

**Bulletin
of Higher Educational Institutions**

***North Caucasus
region***

TECHNICAL SCIENCES

2025

№ 2

Journal was founded in 1972 by Yu. A. Zhdanov

Main Edition:

M.A. Borovskaya (Editor-in-Chief),
A.V. Pavlenko (Deputy Editor-in-Chief),
E.A. Shinkarenko (Assistant Editor)

The Editorial Board:

A.V. Pavlenko – Chairman of the Editorial Board, Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
M.E. Shoshiashvili – Deputy Chairman of the Editorial Board, Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
G.M. Abakarov – Doctor of Chemistry, Prof., Dagestan State Technical University, Russian Federation
Bertram Torsten – prof., Technische Universität Dortmund, Germany
A.G. Bulgakov – Doctor of Technical Sciences, Prof., Technische Universität Dresden, Germany
P.P. Gaydzhurov – Doctor of Technical Sciences, Prof., Don State Technical University, Russian Federation
B.G. Gasanov – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
A.N. Guda – Doctor of Technical Sciences, Prof., Rostov State Transport University, Russian Federation
N.N. Efimov – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov-South Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
I.Yu. Zhukova – Doctor of Technical Sciences, Prof., Don State Technical University, Russian Federation
V.L. Zakovorotniy – Doctor of Technical Sciences, Prof., Don State Technical University, Russian Federation
A.N. Ivanchenko – Candidate of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
I.A. Kalyaev – Academician of Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Prof., Southern Federal University, Russian Federation
N.I. Kargin – Doctor of Technical Sciences, Prof., National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute) Russian Federation
V.N. Kozlov – Doctor of Technical Sciences, Prof., St. Petersburg State Polytechnic University, Russian Federation
Michal Kolcun – Dr.h.c. prof.Ing., Technical University of Kosice, Slovakia
V.I. Lachin – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
M.S. Lipkin – Doctor of Technical Sciences, Assoc. Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
N.N. Lyabakh – Doctor of Technical Sciences, Prof., Southern Federal University, Russian Federation
V.I. Nagai – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
Yu.E. Pleshivtseva – Doctor of Technical Sciences, Prof., Samara State Technical University, Russian Federation
A.P. Savostyanov – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
N.V. Smirnova – Doctor of Chemistry, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
N.I. Sysoev – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
A.Ya. Tretiak – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
N.P. Shabelskaya – Doctor of Technical Sciences, Assoc. Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
G.I. Shulga – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation
E.A. Yatsenko – Doctor of Technical Sciences, Prof., Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Russian Federation

The Founders:

Dagestan State Technical University,
Dagestan State University,
Don State Technical University,
Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov,
Kuban State Technological University,
Rostov State Transport University,
Rostov State University of Economics,
Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI),
Southern Federal University

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ.
СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ РЕГИОН

BULLETIN OF HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS.
NORTH CAUCASUS REGION

DOI: 10.17213/1560-3644-2025-2

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77 – 77224 от 25.11.2019,
выдано Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций
Научный журнал
Издается с 1973 г.
Периодичность серии 4 номера в год
№ 2 (226), 2025 г.

Registration certificate
PI No. FS 77 – 77224 dated 25/11/2019,
issued Federal Service for Supervision
of Communications, Information Technology
and Mass Media
Science journal
Was founded in 1973.
Period is 4 numbers per a year
No. 2 (226), 2025

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

TECHNICAL SCIENCES

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

УПРАВЛЕНИЕ, КОМПЬЮТЕРНЫЕ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ НАУКИ

MANAGEMENT, COMPUTER
AND INFORMATION SCIENCES

Кобак В.Г., Маевская С.С. Подход к уменьшению времени совокупности минимаксных задач при их решении модифицированной моделью Голдберга с использованием элиты	5
Быковский Н.В., Некрасов С.А., Шестопал О.В. Модификации методов моделирования электронных цепей со стохастическими параметрами	12
Русаков В.А. Алгоритм поиска максимального потока в древовидных и обратных древовидных сетях с одним множеством связанных дуг	20
Носков С.И., Беляев С.В. Комбинированные кусочно-линейные производственные функции с отрицательными компонентами	26
Гринченков Д.В., Профатило В.К., Колач Д.А., Романенко И.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности в профессиональной подготовке: проблемы, решения и перспективы ...	33
Семенченко И.Г., Климанов Г.И. Построение и реализация программного обеспечения человеко-машинного интерфейса системы числового программного управления намоточным станком..	41

Kobak V.G., Maevskaya S.S. An approach to reducing the time of population of minimax problems at their solution by modified Goldberg model with the use of elitism	5
Bykovsky N.V., Nekrasov S.A., Shestopal O.V. Modifications of electronic circuit modeling methods with stochastic parameters	12
Rusakov V.A. Max flow algorithm for tree-structured and reversed tree-structured networks with one set of bounded arcs	20
Noskov S.I., Belyaev S.V. Combined piecewise linear production functions with negative components	26
Grinchenkov D.V., Profatilo V.K., Kolach D.A., Romanenko I.V. Virtual and augmented reality technologies in professional development: challenges, solutions and prospects	33
Semenchenko I.G., Klimanov G.I. Construction and implementation of software for the human-machine interface of the CNC winding machine system	41

**ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ,
НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ,
МЕТАЛЛУРГИЯ**

**Петренко Д.С., Клущин В.А., Петренко А.А.,
Смирнова Н.В., Ульянкина А.А.** Влияние типа
изоцианата на термические и механические
свойства полиэфир-уретан-акрилата из биомассы
в качестве полимерной матрицы 49

**Артамонова А.Р., Бобров М.Н., Печенкина Е.С.,
Супрунюк С.А.** Электрохимическое получение
развитой поверхности золотого покрытия для
использования в качестве чувствительных
элементов электрохимических сенсоров
определения кислорода 57

**Монастырский Д.И., Куликова М.А., Гайдукова Ю.А.,
Вяльцев А.В.** Изучение возможности переработки
фосфогипса в сульфид и оксид кальция 64

**Шубина Е.Н., Флик Е.А., Мишуров В.И.,
Кашипарова В.П., Жукова И.Ю.** Межмолекулярное
донорно-акцепторное взаимодействие йода с
пиридиновыми основаниями в воде и дихлорметане 70

**Храменкова А.В., Мощенко В.В., Грибанова А.С.,
Гончарова В.А., Мирошниченко Л.Г.** Синтез
гибридных электродных материалов на основе
углеродной ткани, модифицированной оксидами
переходных металлов и поливинилпирролидоном... 78

Антонова Н.М., Симонов А.И. Условия
формирования разделительного покрытия на
основе полиизобутилена с высокими
гидрофобными свойствами 86

**Бессмертный В.С., Бузов А.А., Здоренко Н.М.,
Варфоломеева С.В., Романенко А.А.** Синтез
стронций-алюмосиликатного стекла 92

Денисова И.А., Вильбицкая Н.А. Применение
пиритного концентрата и отходов, получаемых
в процессе обогащения бурых углей 99

СООБЩЕНИЯ

**Хрипков М.А., Яценко Е.А., Рябова А.В.,
Климова Л.В.** Разработка бессвинцового
эмалевого покрытия для цветных металлов 106

**Семенист С.А., Зубова Д.П., Широбокова С.Н.,
Щербакоева Е.А.** Об аспектах разработки компонента
информационно-аналитической системы для
распознавания поведенческих сценариев 110

**CHEMICAL TECHNOLOGIES,
SCIENCES ABOUT MATERIALS,
METALLURGY**

**Petrenko D.S., Klushin V.A., Petrenko A.A.,
Smirnova N.V., Ulyankina A.A.** Effect of
isocyanate type on thermal and mechanical
properties of bio-based polyester-urethane-acrylate
as a polymer matrix 49

**Artamonova A.R., Bobrov M.N., Pechenkina E.S.,
Suprunyuk S.A.** Electrochemical production of a
developed gold coating surface for use as sensitive
elements of electrochemical oxygen detection
sensors 57

**Monastyrsky D.I., Kulikova M.A., Gaidukova J.A.,
Vyaltsev A.V.** Study of the possibility of processing
phosphogypsum into sulfide and calcium oxide 64

**Shubina E.N., Flick E.A., Mishurov V.I.,
Kashparova V.P., Zhukova I.Yu.** Intermolecular
donor-acceptor interaction of iodine with pyridine
bases in water and dichloromethane 70

**Khramenkova A.V., Moshchenko V.V., Gribanova A.S.,
Goncharova V.A., Miroshnichenko L.G.** Synthesis of
hybrid electrode materials based on carbon fabric
modified with transition metal oxides and
polyvinylpyrrolidone 78

Antonova N.M., Simonov A.I. Conditions for the
formation of a polyisobutylene-based separation
coating with high hydrophobic properties 86

**Bessmertny V.S., Buzov A.A., Zdorenko N.M.,
Varfolomeeva S.V., Romanenko A.A.** Synthesis of
strontium-aluminosilicate glass 92

Denisova I.A., Vilbitskaya N.A. Use of pyrite
concentrate and waste produced in the brown coal
preparation process 99

REPORTS

**Khripkov M.A., Yatsenko E.A., Ryabova A.V.,
Klimova L.V.** Development of lead-free enamel
coating for non-ferrous metals 106

**Semenist S.A., Zubova D.P., Shirobokova S.N.,
Scherbakova E.A.** On the aspects of developing a
component of an information and analytical system for
recognizing behavioral scenarios 110