხევადი მაცივარ-
რაგენტი, რომელიც გამოდის კონდენსატორიდან
(პოზ. 8) და მიემართება დროსელურ ხელსაწყო
პოზ. 9-კენ. კლასიკურ სამაცივრე ციკლებში კონ-
დენსატორიდან გამოსული სითხის გადაცივებას
იღებენ $\Delta T_{გადაც} = 4 \div 7K$. მოცემულ შემთხვევაში კი
თხევადი მაცივარაგენტის ტემპერატურა $+45^{\circ}C$ -
დან დაიწევს $t_x = -5^{\circ}C$ -მდე. ე. ი. $\Delta T_{გადაც} = 45 -$
 $(-5) = 50K$



სურ. 3ბ სამაცივრო ციკლები I-LgP დიაგრამაზე

მე-3 სურ-ზე გამოსახულია ინოვაციური მაცი-
ვარი მანქანის ორივე კასკადის სამაცივრო ციკლები
I-LgP დიაგრამაზე (წითელი პუნქტით წარ-
მოდგენილია საშუალოტემპერატურული მაცივარი
მანქანის სამაცივრე ციკლი, ხოლო ლურჯი პუნქ-
ტით კი დაბალტემპერატურული მაცივარი
მანქანის სამაცივრე ციკლი).

სამაცივრო ციკლების გაანგარიშება.

ციკლი გადაცივების გარეშე

მაცივარაგენტი მ22
დუდილის ტემპერატურა $t_0 = -35^{\circ}C$,

კონდენსაციის ტემპერატურა $t_j = 45^{\circ}C$
სიცივისმწარმოებლობა $Q_0 = 2$ კვტ.

1. მაცივარაგენტის ხვედრითი სიცივის მწარ-
მოებლობა: $q_0 = i_5 - i_8$
2. ორთქლის მასური ხარჯი $M = \frac{Q_0}{q_0}$
3. ორთქლის მოცულობითი ხარჯი: $V_g =$
 $M \times V_1$
4. კომპრესორის ინდიკატორული სიმძლავრე
 $L = M(i_2 - i_1)$
5. სამაცივრო კოეფიციენტი $\epsilon = \frac{Q_0}{L}$

	p	t	v	h	s	x
	bar	°C	dm³/kg	kJ/kg	kJ/kgK	--
1	1,32	-28,00	171,50	394,82	1,8302	
2s	17,29	96,61	17,88	464,24	1,8302	
2	17,29	116,98	19,40	481,59	1,8759	
3	17,29	116,98	19,40	481,59	1,8759	
3'	17,29	45,00	13,26	417,01	1,6923	
3*4m	17,29	45,00	N.N.	336,63	1,4397	
4'	17,29	45,00	0,90	256,26	1,1870	
4	17,29	45,00	0,90	256,26	1,1870	
5	1,32	-35,00	69,52	256,26	1,2486	0,417
5*6m	1,32	-35,00	N.N.	323,35	1,5303	
6"	1,32	-35,00	165,80	390,44	1,8121	
6	1,32	-28,00	171,50	394,82	1,8302	

$Q_0 = 2$ კვტ. $L = 1,25$ კვტ $\epsilon = 1,6$

ციკლი გადაცივებით

მაცივარაგენტი მ22
დუდილის ტემპერატურა კონდენსაციის ტემპე-
რატურა $t_j = 45^{\circ}C$
სიცივისმწარმოებლობა $Q_0 = 2$ კვტ.
გადაცივება $\Delta T_{გადაც} = 50K$ -

1. მაცივარაგენტის ხვედრითი სიცივის
მწარმოებლობა: $q_0 = i_1 - i_4$
2. ორთქლის მასური ხარჯი $M = \frac{Q_0}{q_0}$
3. ორთქლის მოცულობითი ხარჯი: $V_g =$
 $M \times V_1$

4. კომპრესორის ინდიკატორული

$$\text{სიმძლავრე } L = M(i_2 - i_1)$$

5. სამაცივრო კოეფიციენტი $\varepsilon = \frac{Q_0}{L} =$

$$\frac{M \times (i_1 - i_4)}{M(i_2 - i_1)} = \frac{i_1 - i_4}{i_2 - i_1}$$

	p	t	v	h	s	x
	bar	°C	dm ³ /kg	kJ/kg	kJ/kgK	--
1	1,32	-28,00	171,50	394,82	1,8302	
2s	17,29	96,61	17,88	464,24	1,8302	
2	17,29	116,98	19,40	481,59	1,8759	
3	17,29	116,98	19,40	481,59	1,8759	
3'	17,29	45,00	13,26	417,01	1,6923	
3'4m	17,29	45,00	N.N.	336,63	1,4397	
4'	17,29	45,00	0,90	256,26	1,1870	
4	17,29	-5,00	0,77	194,11	0,9786	
5	1,32	-35,00	24,94	194,11	0,9876	0,147
56'm	1,32	-35,00	N.N.	292,27	1,3999	
6'	1,32	-35,00	165,80	390,44	1,8121	
6	1,32	-28,00	171,50	394,82	1,8302	

$$Q_0 = 2 \text{ კვტ. } L = 0,86 \text{ კვტ } \varepsilon_1 = 2,31$$

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} = \frac{2,31}{1,6} = 1,44375$$

დასკვნა

როგორც ზემოთ განხილული კვლევებიდან ჩანს გადაცივების მუშაობის რეჟიმის ზემოქმედება მაცივარი მანქანის ენერგოეფექტურობაზე აისახება მაცივარი მანქანის სიცივისმწარმოებლობის და სამაცივრო კოეფიციენტის მკვეთრ მატებაში. მეთოდი გამოირჩევა თავისი კონსტრუქციული სიმარტივით და არ მოითხოვს სამაცივრო დანადგარის ძვირადღირებულ კვანძებით აღჭურვას.

აღნიშნული ინოვაციური მეთოდის გამოყენება დიდად წაადგებათ სამაცივრო და კონდიციონერების ტექნიკის სპეციალისტებს თავიანთი საქმიანობის დახვეწისა და უკეთ წარმართვისათვის.

ლიტერატურა

1. Megrelidze, T., Jafaridze, Z., Goletiani, G., Gvachliani, V., Gugulashvili, G., Beruashvili, G., Shushulashvili, T., Sadaghashvili, E. (2012). Processies and Apparatus for Produce of Food Products and Cool. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 275. (In Georgian);
2. Megrelidze, T., Shekhriladze, I., Gugulashvili, G., Gvachliani, V. (2013). Thermal, cooling and pulsate pipes. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 148. (In Georgian);
3. Megrelidze, T., Vezirishvili, O., Gvachliani, V., Gugulashvili, G., Fochkhidze, I. (2015). Heat Pump. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 161. (In Georgian);
4. System Trouble Shooting Measuring Instruments. (2002). Danfoss A/S (RC-SM/MWA).
5. Refrigerant Properties Honeywel. (2006). USA: Honeywell International Inc.

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-102-108>

Effect of Cooling Mode on Chiller Energy Efficiency

Tamaz Isakadze Food Industry Department of the Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a M. Kostava str.

E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Givi Gugulashvili Food Industry Department of the Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a M. Kostava str.

E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

S. Beruashvili, Assistant Professor, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

S. Suladze, Director of the Center for Collection and Recycling of Refrigerators in Georgia

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Abstract. Currently, refrigeration machines (HM) with two temperature regimes are widely used in modern supermarkets and hypermarkets. Medium temperature refrigerating machines (ST XM) with a boiling point of -10°C are designed to maintain the air temperature in storage chambers within $0 \div -6^{\circ}\text{C}$. Low-temperature refrigerating machines (NT XM) with a boiling point of -35°C are designed to maintain an air temperature of $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$.

To carry out these processes, one-stage refrigerators were used, the schematic diagrams of which are shown in the first figure. The article presents an innovative technology which is based on the subcooling of liquid refrigerant NT XM (Fig. 2). The essence of this scheme is that after the condenser, the liquid refrigerant NT XM is subcooled to approximately $0 \div -5^{\circ}\text{C}$. Subcooling is carried out due to the boiling of the ST XM refrigerant. As a result, the refrigerating capacity of the low-temperature circuit increases, but at the same time the heat load on the medium-temperature circuit increases, which leads to an increase in the energy consumption of the medium-temperature compressor unit. But in the end we get the effect which is a reduction in the total energy consumption of both systems cold supply.

Key words: energy efficiency; energy consumption; refrigerating machine; subcooler.

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-102-108>

Влияние режима охлаждения на энергоэффективность холодильной машины

Тамаз Исакадзе Департамент пищевой промышленности Грузинского технического университета,
Грузия, 0160, Тбилиси, М. Костава 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Гиви Гугулашвили Департамент пищевой промышленности Грузинского технического университета,
Грузия, 0160, Тбилиси, М. Костава 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Рецензенты:

С. Беруашвили, ассистент профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ

E-mail: Giorgiberual@mail.ru

С. Суладзе, Директор Центра сбора и рециклирования холодильников Грузии

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Аннотация. В настоящее время в современных супермаркетах и гипермаркетах широко распространились холодильные машины (ХМ) с двумя температурными режимами. Среднетемпературные холодильные машины (СТ ХМ) с температурой кипения -10°C предназначены для поддержания температуры воздуха в камерах хранения в пределах $0 \div -6^{\circ}\text{C}$. Низкотемпературные холодильные машины (НТ ХМ) с температурой кипения -35°C , предназначены для поддержания температуры воздуха $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$.

Для проведения этих процессов использовались одноступенчатые холодильники, принципиальные схемы которых показаны на первом рисунке. В статье представлена инновационная технология, которая основана на переохлаждении жидкого хладагента НТ ХМ (рис. 2). Суть этой схемы заключается в том, что после конденсатора жидкий хладагент НТ ХМ переохлаждается примерно до $0 \div -5^{\circ}\text{C}$. Переохлаждение осуществляется за счет кипения хладагента СТ ХМ. В результате холодопроизводительность низкотемпературного контура увеличивается, но при этом увеличивается и тепловая нагрузка на среднетемпературный контур, что приводит к повышению энергозатрат среднетемпературного компрессорного агрегата. Но в итоге получаем эффект – снижение общего энергопотребления обеих систем холодоснабжения.

Ключевые слова: переохладитель; холодильная машина; энергоэффективность; энергопотребление; энергозатраты.

კანხილვის თარიღი 07.10.2021

შემოსვლის თარიღი 21.04.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-109-114>

ნახშირბადის დიოქსიდის რეკუპერაცია რანკ-ხილშის ვიხრის მილის გამოყენებით კვების პროდუქტების სიცივით დამუშავებისას

თამაზ ისაკაძე კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

გივი გუგულაშვილი კვების ინდუსტრიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

რეცენზენტები:

გ. ბერუაშვილი, სტუ-ის სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის ასისტენტ-პროფესორი
E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

ს. სულაძე, საქართველოს მაცივარაგენტების შეროვების და რეციკლირების ცენტრის დირექტორი, ტ.მ.დ.
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

ანოტაცია. ნახშირბადის დიოქსიდით კვების პროდუქტების გაყინვის არასაკმარისი მაჩვენებელია მისი გამოყოფილი აირების არარაციონალური გამოყენება. სტატიაში წარმოდგენილია ნახშირბადის დიოქსიდის გამოყენების ინოვაციური მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს: ამ ნივთიერების გამოყენებაში არა მარტო კვების პროდუქტების გაყინვის და გაცივების ხაზზე, არამედ გაყინვაზე და გაცივებაზე ნამუშევარი ნახშირბადის დიოქსიდის აირების კვების პროდუქტების სიცივით დამუშა-

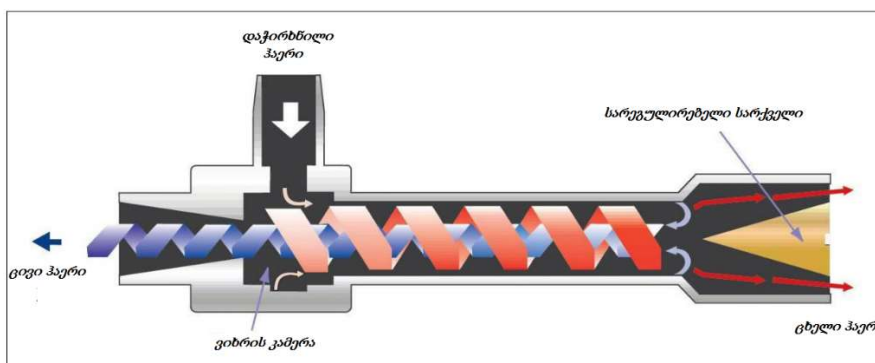
ვებისათვის ხელმეორედ საექსპლოატაციოდ. სტატიაში წარმოდგენილია ინოვაციური სამაცივრო მოწყობილობის პრინციპული სქემა, რომელსაც საფუძვლად უდევს რანკ-ხილშის ვიხრის მილის გამოყენება ნახშირბადის დიოქსიდის შემდგომი რეკუპერაციისათვის. ამ მეთოდით რანკ-ხილშის ვიხრის მილი გადაიქცევა თბურ ტუმბოდ, სადაც ხდება როგორც სიცივის ასევე სითბოს გამოყენება.

საკვანძო სიტყვები: გაცივება; გაყინვა; მაცივარაგენტი; რეკუპერაცია ნახშირბადის დიოქსიდი.

შესავალი

ნახშირბადის დიოქსიდის მეშვეობით აწარმოებენ მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის კვების პროდუქტების და ნახევარფაბრიკატების გაყინვას. ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ ნახშირბადის დიოქსიდის გამოყენებული აირები გაიტყორცნება ატმოსფეროში. სტატიაში გამახვილებულია ყურადღება ნახშირბადის ნამუშევარი აირების რეკუპერაციაზე და პროდუქტის გაციების პროცესზე ნივთიერებათა ნარჩენების გარეშე. ეს წარმოადგენს კვების პროდუქტების სიცივით დამუშავების ენერგოდამზოგავ უნარჩენო ტექნოლოგიას. ვიხრის მილს აქვს უმარტივესი კონსტრუქცია. მას ყოველგვარი მოძრავი ნაწილების გარეშე ბრუნვით მოძრაობაში მოჰყავს დაჭირხნილი ჰაერი. იგი არის მილი, რომლის სიგრძის დამოკიდებულება დიამეტრზე 50-20-ზეა. იგი უერთდება ვიხრის კამერას.

კამერაში მიეწოდება დაჭირხნილი ჰაერი. მილში მოძრაობისას დაჭირხნილი ჰაერი ტანგენციალური ძალების გავლენით იწყებს ბრუნვით მოძრაობას და გადაადგილდება მილში. როდესაც ჰაერი დაეჯახება მილის ბოლოში მყოფ კონუსურ სარქველს, დაჭირხნილი ჰაერის მხოლოდ გარე ფენებს შეეძლება მილის გარეთ გამოტყორცნა. გამოტყორცნილი ჰაერის ტემპერატურა იქნება კამერაში მიწოდებულ ჰაერის ტემპერატურაზე მაღალი, ამიტომ ამ ნახვრეტს ეწოდება ცხელი ჰაერის გამოსასვლელი. ჰაერის დანარჩენი ნაწილი კი დაბრუნდება უკან. ვიხრის კამერის მეორე მხარეს არის ნახვრეტი, რომლის დიამეტრიც ვიხრის მილის შიგა დიამეტრზე ნაკლებია. უკან დაბრუნებული ჰაერი გამოდის ამ ნახვრეტიდან მიწოდებულზე უფრო დაბალი ტემპერატურით. ამიტომ მას ეწოდება ცივი ჰაერის გამოსასვლელი (სურ.1).



სურ. 1. ვიხრის მილის პრინციპული სქემა

ძირითადი ნაწილი

როგორც ცნობილია რანკ-ხილუმის ვიხრის მილს აქვს დაბალი მ.კ. კოეფიციენტი. ამიტომ ვიხრის მილების გამოყენება სამაცივრო და კონდიციონერების მრეწველობაში ფართო მასშტაბით არ ხდება. კლასიკური კონსტრუქციის ვიხრის მილებისათვის

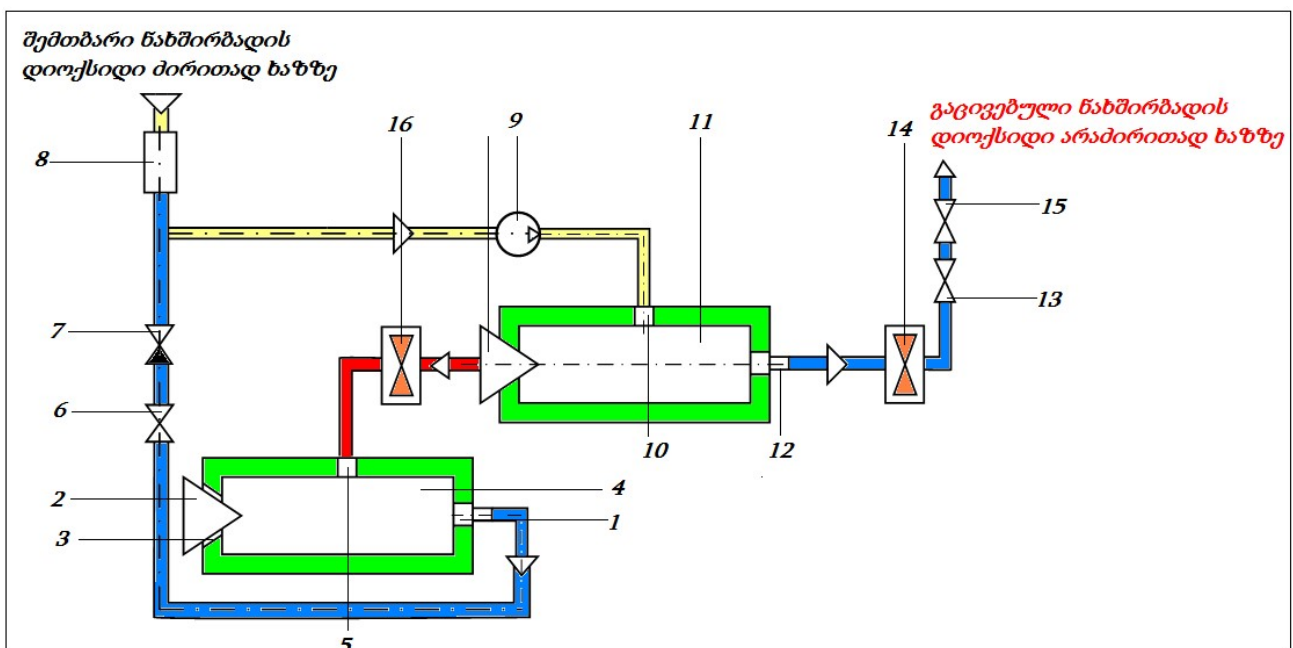
საჭიროა 30 ÷ 50 ატმოსფერული წნევით დაჭირხნილი ჰაერის მიწოდება, რომელიც ვიხრის მილში გავლის შემდგომ გაიყოფა ცივ და ცხელ ნაკადებად.

სტატიაში წარმოდგენილი ინოვაციური სამაცივრო დანადგარის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია მე-2 სურ-ზე. სამაცივრო დანადგარი გამოიყენება

კვების პროდუქტების სიცივით დამუშავებისათვის.

დანადგარი მოიცავს ორ ვიხრის მილს (პოზ.4 და პოზ. 11). იგი მუშაობს შემდეგნაირად: გაცივების ძირითად ხაზზე ნამუშევარი ნახშირბადის დიოქსიდის აირი ფილტრ-გამომშრობის (პოზ. 8) გავლით შეიწოვება მძლავრი ვენტილატორის (პოზ.9) მიერ (ასეთივე ვენტილატორი დამონტაჟებულია დაჭირხვნის ხაზზე პოზ. 14) და იჭირხნება ვიხრის

მილში (პოზ. 11) შემავალი პორტიდან (პოზ. 10). ვიხრის მილში ხდება გაჭირხნილი ნახშირბადის დიოქსიდის აირის გაყოფა თბილ და ცივ ნაკადად. ნახშირბადის დიოქსიდის ცივი ნაკადი ვენტილატორის (პოზ. 14) მეშვეობით და დროსელების (პოზ. 13 და 15) გავლით მიეწოდება კვების პროდუქტების გაცივების ხაზს.



სურ. 2. ინოვაციური სამაცივრო დანადგარის პრინციპული სქემა. 1, 12-ვიხრის მილების ცივი ჰაერის გამოსასვლელები, 2-ვიხრის მილის დროსელი, 3-ცხელი ჰაერის გამოსასვლელი, 4, 11- ვიხრის მილები, 5, 10- ვიხრის მილების შემავალი პორტები, 6, 13,15-გარე დროსელები, 7-უკუსარქველი, 8-ფილტრ-გამომშრობი, 9-მაღალი წნევის ვენტილატორი, 11-საწინააღმდეგო დინებების ვიხრის მილი, 14, 16-დაბალი წნევის ვენტილატორები

ნახშირბადის დიოქსიდის ცხელი ნაკადი კი ვენტილატორის (პოზ. 16) მეშვეობით მიეწოდება მეორე ვიხრის მილს (პოზ. 4). მეორე ვიხრის მილში ისევე როგორც პირველში ხდება მიწოდებული ნახშირბადის დიოქსიდის ცხელი ნაკადის გაყოფა ორ ნაწილად, მხოლოდ მეორე ვიხრის მილში

მიწოდებული აირის დოზა თითქმის განახევრებულია. მეორე ვიხრის მილში მიწოდებული აირის ნაკადის გაყოფისას ცივი ნაკადი დროსელის (პოზ. 6) და უკუსარქველის (პოზ. 7) გავლით ერევა პირველ ვიხრის მილში მისაწოდებელ თბილ ნახშირბადის დიოქსიდის ნაკადს და მაღალი წნევის

ვენტილატორის მეშვეობით იჭირხნება პირველ ვიხრის მილში (პოზ. 14). ამრიგად, დანადგარში ხორციელდება ნახშირბადის დიოქსიდის რეკუპერაცია. ვიხრის მილიდან (პოზ. 4) ცხელი აირის ნაკადი გამოიტყორცნება ცხელი აირის გამოსასვლელიდან (პოზ. 3). თუ აირის ცხელ და ცივ ნაკადებს მივანიჭებთ თანაბარ წილებს, მაშინ ერთი ვიხრის მილის მქონე დანადგარში დანაკარგი იქნებოდა აირის 50%, ორი ვიხრის მილის შემცველ დანადგარში კი დანაკარგი იქნება 25%. ამრიგად მიღებული ინოვაციური მაცივარი დანადგარი შეიძლება შევადაროთ ორსაფეხურიან მაცივარ მანქანას, სადაც ვიხრის მილების რაოდენობის გაზრდით ენერგოგანაკარგები შესაძლოა ნულამდეც კი დავიყვანოთ და მანქანის მარგი ქმედების კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად ამაღლდეს.

დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილი ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარი მანქანა, რომელიც მუშაობს ნახშირბადის დიოქსიდის რეკუპერაციაზე, რანკ-ხილშის ვიხრის მილების გამოყენებით, აჩენს დიდ პერსპექტივას მომავალი თაობების მაცივარ დანადგარებში ვიხრის მილებიანი კონსტრუქციების ინოვაციური ტექნოლოგიების ფართო დანერგვაზე. ასეთი ტიპის მაცივარ მანქანებს არ ჭირდებათ ძვირადღირებული მაცივარაგენტები და სამაცივრო ზეთები და დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას რომ ახლო მომავალში კომპრესიული ტიპის მაცივარ მანქანებს წარმატებით შეიძლება ჩაენაცვლოს სტატიაში წარმოდგენილი ინოვაციური კონსტრუქციის მაცივარი მანქანა.

ლიტერატურა

1. Megrelidze, T., Jafaridze, Z., Goletiani, G., Gvachliani, V., Gugulashvili, G., Beruashvili, G., Shushulashvili, T., Sadaghashvili, E. (2012). Processes and Apparatus for Produce of Food Products and Cool. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 275. (In Georgian);
2. Megrelidze, T., Shekhriladze, I., Gugulashvili, G., Gvachliani, V. (2013). Thermal, cooling and pulsate pipes. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 148. (In Georgian);
3. Megrelidze, T., Vezirishvili, O., Gvachliani, V., Gugulashvili, G., Fochkhidze, I. (2015). Heat Pump. Tbilisi: *Georgian Technical University*, 161. (In Georgian);
4. System Trouble Shooting Measuring Instruments. (2002). Danfoss A/S (RC-SM/MWA).
5. Refrigerant Properties Honeywel. (2006). USA: *Honeywell International Inc.*

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-109-114>

Carbon Dioxide Recuperation Using a Ranque-Hilsch Vortex Tube for Refrigerated Food Processing

Tamaz Isakadze Department of Food Industry, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a M. Kostava str

E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Givi Gugulashvili Department of Food Industry, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^a M. Kostava str.

E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Reviewers:

C. Beruashvili, Assistant Professor, Faculty of Transport and Mechanical Engineering, GTU

E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

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

E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Abstract. The disadvantage of the technological process of freezing food products using carbon dioxide is the irrational use of its waste vapors. From the authors' point of view, it is desirable to use carbon dioxide not only directly on the line for freezing and cooling food raw materials. Cooling of carbon dioxide vapors after processing on freezing lines with further use for refrigeration looks promising, for example, for freezing food materials, for which the freezing temperature according to the technological instructions can be higher than the boiling point of carbon dioxide -78 °C.

An innovative refrigeration machine based on a Ranque-Hilsch vortex tube has been developed for cooling waste carbon dioxide for further use in the refrigeration processing of food products. It is based on carbon dioxide recovery technology.

Key words: carbon dioxide; cooling; freezing; recuperation; refrigerant.

UDC 664.8

SCOPUS CODE 2201

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-109-114>

Рекуперация диоксида углерода с помощью вихревой трубы Ранка-Хилша для холодильной обработки пищевых продуктов

Тамаз Исакадзе Департамент пищевой промышленности, Грузинский технический университет,
Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68^ა
E-mail: tamazisakadze@gmail.com

Гиви Гугулашвили Департамент пищевой промышленности, Грузинский технический университет,
Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 68^ა
E-mail: Givi.Gugulashvili@gmail.com

Рецензенты:

Г. Бериашвили, ассоциированный профессор факультета транспорта и машиностроения ГТУ
E-mail: Giorgiberua1@mail.ru

С. Суладзе, Директор Центра сбора и рециклирования холодильников
E-mail: sulkhansuladze@gmail.com

Аннотация. Недостаток технологического процесса замораживания пищевых продуктов с помощью диоксида углерода состоит в нерациональном применении его отработанных паров. С точки зрения авторов желательно использовать диоксид углерода не только на линии замораживания и охлаждения пищевого сырья. Перспективным выглядит охлаждение паров диоксида углерода после отработки на линиях замораживания с дальнейшим использованием для холодильной обработки, например, для замораживания пищевых материалов, для которых температура замораживания по технологической инструкции может быть выше температуры кипения диоксида углерода – 78°C.

Разработана инновационная холодильная машина на основе вихревой трубы Ранка-Хилша для охлаждения отработанного диоксида углерода с целью дальнейшего использования при холодильной обработке пищевых продуктов. В основу положена технология рекуперации диоксида углерода.

Ключевые слова: диоксид углерода; замораживание; охлаждение; рекуперация; хладагент.

განხილვის თარიღი 07.10.2021

შემოსვლის თარიღი 21.04.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 656.13.001

SCOPUS CODE 2203

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-115-122>

Определение степени влияния различных факторов на возникновение дорожно-транспортных происшествий

Шарифов Аллахверди Джамал оглу Департамент транспортной логистики и безопасности движения, Азербайджанский Технический Университет, Азербайджан, 1073, Баку, проспект Гусейна Джавида 25
E-mail: sharifov.allahverdi@aztu.edu.az

Рецензент

О. Гелашвили, профессор факультета транспорта и машиностроения ГГУ
E-mail: o.gelashvili@gtu.ge

Аннотация. Важно знать степень влияния различных факторов на возникновение дорожно-транспортных происшествий. Наиболее влияющим фактором на тормозной путь автомобиля является скорость движения. Скорость движения квадратично пропорциональна тормозному пути. В связи с этим фактором, при анализе значения других показателей сохраняем постоянными, а степень воздействия изменения значения скорости в различных интервалах заданы в процентах.

Ключевые слова: дорожно-транспортное происшествие; остановка; причина; скорость; транспортный поток.

Введение

Автомобильный транспорт не только играет положительную роль в экономике страны, но и создает

отрицательные влияния, такие как загрязнение окружающей среды, проблемы городского строительства, сокращение запасов нефти и так далее. Негативными факторами процесса автомобилизации являются дорожно-транспортные происшествия, в результате которых люди гибнут, получают травмы и подвергаются крупным материальным ущербам. Ежегодно в автомобильных авариях на планете погибает в среднем 1,2 миллиона человек. Всего в XX веке в результате таких происшествий погибло более 3 миллионов человек. Такие потери можно сравнить только с войнами. По этой причине на сессиях ООН ситуацию с дорожно-транспортными происшествиями назвали глобальным кризисом и призвали все страны проявить твердую политическую волю для решения этой проблемы. Из-за высокого уровня автомобилизации в развитых странах материальный ущерб от дорожно-транспортных происшествий составляет около 10% годового национального дохода.

Основная часть

Быстрый рост количества автомобилей привела к снижению безопасности дорожного движения. Это особенно заметно на автомагистралях, въездах и выездах в крупные города, а также на городских улицах и дорогах с интенсивным движением.

Дорожно-транспортные происшествия могут происходить по нескольким причинам. В среднем на

каждые 100 дорожно-транспортных происшествий приходится 250 причин и факторов.

Изменение режима движения любого автомобиля в транспортном потоке повлечет за собой изменение режима движения других транспортных средств.

Во время дорожно-транспортных происшествий отчеты составляются путем определения значений факторов, влияющих на остановочный путь, что является ключевым показателем [1].



Рис. 1. Последствие ДТП.

В целом расчет тормозного пути при ДТП определяется классическим выражением [2]:

$$S_{т} = (t_{р} + t_{ср} + 0,5t_{а}) \frac{V_{а}}{3,6} + \frac{k_{з}V_{а}^2}{254(\varphi \pm \alpha)},$$

где $t_{р}$ - время реакции водителя, которое зависит от его психофизиологического состояния, условий работы и т. д., φ значение варьируется от 0,3 до 2,5 секунд в зависимости от различных факторов. Для нормальных условий движения принято: $t_{р}=0,8...0,9$ сек.; $t_{ср}$ – время срабатывания тормозного механизма и меняется от 0,2 до 0,4 секунд в зависимости от конструктивных особенностей тормозного механизма, типа и технического состояния транспортного средства; $t_{а}$ – время нарастания ускорения в тормозном механизме, время от момента включения тормозного механизма до максимального повышения давления в системе, колеблется в пределах 0,3-0,7 секунды; $V_{а}$ –

скорость автомобиля, км / ч; 3,6 – постоянный коэффициент, для выражения скорости в м/с; $k_{з}$ – коэффициент эффективности торможения, который изменяется в диапазоне 1,1-2,0 в зависимости от типа ТС и грузоподъемности; φ – сцепление между колесом и дорогой; α – продольный уклон дороги, «+» на подъеме, «-» на спуске, град.

Поскольку изменение скорости транспортных средств в транспортном потоке приводит к изменению их тормозного пути, важно определить степень влияния факторов на остановочный путь. В этом случае принимаются те значения факторов, которые часто встречаются. При этом, кроме скорости, фиксируются постоянные значения других показателей, влияющих на тормозной путь автомобиля, та-

Таблица 2.

Оценка длины тормозного пути на разных скоростях и влияния отдельных показателей (t_p , t_{cp} , t_a vs t_{top}) на остановочный путь

№	Скорость движения автомобиля V_a , км/ч	Остановочный путь, %				
		Путь, пройденный за t_p , %	Путь, пройденный за t_{cp} , %	Путь, пройденный за t_a , %	Тормозной путь (S_{top}), %	Общее
1	20	44,9	25,0	7,5	22,6	100
2	40	36,6	20,3	6,1	36,9	100
3	60	30,9	17,2	5,2	46,7	100
4	80	26,8	14,9	4,5	53,9	100
5	100	23,6	13,1	3,9	59,4	100
6	120	21,1	11,7	3,5	63,7	100
7	140	19,0	10,6	3,2	67,2	100
8	160	17,4	9,7	2,9	70,1	100
9	180	16,0	8,9	2,7	72,5	100
10	200	14,8	8,2	2,5	74,5	100

Анализируя Таблицу 1. и Таблицу 2., можно сделать вывод, что при увеличении скорости с 20 км/ч до 200 км/ч каждые 20 км/ч значение пройденного пути за время реакции водителя по сравнению с общим тормозным путем в течение первого роста 20 км/ч снижается с 44,9% до 36,6% (разница 8,3%). Соответственно, при последующих скоростях 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 и 200 км/ч это снижение составляет с 36,6% до 30,9% (разница 5,7%), 30,9% с 26,8% (разница 4,1%), с 26,8% до 23,6% (разница 2,1%), с 23,6% до 21,1% (разница 2,5%), с 21,1% до 19,0% (разница 2,5%), с 19,0% до 17,4% (разница 1,6%), с 17,4% до 16,0% (разница 1,4%) и с 16,0% до 14,8% (разница 1,2%). Аналогичным образом для показанных значений скорости время срабатывания тормозного механизма снижается с 25,0% до 20,3% (разница 4,7%), с 20,3% до 17,2% (разница 3,1%), с 17,2% до 14,9% (разница 2,3%), с 14,9% до 13,1%

(разница 1,8%), с 13,1% до 11,7% (разница 1,4%), с 11,7% до 10,6% (разница 1,1%), с 10,6% до 9,7% (разница 0,9%), уменьшение с 9,7% до 8,9% (разница 0,8%), уменьшение с 8,9% до 8,2% (разница 0,7%) и время увеличения ускорения в тормозном механизме уменьшается с 7,5% до 6,1% (разница 1,4%), с 6,1% до 5,2% (разница 0,9%), с 5,2% до 4,5% (разница 0,7%), с 4,5% до 3,9% (разница 0,6%), с 3,9% до 3, до 5% (разница 0,4%), с 3,5% до 3,2% (разница 0,3%), с 3,2% до 2,9% (разница 0,3%), с 2,9% до 2,7% (разница 0,2%), с 2,7% до 2,5% (разница 0,2%). Как видно, во всех трех случаях уменьшение становится более незначительным с увеличением скорости.

На каждые 20 км/ч увеличения скорости тормозной путь увеличивается с 22,6% до 36,9% (разница 14,3%), с 36,9% до 46,7% (разница 9,8%), с 46,7% до 53,9% (разница 7,2%), с 53,9% до 59,4% (разница 5,5%), с 59,4% до 63,7% (разница 4,3%), с

63,7% до 67,2% (разница 3,5%), с 67,2% до 70,1% (разница 2,9%), с 70,1% до 72,5% (разница 2,4%) и с 72,5% до 74,5% (разница 2,0%).

С увеличением скорости темп увеличения тормозного пути начинает постепенно уменьшаться. Увеличение скорости с 20 км/ч до 40 км/ч увеличивает тормозной путь на 14,3% , а увеличение

скорости с 40 км/ч до 60 км/ч на 9,8%, увеличение скорости с 180 км/ч до 200 км/ч на 2,0%.

На рис. 2 показано изменение значения тормозного пути в процентах в зависимости от времени реакции водителя, времени срабатывания тормозного механизма, времени нарастания ускорения в тормозном механизме.

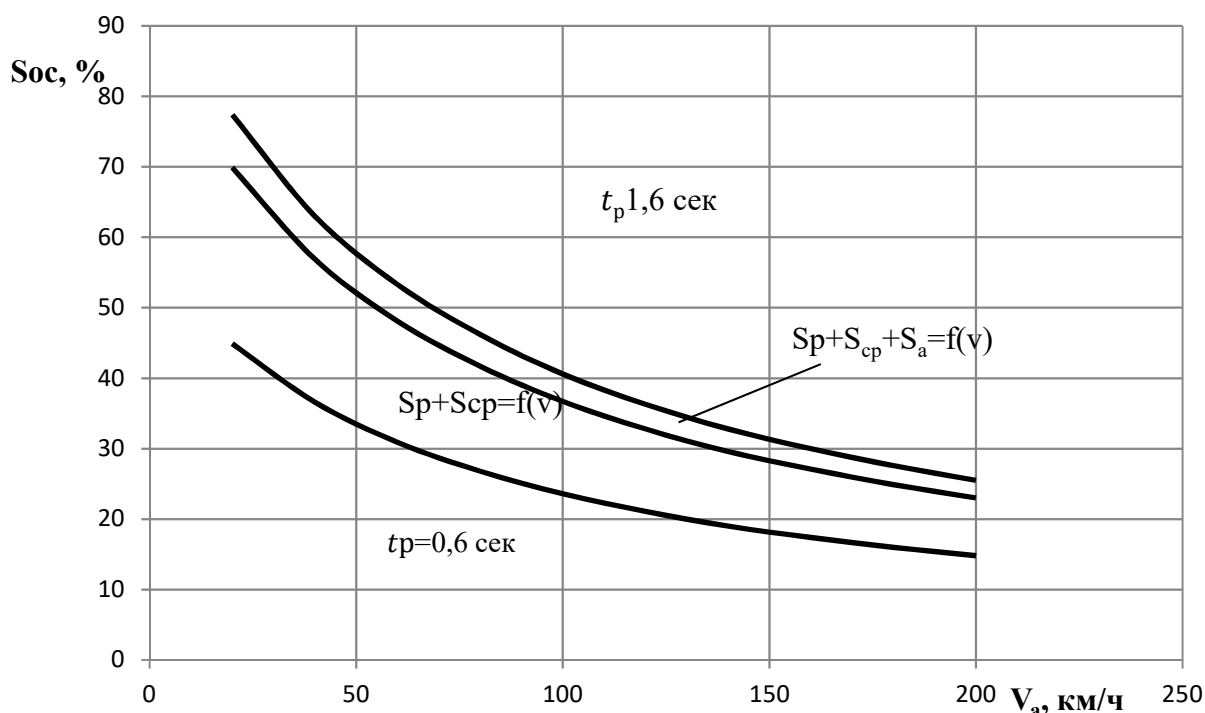


Рис. 2. График влияния S_p , S_{cp} , S_a и $S_{тор}$ на тормозной путь автомобиля в процентах

Как видно из графика, во всех случаях по мере увеличения скорости время реакции водителя, время включения тормоза и время ускорения при торможении, темп роста воздействия на тормозной путь в процентах уменьшается. Из них наименьшее влияние на остановочный путь оказывает время реакции водителя, а наибольшее влияние оказывает тормозной путь.

Заключение

Анализируя влияние факторов на ДТП в дорогах, можно сделать вывод, что, в отличие от других показателей, влияющих на тормозной путь, увеличение

скорости приводит к квадратичному увеличению дистанции между автомобилями. По этой причине всегда актуален вопрос изучения скорости движения при дорожно-транспортном происшествии [5].

В целом, исследования показали ряд положений, касающихся скорости передвижения [6]:

- риск аварии в транспортном потоке существует как для среднескоростных, так и для высокоскоростных транспортных средств;
- риск травмы выше в автомобилях, движущихся со скоростью выше средней;
- тяжесть аварии зависит от изменения скорости автомобиля при ударе.

Согласно некоторым исследованиям, превышение скорости является причиной 40% несчастных случаев со смертельным исходом. Одна из наиболее частых причин столкновений – это движение со скоростью, превышающей скорость, при которой автомобиль может остановиться до столкновения.

Литература

1. Are Road Traffic Accidents on the rise. (2017). Retrieved from Wall Street: <https://wall-street.com/road-traffic-accidents-rise/>. (In English);
2. Tagizade, A.G., Sharifov A. J. (2014). Studying the stopping distance of various types of cars. Baku: Ministry of Education of the Azerbaijan Republic, Theoretical and Applied Mechanics, XIX, 1(33), 51-54. (In Azerbaijani);
3. Bayramov, R. P., Chobanzade, I. M. (2005). Research and auto-technical expertise of road traffic accidents. Baku: Takhsil NMP, 350. (In Azerbaijani);
4. Dashdamirov, F.S, Sharifov, A. J. (2017). Correlation analysis of the influence of the speed of movement of cars on the stopping distance and the distance of visibility of the road. Baku: Ministry of Education of the Azerbaijan Republic, Theoretical and Applied Mechanics, XII, 3-4 (47-48), 72-75. (In Azerbaijani);
5. Sharifov, A. J. (2015). Influence of vehicle speed on stopping distance in real conditions. Baku: Ministry of Education of the Republic of Azerbaijan, Materials of the XIX republican scientific conference of doctoral students and young researchers, I, 173-175. (In Azerbaijani);
6. Synthesis of Safety Research Related to Speed and Speed Limits. U.S. Department of Transportation. Retrieved from: https://safety.fhwa.dot.gov/speedmgt/ref_mats/fhwasa09028/resources/Synthesis%20of%20Safety%20Researc...pdf/. (In English)
7. Badger, E., Ingraham, Ch. (2015). The hidden inequality of who dies in car crashes. The Washington Post. (In English).

UDC 656.13.001

SCOPUS CODE 2203

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-115-122>

საგზაო შემთხვევების წარმოშობაზე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენის ხარისხის განსაზღვრა

ალაჰვერდი ჯამალ ოღლუ შარიფოვი სატრანსპორტო ლოჯისტიკისა და მოძრაობის უსაფრთხოების დეპარტამენტი, აზერბაიჯანის ტექნიკური უნივერსიტეტი, აზერბაიჯანი, 1073, ბაქო, ჰუსეინ ჯავიდის გამზირი 25
E-mail: sharifov.allahverdi@aztu.edu.az

რეცენზენტი

ო. გელაშვილი, სატრანსპორტო და მანქანათმშენებლობის ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: o.gelashvili@gtu.ge

ანოტაცია. მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ სხვადასხვა ფაქტორის გავლენის ხარისხი საგზაო შემთხვევების წარმოშობაზე. მანქანის დამუხრუჭების მანძილზე ყველაზე გავლენიანი ფაქტორია მისი სიჩქარე. მგზავრობის სიჩქარე კვადრატულად პროპორციულია სამუხრუჭე მანძილის. ამ ფაქტორთან დაკავშირებით, სხვა ინდიკატორების მნიშვნელობების განალიზებისას, სხვა მაჩვენებლების ღირებულებები უცვლელი რჩება, ხოლო სიჩქარის მნიშვნელობის ცვლილების გავლენის ხარისხი სხვადასხვა ინტერვალში განსაზღვრება პროცენტულად.

საკვანძო სიტყვები: გაჩერება; მიზეზი; საგზაო შემთხვევები; სატრანსპორტო ნაკადი; სიჩქარე.

UDC 656.13.001

SCOPUS CODE 2203

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-115-122>

Determining the Impact of Different Factors on the Occurrence of Road Transportation Incidents

Sharifov Allahverdi Department of Transport Logistics and Traffic Safety, Azerbaijan Technical University,
Jamal oglu Azerbaijan, 1073, Baku, Husein Javid Avenue 25
E-mail: sharifov.allahverdi@aztu.edu.az

Reviewer

O. Gelashvili, professor, Faculty of Transport and Machine Engineering, GTU
E-mail: o.gelashvili@gtu.ge

Abstract. It is important to be aware of the influence of various factors on the occurrence of road accidents. The most influencing factor on the braking distance of a car is its speed. The travel speed is quadratically proportional to the braking distance. In this regard, when analyzing the values of other indicators, we keep them constant, and the degree of influence of changes in the speed value in different intervals is set in percent.

Key words: road traffic accident; reason; speed; stop; traffic flow.

Дата рассмотрения 15.06.2021

Дата поступления 01.07.2021

Подписано к печати 29.09.2021

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2208

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-123-129>

სისტემაწარმომქნელ ქსელში შერჩეული რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი წყაროს ოპტიმალური გადანაწილება მანაწილებელ ქსელში

ომარ ზივზივაძე ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 4600, ქუთაისი, ახალგაზრდობის 98
E-mail: omarzivzivadze@yahoo.com

დავით ჯაფარიძე ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის დეპარტამენტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 4600, ქუთაისი, ახალგაზრდობის 98
E-mail: datojaparidze1995@gmail.com

რეცენზენტები:

ფ. ახალაძე, აწსუ-ის საინჟინრო-ტექნიკური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: pridon.akhaladze@atsu.edu.ge

ქ. ცხაკაია, აწსუ-ის საინჟინრო-ტექნიკური ფაკულტეტის ასოცირებული პროფესორი

E-mail: ketevan.tskhakaia@gmail.com

ანოტაცია. ელექტროსისტემის სისტემაწარმომქნელი ქსელის ($U_{\Sigma} \geq 220$ კვ) კვანძში, რომელსაც გააჩნია დიდი რეაქტიული დატვირთვა შესაძლოა საჭირო გახდეს რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი (გენერაციის) წყაროს დადგმა. აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტისას ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით მიზანშეწონილია, რომ მოცემული რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი წყარო განთავსდეს არა სისტემაწარმომქნელი ქსელის აღნიშნულ კვანძში, არამედ ამ კვანძთან მიერთებულ მანაწილებელი ქსელის ($U_{\Sigma} \leq 110$ კვ) კვანძებში.

ამოცანა კონკრეტულად გულისხმობს: სისტემაწარმომქნელი ქსელის კვანძში ძაბვის კრიტერიუმის მიხედვით შერჩეული რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი წყაროს ჯამური სიმძლავრის ოპტიმალურ გადანაწილებას ამ კვანძთან მიერთებულ მანაწილებელი ქსელის კვანძებს შორის.

სტატიაში შედგენილი შესაბამისი ოპტიმიზაციის განტოლებები და მიღებული მათემატიკური მოდელი საშუალებას გვაძლევს ეს მნიშვნელოვანი საკითხი და წარმატებით გადავჭრათ. აქ ოპტიმალურობის პირობა გულისხმობს მაქსიმალურ ეკონომიკურ სარგებლიანობას, მიზნის ფუნქცია კი გახლავთ კვანძური რეაქტიული სიმძლავრეებით

გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების მინიმიზაცია. აქედან გამომდინარე, ამოცანის გადაწყვეტისას ძირითად კრიტერიუმად გამოვიყენეთ ეკონომიკურობის კრიტერიუმი.

საკვანძო სიტყვები: მანაწილებელი ქსელი; ოპტიმიზაცია; რეაქტიული სიმძლავრე; რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი წყარო; სისტემაწარმომქნელი ქსელი.

შესავალი

ელექტროსისტემაში რეაქტიული სიმძლავრე არათანაბრადაა გადანაწილებული, კერძოდ მაღალი და ზემდაღალი ძაბვის ქსელში ($U_{\text{ფ}} \geq 220$ კვ), როგორც წესი, გვაქვს რეაქტიული სიმძლავრის სიჭარბე, ხოლო მანაწილებელ ქსელში კი მისი დეფიციტი. სისტემაწარმომქმნელი ქსელიდან ჭარბი რეაქტიული სიმძლავრის გადადინება მანაწილებელ ქსელში ტექნიკურ-ეკონომიკური თვალსაზრისით არამიზანშეწონილია, რამეთუ ის ქსელში იწვევს აქტიური სიმძლავრისა და ენერჯის დიდ დანაკარგებს. ამიტომ საჭირო ხდება რეაქტიული სიმძლავრის კომპენსაცია როგორც ზემდაღალი ძაბვის ასევე საშუალო და დაბალი ძაბვის ქსელებში.

ელექტროსისტემის მაქსიმალურ და მასთან მიახლოებულ რეჟიმებში სისტემაწარმომქმნელი ქსელის ზოგიერთ კვანძში, სადაც მიერთებულია შედარებით დიდი ჯამური დატვირთვის მქონე მანაწილებელი ქსელი, მუშა ძაბვა მნიშვნელოვნად დაბალია და, შესაბამისად, დაბალია ძაბვები აქ მიერთებული დაბალი დონის მანაწილებელი ქსელის კვანძებშიც.

სისტემაწარმომქმნელი გადაცემის ქსელის აღნიშნულ კვანძში მუშა ძაბვის ამაღლების მიზნით რეკომენდებულია ამ კვანძში დაიდგას რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი წყარო, რომლის Q_r სიმძლავრე განისაზღვრა ამ ქსელში ძაბვის ხარისხის კრიტერიუმის მიხედვით [1].

მანაწილებელ ქსელში ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირების მიზნით უფრო ეფექტურია რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი წყაროს ჯამური Q_r სიმძლავრე გადანაწილდეს უფრო დაბალი დონის მანაწილებელი ქსელის დატვირთვის კვანძებში. ეს გადანაწილება მიზანშეწონილია განხორციელდეს ისე, რომ მანაწილებელ ქსელში ელექტროენერჯის დანაკარგების შემცირების ეფექტი იყოს მაქსიმალური.

ძირითადი ნაწილი

ამრიგად, გვაქვს ამოცანა: „მკვებავი ქსელის მოცემული კვანძის Q_j რეაქტიული სიმძლავრის ოპტიმალური გადანაწილება მასთან მიერთებულ მანაწილებელი ქსელის დატვირთვის კვანძებს შორის“ .

ამ ამოცანის საწყისი მონაცემებია:

- ✓ Q_j გადასანაწილებელი რეაქტიული სიმძლავრე, მგვარ;
- ✓ მანაწილებელი ქსელის კვანძური სიმძლავრეები Q_i , მგვარ; $i = 1, 2, \dots, n$ სისტემაწარმომქნელი ქსელის კვანძთან მიერთებული მანაწილებელი ქსელის კვანძებია;
- ✓ მანაწილებელი ქსელის კვანძების საკუთარი და ურთიერთ აქტიური წინაღობები R_{ij} ;

ამ ამოცანის ოპტიმიზაციის განტოლებებია:

- ❖ მიზნის ფუნქცია - განსახილველ მანაწილებელ ქსელში რეაქტიული კვანძური სიმძლავრეებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის დანაკარგების მინიმიზაცია:

$$\Delta P_Q \Rightarrow \min;$$

- ❖ შეზღუდვის განტოლება:

$$W = (Q_{j1} + Q_{j2} + \dots + Q_{ji} + \dots + Q_{jn}) - Q_j = 0;$$

- ❖ შეზღუდვის უტოლობა დატვირთვის კვანძების მიმართ:

$$0 \leq Q_{ji} \leq -Q_i \quad (1)$$

ქსელში რეაქტიული კვანძური სიმძლავრეებით გამოწვეული აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები გამოითვლება გამოსახულებით [2]:

$$\Delta P_Q = \frac{1}{U_b^2} \cdot \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Q_i Q_j R_{ij}$$

კვანძებში Q_j სიმძლავრის დამატებითი წყაროს დაყენების შემთხვევაში დასმული ამოცანის მიზნის ფუნქცია ჩაიწერება შემდეგ სახეში:

$$\Delta P'_Q = \frac{1}{U_b^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (Q_i + Q_{ji}) (Q_j + Q_{ji}) R_{ij}$$

- ❖ ოპტიმიზაციის განტოლება, შევადგინოთ ლაგრანჟის ფუნქცია [3]:

$$L = \Delta P'_Q + \lambda W \Rightarrow \min.$$

სადაც λ არის ლაგრანჟის განუსაზღვრელი მამრავლი.

დატვირთვის კვანძებში საძიებელი Q_{ji} სიმძლავრეები განისაზღვრება შემდეგი პირობიდან [4]:

$$\frac{\partial}{\partial Q_{ji}} \Delta P'_Q + \lambda \frac{\partial}{\partial Q_{ji}} W = 0; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

ანუ

$$\frac{2}{U_b^2} \sum_{j=1}^n (Q_j + Q_{ji}) R_{ij} + \lambda = 0 \quad i = 1, 2, \dots, n$$

მივიღეთ n რაოდენობის განტოლება n საძიებელი Q_{ji} ცვლადებით და ერთი λ განუსაზღვრელი მამრავლით.

განტოლებათა ამ სისტემასთან ერთად განვიხილოთ კავშირის განტოლება და მივიღებთ $n + 1$ განტოლებათა სისტემას $n + 1$ საძიებელი სიდიდით:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{U_b^2} \sum_{j=1}^n (Q_j + Q_{ji}) R_{ij} + \lambda = 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2) \\ (Q_{j1} + Q_{j2} + \dots + Q_{ji} + \dots + Q_{jn}) - Q_j = 0 \end{array} \right.$$

ზემოთ მიღებულ (2) განტოლებათა სისტემის პირველი განტოლება შეიძლება ჩავწეროთ შემდეგნაირად:

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} Q_{ji} + \lambda \cdot \frac{U_b^2}{2} = - \sum_{j=1}^n R_{ij} Q_j, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

ეს გამოსახულება შესაძლებელია ჩავწეროთ მატრიცულ ფორმაში:

$$|R| \cdot |Q_{ji}| + \frac{U_b^2}{2} |\lambda| = -|R| \cdot |Q_j|, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, n;$$

სადაც $|R| = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & R_{nn} \end{vmatrix}$ - კვანძთა საკუთარ და ურთიერთაქტიურ წინაღობათა მატრიცა;

$|Q_{ji}| = \begin{vmatrix} Q_{j1} \\ Q_{j2} \\ \vdots \\ Q_{jn} \end{vmatrix}$ - საძიებელი ცვლადების სვეტ-მატრიცა; $|\lambda| = \begin{vmatrix} \lambda \\ \lambda \\ \vdots \\ \lambda \end{vmatrix}$ - $n \times 1$ -ზე ლაგრანჟის განუსაზღვრელ

მამრავლთა სვეტ-მატრიცა;

$|Q_j| = \begin{vmatrix} Q_1 \\ Q_2 \\ \vdots \\ Q_n \end{vmatrix}$ - მანაწილებელი ქსელის კვანძთა რეაქტიული კვანძური სიმძლავრეების სვეტ-მატრიცა;

ამრიგად, მიღებული მათემატიკური მოდელი (2) მატრიცულ ფორმაში გახლავთ:

$$\begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} & \frac{U_b^2}{2} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} & \frac{U_b^2}{2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & R_{nn} & \frac{U_b^2}{2} \\ 1 & 1 & 1 & \dots & 0 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} Q_{j1} \\ Q_{j2} \\ \vdots \\ Q_{jn} \\ \lambda \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} & 0 \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & R_{nn} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} \times \begin{vmatrix} -Q_1 \\ -Q_2 \\ \vdots \\ -Q_n \\ Q_j \end{vmatrix} \quad (3)$$

გავითვალისწინოთ, რომ როცა მანაწილებელ ქსელში გვაქვს გენერაციის m კვანძი Q_m გენერაციით, მაშინ (2) განტოლებათა განსახილველ სისტემაში მივიღოთ საძიებელი ცვლადი $Q_{jm} = 0$ და განტოლებათა სისტემიდან ამოვიღოთ m ნომრის შესაბამისი სტრიქონი და სვეტი.

განტოლებათა ამ სისტემის ეტაპობრივი ამოხსნა უნდა გაგრძელდეს მანამ, სანამ დატვირთვის კვანძების მიმართ ყველა ცვლადი არ დააკმაყოფილებს შეზღუდვის (1) უტოლობებს.

დასკვნა

მიღებული მათემატიკური მოდელი (2) სახის განტოლებათა სისტემა) საშუალებას გვაძლევს სისტემაწარმომქმნელი ქსელის განსახილველ კვანძში ძაბვის კრიტერიუმის მიხედვით შერჩეული რეაქტიული სიმძლავრის დამატებითი (გენერაციის) წყაროს ჯამური სიმძლავრე ოპტიმალურად

გადავანაწილოთ ამ კვანძთან მიერთებულ მანაწილებელი ქსელის კვანძებს შორის. აღნიშნული მათემატიკური მოდელის გამოყენებით მანაწილებელ ქსელში აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები იქნება მინიმალური, რაც მიუთითებს მიღებული მათემატიკური მოდელის ეფექტურობაზე.

ლიტერატურა

1. Makharadze, G., Japaridze, D. Selection criteria and a mathematical model for the additional source of reactive power in a backbone network. Georgia, Tbilisi: *Collection of academic works of Georgian Technical University*, 4(518), p. 105-112. (in Georgian);
2. Makharadze, G. (2015). Electroenergetical (electrical) systems. Georgia, Tbilisi: *Universal*. (in Georgian);
3. Makharadze, G. (2005). Management and optimization of energy regimes. Georgia, Tbilisi: *Technical University*. (in Georgian);
4. Venikov, V., Gorushkin, I., Markovich, M., Melnikov, A., Fedorov, A. (1973). Electrical systems. Electrical calculations, programming and optimization regimes. Russia: *High School*, (4th ed.). (in Russian).

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2208

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-123-129>

Optimal Rescheduling of the Additional Reactive Power Source Selected in a Backbone Network to a Distribution Network

Omar Zivzivadze Department of Energy and Telecommunications, Akaki Tsereteli State University, Georgia, 4600, Kutaisi, 98 Youth str.

E-mail: omarzivzivadze@yahoo.com

David Japaridze Department of Energy and Telecommunications, Akaki Tsereteli State University, Georgia, 4600, Kutaisi, 98 Youth str.

E-mail: datojaparidze1995@gmail.com

Reviewers:

P. Akhaladze, Associate Professor, Faculty of Technical Engineering, ATSU

E-mail: pridon.akhaladze@atsu.edu.ge

K. Tskhakaia, Associate Professor, Faculty of Technical Engineering, ATSU

E-mail: ketevan.tskhakaia@gmail.com

Abstract. An additional (generation) source of reactive power may be required in a backbone network node ($U_n \geq 220 \text{ kv}$) which has a heavy reactive load. When solving this problem, in a technical-economic sense, it is advisable to place this additional source of reactive power not in the mentioned node of a backbone network, but in the nodes of a distribution network ($U_n \leq 110 \text{ kv}$) connected to this node.

This problem specifically involves: optimal rescheduling of total power of the additional reactive power source selected according to a voltage criterion in a backbone network node between the distribution network nodes connected to this node.

The relevant optimization equations created in the article and the obtained mathematical model allow us to solve this problem effectively and successfully. The condition for optimality here implies the best economic returns, while the objective function is to minimize active power losses caused by nodal reactive powers. That was why we used the economic criterion as the main criterion in solving this problem.

Key words: additional source of reactive power; backbone network; distribution network; optimization; reactive power.

UDC 621.311

SCOPUS CODE 2208

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-123-129>

Оптимальное перераспределение дополнительного источника реактивной мощности, выбранного в системообразующей сети, в распределительную сеть

Омар Зивзивадзе	Департамент энергетики и телекоммуникаций, Государственный университет им. Акакия Церетели, Грузия, 4600, Кутаиси, ул. Молодежи, 98 E-mail: omarzivzivadze@yahoo.com
Давид Джапаридзе	Департамент энергетики и телекоммуникаций, Государственный университет им. Акакия Церетели, Грузия, 4600, Кутаиси, ул. Молодежи, №98 E-mail: datojaparidze1995@gmail.com

Рецензенты:

Ф. Ахаладзе, ассоциированный профессор инженерно-технического факультета ГУАЦ

E-mail: pridon.akhaladze@atsu.edu.ge

К. Цхакая, ассоциированный профессор инженерно-технического факультета ГУАЦ

E-mail: ketevan.tskhakaia@gmail.com

Аннотация. В узле системообразующей сети ($U_n \geq 220$ кВ), имеющей большую реактивную нагрузку, иногда требуется установка дополнительного (генерирующего) источника реактивной мощности. При решении этой задачи с технико-экономической точки зрения дополнительный источник заданной реактивной мощности целесообразно размещать не в указанном узле системообразующей сети, а в узлах распределительной сети ($U_n \leq 110$ кВ), подключенных к этому узлу.

Эта задача конкретно означает: оптимальное распределение суммарной мощности дополнительного источника реактивной мощности, выбранного по критерию напряжения в системообразующем сетевом узле, между узлами распределительной сети, подключенными к этому узлу.

Составленные в статье соответствующие уравнения оптимизации и принятая математическая модель, позволяет эффективно и успешно решать этот вопрос. Условие оптимальности здесь подразумевает максимальный экономический эффект, а целевая функция – минимизировать потери активной мощности. Исходя из этого, при решении поставленной задачи, мы использовали критерий экономии как основной критерий.

Ключевые слова: дополнительный источник реактивной мощности (ИРМ); оптимизация; распределительная сеть; реактивная мощность; системообразующая сеть.

განხილვის თარიღი 10.03.2021

შემოსვლის თარიღი 08.03.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 532.595 : 622.648

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-130-136>

Устройство для гашения гидравлических ударов в напорных гидротранспортных установках

Леон Махарадзе

Департамент горной технологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава, 75

E-mail: lmakharadze@gtu.ge

Рецензенты:

Н. Молодини, профессор горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: nor_mol@mail.ru

Г. Табатадзе, профессор, эмерит горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: Gordatab@mail.ru

Аннотация. Рассмотренное в данной работе устройство для гашения гидравлических ударов в напорных гидротранспортных установках, содержит разрушаемую предохранительную мембрану, гибкую диафрагму, разделяющую корпус на две сообщенные с магистральным трубопроводом части, на которой с нижней стороны закреплен просечной ударник, а с верхней стороны посредством штока – груз, с целью увеличения надежности и эффективности срабатывания при наличии в жидкой среде абразивных твердых частиц. Груз выполнен в виде поршня, жестко связанного с гибкой диафрагмой и просечным ударником и образующего две герметические полости, заполненные вязкой жидкостью, при этом нижняя полость изолирована от магистрального трубопровода посредством упругого разделительного элемента, расположенного до обратного клапана, а верхняя полость – посредством также упругого разделительного элемента, расположенного после обратного клапана.

Ключевые слова: абразивные твердые частицы; гибкая диафрагма; магистральный трубопровод; напорный обратный клапан; предохранительная мембрана; просечной ударник; разделительный элемент.

Введение

Со второй половины прошлого века напорные трубопроводные гидротранспортные системы, т.е. транспортирование различных твердых сыпучих материалов посредством потока капельной жидкости (в основном воды) по напорным трубопроводам нашло широкое применение во многих сферах промышленности и сельского хозяйства. Это обусловлено многими положительными свойствами по отношению к традиционным видам транспорта.

При напорном трубопроводном гидротранспорте по трубопроводам фактически всегда транспортируется трехфазная гидроаэрозоль (частицы твердых, абразивных, сыпучих материалов + несущая

среда - капельная жидкость + нерастворенный в жидкости воздух, которым обложены частицы твердого сыпучего материала). Особенно примечательным является то обстоятельство, что в процессе транспортирования (перемещения) по длине трубопроводной магистрали, в зависимости от режима перемещения, могут в значительной степени измениться объемы составляющих элементов и, соответственно, их концентрации. Все это может быть причиной возникновения неустановившихся процессов, в некоторых случаях гидравлических ударов, когда увеличение значения давлений может быть достигнуто до значительных величин, вызвавших серьезные аварии и загрязнение окружающей среды.

Из вышеизложенного видно, что процесс является довольно сложным, для устранения которого обязательно следует осуществить мероприятия, чтобы не допустить серьезные аварии и загрязнение окружающей среды.

Из вышеизложенного ясно видно, что рассмотренные процессы являются весьма сложными и опасными, против которых необходимо разработать эффективные мероприятия. Все это послужило тому, что со второй половины прошлого века в Горном институте им. Г.А. Цулукидзе г. Тбилиси, Грузия параллельно масштабам развития напорного трубопроводного гидротранспорта начались крупномасштабные фундаментальные исследования нестационарных процессов и гидравлических ударов в напорных трубопроводных гидротранспортных системах и с учетом полученных результатов, разработка эффективных способов и средств борьбы против этих нежелательных явлений, чтобы обеспечить надежную работу аналогичных систем в любом случае их применения, а также эксплуатации.

По двум основным научным направлениям в данной области: по неустановившимся процессам и защите от гидравлических ударов напорных трубопроводных гидротранспортных систем, а также гидроабразивному износу трубопроводных магистралей и средств транспортирования по ним трехфазных абразивных гидроаэрозмесей (вода, как несущая среда + твердые частицы абразивных сыпучих материалов + свободный, нерастворенный воздух в воде,

как в несущей среде), на основе масштабов и значений выполненных работ, Горный Институт был признан главным в Советском Союзе.

По обоим направлениям, с учетом полученных исследований, как в лабораторных, так и на крупных промышленных условиях различных отраслей промышленности Советского Союза, в том числе Грузии, нами разработаны и выпущены общегосударственные нормативные документы ВСН 01-81 и ВСН 01-84 [1, 2], которые в настоящее время являются востребованными.

Необходимо отметить, что в аналогичных системах при отклонении режима напорной трубопроводной гидротранспортной системы от установившегося, в обязательном порядке следует устранить развитие нестационарного процесса и возникновения гидравлических ударов, особенно прямого, когда происходит максимальное увеличение давления по сравнению с установившемся режимом [3-8].

Исходя из этого, при наших исследованиях большое внимание уделялось изучению именно таких процессов и разработке средств борьбы против максимальных превышений давления. Поэтому разработанные средства борьбы с гидравлическими ударами преимущественно предназначены для гашения максимальных значений превышения давлений. Подробно об их работе изложено в наших ранее опубликованных изданиях [3-8].

В данной статье рассмотрено устройство для гашения повышений давления при гидравлических ударах в напорных гидротранспортных установках при их возникновении как с волны повышения, так и с волны понижения давления, в зависимости от схемы и включенных в этих схемах элементов, необходимых для нормальной эксплуатации установок. Об этом подробно изложено в ранее опубликованных статьях [1-8]. В данной работе рассматривается фрагмент из этих исследований [9].

Необходимо отметить, что в аналогичных системах при отклонении режима работы от установившегося, в обязательном порядке следует устранить развитие нестационарных процессов и возникновения гидравлических ударов, особенно прямого,

когда происходит максимальное увеличение давления по сравнению с установившемся режимом [1-10].

Рассмотренное в данной работе устройство для гашения гидравлических ударов в напорных гидротранспортных установках разработано именно с учетом этих требований, т.е. может успешно работать по назначению в любых случаях, которые могут возникнуть в любых аналогичных системах.

Основная часть

На рис. 1 дается общий вид в разрезе устройства для гашения гидравлических ударов в напорных гидротранспортных установках. Оно относится к устройствам для устранения резких повышений давления при отклонении установившихся режимов работы системы, возникновении резких колебаний давления, возникших в результате внезапной остановки грунтового насоса, закрытии обратного клапана, закупорки трубопровода от твердых сыпучих материалов и т.д. [10]. Основная цель устройства – устранение недостатков, имеющие существующие аналогичные устройства, упрощение конструкции, увеличение надежности и эффективности при наличии в транспортирующей жидкой среде абразивных твердых частиц [9].

Эта цель достигается тем, что связанный с просечным ударником элемент выполнен в виде поршня, разделяющего верхнюю часть на две герметические полости, заполненных вязкой жидкостью, причем нижняя из них через разделительный элемент соединена с участком защищаемого трубопровода до обратного клапана, а верхняя – таким же образом с участком после обратного клапана.

Нижняя часть корпуса 1 на защищаемом трубопроводе 2 устанавливается посредством патрубка 3 на котором смонтирована задвижка 4. Между патрубком и нижней частью корпуса закреплена разрушаемая предохранительная мембрана 5, а между нижней и верхней 6 частями корпуса закреплена гибкая диафрагма 7, к которой с нижней стороны прикреплен просечной ударник 8, а с верхней через шток 9 – поршень 10, делящей полость над диафрагмой на две герметические полости А и Б. Полость

А посредством патрубка 11, на котором смонтированы задвижки 12 и 13 сообщена с полостью цилиндра 14, в котором установлен разделительный элемент – упругий – металлический сильфон 15. Полость последнего посредством патрубка 16 сообщена с участком защищаемого трубопровода 2 до обратного клапана 17 по ходу установившегося потока. Полость Б закрытая крышкой 18, посредством патрубка 19, на котором смонтированы задвижки 20 и 21, сообщена с полостью цилиндра 22, в которой также установлен разделительный элемент – упругий металлический сильфон 23, полость которого посредством патрубка 24 сообщена с участком защищаемого трубопровода 2 после обратного клапана. Полости А и Б снабжены соответственно с патрубками 25 и 26 для их заполнения вязкой жидкостью, которые закрываются герметично крышками 27. Полость В под гибкой диафрагмой, посредством патрубка 28, присоединенного к нижней части корпуса 1, сообщена с атмосферой, или с сосудом для разлива рабочей гидросмеси (на чертеже не показан) при разгрузке трубопровода от избыточного давления во время гидравлического удара.

Устройство работает следующим образом: после запуска грунтового насоса (на чертеж не показан), еще до того момента, когда он разовьет номинальные параметры и откроется обратный клапан 17, рабочая гидросмесь через патрубок 16 начнет поступать в полость сильфона 15, размещенного в цилиндре 14. В результате сильфон начнет расплющиваться и будет передавать давление, развиваемое грунтовым насосом, вязкой жидкости, расположенной в цилиндре 14. Из последнего вязкая жидкость под давлением будет вытесняться и через патрубок 11 перетекать (при этом задвижки 12 и 13 открыты) в полость А над гибкой диафрагмой 7. В результате поршень 10 начнет перемещаться вверх и повлечет за собой шток 9, диафрагму 7 и просечной ударник 8.

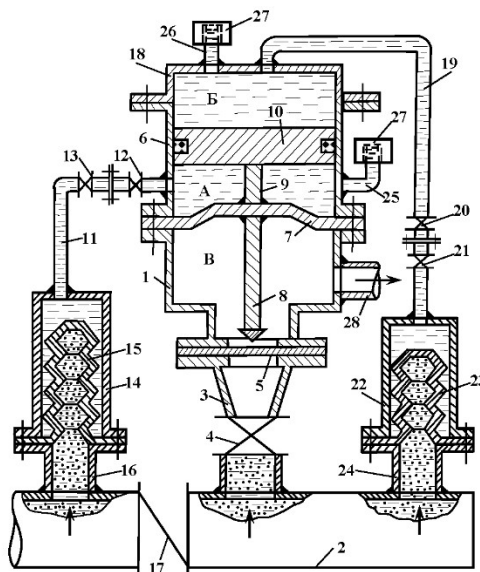
После развития номинальных параметров грунтовым насосом, откроется обратный клапан 17 и рабочая гидросмесь будет транспортироваться по трубопроводу 2. Из последнего гидросмесь через патрубок 24 поступит в полость сильфона 23, расположенного в цилиндре 22. Сильфон будет расплющиваться и вяз-

კაი ჯიკდოსი, რასოლოენი ვ ცილინდრე 22 ჭერე პატრუბოკ 19 (პრე ეთო მტკრევი ჯადვიკი 20 ი 21) ნაჩნე პერეტეკა ვ პოლოსი ბ ნად პორშენე 10, რამშენი ვ ვერხეი კორპუსე ბ.

იზ-ჯა თოე, ჭო დავლენე ვ სეჩენი პრისოენიენი პატრუბკე 16 ზნაჩიტელნი ბოლშე, ჭე დავლენე ვ სეჩენი პრისოენიენი პატრუბკე 24 (ვ ბრატნი კლანე პრისოენიენი ზნაჩიტელნი პოტერი დავლენი, კ ჭეუ დობავლენთა ი პოტერი დავლენი პო დლინე), დავლენე ვ პოლოსი ა ვსეგდა ბუდე ბოლშე ჭე დავლენე ვ პოლოსი ბ, ჭო ი ბესეჩენი უდერჟანე პროსეჩნი მდარნიკე 8 ვ ნეიტრალნი პოლოენი, პოკაზანი ნა ჭერეჯე, თ.ე. ი ბუდე უდალენ ნა ბრედელენნი რასოენი ი ბ რაზრუშაემი პრედოხრანიტელნი მემბრანი 5.

პოსე უსანოენი ნომინალნი რეჟიმი ვ ტრუბოპროვდე 2, ბრეკრევი ჯადვიკე 4 ი მემბრანი 5 ნაგრუჟენთა პო რაბოჩი დავლენი. პროსეჩნი მდარნიკე 8 ი ვ თაკო მსუაე დოლენ ბუდე უდალენ ბო ნე იზ-ჯა ნეობოდიმი რასოენი.

ავარიინი რეჟიმი ვ გიდროტრანსპორტნი სისტემაჲ, ვ ბოლონი, ვოზნიკაე ვ რეზულტაე ვნეჯაპნი ვუკლოენი გრუნთოვი ნასოსე (ნა ჭერეჯე ნე პოკაზანი) ი ჯაკრეტი ბრატნი კლანე 17. ვ თაკო მსუაე დავლენე ვ სეჩენი პრისოენიენი პატრუბკე 16, თ.ე. ნა უაჩტე ტრუბოპროვდე 2 დო ბრატნი კლანე პო ჭოუ უსანოენი პოტოე ნაჩნე რეზოე პადათა, ა ნა უაჩტე პოსე ბრატნი კლანე 17 თაკო რეზოე პოვშაენთა. სოოტვესტენი დავლენე ვ პოლოსი ა ბუდე პადათა, ა ვ პოლოსი ბ პოვშაენთა. ვ რეზულტაე პორშენე 10 ბუდე ბოუსკატა ვნი. ვ ეთო ჯე ნაპრავლენი ნაჩნე პერემეშატა შტოკე 9, გიბკე დიაფრაგმა 7 ი პროსეჩნი მდარნიკე 8, პოსლენი ვრეჯენთა ვ პრედოხრანიტელნი მემბრანი 5, კოტრა რაზრვეთა ი თე მსუაე პრისოენიენი რაზგრუკე ტრუბოპროვდე 2 ბო იზბოტოჩნი დავლენი, კოტრო ბუდე ვიტესნიე რაბოჩე გიდროსმეშე ვ პოლოსი ვ, თ.ე. ვ ნიჟნეი კიტი 1 კორპუსე, ა ბთუდა ჭერე პატრუბოკ 28 ვ ატმოსფერე, ილი ვ სპეციალნი სოორუენი ემკოსე (ნა ჭერეჯე ნე პოკაზანი).



რის. 1. უსოეჟიე ჯიე გიდრავლიკოსე მდარე ნაპორნი გიდროტრანსპორტნი უსანოე: 1 – კორპუსე უსოეჟიე; 2 – ნაპორნი ტრუბოპროვდე მაგისტრალნი გიდროტრანსპორტნი უსანოე; 3 – პატრუბოკ; 4 – ჯადვიკე; 5 – რაზრუშაემა პრედოხრანიტელნი მემბრანი; 6 – ვერხეი კიტი კორპუსე; 7 – გიბკე დიაფრაგმა; 8 – პროსეჩნი მდარნიკე; 9 – შტოკე; 10 – პორშენე; 11 – პატრუბოკ; 12 ი 13 – ჯადვიკი; 14 – ცილინდრე; 15 – რაზდელისელნი ელემენტი – მეტალიკოსე სილფონი; 16 – პატრუბოკ; 17 – ბრატნი კლანე ნაპორნი მაგისტრალნი გიდროტრანსპორტნი ტრუბოპროვდე; 18 – კრეშკა გასიელნი გიდრავლიკოსე მდარე; 19 – პატრუბოკ; 20 ი 21 – ჯადვიკი; 22 – ცილინდრე; 23 – რაზდელისელნი ელემენტი – უპრუგი მეტალიკოსე სილფონი; 24 – პატრუბოკ; 25 ი 26 – პატრუბოკი ჯიე ჯიე ვიკოე ჯიკდოსი; 27 – კრეშკე ჯიე გერმეტიკოსე ჯაკრეტი პატრუბოკი 25 ი 26 ჯიე ჯიე ჯიე უსანოე; 28 – პატრუბოკე ჯიე ილივი რაბოჩე ჯიკდოსე იზ-ჯა რაზრვე რაზრუშაემა პრედოხრანიტელნი მემბრანი 5

После разгрузки системы и затухания колебательного процесса, закрывают задвижку 4 и меняют разорванную предохранительную мембрану 5. Для удобства и облегчения этого процесса корпус делается разъемным, а также предусмотрена задвижка 4 на патрубке 3, задвижки 12 и 13 на патрубке 11 и задвижки 20 и 21 на патрубке 19. Задвижка 4 предотвращает в процессе замены мембраны излив рабочей смеси из трубопровода 2, а остальные задвижки излив вязкой жидкости из полостей А и Б.

В конструкции предусмотрены патрубки 25 и 26 для заполнения соответственно полостей А и Б вязкой жидкостью, которые закрываются крышками 27 герметично. Патрубки 25 и 26 предназначены для заполнения полностью вязкой жидкостью полостей А и Б, патрубков 11 и 19, цилиндров 14 и 22. Это необходимое условие для мгновенной передачи импульсов из трубопровода 2, т.е. для увеличения эффективности и надежности работы устройства. Наличие вязкой жидкости обеспечивает также беспрепятственно перемещение поршня 10 в верхней части корпуса 6.

Использование упругих металлических сильфонов в качестве разделительных диафрагм обусловлено тем, что они выдерживают большие давления, имеют хорошую упругость и достаточно большой ход, хорошо реагируют на нагрузку и меняют характеристик сравнительно незначительно.

Заклучение

Анализ масштаба применения, а также технико-экономического эффекта предложенного устройства для гашения гидравлических ударов в напорных трубопроводных гидротранспортных установках по сравнению с существующими аналогичными устройствами показал, что при сравнительном упрощении конструкции в значительной степени увеличивается эффективность и надежность срабатывания в любом случае их возникновения в магистральном трубопроводе.

Особенно следует отметить, что устройство с одинаковой эффективностью может сработать при возникновении гидравлического удара как с волны пониженного, так и повышенного давления, т.е. при разгрузке гидротранспортной системы в атмосфере.

Литература

1. Makharadze, L. I. (1981). The guide for protection of the pressure hydrotransport systems against water hammers of BCH 01-81. Tbilisi: *Metsniereba*, 151. (in Russian);
 2. Gochitashvili, T. Sh. (1984). The guide for calculation of durability of pipelines of the hydrotransport system and method of its increase in DCH 01-84. Tbilisi: *Metsniereba*, 59. (in Russian);
 3. Makharadze, L. I., Gochitashvili, T. Sh., Sulaberidze, D. G., Alekhin, L. A. (1984). Reliability and longevity of hydrotransport systems. Moscow: *Nedra*, 119. (in Russian);
 4. Makharadze, L. I., Kirmelashvili, G. I. (1986). Nonstationary processes in foreign hydrotransport system and protection from water hammers. Tbilisi: *Metsniereba*, 152. (in Russian);
 5. Makharadze, L. I. (1996). Protection of hydrotransport systems against hydraulic impact. Tbilisi: *Metsniereba*, 150. (in Russian);
 6. Makharadze, L. I., Kirmelashvili G. I. (1997). Hydraulic impact in pipelines at transportation of multiphase hydrimixes. Tbilisi: *Metsniereba*, 232. (in Russian);
 7. Dmitriev, G., Makharadze, L. I., Gochitashvili, T. Sh. (1991). Pressure hydrotransport system. Manual. Moscow: *Nedra*, 304. (in Russian).
 8. Makharadze, L. I., Gochitashvili, T. Sh. Krill, S. I., Smoilovskaya, L. A. (2006). Pipeline hydraulic hydrotransport of solid bulk material. Tbilisi: *Metsniereba*, 350. (in Russian);
 9. Makharadze, L. I. (2020). Classification of causes and conditions of development of nonstationary processes and water hammers in main pipeline hydraulic systems, as well as the motions and means preventing pressure surge. Tbilisi: *Works of GTU*, 1(515), 134-142. (in Russian);
- Makharadze, L. I. and other. (1993). Equipment for protection of the pressure hydrotransport systems against water hammers. Patent of the Russian Federation №1822920 A1. Bull, 23. (in Russian).

UDC 532.595 : 622.648

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-130-136>

მოწყობილობა სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო დანადგარებში ჰიდრავლიკური დარტყმების ჩაქრობისათვის

ლეონ მახარაძე სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: lmakharadze@gtu.ge

რეცენზენტები:

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

E-mail: nor_mol@mail.ru

გ. ტაბატაძე, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი, ემერიტუსი

E-mail: gordatab@mail.ru

ანოტაცია. ნაშრომში განხილულია ახლად დამუშავებული მოწყობილობა სადაწნეო ჰიდროსატრანსპორტო დანადგარებში ჰიდრავლიკური დარტყმების ჩაქრობისათვის, რომელიც შეიცავს განმტვირთავ დამცავ მემბრანას, აგრეთვე მოქნილ დიაფრაგმას, რომელიც მაგისტრალურ მილსადენთან შეერთებულია უკუსარქვლის ორ სხვადასხვა მხარეს და რომელთანაც ქვედა მხრიდან დამაგრებულია გამგლეჯი მოწყობილობა, ხოლო ზედა მხრიდან – ჭოკის საშუალებით ტვირთი, რათა მან ეფექტურად იმოქმედოს ცენტრალურ მილსადენ მაგისტრალში ჰიდრონარევის მოძრაობისას ანუ როდესაც ტრანსპორტირებული ნაკადი შეიცავს მყარი მასალის აბრაზიულ მინარევს. ტვირთი – დგუში, ხისტად არის დაკავშირებული მოქნილ დიაფრაგმასა და გამგლეჯ მოწყობილობასთან და ქმნის ორ ჰერმეტიკულ სივრცეს, რომლებიც შევსებულია ბლანტი სითხით, ამასთანავე, ქვედა სივრცე მაგისტრალური მილსადენისგან იზოლირებულია დრეკადი გამყოფი ელემენტით, რომელიც განთავსებულია უკუსარქვლამდე, ხოლო ზედა სივრცე – დრეკადი გამყოფი ელემენტით, რომელიც განთავსებულია უკუსარქვლის შემდეგ.

საკვანძო სიტყვები: დამცავი მემბრანა; მოქნილი დიაფრაგმა; გამგლეჯი მოწყობილობა; გამყოფი ელემენტი; მყარი ნაწილაკები; მაგისტრალური მილსადენი; უკუსარქველი.

UDC 532.595 : 622.648

SCOPUS CODE 2210

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-130-136>

Equipment for Damping Hydraulic Shocks in Pressure Hydrotransport Facilities

Leon Makharadze

Department of Mining Technology, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 75 M. Kostava str.

E-mail: lmakharadze@gtu.ge

Reviewers:

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

E-mail: nor_mol@mail.ru

G. Tabatadze, Professor, Emeritus, Faculty of Mining and Geology, GTU

E-mail: gordatab@mail.ru

Abstract. Newly developed equipment for damping hydraulic shocks in pressure hydrotransport facilities is reviewed in this article. This equipment includes a discharge, safety diaphragm, as well as a flexible diaphragm, which is connected to the main pipeline at both different ends of the backpressure valve. A rupture disc is attached to it from below and load is attached from above by means of a rod, so that it can efficiently act during movement of hydraulic fluid in the central main pipeline, i.e. when the flow to be transported contains abrasive contaminant of solid material. The load represents a piston, which is rigidly connected to the flexible diaphragm and the rupture disc and creates an airproof space filled with viscous fluid. At the same time, the lower space is isolated from the main pipeline by a flexible separating element before the backpressure valve and the upper space is also isolated by a flexible separating element located after the back pressure valve.

Key words: back pressure valve; flexible diaphragm; main gas pipeline; rupture disc; safety diaphragm; separating element; solid particles.

Дата рассмотрения 31.03.2020

Дата поступления 13.04.2020

Подписано к печати 29.09.2021

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-137-144>

გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასება და ეკოლოგიური უსაფრთხოების პრობლემების გადაწყვეტა მათემატიკური ეკოლოგიის მეთოდების და გეოსაინფორმაციო სისტემის პროგრამების გამოყენებით

- ვერა აზიანიძე** ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0126, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 1
E-mail: verikoabz@mail.ru
- დიმიტრი აზიანიძე** ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0126, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 1
E-mail: dimitri.abz@mail.ru
- ზურაბ კაკულია** ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0126, სოფ. დიღომი, მოციქულთა სწორი წმინდა ნინოს ქ. 1
E-mail: zukakulia@yahoo.com

რეცენზენტები:

მ. მარდაშოვა, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m.mardashova@gtu.ge

ბ. მხეიძე, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: b.mkhheidze@gtu.ge

ანოტაცია. ინდუსტრიის განვითარების და მოსახლეობის რაოდენობის ზრდის პირობებში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს გარემოს დაცვას და ბუნებრივი რესურსების სწორ გამოყენებას. ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის, მონიტორინგისა და მართვისთვის საჭიროა ყველა მისი კომპონენტების ეკოლოგიური, კარტოგრაფიული და სხვა ტიპის ინფორმაციის მოპოვება, გაანალიზება და

საჭიროების შემთხვევაში სწორი გადაწყვეტილების მიღება. არსებობს სხვადასხვა მეთოდი ამ ამოცანის გადასაწყვეტად. სტატიაში მოყვანილია იმ მეთოდის მოკლე აღწერა, რომელიც ჩვენ გამოვიყენეთ მდ. მტკვრის ერთ-ერთი მონაკვეთის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისთვის, კერძოდ, მძიმე მეტალების შემცველობის განსაზღვრა მონაკვეთზე ზაჰესი – წითელი ხიდი. ანტროპოლოგიური ზემოქმედების ხარისხი მდინარეულ წყლებზე შეფასე-

ბული იყო მათემატიკური მოდელირების თანამედროვე მეთოდების და გეოსაინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენებით. ინფორმაციის მათემატიკური დამუშავება შეიცავდა მათემატიკური ეკოლოგიის მთელ სპექტრს, დაწყებული მათემატიკური სტატისტიკიდან – დამთავრებული რთული მოდელით. აგრეთვე გამოყენებული იყო გეოსაინფორმაციო პროგრამების ძირითადი ფუნქციები: ინფორმაციის ორგანიზება, დამუშავება, ანალიზი, შემოწმება, ვიზუალიზაცია და სხვა. შედეგად შეიქმნა მათემატიკური რუკები, რომლებიც ასახავს მძიმე მეტალების კონცენტრაციას და აგრეთვე ცვილებების დინამიკას. შემუშავებული მეთოდი შეიძლება გამოვიყენოთ სხვადასხვა ობიექტის შეფასებისთვის, ამ მეთოდის საშუალებით მარტივად და მცირე ხარჯებით შეგვიძლია ვაწარმოოთ ეკოლოგიური მონიტორინგი.

საკვანძო სიტყვები: მათემატიკა; ეკოლოგია; გარემო; გეოსაინფორმაციო სისტემა.

შესავალი

დღეს უფრო მეტი ყურადღება ექცევა ეკოლოგიურ მდგომარეობას და მის პრობლემებს. კაცობრიობა აღიქვამს იმ კატასტროფების საშიშროებას, რომლებიც შესაძლოა მოჰყვეს არამდგრად ეკოლოგიურ სიტუაციას. ამავე დროს მეცნიერება ვითარდება და მიაღწია ისეთ დონეს, რომ შეუძლია შინაარსობრივად გააანალიზოს ეკოლოგიური სიტუაციები. ეკოლოგიური უსაფრთხოების მართვა არის რთული კომპლექსი, ვინაიდან მასში არ არის დომინირებული პრობლემები. მის მაჩვენებლად შეიძლე-

ბა ჩაითვალოს მოსახლეობის ჯანმრთელობა და სიცოცხლის ხანგრძლივობა. ეკოლოგიური უსაფრთხოების მიღწევა – ეს არის, რა თქმა უნდა, კაცობრიობის უპირველესი ამოცანა. ამ მიზნის განხორციელების მექანიზმია პროგრამულ-ტექნიკური და ინფორმაციული საშუალებების დამუშავება, ადაპტაცია, ანალიზი და პრაქტიკაში დანერგვა. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანია ეკოლოგიური მდგომარეობის (სისტემის) მართვა. ეკოლოგიური მდგომარეობის მათემატიკური მოდელის დამუშავება საშუალებას გვაძლევს შევიშუაოთ სტრუქტურული და ალგორითმული უზრუნველყოფის ძირითადი საკითხები და ამით შესრულდება მოდელირების ძირითადი ამოცანა – ეკოლოგიური სისტემების სიტუაციის ანალიზი, პროგნოზირება და მართვის პრინციპების შემუშავება.

კალმან-მიუსის მოდელის გამოყენებით ვღებულობთ ფილტრაციის ალგორითმებს, რომლებიც გარემოს მდგომარეობას აფასებს ალგორითმის გამოყენება შესაძლებელია ეკოლოგიური მდგომარეობის პროგნოზირებისათვის. ანალიზისთვის გამოვიყენეთ დინამიკური პროგრამირების მოდელი, რომელიც ეფექტურია საწყისი ინფორმაციის ნაკლებობის (არასაკმარისი) შემთხვევაში.

თანამედროვე მათემატიკური ეკოლოგიის და გეოსაინფორმაციო სისტემის სინთეზი საშუალებას გვაძლევს შევქნათ ეკოლოგიური პროცესების მოდელები მინიმალური მონაცემების საშუალებით. შექმნილი მოდელი და მისი ვიზუალიზაცია (რუკები, დიაგრამები, ცხრილები) ხელს გვიწყობს არა მარტო თვალი ვადევნოთ ანტროპოლოგიურ ზეგავლენის ხარისხს, არამედ შევძლოთ მოვლენების პროგნოზირება და პროცესების მართვა

ძირითადი ნაწილი

მათემატიკური მეთოდების გამოყენება ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში გულისხმობს კვლევის ახალი მეთოდებით სარგებლობას [1,2]. მათემატიკური კულტურის ზრდასთან გაიოლებულია გამოთვლის ზოგადი თეორული დებულებებისა და მეთოდების შესწავლა.

კვლევებისათვის აუცილებელია აგრეთვე ამოცანის ამოსავალი ფორმულირების მათემატიკურ ენაზე გადაყვანის გამომუშავება. მნიშვნელოვანია, რომ ეკოლოგმა იცოდეს მათემატიკური აპარატით სარგებლობა. მას უნდა შეეძლოს მრავალრიცხოვან მათემატიკური მეთოდებისა და საშუალებებისგან შეარჩიოს ის მეთოდი, რომელიც საჭიროა მოცემული ამოცანის გადასაწყვეტად და ის სწორად გამოიყენოს. ამისთვის, პირველ რიგში, საჭიროა მათი შესწავლა და განხილვა [2,3]. მათემატიკური ეკოლოგია შედარებით ახალი დარგია, თუმცა მისი შესაძლებლობები და გამოყენების აუცილებლობა უკვე აღიარებულია, შესაბამისად ეკოლოგიურ-მათემატიკური ანალიზი გადაიქცა მეცნიერულ კვლევების მნიშვნელოვან მიმართულებად. ამასთანავე, პრაქტიკაში აღმოჩნდა, რომ მართო მათემატიკური შემეცნება არ კმარა ამა თუ იმ ამოცანის გადასაწყვეტად.

გეოსაინფორმაციო სისტემის სხვადასხვა პროგრამით, მათი საშუალებით და ხერხებით შეგვიძლია ჩავატაროთ მონაცემების ანალიზი, რაც აადვილებს გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის განსაზღვრის, პროგნოზირების და მასზე კომპლექსური ზემოქმედების შეფასების პროცედურების ჩატარებას.

გეოსაინფორმაციო სისტემა შესაძლებელს ხდის მიღებული მონაცემების ვიზუალიზაციის განხორ-

ციელებას. აღსანიშნავია, რომ მონაცემების გაცვლა მათემატიკური მოდელებს და გეოსაინფორმაციო სისტემებს შორის შესაძლებელია იყოს ორმხრივი, მოდელის საწყისი პირობები (მაგალითად, ადგილმდებარეობის კოორდინატები) შეიძლება მივიღოთ გეოსაინფორმაციო სისტემიდან, იგი, თავის მხრივ, აჩვენებს მოდელირების რეზულტატს.

მრავალგანზომილებიანი სტატისტიკური ანალიზი, მათემატიკური ალგორითმები და ლოკალური გეოსაინფორმაციო სისტემა განიხილება როგორც ეკოლოგიური მონიტორინგის კონკრეტული ამოცანების ამოხსნის კომპლექსური საშუალება.

კვლევის მიმდინარეობის დროს გამოვიყენეთ სისტემური ანალიზის მეთოდები [4], მათემატიკური მოდელირების ანალიტიკური მეთოდები [5], მათემატიკური ინდუქციის მეთოდები, ალბათობის თეორიის და მათემატიკური სტატისტიკის მეთოდები [6,7], რომელშიც შედის დიფერენციალური და ალგებრული განტოლების აპარატი. შემდეგ შეიქმნა ეკოლოგიური მდგომარეობის და პროცესების მათემატიკური იმიტაცია და, რაც მთავარია, აღსანიშნავია, რომ ამ მეთოდით მოდელის აგება მკვიდრდება მინიმალურ მონაცემებზე (საშუალებას გვაძლევს ავიცილოთ შრომატევადი და ძვირადღირებული სამუშაოების ჩატარება.)

იმისთვის, რომ ეკოლოგიაში გამოვიყენოთ მათემატიკა, საჭიროა ჯერ ავაგოთ შესასწავლი პროცესის მოდელი, შემდეგ შევქმნათ შესაბამისი მათემატიკური აპარატი, რომლის მეშვეობით ჩავატარებთ პროცესების ანალიზს და ამ ანალიზის საფუძველზე ჩამოვაყალიბოთ პროგნოზი და შევიმუშაოთ მართვის პრინციპები [8,9].

მდინარის ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფა-

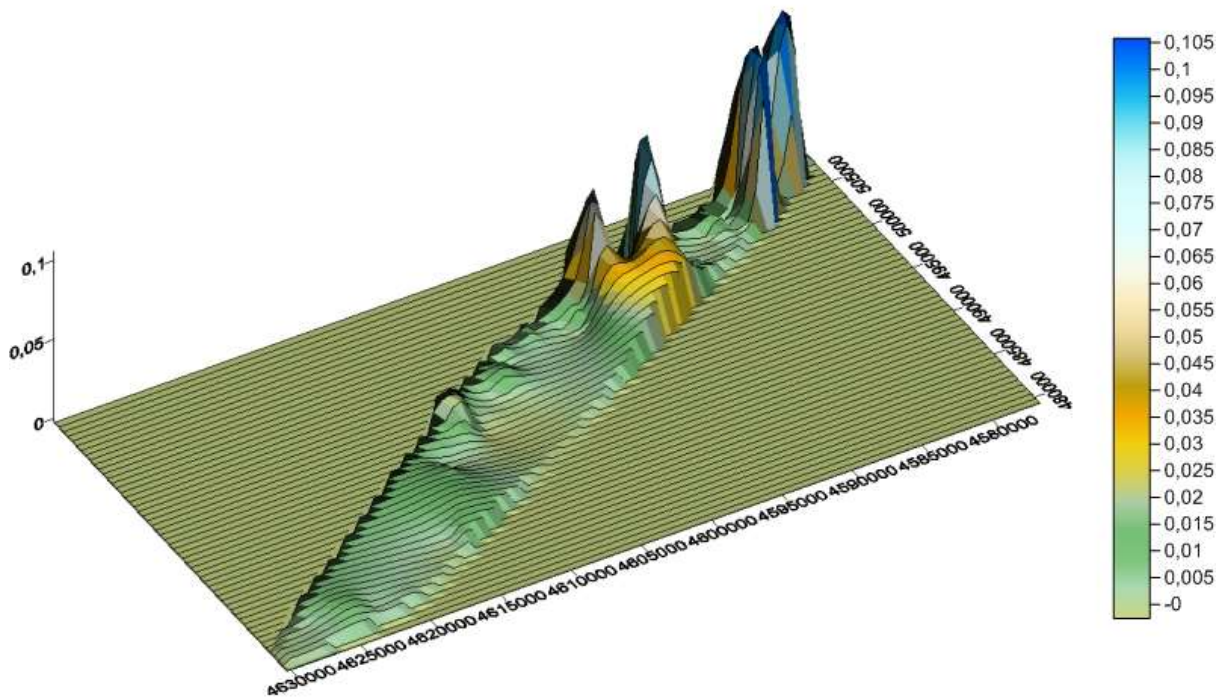
სებისთვის და წყლის შემადგენლობის და ტექნოლოგიური ცვლილებების გამოვლენისთვის, აღებული იყო სინჯები სამონიტორინგო წერტილებში სხვადასხვა პერიოდში [10]. მასალების დამუშავების ეტაპზე თითოეულ ელემენტზე განხორციელდა შედარებითი ანალიზი სტიუდენტის – კრიტერიუმის საფუძველზე, სიტუაციის მათემატიკური მოდელი აიგო რელიეფის ციფრული მოდელის და რიგი თემატური რუკების საფუძველზე. დამუშავებული დიფერენციალური განტოლების სისტემების მეშვეობით ნებისმიერ წერტილში შეგვიძლია განვსაზღვროთ წყლის დაბინძურების ხარისხი.

კვლევისთვის გათვალისწინებულია გეოსაინფორმაციო ანალიზის ყველა ეტაპების შესრულება: საჭირო ინფორმაციის მოპოვება, ექსპედიციები, თემატური კარტოგრაფია, საარქივო და ფონდური მასალების მოპოვება, ინფორმაციის პირველადი დამუშავება და სტრუქტურირება, მონაცემთა ბაზის შექმნა, შევსება, რედაქტირება, სტატისტიკური ანალიზი, მონაცემთა ლოგიკური ორგანიზაციის შერჩევა, ნაკლული მონაცემთა ინტერპოლაცია და ექსტრაპოლაცია, პროცესის კანონზომიერების ანალიზი, ტრენდების და სანდო ინტერვალების გამოვლენა. ბოლო ეტაპია ეკოსისტემის კარტოგრაფიული მოდელირება, შემოწმება, კანონზომიერების გამოვლენა და პროგნოზირება. კვლევებში გამოყენებული იყო სივრცული ანალიზის მთელი რიგი მეთოდები. კვლევის განმავლობაში მეთოდების და ტექნოლოგიების გარდა შეიქმნა მუდმივ რეჟიმში შევსებადი გეოინფორმაციული კატალოგი, რომლის ნაწილია გეომონაცემთა ბაზა, მასში დაცული სხვადასხვა სახის ინფორმაცია: ტოპორუკები, შექმნილი რასტრული და ვექტორული რუკები, კვლევის შედეგები, ინფორმაცია ტერიტორიის მდგომარეობაზე (მოდელი) და ა.შ.

ასეთი მეთოდოლოგიით და მისი ტექნიკური რეალიზაციით შესაძლებელია მოთხოვნისამებრ განვახორციელოთ ანგარიში ახალი მონაცემებით, ოპერატიულად მოვამზადოთ დაზუსტებული ინფორმაცია, შევასრულოთ მისი ვიზუალიზაცია სხვადასხვა სახით. ამდგავარად, კვლევების განხორციელება ხდება ოთხი აუცილებელი კომპონენტით: ნორმატიული ბაზა, მონიტორინგული დაკვირვების მონაცემთა ბაზა, მათემატიკური დამუშავების მეთოდები, რომელიც შეიცავს მთელ სპექტრს, დაწყებული ელემენტარული სტატისტიკიდან, დამთავრებული რთული მოდელით და სივრცული ანალიზით და ვიზუალიზაციით – სრული ფუნქციონადი გეოინფორმაციული სისტემა

მაგალითად, შეგვიძლია მოვიყვანოთ ყველა ეტაპების შესრულების და მონაცემების მათემატიკური დამუშავების შემდეგ მდ. მტკვრის ერთ-ერთ მონაკვეთზე მძიმე მეტალების კონცენტრაციის ამსახველი რუკა, რომელიც აგებულია Surfer – ში. ვიზუალიზაციისთვის გამოვიყენეთ ორი მეთოდის სინთეზი Contour Map და 3D Surface (სურათი).

სურათი 1. მდ. მტკვრის ერთ-ერთ მონაკვეთზე მეტალების კონცენტრაციის რუკა



დასკვნა

როგორც სახელმწიფო, აგრეთვე, ორგანიზაციები, და კომპანიები იმაში დაინტერესებულია რომ მიაღწიონ მაღალ ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას. ამასთანავე აკონტროლონ თავიანთი ზემოქმედება გარემოზე, აწარმოოს სწორი ეკოლოგიური პოლიტიკა. ორგანიზაციები ეკოლოგიურ ანალიზს და აუდიტებს იმისათვის ატარებს, რომ შეაფასოს თავიანთი უსაფრთხოება და ღონისძიებების ეფექტიანობა. მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ეფექტიანობა შეიძლება მიღწეულ იქნეს იმ შემთხვევაში, თუ ჩატარებული ანალიზი და აუდიტი ქმედითუნარიანი იქნება ანუ შეესაბამება რეალ მდგომარეობას. ორგანიზაციებმა

პერიოდულად უნდა გააანალიზოს, შეაფასოს ეკოლოგიური სიტუაცია და მათი ანტროპოლოგიური ზემოქმედება გარემოზე იმისთვის, რომ საჭიროებისამებრ მოახდინოს მასზე ზემოქმედება და უზრუნველყოს ეკოლოგიური უსაფრთხოება.

ზემომოხსენებული მეთოდი შეიძლება გამოიყენოს ყველა ტიპის ორგანიზაციამ და მარტივად აწარმოოს ეკოლოგიური მონიტორინგი, როგორც დროის ნებისმიერ პერიოდში, აგრეთვე ნებისმიერ მონაკვეთზე, რაც იქნება გარანტი დროული და საჭირო ზომების მიღების ეკოლოგიური ბალანსის შესანარჩუნებლად.

ლიტერატურა

1. Abzianidze, D., Tabatadze, G., Managadze, R., Abzianidze, V., Inanashvili, N. (2015). Thinking of mathematicians about the ecology and its problems. Georgia, Tbilisi: *Social Economics. XXI century's actual problems, January-February*, 273-275. (in Russian);
2. Abzianidze, D., Managadze, R., Poporadze, N., Tabatadze, G. (2015). The use of methods of mathematical ecology for solving problems of environmental protection. Georgia, Tbilisi: *Georgian Technical University*. (in Georgian);
3. Abzianidze, V., Abzianidze, D., Managadze, R. (2018). On efficiency of application of elements of higher mathematics for the solution of practical tasks of ecological systems safety. Georgia, Tbilisi: *Works of GTU, 4(510)*, 117-125 (in Russian);
4. Poporadze, N., Abzianidze, D., Dvali, M., Meskhishvili, T. (2010). Significance of mathematical ecology in the protection of ecologic systems safety. Georgia, Tbilisi: *Transaction International Scientific Conference*, 242-244. (in English);
5. Abzianidze, D., Tabatadze, G., Khudadze, N. (2013). About use of mathematical modeling in environmental protection. Georgia, Tbilisi: *Georgian Technical University, Business-Engineering, (2)*, 195-197. (in Georgian);
6. Abzianidze, D., Managadze, R. (2014). Application of Kalman-Buss model in processing of observation results of river water conditions. Georgia, Tbilisi: *Georgian oil and gas, (29)*, 17-20. (in Russian);
7. Abzianidze, D., Managadze, R., Abzianidze, V. (2015) Application of Kalman filtering during estimation of river water state according to discrete observations. Georgia, Tbilisi: *Georgian oil and gas, (30)*, 108-111. (in Russian);
8. Poporadze, N., Abzianidze, D., Dvali, M. (2010). About problems of ecological security and optimization management of ecological sytem. Georgia, Tbilisi: *Transactions of Georgian Technical University, 2, (476)*, 59-63. (in Russian);
9. Abzianidze, D., Managadze, R., Abzianidze, V. (2016). Application of dynamic programming model for solving practical problems of ecological systems security. Georgia, Tbilisi: *Georgian oil and gas, (31)*, 79-82 (in Russian)
10. Poporadze, N., Abzianidze, D., Dvali, M., Meskhishvili, T. (2010). Efficiency of ecological monitorings in case of the pollution of river Mtkvari by heavy metals. Georgia, Tbilisi: *Transactions Georgian Technical University, 3 (477)*, 17-21 (in Georgian).

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-137-144>

Assessing the Ecological Condition of the Environment and Solving the Problems of Ecological Safety Using Mathematical Ecology Methods and Geoinformation System Programs

- Vera Abzianidze** Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0126, Tbilisi, Dighomi Village, 1 Motsikulta Stsori Nino str.
E-mail: veriko_abz@mail.ru
- Dimitri Abzianidze** Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0126, Tbilisi, Dighomi Village, 1 Motsikulta Stsori Nino str.
E-mail: dimitri.abz@mail.ru
- Zurab Kakulia** Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgian Technical University, Georgia, 0126, Tbilisi, Dighomi Village, 1 Motsikulta Stsori Nino str.
E-mail: zukakulia@yahoo.com

Reviewers:

B. Mkheidze, Chief Researcher, Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, GTU

E-mail: b.mkhheidze@gtu.ge

M. Mardashova, Professor, Faculty of Mining and Geology, CTU

E-mail: m.mardashova@gtu.ge

Abstract. With the intensive development of industry and population growth, environmental protection and the correct use of natural resources are of great importance. For a proper assessment, monitoring and management of the environmental situation, it is necessary to possess cartographic, environmental and other information about all its components, analyze this information and make the right decisions. There are various ways to solve this problem. The article provides a brief description of the method that we applied to assess the ecological state in one of the sections of the Mtkvari (Kura), in particular, the content of heavy metals in the waters of the Mtkvari (Kura) River in the Zagesi – Red Bridge section. The degree of anthropogenic impact was assessed by methods of mathematical modeling and modern technologies of the geographic information system. In the mathematical processing of information, a whole range of mathematical modeling tools were used - starting with mathematical statistics and ending with a complex model. The main functions of the geographic information system were also used: information organization, its processing, analysis, verification, visualization, and etc. As a result, thematic maps were created, that clearly show the degree of pollution of the river section, as well as the dynamics of changes in the concentration of heavy metals.

This method can be used for environmental assessment of various objects. With its help, it is possible to carry out environmental monitoring simply and at low cost.

Key words: ecology; environment; GIS; mathematics.

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-137-144>

Оценка экологического состояния окружающей среды и решение проблем экологической безопасности с использованием методов математической экологии и программ геоинформационных систем

Вера Абзианидзе	Институт гидрогеологии и инженерной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0126, Тбилиси, село Дигоми, ул. Св. Нины 1 E-mail: veriko_abz@mail.ru
Димитрий Абзианидзе	Институт гидрогеологии и инженерной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0126, Тбилиси, село Дигоми, ул. Св. Нины 1 E-mail: dimitri.abz@mail.ru
Зураб Какулия	Институт гидрогеологии и инженерной геологии, Грузинский технический университет, Грузия, 0126, Тбилиси, село Дигоми, ул. Св. Нины 1 E-mail: zukakulia@yanhoo.com

Рецензенты:

Б. Мхеидзе, Главный научный сотрудник Института гидрогеологии и инженерной геологии ГТУ
E-mail: m.mardashova@gtu.ge

М. Мардашова, профессор горно-геологического факультета ГТУ
E-mail: b.mkhheidze@gtu.ge

Аннотация. В условиях интенсивного развития индустрии и роста населения большое значение принимают защита окружающей среды и правильное использование природных ресурсов. Для правильной оценки, мониторинга и управления экологической ситуацией необходимо владеть картографической, экологической и другой информацией о всех её компонентах, анализировать эту информацию и принимать правильные решения. Существуют разные пути решения этой проблемы. В статье приведено краткое описание метода, которой мы применили для оценки экологического состояния на одном из участков реки Кура, в частности, содержание тяжелых металлов в водах реки Кура на участке Загеси – Красный мост. Степень антропогенного воздействия оценивалась методами математического моделирования и современными технологиями геоинформационной системы. При математической обработке информации применялся целый спектр средств математического моделирования, начиная с математической статистики и кончая сложной моделью. Также были использованы основные функции геоинформационной системы: организация информации, её обработка, анализ, проверка, визуализация и др. В результате были созданы тематические карты, которые наглядно показывают степень загрязнения участка реки, а также динамику изменения концентрации тяжелых металлов.

Данный метод можно использовать для экологической оценки разных объектов. С его помощью можно просто и с малыми затратами производить экологический мониторинг.

Ключевые слова: геоинформационная система; математика; окружающая среда; экология.

განხილვის თარიღი 10.08.2020

შემოსვლის თარიღი 18.03.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-145-151>

Применение математических методов при решении практических задач по охране окружающей среды

- რუსუდან მანაგაძე** Департамент технологий газа и нефти. Грузинский технический университет, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. М. Костава 75.
E-mail: r.managadze@gtu.ge
- ვერა აბზიანიძე** Институт гидрогеологии и инженерной геологии, Грузия, Тбилиси, 0159, село Дигоми, ул. Св. Нины 1
E-mail: veriko_abz@mail.ru
- დმითრი აბზიანიძე** Институт гидрогеологии и инженерной геологии, Грузия, Тбилиси, 0159, село Дигоми, ул. Св. Нины 1
E-mail: dimitri.abz@mail.ru

Рецензенты:

М. Мардашова, профессор горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: m_mardashova@gtu.ge

В. Хитаршвили, профессор горно-геологического факультета ГТУ

E-mail: v.khitarishvili@gtu.ge

Аннотация. Вопрос об эффективности применения математических методов при анализе экологических процессов авторы данной статьи рассматривали в четвертом номере данного журнала за 2018 г. В предложенной статье авторы продолжают развивать эту идею, рассматривая на этот раз взаимодействие человека с окружающей средой. Основное внимание авторов сосредоточено на том, чтобы показать важную роль математики в взаимодействии человека с окружающей средой.

Известно, что антропогенные объекты (населенные пункты, различные промышленные предприятия, транспорт и др.) в результате своего функционирования оказывают на человека разного рода воздействия. Для изучения этих процессов возникает

необходимость в развитии наук, чтобы прогнозировать состояние окружающей среды и управлять процессами экологического равновесия в геологической среде, между природой и техносферой (техногенной деятельностью людей).

В изучении этих процессов математикам отводится решающая роль. Однако, предмет исследования неизменно сложен, т.к изучение требует объединения взаимосвязанных между собой процессов самой разнообразной природы.

Заметим, что и организация этих исследований очень трудна, т.к. изучение антропогенного влияния человека на окружающую среду требует объединения деятельности целого ряда специалистов самых разных сфер. Специалистом-интерпретатором, способным создать общий язык исследований в этих условиях, оказывается математик.

Таким образом, математические теории возникли естественным путем в процессе изучения окружающего мира; математические теории являются необходимой составной частью нашего представления о мире.

Ключевые слова: модель; окружающая среда; разностная схема; экологические процессы.

Введение

Проблемы окружающей среды носят системный характер и являются главной заботой человека. Следовательно, для сохранения экологического равновесия в природе возникает необходимость применения, так называемого, системного подхода [1].

Системный подход представляет собой весьма эффективное решение сложных проблем, обычно, недостаточно четко сформулированных.

На начальном этапе мы можем наметить некоторые задачи, исходя из общих принципов системного подхода. Мы можем выявить и описать системные характеристики и связи с совокупностью объектов, взаимодействующих с окружающей средой, саму окружающую среду, условия взаимодействия объектов, а также прогнозировать развития процессов.

На последующих этапах анализа предполагается изучение возможности снижения отрицательных последствий взаимодействий за счет улучшения технологий производства и создания альтернативных процессов и управления всем комплексом мероприятий [2].

Любые методы системного подхода опираются на математическое описание экологических процессов.

Построение математической модели является основой системного подхода.

Математическое моделирование заключается в переводе, так называемого, «реального мира» на язык математики, что позволит нам получить более точное представление о его наиболее существенных свойствах и предсказать будущие события. Это обстоятельство отражает термин «математическое моделирование» [3].

Практическими задачами моделирования являются, во-первых, анализ экологических процессов, во-вторых – экологическое прогнозирование, в-третьих – выработка управленческих решений.

Модели, описывающие экологические процессы, являются нестационарными, т.к. параметры, входящие в модель, изменяются во времени. Численное интегрирование таких моделей осуществляется с помощью конечных разностей или метода сеток [4].

Основная часть

Цель статьи – научить экологов обращению с подобными моделями. Задача, решаемая в статье, не является особенно трудной с точки зрения математики, во всяком случае, она не представляет «проблему». Важно, чтобы экологи поняли, как им действовать в подобных случаях.

Для наглядности рассматривается простейшая модель взаимодействия производства с окружающей средой. Это объясняется тем, что всякую модель со сложной структурой всегда можно заменить (при определенных допущениях) упрощенной приближенной моделью [5].

Модель, характеризующая загрязненность окружающей среды, может быть записана в виде:

$$\dot{x}(t) = q(t) - \varphi(x) \quad (1)$$

где $x(t)$ – характеризует качество среды;

$\varphi(x)$ – естественная очистка;

$q(t)$ – загрязняющие окружающую среду вещества.

По данным Всемирной организации здравоохранения здоровье человека на 18-40% зависит от состояния окружающей среды.

Для простоты допустим, что

$$\varphi(x) = z \cdot x(t) \quad (2)$$

где z – коэффициент пропорциональности.

Величина $q(t)$ зависит как от количества продукции ($p(t)$), выпускаемой производством, так и от затрат предприятия на совершенствование технологий ($v(t)$):

$$q(t) = f[p(t), v(t)]$$

Величина q находится в прямой зависимости от количества продукции, выпускаемой производством

и в обратной от $v(t)$, т.е. с увеличением $v(t)$, $q(t)$ уменьшается.

$$\text{Итак, } q(t) = \frac{a \cdot p(t)}{b \cdot v(t)} \quad (3)$$

где, а и b – коэффициенты пропорциональности.

Количество продукции, выпускаемое производством, определяется объемом используемых ресурсов (основных и оборотных фондов $\Phi(t)$) и количеством рабочей силы:

$$p(t) = f[\Phi(t), L]$$

Функция $p(t)$ носит название производственной функции. Производственная функция – это экономико-математическое уравнение, которое связывает переменные величины затрат (ресурсов) с величиной продукции (выпуска).

Наиболее широкое распространение получила функция Кобба-Дугласа, которая для рассматриваемого случая имеет вид [7]:

$$p(t) = \alpha \Phi^k(t) L^{k-1} \quad (4)$$

$$0 < k < 1$$

где α и k – некоторые характеристики производства.

Проведем иллюстрированный расчет для предельно простой ситуации, когда $k = 1$, тогда на основании (4):

$$p(t) = \alpha \cdot \Phi(t) \quad (5)$$

Подставляя (2) и (3) в (1) с учетом (5), получим:

$$\dot{x}(t) = -zx(t) + y(t) \quad (6)$$

где $y(t) = \frac{a}{b} \alpha \frac{\Phi(t)}{y(t)}$

Запишем дифференциальное уравнение (6) в виде символического равенства

$$L \cdot x = f \quad (7)$$

где $L(x) \equiv \dot{x}(t) + zx(t); f = y(t)$

Как уже было сказано, на практике такое уравнение решается численно с помощью метода сеток или метода конечных разностей.

Рассчитаем модель на интервале времени $0 \leq t \leq T$. Предполагаем, что момент времени $t=0$ – это момент, когда производство начинает функционировать, T – время функционирования.

Для приближенного решения (6) уравнения разобьем отрезок времени $(0, T)$ последовательностью точек $0=t_0 < t_1 < \dots < t_n = T$ на N интервалы длительностью h так, чтобы h принимал малые положительные значения. Совокупность точек деления составляет

сетку. Точка деления $t_n = nh$ – узлы сетки. Функцию, определенную в узлах сетки, называют сеточной функцией.

На каждом интервале времени (t_{n-1}, t_n) уравнение (6) представляет собой дифференциальное уравнение с постоянными параметрами ввиду малости интервалов. Поэтому, рассматриваемое уравнение решается с помощью традиционных точных методов [8]. Его решение на каждом интервале (t_{n-1}, t_n) с учетом начального условия $x(t)_{t=t_{n-1}} = x(n-1)$ имеет вид:

$$x(n) = e^{-z(t_n - t_{n-1})} x(n-1) + \frac{y}{z} [1 - e^{-z(t_n - t_{n-1})}]$$

принимая во внимание, что $h = t_n - t_{n-1}$, получим:

$$x(n) = sx(n-1) + \beta(1-s), \quad (8)$$

где $s = e^{-zh}, \beta = \frac{y}{z}$

Пользуясь рекуррентной формулой (8), находим:

$$x(n) = s^n x(0) + \beta(1-s) \sum_j^n s^{j-1} \quad (9)$$

Исследуем ее свойства на устойчивость и сходимость.

Обозначим через

$$L_h x^h = f^h \quad (10)$$

разностную схему для приближенного вычисления x дифференциального уравнения (6).

Назовем разностную схему (10) с линейным оператором L_h устойчивой, если при любом f^h уравнение (10) имеет единственное решение x^h , которое удовлетворяет неравенство [9]:

$$\|x^{(h)}\| \leq C \|f^{(h)}\|,$$

где C – некоторая постоянная, не зависящая от h , $\| \cdot \|$ – норма.

Это вытекает непосредственно из рекуррентной формулы (9).

Теперь исследуем на устойчивость неоднородную схему (8).

Для её устойчивости достаточно чтобы все S удовлетворяли оценку $\|S\| \leq 1$, что очевидно.

Схему (8) назовем равномерно устойчивой по начальным данным, если для решения однородного уравнения $x(n) = Sx(n-1)$, выполняется оценка [9] $\|x(n)\| \leq c_0 \|x(j)\|$, для всех $0 \leq j \leq n$, где c_0 постоянная, независимая от h .

Рассмотрим схему $x(n) = Sx(n-1)$, тогда $\|x(n)\| \leq \|S\| \|x(n-1)\|$, но $\|S\| \leq 1$, поэтому, $\|x(n)\| \leq \|x(n-1)\|$ или $\|x(n)\| \leq \|x(0)\|$.

Таким образом, требование равномерной устойчивости выполнено.

Схему (8) назовем устойчивой по правой части, если:

$$\|x(n)\| \leq c_0 \|\beta(1-S)\|$$

Из равномерной устойчивости по начальным данным следует её устойчивость по правой части.

Построенная схема является корректной (корректно поставленной), т.к.

при достаточно малом h :

1. решение заданного дифференциального уравнения существует и единственное при любых начальных условиях и заданных правых частях;
2. существуют такие постоянные M_1 и M_2 , не зависящие от h , начальных условий, а также от правых частей, что при любых x справедлива оценка

$$\|x(n)\| \leq M_1 \|x(0)\| + M_2 \|\beta(1-S)\| \quad (11)$$

В неравенстве (11) выражена непрерывная зависимость решения от выходных данных. Это свойство называется устойчивостью.

Рассмотрим вопрос об оценке близости решения разностной схемы (10) к решению дифференциального уравнения (7).

Будем считать, что решение разностной схемы (10) равномерно сходится к решению задачи (7), если $\lim_{h \rightarrow \infty} \|x^{(h)} - x\| = 0$

Из курса математического анализа известно [10], что для того, чтобы $x^{(h)}$ равномерно сходилась к x , необходимо и достаточно $\|[(n+1) - x(n)] \rightarrow 0$

Имеем:

$$\begin{aligned} \max_n [x(n+1) - x(n)] &\leq \\ &\leq \max_n [(S^{n+1} - S^n)x(0)] + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+ \max_n \left| \beta(1S) \left[\sum_{j=1}^{n+1} S^{j-1} - \sum_{j=1}^n S^{j-1} \right] \right| \leq \\ &\leq \max_n |S^n(S-1) - x(0)| + \max_n |\beta(1-S)S^{n+1}| \end{aligned}$$

При достаточно малых значениях h оба слагаемых стремятся к нулю.

Если норму определим равенством $\|x(n+1) - x(n)\| = \max_n |x(n+1) - x(n)|$,

то получим:

$$\|x(n+1) - x(n)\| \rightarrow 0$$

Заключение

В заключительной части статьи покажем, что последовательность $x^{(h)}$ может сходиться по h только к одному элементу – решению уравнения (6).

Пусть существуют два предельных элемента x_1 и x_2 , $x_1 \neq x_2$, к каждому из которых сходится $x^{(h)}$, так, что

$$\lim_{h \rightarrow \infty} \|x^{(h)} - x_1\| = \lim_{h \rightarrow \infty} \|x^{(h)} - x_2\| = 0$$

Покажем, что $x_1 = x_2$. Для этого рассмотрим разность

$$x_1 - x_2 = (x_1 - x^{(h)}) + (x^{(h)} - x_2)$$

и воспользуемся неравенством треугольника

$$\|x_1 - x_2\| \leq \|(x_1 - x^{(h)}) + (x^{(h)} - x_2)\|$$

Переходя к пределу при $h \rightarrow \infty$ и учитывая сходимость $x^{(h)}$ к x_1 и x_2 , получим $\|x_1 - x_2\| = 0$, т.е. $x_1 = x_2$.

Таким образом, мы показали, что последовательность $x^{(h)}$ по h сходится к одному элементу.

Литერატურა

1. Abzianidze, V., Abzianidze, D., Managadze, R. (2018). On efficiency of application of elements of higher mathematics for the solution of practical tasks of ecological systems safety. *Works of GTU*, 4(510), 117-125. (In Russian);
2. Abzianidze, D., Tabatadze, G., Managadze, R., Abzianidze, V., Inanashvili, N. (2015). Thinking of mathematicians about the ecology and its problems. *Social Economy. Actual Problems of the XXI Century, January-February*, 273-275. (In Russian);
3. Abzianidze, D., Tabatadze, G., Khudadze, N. (2013). About use of mathematical modeling in environmental protection. *Business-Engineering*, 2, 195-197 (In Georgian);
4. Abzianidze, D., Tabatadze, G., Managadze, R., Poporadze, N. (2015). *The use of methods of mathematical ecology for solving problems of environmental protection*. Georgia, Tbilisi: Georgian Technical University. (In Georgian);
5. Abzianidze, D. (1990). Abstract of dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Ukraine, Kiev: KPI. (In Russian);
6. Poporadze, N., Abzianidze, D., Dvali, M., Meskhishvili, T. (2012). Application of mathematical methods in medical ecology. *Works of GTU*, 1(483), 54-58. (In Russian);
7. Terekhov, L. (1974). Production functions. Moscow: *Science*. (In Russian);
8. Pontriagin, L. (1974). Ordinary differential equations. Moscow: *Science*. (In Russian);
9. Somarski. Theory of difference scheme. Moscow: *Science*. (In Russian);
10. Korn, G., Korn, T. Math reference book. Moscow: *Science*. (In Russian).

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-145-151>

მათემატიკური მეთოდების გამოყენება გარემოს დაცვის პრაქტიკული ამოცანების გადასაწყვეტად

- რუსუდან მანაგაძე** ნავთობისა და გაზის ტექნოლოგიების დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 75
E-mail: r.managadze@gtu.ge
- ვერა აბზიანიძე** ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფელი დილომი, წმინდა ნინოს ქუჩა #1
E-mail: veriko_abz@mail.ru
- დიმიტრი აბზიანიძე** ჰიდროგეოლოგიისა და საინჟინრო გეოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი, 0159, სოფელი დილომი, წმინდა ნინოს ქუჩა #1
E-mail: dimitri.abz@mail.ru

რეცენზენტები:

მ. მარდაშოვა, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: m_mardashova@gtu.ge

ვ. ხიტარიშვილი, სტუ-ის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: v.khitarishvili@gtu.ge

ანოტაცია. მათემატიკური მეთოდების გამოყენების ეფექტურობაზე, გარემოს ეკოლოგიური პროცესების ანალიზისას, სტატის ავტორები საუბრობდნენ მოცემული ჟურნალის 2018 წლის გამოცემის მე-4 ნომერში. ამჯერად, ნაშრომში ავტორები განიხილავენ და ყურადღებას ამახვილებენ მათემატიკის მნიშვნელოვან როლზე უშუალოდ ადამიანისა და გარემოს ურთიერთქმედების პროცესების განხილვისას.

ცნობილია, რომ ანთროპოგენური ობიექტები (დასახლებული პუნქტები, სამრეწველო დაწესებულებები, ტრანსპორტი და სხვ.) თავიანთი ფუნქციონირების შედეგად სხვადასხვაგვარ ზემოქმედებას ახდენს როგორც გარემოზე ასევე ადამიანზე. ამ პროცესების შესასწავლად, იმისათვის, რომ მოხდეს გარემოს მდგომარეობის შეფასება და ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნება, საჭიროა ერთმანეთთან დაკავშირებული, მაგრამ სრულიად განსხვავებული პროცესების გაერთიანება. ამ პრობლემის გადაწყვეტა საკმაოდ რთულია და მოითხოვს სხვადასხვა დარგის სპეციალისტთა მოღვაწეობის შედეგების გაერთიანებას, საერთო ენის მოძებნას, რასაც კარგად ახერხებს მათემატიკა.

ამგვარად, გარემოს შესწავლის პროცესში ბუნებრივად შემოვიდა მათემატიკური თეორიები და მეტიც, მათემატიკური თეორიები განუყოფელი ნაწილია სამყაროზე ჩვენი წარმოდგენების ასახსნელად და გადმოსაცემად.

საკვანძო სიტყვები: გარემო; ეკოლოგიური პროცესები; მოდელი; სხვაობითი სქემები.

UDC 502.7

SCOPUS CODE 2303

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-145-151>

Application of Mathematical Methods in Solving Practical Problems of Environmental Protection

- Rusudan Managadze** Department of Oil and Gas Technology, Georgian Technical University, Tbilisi, 0160, Georgia, 75 M. Kostava str.
E-mail: r.managadze@gtu.ge
- Vera Abzianidze** Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgia, 0126, Tbilisi, Digomi Village, 1 Tsminda Nino str.
E-mail: veriko_abz@mail.ru
- Dimitri Abzianidze** Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Georgia, 0126, Tbilisi, Digomi Village, 1 Tsminda Nino str.
E-mail: dimitri.abz@mail.ru

Reviewers:

- M. Mardashova**, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: m_mardashova@gtu.ge
- V. Khitarishvili**, Professor, Faculty of Mining and Geology, GTU
E-mail: v.khitarishvili@gtu.ge

Abstract. The authors of this article considered the question of the effectiveness of the application of mathematical methods in the analysis of ecological processes in the fourth issue of this journal for 2018.

In the proposed article, the authors continue to develop this idea, considering the interaction of a person with the environment this time. The authors' main attention is focused on showing the important role of mathematics in human interaction with the environment.

It is known that anthropogenic objects (settlements, various industrial enterprises, transport, etc.), as a result of their functioning, have different kinds of effects on a person. To study these processes, there is a need for the development of sciences in order to predict the state of the environment and manage the processes of ecological balance in the geological environment, between nature and the technosphere (technogenic activities of people).

Mathematicians play a decisive role in the study of these processes. However, the subject of research is invariably difficult, because the study requires the unification of interrelated processes of the most diverse nature. Note that the organization of these studies is very difficult, because the study of the anthropogenic influence of man on the environment requires combining the activities of a number of specialists in various fields. A specialist-interpreter, capable of creating a common language of research in these conditions, turns out to be a mathematician.

Thus, mathematical theories arose naturally in the process of studying the surrounding world; mathematical theories are an essential part of our understanding of the world.

Key words: difference scheme; environment; ecological processes; model.

Дата рассмотрения 15.05.2021

Дата поступления 15.06.2021

Подписано к печати 29.09.2021

UDC 347.21.3

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-152-167>

**დასაქმებულის უფლება შრომითი ურთიერთობის პროცესში შექმნილ გამოგონებაზე
(ქართულ - გერმანული საპატენტო კანონმდებლობის შესაბამისად)**

- მირანდა გურგენიძე** კერძო სამართლის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: jkhu
- თამაზ ურთმელიძე** კერძო სამართლის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 77
E-mail: man

რეცენზენტები:

- ც. გლოველი**, სტუ-ის სამართლისა და საერთაშორისო ურთიერთობების ფაკულტეტის პროფესორი
E-mail: gloveli99@mail.ru
- ნ. ხარიტონაშვილი**, გურამ თავართქილაძის უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
E-mail: nkharitonashvili@gmail.com

ანოტაცია. შემოქმედებით საქმიანობა, რომელიც სრულდება ინტელექტუალური საკუთრების ობიექტების შექმნით, მეტწილად ხორციელდება სხვადასხვა კერძო სექტორში დასაქმებული პირებისა ან უმაღლეს საგანმანათლებლო / კვლევით ინსტიტუტებში მოღვაწე მეცნიერი თანამშრომლების მიერ.

აქედან გამომდინარე აქტუალობას არ კარგავს საკითხი, იმასთან დაკავშირებით, თუ ვინ არის ინტელექტუალური საკუთრების ობიექტის (გამო-

გონების) მესაკუთრე, დასაქმებული/გამომგონებელი, რომლის უშუალო მონაწილეობით და ინტელექტუალური შრომის გამოყენებით შეიქმნა ობიექტი, თუ დამსაქმებელი, რომლის მატერიალურ ტექნიკური ბაზის, გამოცდილების და სხვა რესურსის გამოყენებით შეესხა ხორცი გამოგონებას.

საქართველო მიეკუთვნება კონტინენტალური, ანუ რომანულ-გერმანული სამართლის სისტემას. თანამედროვე ქართულმა ინტელექტუალური საკუთრების სამართალმა განვითარების მეტად საინტერესო გზა განვლო დამოუკიდებლობის აღდგე-

ნის დღიდან, საქართველომ ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებად დაისახა ინტელექტუალური საკუთრების დაცვის ეროვნული სისტემის შექმნა, რაც აისახა კიდევ ქვეყნის კონსტიტუციასა და შესაბამის საკანონმდებლო აქტებში. აღსანიშნავია, რომ საქართველო პირველი ქვეყანაა ყოფილი საბჭოთა რესპუბლიკებიდან, რომელმაც 1992 წელს ჩამოაყალიბა ეროვნული საპატენტო უწყება. (12.246)

წარმოდგენილ სტატიაში ავტორების ყურადღება გამახვილებულია ქართული და გერმანული საპატენტო სამართლის იმ ძირითად რეგულაციებზე, რომლებიც აწესრიგებენ დასაქმებულთა მიერ შექმნილ გამოგონებაზე საკუთრების უფლებას. როგორც ცნობილია, საქართველოში აღნიშნული საკითხი „საპატენტო კანონითა“ გადაწყვეტილი, მაშინ როდესაც გერმანიაში საპატენტო კანონის გარდა, მოქმედებს „დასაქმებულთა გამოგონების შესახებ“ აქტი.

სამეცნიერო სტატია შედგება შესავლის, ძირითადი ნაწილისა და დასკვნისგან. შესავალში წარმოდგენილია სამართლებრივი პრობლემის აქტუალობა, ძირითად ნაწილში ერთი მხრივ, განხილულია დასაქმებულთა მიერ შექმნილ გამოგონებათა სამართლებრივი სტატუსი, მოცემულია საპატენტო სამართლის და შრომის სამართლის ურთიერთმართება აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით (საქართველოს კანონმდებლობის მაგალითზე) და მეორე მხრივ, ავტორთა მიერ გაანალიზებულია გერმანიის „დასაქმებულთა გამოგონების შესახებ“ აქტი, რომელშიც ვხვდებით ჩვენთვის საინტერესო საკითხის დეტალურ მოწესრიგებას. აღნიშნული კანონი, იმდგვარადაა სტრუქტურირებული, რომ მაქსიმალურადაა დაცული ბალანსი დასაქმებული-

სა და დამსაქმებლის ინტერესებს შორის, უზრუნველყოფილია კომპენსაციის გაცემის წესი, მოცემულია განსხვავება სამსახურობრივ და თავისუფალ გამოგონებათა შორის, გათვალისწინებულია მხართა დავის გადაწყვეტის გზები. წინა პლანზეა წამოწეული საარბიტრაჟო მორიგების სამართლებრივი საფუძვლები. განსაზღვრულია აგრეთვე განსჯადი სასამართლო, რომლის იურისდიქციას ექვემდებარება აღნიშნული დავების განხილვა.

საკვანძო სიტყვები: გამომგონებელი; სამსახურობრივი გამოგონება; დასაქმებული; დამსაქმებელი; კომპენსაცია; საპატენტო სამართალი; შრომის სამართალი.

შესავალი

ინტელექტუალური საკუთრების სამართლის ერთ-ერთი მთავარი მიმართულება საპატენტო ურთიერთობებია, რომელიც მოიცავს გამოგონებაზე პატენტის მიღებასთან დაკავშირებულ სამართლებრივ და ტექნიკური ხასიათის საკითხებს.

თავად ტერმინი „გამომგონება“ ინტელექტუალური საკუთრების ლექსიკონში განმარტებულია, როგორც: „სამრეწველო საკუთრების ობიექტი, რომელზედაც გაიცემა პატენტი. ბუნებაში არსებული მოვლენების, კანონზომიერების, კანონების, თვისებების გამოყენების საფუძველზე მიგნებული ახალი განხორციელებადი არაცხადი საგამომგონებლო იდეა, რომელსაც რაიმე ობიექტში მრავალჯერადად გამოსახვის უნარი გააჩნია“ (1. 38) გამომდინარე აქედან, საპატენტო სამართლის შესწავლის მთავარ საგანს გამოგონება

წარმოადგენს.¹ რომელიც მჭიდრო კავშირშია ტექნოლოგიურ და ინოვაციურ პროცესებთან, რადგან პატენტის დანიშნულებაა ტექნოლოგიური წინსვლის დაცვის უზრუნველყოფა. აღსანიშნავია, პატენტით დაცვა ახდენს, არა მხოლოდ გამოგონების შექმნის დაფასებას, არამედ, ასევე, გამოგონების იმ დონემდე განვითარებას უწყობს ხელს, რომ ის ტექნოლოგიურად გამოყენებადი და რეალიზებადი გახდეს. ეს მასტიმულირებელი ფაქტორი ახდენს შემოქმედებითი შრომის წახალისებას და კომპანიების დამატებით ხელშეწყობას, რათა მათ გააგრძელონ ახალი ტექნოლოგიების განვითარება იმ ეტაპამდე, რომელზეც ის რეალიზებადი, საზოგადოებისთვის გამოსადეგი და კეთილდღეობისთვის სასურველი გახდება. (2.3)

ძირითადი ნაწილი

გამოგონების შექმნა ცალსახად დაკავშირებულია პირის ინტელექტუალურ შემოქმედებითი პროცესის განხორციელებასთან, მეტად საინტერესოა ის სამართლებრივი გარემო, რომელიც ყალიბდება გამოგონების შექმნის პროცესში დამსაქმებელსა და გამომგონებელს, ანუ შეკვეთის მიმღებს შორის, ამ

მოცემულობას არეგულირებს საპატენტო კანონის მე-19 მუხლის მე-5 და მე-6 პუნქტები, კერძოდ: „დასაქმებულის ან/და შეკვეთის მიმღების მიერ შექმნილ გამოგონებაზე, რომელიც უკავშირდება სამსახურებრივი მოვალეობის ან შეკვეთის შესრულებას, პატენტის მიღების უფლება აქვს დამსაქმებელს/შემკვეთს, თუ ხელშეკრულებით სხვა რამ არ არის გათვალისწინებული. 6. თუ გამოგონების შექმნა არ უკავშირდება დასაქმებულის ან/და შეკვეთის მიმღების მიერ სამსახურებრივი მოვალეობის ან შეკვეთის შესრულებას, მაგრამ დასაქმებულმა/შემკვეთის მიმღებმა გამოგონების შესაქმნელად გამოიყენა დამსაქმებლის/შემკვეთის მფლობელობაში არსებული რესურსი, პატენტის მიღების უფლება აქვს დამსაქმებელს/შემკვეთს, ხოლო დასაქმებულს/შემკვეთის მიმღებს ეკუთვნის ამ გამოგონებაზე უსასყიდლოდ არაექსკლუზიური კერძო ლიცენზიის მიღების ან/და პატენტიდან გამომდინარე განსაკუთრებული უფლებების შესყიდვის უპირატესი უფლება, თუ ხელშეკრულებით სხვა რამ არ არის გათვალისწინებული“²

საპატენტო კანონის ამ დანაწესიდან იკვეთება ორი მოცემულობა: 1. **დამსაქმებულის** სამართლებ-

¹ აღსანიშნავია, რომ გამოგონების ცნება ქართულ საპატენტო კანონმდებლობაში განსაზღვრული არ არის, თუმცა „საპატენტო კანონის“ ტერმინთა განმარტებაში მითითებულია, რომ გამომგონებელი ფიზიკური პირია, რომლის ინტელექტუალური შემოქმედებითი შრომის შედეგად შეიქმნა გამოგონება. ამავე კანონის 12-ე მუხლში დადგენილია გამოგონების პატენტუნარიანობის კრიტერიუმები: სიახლე, საგამომგონებლო დონეს და სამრეწველო გამოყენებადობა.

² საქართველოს საპატენტო კანონის 59-ე მუხლში განსაზღვრულია: „პატენტის მფლობელს უფლება აქვს, გასცეს კერძო ლიცენზია პატენტის გამოყენებაზე. კერძო ლიცენზია არ არის „ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ“ საქართველოს კანონით გათვალისწინებული ლიცენზია. კერძო ლიცენზიის ხელშეკრულება უნდა გაფორმდეს წერილობით. ლიცენზიაში უნდა განისაზღვროს პატენტით დაცული ობიექტის გამოყენების ფარგლები. კერძო ლიცენზია შეიძლება იყოს ექსკლუზიური ან არაექსკლუზიური. თუ კერძო ლიცენზიის ხელშეკრულებით განსაზღვრული არ არის ლიცენზიის სახე, მიიჩნევა, რომ კერძო ლიცენზია არაექსკლუზიურია. არაექსკლუზიური კერძო ლიცენზიის გაცემა ლიცენზიის გამცემს არ უკარგავს ანალოგიური პირობებით სხვა ლიცენზიის გაცემის უფლებას. ექსკლუზიური კერძო ლიცენზია ლიცენზიის გამცემს უკარგავს ანალოგიური პირობებით სხვა ლიცენზიის გაცემის უფლებას. კერძო ლიცენზიის მფლობელს უფლება აქვს, სასამართლოში შეიტანოს სარჩელი პატენტიდან გამომდინარე უფლებათა დარღვევის შესახებ, თუ პატენტის მფლობელი უფლებათა დარღვევის თაობაზე შეტყობინების მიღებიდან გონივრულ ვადაში თვითონ არ შეიტანს სარჩელს.“

რივი უფლება იმ გამოგონებაზე, რომელიც **დასაქმებულის** მიერაა შექმნილი სამსახურეობრივი მოვალეობის შესრულებისას. (ე.წ. სამსახურეობრივი გამოგონება) და 2. გამოგონების შექმნა, რომელიც არ უკავშირდება სამსახურეობრივ მოვალეობას, თუმცა გამოგონების შექმნისთვის გამოყენებულია დამსაქმებლის/შემკვეთის მფლობელობაში არსებული რესურსი და ამ შემთხვევაში დამსაქმებელი ხდება გამოგონების მესაკუთრე, თუმცა დასაქმებულს უფლება ეძლევა საშეღავათო პირობებით გამოიყენოს გამოგონება. წარმოდგენილი ჩანაწერი ქართულ საპატენტო კანონმდებლობაში განვრცობილი აღარაა და საკითხის შესწავლა, მხოლოდ ზემოაღნიშნული მუხლის ორიოდ პუნქტითაა შემოფარგლული, თუმცა ევროპის და არამხოლოდ ევროპის განვითარებულ ქვეყნებში (გერმანია, ფინეთი, შვედეთი, დანია და სხვა) ზემოთ მითითებულ საკითხის სამართლებრივ რეგულაციებს ცალკე საკანონმდებლო აქტებში ვხვდებით, სადაც უფრო ფართოდაა მოწესრიგებული პრობლემა, რაც მთლიანობაში ჩვენი კვლევის საგანია.

გარდა, საპატენტო კანონმდებლობისა, სადაც დასაქმებულის სტატუსი ვიწროსამართლებრივადაა წარმოდგენილი, საქართველოს შრომის კოდექსის მესამე მუხლით დადგენილია: „1. შრომითი ურთიერთობის სუბიექტები არიან დამსაქმებელი ან დამსაქმებელთა გაერთიანება და დასაქმებული ან დასაქმებულთა გაერთიანება, რომელიც შექმნილია „პროფესიული კავშირების შესახებ“ საქართველოს ორგანული კანონითა და შრომის საერთაშორისო ორგანიზაციის №87 და №98 კონვენციებით გათვალისწინებული მიზნებითა და წესით (შემდგომ – დასაქმებულთა გაერთიანება). 2. დამ-

საქმებელი არის ფიზიკური ან იურიდიული პირი, ანდა პირთა გაერთიანება, რომლისთვისაც შრომითი ხელშეკრულების საფუძველზე სრულდება გარკვეული სამუშაო. 3. დასაქმებული არის ფიზიკური პირი, რომელიც შრომითი ხელშეკრულების საფუძველზე, დამსაქმებლისათვის ასრულებს გარკვეულ სამუშაოს“

საპატენტო კანონის და შრომის კოდექსის აღნიშნული ჩანაწერები სრულ თანხვედრაშია და თუ მხარეთა შორის არსებობს შრომითი ხელშეკრულება, საპატენტო კანონის მე-19 მუხლის მე-5 პუნქტთან მიმართებით, სამართლებრივი დავა მარტივად გადასაწყვეტია, გამოგონების პატენტის მიღებასთან დაკავშირებით, რაც შეეხება ამავე კანონის მე-6 პუნქტს, კანონის აღნიშნული ჩანაწერი ეფუძნება ინტელექტუალური საკუთრების სფეროში წლების განმავლობაში მიმდინარე დისკუსიას, თუ ვინ შეიძლება მიიღოს პატენტი ე.წ. „**სამსახურეობრივი გამოგონებისათვის**“ უდავოა, რომ გამოგონება, მხოლოდ ინდივიდის-ადამიანის გენიას უკავშირდება, როგორც მეცნიერებასა და ტექნოლოგიაში აზროვნების შედეგად მიღებულ პროდუქტს, რომელიც აუმჯობესებს მეცნიერების ამა თუ იმ დარგს და ადამიანთა ცხოვრების პირობებს უკეთესს ხდის. მეორე მხრივ, გამოგონება არ შეიძლება მატერიალური რესურსების გარეშე შეიქმნას. მნიშვნელოვანი გამოგონებები, როგორც წესი მოითხოვს დიდ ბიუჯეტს, სათანადო საექსპერიმენტო დანადგარებს, ლაბორატორიულ კვლევას, კვლევისათვის საჭირო ნივთიერებებს და სხვა. გარდა აღნიშნული მოცულობითი დანახარჯებისა, გამოგონებაზე მუშაობას სჭირდება იმის გაანალიზება, რომ აღნიშნული შრომა და გაწეული დანახარ-

ჯები ლოგიკურ შედეგამდე მივა და გამოგონების შექმნის პროცესი წარმატებით დასრულდება.

თანამედროვე მეცნიერული მიღწევები დაფუძნებულია გამოგონების ადრეულ ექსპერტიზაზე, რადროსაც დარგის კვალიფიციური მეცნიერები მიიჩნევენ, რომ გამოგონება შეიძლება წარმატებით დაგვირგვინდეს.

გამოგონება თავის მხრივ, იქმნება იმისთვის, რომ მასზე პატენტი თავად გამომგონებელმა/პატენტმფლობელმა გამოიყენოს, ან პატენტი გაიყიდოს. შესაბამისად, გამოგონებაზე მუშაობა გარკვეულ სამეწარმეო რისკებთანაა დაკავშირებული. ამ რისკს კი თავის თავზე იღებს დამსაქმებელი, რომელიც გვევლინება შემკვეთის სახით და მატერიალურ დანახარჯების გამღებად.

თუ დავუშვებთ, რომ შეკვეთის მიმცემის, ანუ დამსაქმებლის უფლებები იგნორირებულ იქნა და გამოგონების შექმნით მან ვერ მიიღო სარგებელი, რაც პირველ რიგში პატენტზე საკუთრებით უფლებებს გულისხმობს, გამოვა, რომ გამოგონებების დაფინანსებას, ხარჯების გაწევას, ბაზრის მოძიებას, ადრეულ კვლევებს, ლაბორატორიების ფუნქციონირებას სტიმული ეკარგება და მხოლოდ მეცნიერების მხრებზე გადაივლის გამოგონების შექმნის ურთულესი და უძვირესი პროცესი.

„სტიმულირება გამოგონებისათვის“ თეორიის მიხედვით თავად გამომგონებელს არ შეუძლია ანაზღაუროს გამოგონების ფასი, მათ შორის იმ რისკის ჩათვლით, რომ გამოგონებით მიღებული პროდუქტი იქნება „ექსკლუზიური“. აღნიშნული

იმას ნიშნავს, რომ თუ არა გამოგონებით მიღებული ჯილდო, გამომგონებელი არ ჩადებდა ინვესტიციას გამოგონების შექმნის პროცესში.“ (3.62)

მიგვაჩნია, რომ მსგავსი საკითხები უკვე კარგადაა გამოკვლეული განვითარებული ეკონომიკის ქვეყნებში და არსებობს კონსენსუსი, რომ გამოგონების შექმნაში გადამწყვეტ როლს ასრულებს შემკვეთი (დამსაქმებელი).

„დასაქმებულთა გამოგონების შესახებ“ აქტის სამართლებრივი მოქმედება გერმანიაში (ისტორიული მიმოხილვა და მოქმედი სამართლებრივი რეგულაციები)

გერმანია ევროპის ერთ-ერთი ქვეყანაა, სადაც მოქმედებს ცალკე კანონი დასაქმებულთა გამოგონებების შესახებ.³ აღსანიშნავია, გერმანიაში საპატენტო სისტემა უკვე მე-18 საუკუნეში არსებობდა, ხოლო პირველი საპატენტო კანონი 1877 წელს ამოქმედდა, თუმცა, მე-19 საუკუნის ბოლოს მაინც არ იყო გამომგონებელთა (დასაქმებულთა) და დამსაქმებელთა ურთიერთობის იურიდიული რეგულირების საჭიროება. მდგომარეობა მკვეთრად შეიცვალა 20-ე საუკუნის დასაწყისში და გამომგონებლის რაოდენობის ზრდამ გამოიწვია მოთხოვნა სპეციალურ კანონმდებლობაზე. ცნობილია, რომ პირველი თანამშრომლობის შეთანხმება დამსაქმებელსა და ქიმიურ მრეწველობაში დასაქმებულებს შორის, პირველი მსოფლიო ომის დროს შედგა.

1939 წელს გერმანიის საპატენტო კანონში შევიდა ცვლილება, რომელიც ეხებოდა გამომგონებლის უფლებას გამოგონებაზე. 1942 წელს, როდესაც მეო-

³(შენიშვნა) ევროპის ქვეყნები, პირობითად შესაძლოა დავყოთ ორ კატეგორიად: 1. ქვეყანათა ჯგუფი, (შვეიცარია, საფრანგეთი, ბელგია და სხვა.) სადაც დასაქმებულის უფლებები გამოგონებებზე დაცულია საპატენტო კანონით და შრომის სამართლის დებულებებით 2. ქვეყანათა ჯგუფი, (დანია, გერმანია, შვედეთი, ფინეთი და სხვა) სადაც არსებობს ზემოთმითითებული ურთიერთობის მომწესრიგებელი ცალკე კანონები.

რე მსოფლიო ომი ეკონომიკურ ომად იქცა, შეიარაღების მინისტრმა ერთპიროვნულად აღასრულა საკანონმდებლო აქტის რეგულაცია, რომელიც დასაქმებულთა გამოგონებების მართვას ეხებოდა. (Verordnung über die Behandlung von Erfindungen von Gefolgschaftsmitgliedern) აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე აქტში, რომელიც დღეს მოქმედებს გერმანიაში, ბევრი დებულება არსებითი ცვლილების გარეშეა დატოვებული, მაგალითად: დასაქმებულის მიერ გამოგონების შესახებ შეტყობინების ვალდებულება, გამოგონების საიდუმლო შენახვის ვალდებულება, დამსაქმებლის მოთხოვნის უფლება გამოგონების ანგარიშის მიღებიდან, სარჩელის წარდგენის უფლება გონივრულ ანაზღაურებაზე. კონპენსაციის გაცემის წესი და სხვა.

გერმანიის „შრომის კანონსა“ და „საპატენტო კანონს“ შორის სამართლებრივი კოლიზიის გამო, საჭირო გახდა „დასაქმებულთა გამოგონების“ შესახებ კანონის მიღება, რომელიც 1957 წელს შევიდა ძალაში. გერმანიის შრომის კანონმდებლობის თანხმად, დასაქმებულის მუშაობის შედეგები ეკუთვნის დამსაქმებელს, ხოლო საპატენტო კანონი გამოგონებაზე საკუთრების უფლებას თავად გამომგონებელს ანიჭებს. „დასაქმებულთა გამოგონების“ შესახებ 1957 წლის კანონი⁴ კი აბალანსებდა დამსაქმებელსა და დასაქმებულს შორის წარმოშობილ

ურთიერთობას გამოგონებაზე საკუთრებით უფლებასთან დაკავშირებით.

გერმანიის 2009 წლის „დასაქმებულთა გამოგონების შესახებ აქტის“ ძირითადი სამართლებრივი ასპექტები

წარმოდგენილი აქტის მოქმედება ვრცელდება გამოგონებებსა და ტექნიკური გაუმჯობესების წინადადებებზე, რომლებიც განხორციელებულია:

- კერძო სექტორში დასაქმებულთა მიერ;
- საჯარო სამსახურში დასაქმებულთა მიერ;
- სახელმწიფო მოხელეთა მიერ;
- შეიარაღებული ძალების წევრების მიერ⁵

გამოგონება, აქტის მიხედვით არის მხოლოდ ის, რაზედაც შესაძლოა გაიცეს პატენტი ან დარეგისტრირდეს, როგორც სასარგებლო მოდელი, ხოლო ტექნიკური გაუმჯობესების წინადადებები კი პირიქით, არის ტექნიკური ინოვაციების წინადადებები, რომლებიც არ შეიძლება იყოს პატენტის ან სასარგებლო მოდელის საგანი.

აქტის მეოთხე მუხლი დათმობილი აქვს კერძო სექტორში დასაქმებულთა მიერ შექმნილ გამოგონებათა კლასიფიცირებას, რომელიც შესაძლოა იყოს, როგორც **სამსახურეობრივი**, ისე **თავისუფალი (უფასო)**⁶

სამსახურეობრივ გამოგონებებად მიჩნეულია:

- თუ გამოგონება შექმნილია დასაქმებულის მიერ შრომითი ურთიერთობის პერიოდში,

⁴ 1957 წლის „დასაქმებულთა გამოგონების შესახებ აქტმა“ ძირეული ცვლილება განიცადა 2009 წელს.

⁵ (შენიშვნა) დებულებები, რომლებიც ეხება საჯარო სამსახურში დასაქმებულთა, mutatis mutandis გამოიყენება სახელმწიფო მოხელეებისა და შეიარაღებული ძალების წევრების მიერ შექმნილ გამოგონებებსა და ტექნიკური გაუმჯობესების წინადადებებზე.

⁶ (შენიშვნა) დასაქმებულის ნებისმიერი სხვა გამოგონება, რომელიც არაა სამსახურეობრივი, იქნება თავისუფალი გამოგონება. ამასთან, მასზე ვრცელდება დასაქმებულის მიერ დამსაქმებლისთვის გამოგონების შექმნის **შეტყობინების ვალდებულება** და **შეთავაზების მოვალეობა**, რაც გულისხმობს, დასაქმებულის მიერ დამსაქმებლისთვის არაექსკლუზიური უფლების გამოიყენების შეთავაზებას კეთილგონივრული პირობებით.

რომელებიც გამომდინარეობს უშუალოდ მისი მოვალეობებიდან კერძო საწარმოში ან სახელმწიფო უწყებაში.

- თუ გამოგონების შექმნა არსებითად ემყარება საწარმოს ან საჯარო უწყების გამოცდილებას ან საქმიანობას. (მოიაზრება საწარმოს/საჯარო უწყების მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის ან სხვა რესურსების გამოყენებით შექმნილი გამოგონება)

აღნიშნული დებულებები აგრეთვე გამოიყენება სახელმწიფო მოხელეთა და შეიარაღებული ძალების წევრების მიერ შექმნილ გამოგონებებზე.

მოცემულ აქტში თანაბარზომიერადაა დაცული ბალანსი დასაქმებულისა და დამსაქმებლის უფლებამოვალეობებს შორის, განსაკუთრებული ყურადღება გამახვილებულია ერთი მხრივ **გამოგონებაზე დაუყოვნებელი ანგარიშის წარდგენაზე (დასაქმებულის ვალდებულება) და მეორე მხრივ, ანგარიშის მიღების დაუყოვნებელ დადასტურებაზე (დამსაქმებლის ვალდებულება)**, როგორც აღინიშნა, აქტით გათვალისწინებულია კერძო სექტორში დასაქმებულის **ანგარიშის წარდგენის ვალდებულება სამსახურეობრივი გამოგონების ან ტექნიკური გაუმჯობესების შექმნის დროს**, აღნიშნული დებულებების მიხედვით იკვეთება, რომ: ნებისმიერი დასაქმებული, რომელიც ქმნის სამსახურეობრივ გამოგონებას, ვალდებულია ამ გამოგონების შესახებ შეატყობინოს დამსაქმებელს წერილობითი ფორმით, აღნიშნულ ანგარიშში დასაქმებულმა უნდა აღწეროს ტექნიკური პრობლემა, მისი გადაწყვეტის გზები და მიგნებები, თუ როგორ მიაღწია კონკრეტულ სამსახურეობრივ გამოგონებას. დოკუმენტს თან უნდა დაერთოს გამოგონების უკეთ გააზრებისთვის სა-

ჭირო ნებისმიერი ინფორმაცია. გარდა ზემოაღნიშნულისა, დასაქმებულს აქტის მიხედვით გააჩნია შემდეგი უფლებები და მოვალეობები:

შეთავაზების მოვალეობა

თავისუფალი გამოგონების გამოყენებამდე, შრომითი ხელშეკრულების ვადის განმავლობაში, დასაქმებულმა უნდა შესთავაზოს დამსაქმებელს მინიმუმ არაექსკლუზიური უფლებით გამოიყენოს გამოგონება, კეთილგონივრული პირობებით. ამასთან, თუ დამსაქმებელი არ მიიღებს წინადადებას სამი თვის განმავლობაში, მისი პრეროგატივა უქმდება.

საიდუმლოების დაცვის ვალდებულება დასაქმებულმა საიდუმლოდ უნდა შეინახოს სამსახურეობრივი გამოგონება, სანამ ის არ გახდება უფასო.

დასაქმებული უნდა დაეხმაროს თავის დამსაქმებელს გამოგონებაზე საკუთრების უფლების მოპოვებაში და ვალდებულია გააკეთოს ყველა საჭირო განცხადება და გადასცეს ყველა საჭირო დოკუმენტაცია.

თავის მხრივ, დამსაქმებელმა დაუყოვნებლად უნდა დაადასტუროს დასაქმებულის წერილობითი ფორმით ანგარიშის მიღების თარიღის შესახებ. დამსაქმებელს შეუძლია მოითხოვოს სამსახურეობრივი გამოგონება, დასაქმებულისთვის განცხადების გაკეთების გზით, რომელიც უნდა განხორციელდეს, ოთხი თვის განმავლობაში დასაქმებულის მხრიდან, შესაბამისი ანგარიშის მიღების დღიდან. გარდა ამისა, დამსაქმებელი ვალდებულია ზედმეტი დაყოვნების გარეშე შეიტანოს შიგა ეროვნული საპატენტო განაცხადი გერმანიის საპატენტო უწყებაში.

კომპენსაციის გაცემის წესი

დასაქმებულს გააჩნია გონივრული კომპენსაციის მიღების უფლება დამსაქმებლისგან, მას შემდეგ, რაც დამსაქმებელს წარადგენს პრეტენზიის სამსახურებრივ გამოგონებაზე.

კომპენსაციის სათანადოდ შეფასებისას, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს სამსახურებრივი გამოგონების კომერციულ გამოყენებას, საწარმოში დასაქმებულის მოვალეობებს და თანამდებობას აგრეთვე საწარმოს წვლილს გამოგონებაში. კომპენსაციის ხასიათი და ოდენობა დგინდება დამსაქმებელსა და დასაქმებულს შორის შეთანხმების საფუძველზე, სამსახურებრივ გამოგონებაზე პრეტენზიის წარდგენიდან კეთილგონივრულ დროში.⁷ თუ ორმა ან მეტმა დასაქმებულმა შეიტანა წვლილი სამსახურებრივ გამოგონებაში, თითოეული მათგანისათვის კომპენსაცია განისაზღვრება ცალ-ცალკე. დამსაქმებელმა დასაქმებულებს უნდა აცნობოს კომპენსაციის ჯამური ოდენობა და თითოეული გამომგონებლისთვის დადგენილი წილი.

თუ სამსახურებრივ გამოგონებაზე პრეტენზიის შეტანიდან გონივრულ ვადაში არ შედგება კომპენსაციის ხელშეკრულება, დამსაქმებელი განსაზღვრავს კომპენსაციის ოდენობას განცხადების წერილობითი ფორმით, მიზეზების მითითებით დასაქმებულთან მიმართებაში და გადაიხდის მისი გადაწყვეტილების შესაბამისად. კომპენსაცია უნდა

განისაზღვროს გამოგონებაზე საკუთრების უფლების მინიჭებიდან არა უგვიანეს სამი თვისა.

დასაქმებული, რომელიც არ ეთანხმება მორიგებას, შეუძლია გააპროტესტოს იგი ორი თვის განმავლობაში წერილობითი განცხადების მეშვეობით, თუ ის მორიგების პირობებს ეთანხმება, მხარეთა შორის მორიგება საბოლოო და სავალდებულოა.

თუ ორმა ან მეტმა დასაქმებულმა მიიღო მონაწილეობა სამსახურებრივი გამოგონების შექმნაში, მორიგება არ იქნება საბოლოო და სავალდებულო არცერთი მათგანისთვის, თუ რომელიმე გამოთქვამს პრეტენზიას, რომ მისი წვლილი სამსახურებრივ გამოგონებაში არასწორად იქნა განსაზღვრული. ამ შემთხვევაში, დამსაქმებელს შეუძლია შეადგინოს კომპენსაციის ახალი შეთანხმება ყველა მხარისათვის.

დამსაქმებელმა და დასაქმებულმა შესაძლოა ურთიერთთანხმობა მოითხოვონ კომპენსაციასთან დაკავშირებით სხვაგვარ შეთანხმებაზე, თუ მნიშვნელოვნად შეიცვალა გარემოებები, რომლებიც გადაწყვეტი იყო ანაზღაურების თავდაპირველი განსაზღვრისას. ამასთან, უკვე მიღებული საკომპენსაციო ანაზღაურების უკან დაბრუნების მოთხოვნა დაუშვებელია.

გამოგონებაზე საპატენტო განაცხადის წარდგენის უფლება

აღნიშნული უფლება ორ ძირითად ასპექტს აერთიანებს:

⁷ აღსანიშნავია, რომ გერმანიის წამყვანი ორგანიზაციების მოსმენის შემდეგ, რომლებიც წარმოადგენენ დამსაქმებლებს და დასაქმებულებს (კოლექტიური შეთანხმებების შესახებ აქტის მე -12 ნაწილის შესაბამისად (Tarifvertragsgesetz), შრომის მინისტრი გამოსცემს მითითებებს კომპენსაციის დადგენის შესახებ. აღნიშნული მითითებები გამოცემულია 1959 წელს. ცვლილებები შეტანილია 1983 წელს.

1. შიგა ეროვნული საპატენტო განაცხადის წარდგენა გამოგონებაზე

2. საერთაშორისო საპატენტო განაცხადის წარდგენა და გამოგონების დაცვა საზღვარგარეთ

1. გერმანიაში მხოლოდ დამსაქმებელს აქვს უფლება დაარეგისტროს სამსახურეობრივი გამოგონება, მასზე საკუთრების უფლების მინიჭების მიზნით. მან უნდა დაარეგისტროს საპატენტო განაცხადი, გარდა იმ შემთხვევისა, როდესაც ნაცვლად საპატენტო განაცხადისა, უპრიანია დარეგისტრირდეს განაცხადი სასარგებლო მოდელზე, გამოყენებადობის მიზანშეწონილობიდან გამომდინარე.

დამსაქმებლის მიერ განაცხადის შეტანის ვალდებულება არ წარმოიშობა შემდეგ შემთხვევებში:

- როცა სამსახურეობრივი გამოგონება გახდა თავისუფალი⁸
- თუ დასაქმებული თანახმაა რომ განცხადება არ უნდა იქნეს შეტანილი.
- აქტის მე -17 ნაწილში მოცემული პირობების შესრულების შემთხვევაში, რომელიც სავაჭრო საიდუმლოებებს ეხება

თუ სამსახურეობრივი გამოგონება გახდა თავისუფალი, მხოლოდ დასაქმებულთა უფლებამოსილი მიმართოს საპატენტო უწყებას გამოგონებაზე საპატენტო განაცხადის რეგისტრაციის მიზნით. თუ დამსაქმებელმა უკვე მიმართა შესაბამის უწყებას სამსახურეობრივი გამოგონების დასაცავად, ამგვარი განცხადების შედეგად მიღებული უფლებები გადაეცემა დასაქმებულს.

2. საერთაშორისო საპატენტო განაცხადის წარდგენა და გამოგონების დაცვა საზღვარგარეთ

სამსახურეობრივ გამოგონებაზე პრეტენზიის წარდგენის შემდეგ, დამსაქმებელს უფლება აქვს, მიმართოს საერთაშორისო დაცვის ღონისძიებებს გამოგონების სამართლებრივი დაცვის კუთხით.

თუ დამსაქმებელს არ სურს განახორციელოს გამოგონების საერთაშორისო დაცვა უცხო ქვეყანაში, და არ შეიძინოს გამოგონებაზე საკუთრების უფლებები, მან უნდა გადასცეს სამსახურეობრივი გამოგონება დასაქმებულს, მოთხოვნის შემთხვევაში, და დასაქმებულ პირს საშუალება მისცეს მოიპოვოს ამგვარი უფლებები. რათა დასაქმებულმა ისარგებლოს საერთაშორისო ხელშეკრულებებით გათვალისწინებული პრიორიტეტული ვადებით. ამასთან, დამსაქმებელს შეუძლია შეინარჩუნოს არაექსკლუზიური უფლება სამსახურეობრივი გამოგონების გამოყენებაზე შესაბამის საზღვარგარეთის ქვეყნებში, გონივრული კომპენსაციის ფასად.

აქტიდან გამომდინარე დაცვის განხილვის თავისებურებანი საარბიტრაჟო საბჭოსა და სასამართლოში

დამსაქმებელსა და დასაქმებულს შორის წარმოშობილი დავა წარედგინება საარბიტრაჟო საბჭოს, რომელიც იქმნება გერმანიის საპატენტო უწყების ფარგლებში. საარბიტრაჟო საბჭო შედგება ერთი თავმჯდომარის ან მისი მოადგილისგან და ორი შემფასებლისგან (Beisitzer). აღსანიშნავია, რომ თავმჯდომარე და მისი მოადგილე უნდა ფლობდნენ კვალიფიკაციას, რომელიც გერმანიის სასა-

⁸ აქტის 8-ე ნაწილის თანახმად: „სამსახურეობრივი გამოგონება გახდება თავისუფალი, თუ დამსაქმებელი წერილობითი განცხადების მეშვეობით, ასეთად გამოაცხადებს მას.“

<https://wipolex.wipo.int/en/legislation/members/profile/DE>

მართლო აქტის თანახმად (Deutsches Richtergesetz) საჭიროა სასამართლო თანამდებობისთვის. მათი უსტიციის მინისტრი ნიშნავს ოთხი წლის ვადით და დასაშვებია ხელახლა დანიშვნა, რაც შეეხება შემფასებლებს ისინი უნდა ფლობდნენ სპეციალურ ცოდნას ტექნიკურ სფეროში, რომელიც შეეხება გამოგონებას ან ტექნიკური გაუმჯობესების წინადადებებს.

საარბიტრაჟო საბჭოში სააპელაციო განაცხადი შეიტანება წერილობითი სახით ორ ეგზემპლარად. განაცხადი უნდა შეიცავდეს ფაქტების მოკლე აღწერილობას და მეორე მხარის მაიდენტიფიცირებელ მონაცემებს. საარბიტრაჟო საბჭოს თავმჯდომარე გადასცემს აღნიშნულ დოკუმენტაციას მოწინააღმდეგე მხარეს და სთავაზობს მას განსაზღვრულ ვადაში წერილობითი კომენტარი გააკეთოს წარმოდგენილ სააპელაციო განაცხადზე.

საარბიტრაჟო საბჭო გადაწყვეტილებებს იღებს ხმათა უმრავლესობით. აღსანიშნავია, რომ საარბიტრაჟო საბჭოს ძირითადი ფუნქცია მხარეთა მორიგებაა და ამ მიზნით ის უფლებამოსილია წარუდგინოს მათ **შეთანხმების წინადადება**. წინადადება უნდა იყოს დასაბუთებული და ხელმოწერილი საბჭოს ყველა წევრის მიერ. წინადადებაში ასევე უნდა იყოს აღნიშნული გასაჩივრების შესაძლებლობა და მოცემულ ვადაში საჩივრის წარუდგენლობის შედეგები.

შეთანხმების წინადადება მიღებულად ჩაითვლება, თუ რომელიმე მხარის მიერ ის წერილობით არ გასაჩივრდება არბიტრაჟში წინადადების შეტყობინებიდან ერთი თვის განმავლობაში. აქტის 34-ე

მუხლის მე-4 პუნქტი ადგენს დაუძლეველი ძალის შემთხვევაში საჩივრის წარუდგენლობის საფუძვლებს და გასაჩივრების ვადების აღდგენის შესაძლებლობებს.

მიუხედავად, საარბიტრაჟო საბჭოს მცდელობისა, საქმე შესაძლოა შეწყდეს

- მხარისთვის კონკრეტული შედეგის დადგომის გარეშე. ეს ის შემთხვევაა, როდესაც: მოწინააღმდეგე მხარე არ წარადგენს სააპელაციო განაცხადზე შენიშვნებს და შეპასუხებას.
- თუ მოწინააღმდეგე მხარემ უარი თქვა საარბიტრაჟო საბჭოს წინაშე განხილვაში მონაწილეობის მიღებაზე;
- თუ საარბიტრაჟო საბჭოში შეთანხმება (მორიგება) წერილობითი გასაჩივრდება 1 თვის ვადაში.

საარბიტრაჟო საბჭოს თავმჯდომარე მხარეებს აცნობებს შედეგის გარეშე საარბიტრაჟო განხილვის შეწყვეტის შესახებ.

დასაქმებულის გამოგონებასთან დაკავშირებული დავები, შინაარსის მიუხედავად, ექცევა საპატენტო სასამართლოს იურისდიქციის ქვეშ (გერმანიის საპატენტო აქტის 143-ე მუხლი) თუმცა, კომპენსაციის გადახდასთან დაკავშირებული დავებზე აღნიშნული დანაწესი არ ვრცელდება. აქტიდან გამომდინარე მხარეთა შეუთანხმებლობის შემთხვევაში **სასამართლოში** საქმის წარმოება შესაძლოა აღიდრას, მხოლოდ საარბიტრაჟო საბჭოს წინაშე საქმის წარმოების დასრულების შემდეგ.

ეს წესი არ გამოიყენება:

⁹ Patentgesetz - <https://wipo.int/en/text/461309>

- თუ სასამართლო პროცესში გასაჩივრებული უფლებები ემყარება მხარეთა შორის არსებულ ხელშეკრულებას ან ხელშეკრულების ბათილად ცნობას.
- თუ საარბიტრაჟო საბჭოში საჩივრის შეტანიდან ექვსი თვე გავიდა.
- თუ დასაქმებულმა დატოვა დამსაქმებლის საწარმო.
- თუ მხარეები შეთანხმდნენ, რომ თავი შეიკავონ საარბიტრაჟო საბჭოში გასაჩივრებისაგან.

წარმოდგენილი აქტით, გათვლიწინებულია სპეციალური დებულებები **უნივერსიტეტში დასაქმებული პერსონალის** მიერ შექმნილ გამოგონებასთან მიმართებით, გამომგონებელს უფლება აქვს გაამჟღავნოს სამსახურებრივი გამოგონება სასწავლო ან სამეცნიერო საქმიანობის ფარგლებში, თუმცა აღნიშნულ ფაქტამდე ორი თვით ადრე მას გააჩნია ინფორმაციის დამსაქმებლისთვის შეტყობინების ვალდებულება, შესაბამისად, ამ შემთხვევაში არ გამოიყენება საიდუმლოების დაცვის ვალდებულება¹⁰

ამასთან, იმ შემთხვევაში, თუ გამომგონებელი უარს ამბობს სამსახურებრივი გამოგონების გამჟღავნებაზე სწავლებისა და კვლევის თავისუფლების გამო, იგი არ არის ვალდებული შეატყობინოს ამ გამოგონების შესახებ დამსაქმებელს. თუ გამომგონებელს მოგვიანებით სურს გაამჟღავნოს თავისი გამოგონება, იგი დაუყოვნებლივ აცნობებს დამსაქმებელს ამის შესახებ.

მნიშვნელოვანია, რომ შესაძლოა დამსაქმებელმა

მოითხოვოს სამსახურებრივ გამოგონებაზე საკუთრების უფლება მაშინ გამომგონებელს უნარჩუნდება არაექსკლუზიური უფლება გამოიყენოს სამსახურებრივი გამოგონება თავისი სწავლებისა და კვლევითი საქმიანობის ფარგლებში. ანაზღაურებისა და კოპენსაციის წესი, ბუნებრივია უნივერსიტეტში დასაქმებული პერსონალის მიერ შექმნილ გამოგონებასთან დაკავშირებითაც ვრცელდება და თუ დამსაქმებელი იყენებს სამსახურებრივ გამოგონებას, ანაზღაურების ოდენობა უნდა იყოს მისი გამოყენების შედეგად მიღებული შემოსავლის 30 პროცენტი. გერმანიის „დასაქმებულთა გამოგონების შესახებ“ აქტში დასაქმებულთა და დამსაქმებელთა უფლება-მოვალეობებს შორის ბალანსი დაცულია, მისი დებულებები არ შეიძლება შეიცვალოს ხელშეკრულებით, დასაქმებულის საზიანოდ.

დასკვნა

წარმოდგენილ სტატიაში მოცემულია დასაქმებულთა/გამომგონებელთა მიერ შექმნილი გამოგონებების მიმართ საკუთრების უფლების სამართლებრივი ანალიზი, როგორც ქართული ასევე გერმანული სამართლის მიხედვით, აღსანიშნავია, რომ ქართული კანონმდებლობა ეხება მხოლოდ სამსახურებრივი გამოგონების სამართლებრივ რეგულაციებს, რაც მოცემულია კიდევ საქართველოს „**საპატენტო კანონში**“, მაშინ როდესაც გერმანიაში მოქმედებს აღნიშნული ურთიერთობის დამარეგულირებელი კანონი „**დასაქმებულთა გამოგონების შესახებ**,“ სადაც დეტალურადაა გაწერილი, არამარტო სამსახურებრივი გამოგონების საფუძვ-

¹⁰ (შენიშვნა) აქტის 24-ე მუხლი ეხება **საიდუმლოების დაცვის ვალდებულებას**, რომლის მიხედვითაც: „დასაქმებულმა უნდა შეინახოს საიდუმლოდ სამსახურებრივი გამოგონება, სანამ ის არ გახდება თავისუფალი“

ლები, არამედ კლასიფიცირებულია გამოგონებები, შექმნილი კერძო სექტორში დასაქმებულთა, საჯარო სამსახურში დასაქმებულთა, სახელმწიფო მოხელეთა და შეიარაღებული ძალების წევრების მიერ.

ქართულ კანონმდებლობაში მეტი აქცენტი გაკეთებულია მხარეთა შორის არსებულ ხელშეკრულებაზე და არა კანონის იმპერატიულ დანაწესზე, რომელიც უკეთ დაიცავდა, როგორც გამომგონებლის, ასევე დამსაქმებლის უფლებებს, მხარეთა შორის გაფორმებული ხელშეკრულების უთანასწორო და არასამართლიანი დებულებებისგან.

ქართული საპატენტო კანონი არ ცნობს დასაქმებულ-გამომგონებლისთვის კომპენსაციის და ანაზღაურების გადახდის წესს იმ შემთხვევისთვის თუ მის მიერ შექმნილია სამსახურეობრივი გამოგონება და პატენტის მიღება აღნიშნულ გამოგონებაზე დასაქმებულს ეკუთვნის, შესაბამისად არ რეგულირდება გამოგონებები, რომლებიც სამსახურეობრივი მოვალეობების მიღმა შექმნილი ან ე.წ. „თავისუფალი (უფასო)“ გამოგონებები. არადა ქვეყნის სამეცნიერო-კვლევითი პოტენციალის განვითარების ინტერესებიდან გამომდინარე, იმ პირობებში, როდესაც ერთიანი შიგა პროდუქტის ძალიან მცირე პროცენტი იხარჯება კვლევებსა და ინოვაციებზე, უნდა შეიქმნას ისეთი სამართლებრივი პლატფორმა, რომელიც მეტად წაახალისებს გამომგონებლებს.

უდავოა, რომ ქვეყნის განვითარების ერთ-ერთი საფუძველი, არის ინტელექტუალური საკუთრება და იმ მექანიზმების დანერგვა, რაც ხელს შეუწყობს შემოქმედებითობას, გამოგონებების გაზრდას და მათ კომერციალიზაციას, შესაბამისად სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია ერთი მხრივ, საკანონმდებლო დონეზე მოწესრიგებულ იქნეს გამომგონებელთა უფლებები მატერიალური დაინტერესების თვალსაზრით, (კომპენსაციისა და ანაზღაურების

გამართული სისტემა) და მეორე მხრივ, დამსაქმებელს მიეცეს უფლება სრულყოფილად განახორციელოს შექმნილ გამოგონებაზე საპატენტო განაცხადის შეტანის პროცედურები და მომავალში მოახდინოს მისი კომერციალიზაცია. ბოლო პერიოდში ინტელექტუალური საკუთრების მნიშვნელობაზე გაზრდილია საზოგადოებრივი ცნობიერება და ყველა ტიპის საწარმოსთვის, კვლევითი ინსტიტუტის, უნივერსიტეტისა თუ ცალკეული გამომგონებლების მთავარ საკითხად იქცა IP უფლებების სამართლებრივი რეგულაციები. სულ უფრო მეტ აქტუალობას იძენს უნივერსიტეტის მიერ ინტელექტუალური საკუთრების ობიექტების ეფექტური მართვა და გამოყენება, შესაბამისად საუნივერსიტეტო საქმიანობის ერთ-ერთი ფუნდამენტური მიმართულება კვლევების კომერციალიზაციაა, ეს განსაკუთრებით იმ უნივერსიტეტებს ეხება, რომელთა ბაზებზეც იქმნება ინოვაციური გამოგონებები.

აღსანიშნავია, რომ ინტელექტუალური საკუთრება პატენტის ფორმით შეიძლება განვითარდეს, მოექცეს ფლობასა და მართვაში ან წარმატებით მოხდეს მისი კომერციალიზაცია ეკონომიკური სარგებლის მისაღებად შესაბამისად, კერძო საწარმოები და აკადემიური დაწესებულებები უფრო მეტად ხედავენ პატენტსა და ინტელექტუალური საკუთრების სხვა ფორმებს ეკონომიკურ აქტივად, რომლის ღირებულებაც შეიძლება ოპტიმიზებულ იქნეს პროაქტიური პოლიტიკითა და სტრატეგიებით.

ცალსახაა, რომ პატენტი აღარ გამოიყენება მხოლოდ იურიდიული უფლებების სახით კონკრეტულ სარეალიზაციო ბაზრებზე კონკურენციის მცდელობების აღსაკვეთად. ახლა უფრო მეტი აქცენტი კეთდება პატენტების ლიცენზირებიდან შემოსავლების მიღებაზე.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია, საქართველოს „საპატენტო კანონს“ დაემატოს ცალკე თავი, სადაც მოცემული იქნება დასაქმებულთა მიერ შექმნილ გამოგონებათა ტიპოლოგია, ანაზღაურების და კომპენსაციის გაცემის წესი, მხარეთა შორის დავის გადაწყვეტის წესი, საპატენტო განაცხადის წარდგენის უფლებამოსი-

ლება, უნივერსიტეტებში შექმნილ გამოგონებათა შესახებ მარეგულირებელი დებულებები და სხვა. აღნიშნული ცვლილებები, არა მარტო სამართლებრივად სრულყოფს დასაქმებულ/გამომგონებლისა და დამსაქმებლის ურთიერთობას, არამედ უფრო დაგვაახლოვებს ევროპული საპატენტო სამართლის ფუნდამენტურ პრინციპებთან.

ლიტერატურა

1. Jorbenadze, S. (1998). Explanatory Dictionary of Intellectual Property. (In Georgian)
2. General Course on Intellectual Law. *National Intellectual Property Center of Georgia Sakpatenti*. (In Georgian);
3. Chisum, D. S., Nard, A. C., Schwartz, H. F., Newman, P., Kieff, S. F. (1998). Principles of Patent Law. New York: *Foundation Press*. (In English)
4. Constitution of Georgia. Retrieved from: <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/30346?publication=36> (In Georgian);
5. Patent Law of Georgia. Retrieved from: <https://matsne.gov.ge/document/view/11470?publication=7> (In Georgian);
6. Organic Law of Georgia Labour Code of Georgia. Retrieved from: <https://matsne.gov.ge/en/document/view/1155567?impose=parallelEn&fullscreen=1&publication=18> (In Georgian);
7. German Employee Inventions Act. (2009). Retrieved from: <https://wipolex.wipo.int/en/legislation/details/10005> (In German)
8. Patent Act. (2017). Retrieved from: <https://wipolex.wipo.int/en/legislation/details/17611> (In German);
9. Association Agreement between Georgia, on the one hand, and the European Union, the European Atomic Energy Community, and their Member States, on the other. (2014). Retrieved from: <https://matsne.gov.ge/document/view/2496959?publication=0> (In Georgian);
10. Tretton, G. (2002). Intellectual Property in Europe. (In English);
11. Gurgenidze, M., Urtmelidze, T. (2021). Aspects of Compulsory Licensing in Patent Law. Tbilisi: *Works of GTU, 1(519)*. (In Georgian).
12. *World Intellectual Property Organization*. Retrieved from: <https://www.wipo.int/wipolex/en/index.html>
13. *Sakpatenti*. Retrieved from: <https://www.sakpatenti.gov.ge/ka/>

UDC 347.21.3

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-152-167>

The Right of the Employee to an Invention Created in the Process of Labor Relations. (In Accordance With the Georgian - German Patent Legislation)

Miranda Gurgenidze Department of Private Law, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava str.

E-mail: mirgurgenidze@gmail.com

Tamaz Urtmelidze Department of Private Law, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 77 M. Kostava str.

E-mail: t.urtmelidze@gmail.com

Reviewers:

Ts. Gloveli, Professor, Faculty of Law and International Relations, GTU

E-mail: gloveli99@mail.ru

N. Kharitonashvili, Associate Professor, Guram Tavartkiladze University

E-mail: nkharitonashvili@gmail.com

Abstract. Creative activity, which ends with the creation of intellectual property objects, are mostly carried out by individuals employed in various private sectors or scientists working in higher education/research institutions.

Therefore, the question who is the owner of the intellectual property object (invention), employee/inventor, whose direct participation with and usage of intellectual labor, the object was created by, or the employer, whose material technical base, experience and the other resources were used to create the invention, does not lose relevance.

Georgia belongs to the continental, i.e. Romano-Germanic legal system. Modern Georgian intellectual property law has undergone a very interesting path of development since the restoration of independence. It should be noted that Georgia is the first country from the former Soviet republics to establish a national patent agency in 1992 (12,246).

In this article, the authors focus on the basic regulations of Georgian and German patent law that regulate the ownership of an invention created by employees. As it is known, in Georgia the issue is resolved by the „Patent Law“, while in Germany, in addition to the patent law, there is an „Employee Inventions Act“.

The scientific article consists of an introduction, a main part and a conclusion. The introduction presents the urgency of the legal problem. The main part, on the one hand, discusses the legal status of inventions created by employees, gives the relationship between patent law and labor law on this issue (on the example of Georgian legislation) and, on the other hand, the authors analyze the German „Employee Inventions Act“, which we find a

detailed arrangement of an issue of interest to us in. The law is structured in such a way that the balance between the interests of the employee and the employer is maximally maintained, the rule of compensation is provided, a distinction is made between service and free inventions, and ways of resolving disputes between the parties are provided. The legal basis for arbitration is in the foreground. There is also a court of law under the jurisdiction of which these disputes are considered.

Key words: compensation; employee; employer; inventor; patent law; labor law; service invention.

UDC 347.21.3

SCOPUS CODE 3301

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2021-3-152-167>

Право работника на изобретение, созданное в процессе трудовых отношений (в соответствии с грузино-германской патентным законодательством)

Миранда Гургенидзе Департамент частного права, Грузинский технический университет, Грузия, 0160,
Тбилиси, М. Костава 77
E-mail: mirgurgeniidze@gmail.com

Тамаз Уртмелидзе Департамент частного права, Грузинский технический университет, Грузия, 0160,
Тбилиси, М. Костава 77
E-mail: t.urtmelidze@gmail.com

Рецензенты:

Ц. Гловели, профессор факультета права и международных отношений ГТУ
E-mail: gloveli99@mail.ru

Н. Харитонашвили, ассоциированный профессор Университета им. Гурама Таварткиладзе
E-mail: nkharitonashvili@gmail.com

Аннотация. Творческая деятельность, которая заканчивается созданием объектов интеллектуальной собственности, в основном осуществляется лицами, работающими в различных частных секторах или учеными-сотрудниками, работающими в высших учебных/исследовательских учреждениях.

Исходя из этого, не теряет актуальности вопрос о том, кто же является владельцем объекта интеллектуальной собственности (изобретения), работник/изобретатель, при непосредственном участии и использовании

интеллектуального труда, с помощью которого создан объект, или работодатель, материально-техническая база, опыт и другие ресурсы которого были использованы для воплощения изобретения в жизнь.

Грузия принадлежит к континентальной, то есть романо-германской правовой системе. Современное грузинское право интеллектуальной собственности прошло очень интересный путь развития со дня восстановления независимости. Одним из приоритетных направлений Грузия определила создание национальной системы защиты интеллектуальной собственности, что нашло отражение в конституции страны и соответствующих законодательных актах. Следует отметить, что Грузия первая страна из бывших советских республик, создавшая Национальное патентное ведомство в 1992 году (12.246).

В представленной статье авторы основное внимание уделяют основным регуляциям грузинского и германского патентного права, которые регулируют право собственности на изобретение, созданное работниками. Как известно, в Грузии указанный вопрос решается «Патентным законом», в то время как в Германии, помимо патентного закона, действует акт «Об изобретениях работников».

Научная статья состоит из введения, основной части и заключения. Во введении представлена актуальность правовой проблемы, в основной части, с одной стороны, рассматривается правовой статус изобретений, созданных работниками, раскрывается взаимоотношение между патентным и трудовым правом по данному вопросу (на примере законодательства Грузии), и с другой стороны – авторами проанализирован акт Германии «Об изобретениях работников», в котором мы находим детальное упорядочение интересующего нас вопроса.

Указанный закон структурирован таким образом, что максимально соблюден баланс между интересами работника и работодателя, обеспечен порядок выдачи компенсации, проводится различие между служебными и свободными изобретениями, предусмотрены пути разрешения спора между сторонами. На первый план выдвигается правовая основа арбитражного урегулирования. Также упомянут суд, который рассматривает указанные споры.

Ключевые слова: изобретатель; компенсация; патентное право; работник; работодатель; служебное изобретение; трудовое право.

განხილვის თარიღი 10.03.2021

შემოსვლის თარიღი 21.06.2021

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021

ავტორთა საძიებელი

Author's index

Указатель авторов

აბზიანიძე დ. 137	ქათამაძე ნ. 21
აბზიანიძე ვ. 137	ქუთათელაძე რ. 40
ბერაძე ნ. 69	ჩომახიძე ნ. 47
ბერძენაძე მ. 21	ცეცხლაძე მ. 76
გრიგალაშვილი ბ. 30	ხაჭაპურიძე ო. 69
გუგულაშვილი გ. 102, 109	ჯაფარიძე დ. 123
გურგენიძე მ. 152	Jishkariani M. 59
დარჩიაშვილი ნ. 40	Mchedlishvili Z. 11
ზივზივაძე ო. 123	Tavkhelidze D. 11
თავხელიძე მ. 83	Tedoradze O. 11
თვალჭრელიძე ალ. 47	Абзианидзе В. 145
ისაკაძე თ. 102, 109	Абзианидзе Д. 145
კაკულია ზ. 137	Манагадзе Р. 145
კობიაშვილი ა. 40	Махарадзе Л. 130
მაისურაძე თ. 76	Мерабишвили Г. 92
მჭედლიშვილი ზ. 83	Метревели Ал. 92
ნემსაძე მ. 76	Чхаидзе Т. 92
ურთმელიძე თ. 152	Шарифов Аллахверди Джамал оглу. 115

რეცენზენტთა საძიებელი

Reviewer's index

Указатель рецензентов

ახალაძე ფ. 123	ფაილოძე ნ. 30
ბარათაშვილი ე. 40	ქორქია ე. 69
ბერუაშვილი გ. 102	ცაცანაშვილი მ. 21
ბერუაშვილი გ. 109	ცხაკაია ქ. 123
ბლუაშვილი დ. 47	ხარიტონაშვილი ნ. 152
გლოველი ც. 152	ჯალალონია დ. 30
თაფხელიძე დ. 83	Gochoshvili Kh. 11
კიკნაძე მ. 40	Mchedlishvili T. 11
მარდაშოვა მ. 137	Samsonia N. 59
მაღალაშვილი გ. 47	Vezirishvili-Nozadze K. 59
მეზონია ს. 69	Гелашвили О. 115
მეტრეველი დ. 21	Кисиашвили Л. 92
მუსელიანი თ. 76	Мардашова М. 145
მხეიძე ბ. 137	Молодини Н. 130
ნათბილაძე ნ. 83	Мчедlishvili Т. 92
სულაძე ს. 102	Табатадзе Г. 130
სულაძე ს. 109	Хитаришвили В. 145
ტურძელაძე დ. 76	

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 სახლში პუბლიკაციისათვის მოგვარდოს ან ელექტრონული ფოსტით sagamomcemlosakhli@yahoo.com მისამართზე გამოგვიგზავნოს ერთი ან რამდენიმე სტატია, აგრეთვე თანდართული დოკუმენტაციის დასკანერებული ფაილები, მაგრამ კრებულის ერთ ნომერში გამოქვეყნდება მხოლოდ ორი ნამუშევარი.

ელ. ფოსტით სტატიის გამოგზავნის შემთხვევაში გთხოვთ გაითვალისწინოთ შემდეგი მოთხოვნები:

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

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

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

• საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აკადემიური საბჭოს № 200 დადგენილებით (22.01.2010წ.), ფიზიკურმა პირმა, რომელიც არ არის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის თანამშრომელი, შრომების კრებულში სტატიის გამოქვეყნებისთვის წინასწარ უნდა შეიტანოს ან გადმორიცხოს საჭირო თანხა (1 გვერდი – 10 ლარი) და სტატიის დოკუმენტაციას (ორი რეცენზია და ორგანიზაციის სამეცნიერო საბჭოს მიმართვა სტატიის სტუ-ის შრომების კრებულში გამოქვეყნების შესახებ) დაურთოს გადახდის ქვითარი. გრაფაში „გადახდის დანიშნულება“ უნდა ჩაიწეროს „სტატიის გამოქვეყნების ღირებულება“.

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

გთავაზობთ სამეცნიერო სტატიის გაფორმების წესს:

- სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს ნაბეჭდი სახით A4 ფორმატის ფურცელზე, არანაკლებ 5 გვერდისა (არეები – 2 სმ, ინტერვალი – 1,5).

- სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc ან docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი – ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე;
-
- ქართული ტექსტისთვის გამოიყენეთ შრიფტი Sylfaen, ზომა 12;
- ინგლისური 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 სტატიაა, აუცილებელია სამეცნიერო ჟურნალის დასახელების მითითება)

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

Guidelines for Authors

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

- An article (accepted in Georgian, 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 Teqniki 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/10.36073/1512-0996-2021-3>

რედაქტორები: ნ. დოლიძე, ა. ეგოროვი
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ქარჩავასი

გადაეცა წარმოებას 02.07.2021. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.09.2021. ქაღალდის ზომა 60X84 1/8.
პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 15.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent