

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

წოველკვარტალური გამოცემა  
QUARTERLY PUBLICATION  
ЕЖЕКВАРТАЛЬНОЕ ИЗДАНИЕ

ISSN 1512-0996

Certificate  
ICI Journals Master List

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

შრომები  
WORKS  
ТРУДЫ  
N3(509)



თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ  
2018

დაარსებულია 1924 წელს.  
პერიოდულობა - 4 ნომერი წელიწადში.

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

ყველა უფლება დაცულია. ამ კრებულში გამოქვეყნებული ნებისმიერი სტატიის (ჟექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) გამოყენება ანც ერთი ფონდითა და საშუალებით (ელექტრონული თუ მექანიკური) არ შეიძლება გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

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

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

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

მოგვწერეთ:  
sagamomcemlosakhli@yahoo.com

© საგამომცემლო სახლი „ჟექნიკური უნივერსიტეტი“, 2018

ISSN 1512-0996



9 771512 099004

#### შთაშენი რედაქტორი

ა. ფრანგიშვილი

#### შთაშენი რედაქტორის მოხელეები:

დ. კლიმიაშვილი

ბ. გასიცაშვილი

#### სურამაქციო კოლეგია:

ა. აბრადავა, გ. აბრამიშვილი, ა. აბშიდავა,  
თ. ამბროლაძე, ე. ბარათაშვილი, თ. ბაციკაძე,  
ჯ. ბერიძე, ს. ბიელეცკი (პოდლონეთი),  
პ. ბიელივი (სლოვაკეთი), თ. გაბადაძე,  
ჯ. გახოკიძე, თ. გელაშვილი, ა. გიგინეიშვილი,  
გ. გომში (გერმანია), ად. გრიგორიშვილი,  
ედ. ელიზბარაშვილი, ს. ესაძე, ვდ. ვარდოსანიძე,  
უ. ბვიცაძე, თ. ბუმბურიძე, პ. ბუნკელი (ავსტრია),  
დ. თავხელიძე, პ. თოდუა (რუსეთი), ი. კვესელავა,  
ფ. კვიციანი, ა. კვეციანი (ესტონეთი), ბ. კვიციანი,  
თ. ღომინაძე, ი. ღომიძე, ა. მამადისი (საბერძნეთი),  
მ. მაცაბერიძე, თ. მეგრელიძე, მ. მესხი,  
ა. მონონელიძე, დ. მძინარიშვილი, დ. ნაწროშვილი,  
ნ. ნაცვლიშვილი, შ. ნემსაძე, დ. ნობაძე,  
გ. საღუჭავაძე, ქ. ქოქრაშვილი, ე. ქუთელია,  
ა. შარვაშიძე, ს. შმიდტი (გერმანია),  
პ. შეროერი (გერმანია), მ. ჩხვიძე,  
ბ. წვერიაძე, თ. ჯაგოდნიშვილი, თ. ჯიშკარიანი,



Verba volant,  
scripta manent

Founded in 1924.  
Published in quarterly editions.

Georgian Technical University's Collection of Academic Works is a 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](mailto:sagamomcemlosakhli@yahoo.com)

Editor in Chief  
A. Prangishvili

Deputy Editors in Chief  
L. Klimiashvili  
Z. Gasitashvili

Editorial Board:

A. Abzalava, G. Abramishvili, A. Abshilava,  
T. Ambroladze, E. Baratashvili, T. Batsikadze, J. Beridze,  
S. Bielecki (Poland), P. Bielik (Slovakia), M. Chkheidze,  
E. Elizbarashvili, S. Esadze, T. Gabadadze,  
J. Gakhokidze, O. Gelashvili, A. Gigineishvili,  
G. Gobsch (Germany), Al. Grigolishvili, T. Jagodnishvili,  
T. Jishkariani, A. Keevalik (Estonia), Z. Kiknadze,  
K. Kokrashvili, E. Kutelia, I. Kveselava, T. Kvitsiani,  
T. Lominadze, I. Lomidze, A.G. Mamalis (Greece),  
M. Matsaberidze, L. Mdzinarishvili, T. Megrelidze,  
M. Meskhi, A. Motznelidze, D. Natroshvili,  
N. Natsvlishvili, Sh. Nemsadze, D. Nozadze,  
G. Salukvadze, H. Stroher (Germany), H. Sunkel  
(Austria), S.M. Schmidt (Germany), A. Sharvashidze,  
D. Tavkhelidze, P. Todua (Russia), Z. Tsveraidze,  
Vl. Vardosanidze, O. Zumburidze, U. Zviadadze.

© Publishing House "Technical University", 2018



Учрежден в 1924 году.  
Периодичность – 4 номера в год

Сборник научных трудов Грузинского технического университета является ежеквартальным 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**

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

### ПРЕДСЕДАТЕЛЬ

А.И. Прангишвили

### ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ:

Л.Д. Климиашвили

З.А. Гаситашвили

### ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

А.Г. Абралава, Г.С. Абрамишвили, А.В. Абшилава,  
Т.А. Амброладзе, Е.Ш. Бараташвили, Т.В. Бацикадзе,  
С. Биелецки (Польша), П. Биелик (Словакия),  
Дж.Л. Беридзе, Вл.Г. Вардосанидзе, Т.Г. Габададзе,  
Дж.В. Гахокидзе, О.Г. Гелашвили,  
А.В. Гигинеишвили, Г. Гобш (Германия),  
Ал.Р. Григолишвили, Т.А. Джагоднишвили,  
Т.С. Джишқариани, У.И. Звиададзе, О.Г. Зумбуридзе,  
Г. Зункел (Австрия), И.С. Квеселава, Т.А. Квициани,  
А. Кеевалик (Эстония), З.Г. Кикнадзе,  
К.А. Кокрашвили, Е.Р. Кутелия, И.Б. Ломидзе,  
Т.Н. Ломинадзе, А. Мамалис (Греция),  
М.И. Мацаберидзе, Л.Д. Мдзинаришвили,  
Т.Я. Мегрелидзе, М.А. Месхи, А.Н. Моцонелидзе,  
Д.Г. Натрошвили, Н.В. Нацвлишвили,  
Ш.А. Немсадзе, Д.А. Нозадзе, Г.Г. Салуквадзе,  
Д.Д. Тавхелидзе, П. Тодуа (Россия), З.Н. Цвераидзе,  
М.М. Чхеидзе, А.М. Шарвашидзе,  
С. Шмидт (Германия), Г. Штроер (Германия),  
Э.Н. Элизбарашвили, С.Ю. Эсадзе

© Издательский дом «Технический университет», 2018

ISSN 1512-0996

