

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ  
ԵՎ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԱԶԳԱՅԻՆ ՊՈԼԻՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ  
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

**Տ Ե Ղ Ե Կ Ա Գ Ի Ր**

ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՍԵՐԻԱ

Հատոր 76

N 4 2023

ՀՈԿՏԵՄԲԵՐ - ԴԵԿՏԵՄԲԵՐ

ԵՐԵՎԱՆ 2024

---

---

**ИЗВЕСТИЯ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК АРМЕНИИ И  
НАЦИОНАЛЬНОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
АРМЕНИИ

СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Том 76

N 4 2023

ОКТАБРЬ - ДЕКАБРЬ

ЕРЕВАН 2024

---

---

**PROCEEDINGS**

OF THE REPUBLIC OF ARMENIA NATIONAL ACADEMY OF  
SCIENCES AND NATIONAL POLYTECHNIC UNIVERSITY OF  
ARMENIA

SERIES OF TECHNICAL SCIENCES

Volume 76

N 4 2023

OCTOBER - DECEMBER

YEREVAN 2024

Журнал издается с 5.01.1948 г.

Выходит 4 раза в год

### ԽՄԲԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ

Գլխավոր խմբագիր՝ Մելիքյան Վ.Շ., ՀՀ ԳԱԱ թղթ. անդամ, տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Գլխ. խմբագրի տեղակալ՝ Գրիգորյան Ա.Խ., տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Պատասխանատու քարտուղար՝ Սեյրանյան Ժ.Ս., ՀՀ  
Խմբագրական կոլեգիա՝  
Աղբալյան Ս.Գ., տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Ասլանյան Լ.Հ., ՀՀ ԳԱԱ թղթ. անդամ, ֆ.-մ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Բաղդասարյան Հ.Վ., տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Բաղդասարյան Ս.Զ., տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Գռնեյմա Մ., տ.գ.թ., Եգիպտոս  
Գրիմբլաթ Վ., տ.գ.թ., Չիլի  
Դոկիչ Բ., տ.գ.դ., Բոսնիա և Հերցեգովինա  
Զորյան Ե., տ.գ.թ., ԱՄՆ  
Իյուշենկո Ա.Ֆ., Բելառուսի ԳԱԱ թղթ. անդամ, տ.գ.դ., պրոֆ., Բելառուս  
Լան Չ., տ.գ.թ., Չինաստան  
Կրասնիկով Գ.Յ., ՌԴ ԳԱԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., պրոֆ., ՌԴ  
Կուրտուա Բ., տ.գ.թ., Ֆրանսիա  
Հախումյան Ա.Ա., ՀՀ ԳԱԱ թղթ. անդամ, ֆ.-մ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Հակոբյան Վ.Ն., ֆ.-մ.գ.դ., ՀՀ  
Հախանով Վ.Ի., Կիրառական ռադիոէլեկտրոնիկայի Ուկրաինայի ԳԱԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., պրոֆ.,  
Ուկրաինա  
Ղույյան Ա.Գ., ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, ֆ.-մ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Մանդալիկա Մ., տ.գ.թ., Հնդկաստան  
Մարուխյան Ո.Զ., տ.գ.թ., պրոֆ., ՀՀ  
Միխայլիչ Ա.Ա., տ.գ.դ., պրոֆ., Բելառուս  
Շիխտման Ու., տ.գ.թ., Գերմանիա  
Չանգ Ֆ., Թայվանի ԳԱԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., Թայվան  
Չապլիզին Յու.Ա., ՌԴ ԳԱԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., պրոֆ., ՌԴ  
Պետրոսյան Օ.Հ., տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Պետրոսյանց Կ.Օ., տ.գ.դ., պրոֆ., ՌԴ  
Սապատնեկար Ս., տ.գ.թ., ԱՄՆ  
Մարգսյան Յու.Լ., ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Միմոնյան Ս.Հ., տ.գ.դ., պրոֆ., ՀՀ  
Ստեմպկովսկի Ա.Լ., ՌԴ ԳԱԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., պրոֆ., ՌԴ  
Վորոբյով Ա.Ե., տ.գ.դ., պրոֆ., ՌԴ  
Տիխոմիրով Գ.Վ., ֆ.-մ.գ.դ., ՌԴ  
Յանովա Մ., տ.գ.թ., Բուլղարիա  
Ուբար Ռ., Էստոնիայի ԳԱԱ ակադեմիկոս, տ.գ.դ., պրոֆ., Էստոնիա  
Ուսանով Վ.Ի., տ.գ.դ., պրոֆ., ՌԴ

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

**Главный редактор Меликян В.Ш.**, член-корр. НАН РА., д.т.н., проф., Армения

**Заместитель главного редактора Григорян А.Х.**, д.т.н., проф., Армения

**Ответственный секретарь Сейранян Ж.С.**, Армения

**Редколлегия:**

**Агбалян С.Г.**, д.т.н., проф., Армения

**Акопян В.Н.**, д.ф.-м.н., Армения

**Асланиян Л.А.**, член-корр. НАН РА, д.ф.-м.н., проф., Армения

**Ахумян А.А.**, член-корр. НАН РА, д.ф.-м.н., проф., Армения

**Багдасарян М.К.**, д.т.н., проф., Армения

**Багдасарян О.В.**, д.т.н., проф., Армения

**Воробьев А.Е.**, д.т.н., проф., Россия

**Гонейма М.**, к.т.н., Египет

**Гримблат В.**, к.т.н., Чили

**Гулян А.Г.**, академик НАН РА, д.ф.-м.н., проф., Армения

**Докич Б.**, д.т.н., Босния и Герцеговина

**Зорян Е.**, к.т.н., США

**Ильющенко А.Ф.**, член-корр. НАН Беларуси, д.т.н., проф., Беларусь

**Красников Г.Я.**, академик РАН, д.т.н., проф., Россия

**Куртуа Б.**, к.т.н., Франция

**Лан Ч.**, к.т.н., Китай

**Мандалика С.**, к.т.н., Индия

**Марухян В.З.**, к.т.н., проф., Армения

**Михайлович А.А.**, д.т.н., проф., Беларусь

**Петросян О.А.**, д.т.н., проф., Армения

**Петросяц К.О.**, д.т.н., проф., Россия

**Сапатнекар С.**, к.т.н., США

**Саркисян Ю.Л.**, академик НАН РА, д.т.н., проф., Армения

**Симонян С.О.**, д.т.н., проф., Армения

**Стемпковский А.Л.**, академик РАН, д.т.н., проф., Россия

**Тихомиров Г.В.**, д.ф.-м.н., Россия

**Убар Р.**, академик НАН Эстонии, д.т.н., проф., Эстония

**Усанов В.И.**, д.т.н., проф., Россия

**Хаханов В.И.**, академик Академии наук Украины по прикладной радиоэлектронике, д.т.н., проф., Украина

**Цанова С.**, к.т.н., Болгария

**Чанг Ф.**, академик Национальной академии Тайваня, д.т.н., Тайвань

**Чаплыгин Ю.А.**, академик РАН, д.т.н., проф., Россия

**Шлихтманн У.**, к.т.н., Германия

## EDITORIAL BOARD

**Editor-in-Chief: Melikyan V.Sh.**, Corr.member of NAS RA, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Deputy Editor-in-Chief: Grigoryan A.Kh.**, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Executive Secretary: Seyranyan Zh.S.**, Armenia

### Editorial Board:

**Aghbalyan S.G.**, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Aslanyan L.H.**, Corr.member of NAS RA, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Baghdasaryan H.V.**, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Baghdasaryan M.Q.**, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Chang F.**, Member of National Academy of Taiwan, Sci.Dr., Taiwan

**Chaplygin Yu.A.**, Academician of RAS, Sci.Dr., Prof., Russia

**Courtois B.**, Ph.D., France

**Dokic B.**, Sci.Dr., Bosnia and Herzegovina

**Ghoneima M.**, Ph.Dr., Egypt

**Ghulyan A.G.**, Academician of NAS RA, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Grimblatt V.**, Ph.Dr., Chile

**Hahanov V.I.**, Academician of Academy of Sciences of Ukraine in Applied Radioelectronics, Sci.Dr., Prof., Ukraine

**Hakhumyan A.A.**, Corr.member of NAS RA, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Hakobyan V.N.**, Sci.Dr., Armenia

**Ilyushenko A.F.**, Corr.member of NAS of Belarus, Sci.Dr., Prof., Belarus

**Krasnikov G.Y.**, Academician of RAS, Sci.Dr., Prof., Russia

**Lan Ch.**, Ph.Dr., China

**Mandalika S.**, Ph.Dr., India

**Marukhyan V.Z.**, Ph.Dr., Prof., Armenia

**Mikhaylevich A.A.**, Sci.Dr., Prof., Belarus

**Petrosyan O.H.**, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Petrosyants K.O.**, Sci.Dr., Prof., Russia

**Sapatnekar S.**, Ph.Dr., USA

**Sargsyan Yu.L.**, Academician of NAS RA, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Schlichtmann U.**, Ph.Dr., Germany

**Simonyan S.H.**, Sci.Dr., Prof., Armenia

**Stempkovski A.L.**, Academician of RAS, Sci.Dr., Prof., Russia

**Tikhomirov G.V.**, Sci.Dr., Russia

**Tsanova S.**, Sci.Dr., Bulgaria

**Ubar R.**, Academician of Academy of Sciences of Estonia, Sci.Dr., Prof., Estonia

**Usanov V.I.**, Sci.Dr., Prof., Russia

**Vorobyov A.Y.**, Sci.Dr., Prof., Russia

**Zorian Y.**, Ph.Dr., USA

Հրատ. խմբագիր՝

Խմբագիրներ՝

Ժ.Ս. ՄԵՅՐԱՆՅԱՆ

Հ.Ց. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ

Հ.Զ. ՂԱԶԱՐՅԱՆ

© Издательство НПУА

Известия НАН РА и НПУА (сер. Техн. наук), 2023

«Հայաստանի գիտությունների ազգային ակադեմիայի և Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարանի տեղեկագիր. տեխնիկական գիտությունների սերիա» հանդեսում տպագրվում են տեսական և փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները տեխնիկական գիտությունների հետևյալ բաժիններից՝ մեքենաշինություն, մետալուրգիա, նյութագիտություն, ընդերքօգտագործման տեխնոլոգիաներ, շինարարական կառուցվածքներ, հիդրավլիկա և հիդրոտեխնիկական կառույցներ, էներգետիկա, էլեկտրատեխնիկա, գիտական սարքաշինություն և չափողական տեխնիկա, հաշվողական տեխնիկա և ինֆորմատիկա, ռադիոէլեկտրոնիկա, միկրոէլեկտրոնիկա, լազերային տեխնիկա, ավտոմատացում և կառավարման համակարգեր:

Հանդեսում լուսաբանվում են ակադեմիական և ճյուղային գիտահետազոտական ինստիտուտների, բուհերի, գիտաարտադրական միավորումների և այլ կազմակերպությունների գիտական գործունեության առավել կարևոր արդյունքները:

Հանդեսի հիմնական նպատակն է խթանել գիտատեխնիկական առաջընթացը և նպաստել արտադրության մեջ այդ արդյունքների ներդրմանը:

Հանդեսը նախատեսված է ճարտարագետների, հետազոտողների և գիտնականների լայն շրջանների համար: Լույս է տեսնում երեք ամիսը մեկ անգամ:

В журнале “Известия Национальной академии наук РА и Национального политехнического университета Армении. Серия технических наук” публикуются результаты теоретических и экспериментальных исследований, охватывающих основные разделы технических наук: машиностроение, металлургия, материаловедение, технологии недропользования, строительные конструкции, гидравлика и гидротехнические сооружения, энергетика, электротехника, научное приборостроение и измерительная техника, вычислительная техника и информатика, радиоэлектроника, микроэлектроника, лазерная техника, автоматизация и системы управления.

Журнал является периодическим изданием, освещающим наиболее важные результаты научной деятельности академических и отраслевых научно-исследовательских институтов, вузов, научно-производственных объединений и др.

Основная цель журнала - пропагандировать фундаментальные и прикладные исследования в области технических наук, способствовать внедрению их результатов и ускорению научно-технического прогресса в производстве.

Журнал рассчитан на широкий круг ученых, исследователей и инженеров. Выходит один раз в три месяца.

The journal “Proceedings of the Republic of Armenia National Academy of Sciences and National Polytechnic University of Armenia. Series of Technical Sciences” publishes the results of theoretical and experimental investigations concerning the main branches of technical sciences: mechanical engineering, metallurgy, material science, mining engineering, natura utilization, building constructions, hydraulics and hydrotechnical constructions, power and electrical engineering, scientific instrument making and measuring devices, computer science and informatics, radioelectronics, microelectronics, laser equepment, automation and control systems.

The journal is a periodical edition that presents the most important results of scientific activities at academic and branch scientific-research institutions, universities, research - industrial companies, etc.

The main task of the journal is the propaganda of fundamental and applied investigations in the field of technical sciences, and the promotion of their introduction and the acceleration of scientific and technological progress in industry.

The journal is intended for a wide range of scientists, researchers and engineers. It is published once in three months.

\*\*\*