

ВЕСТНИК



ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

2022
Т. 22, № 2

ISSN 1991-976X (Print)
ISSN 2409-6571 (Online)

СЕРИЯ

«КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, УПРАВЛЕНИЕ, РАДИОЭЛЕКТРОНИКА»

Решением ВАК России включен в Перечень рецензируемых научных изданий

Учредитель – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Журнал освещает новые научные достижения и практические разработки ученых по актуальным проблемам компьютерных технологий, управления и радиоэлектроники.

Основной целью издания является пропаганда научных исследований в следующих областях:

- Автоматизированные системы управления в энергосбережении
- Автоматизированные системы управления технологическими процессами
- Антенная техника
- Инфокоммуникационные технологии
- Информационно-измерительная техника
- Навигационные приборы и системы
- Радиотехнические комплексы
- Системы автоматизированного управления предприятиями в промышленности
- Системы управления летательными аппаратами

Редакционная коллегия:

Логиновский О.В., д.т.н., проф., засл. деятель науки РФ (гл. редактор) (г. Челябинск);
Бурков В.Н., д.т.н., проф., засл. деятель науки РФ (зам. гл. редактора) (г. Москва);
Голлай А.В., д.т.н., доц. (зам. гл. редактора) (г. Челябинск);
Захаров В.В., отв. секретарь (г. Челябинск);
Баркалов С.А., д.т.н., проф. (г. Воронеж);
Березанский Л., PhD, проф. (г. Беэр-Шева, Израиль);
Джапаров Б.А., д.т.н., проф. (г. Астана, Казахстан);
Затонский А.В., д.т.н., проф. (г. Пермь);
Куликов Г.Г., д.т.н., проф., засл. деятель науки РФ (г. Уфа);
Мазуров В.Д., д.ф.-м.н., проф. (г. Екатеринбург);
Максимов А.А., д.т.н. (г. Новокузнецк);
Мельников А.В., д.т.н., проф. (г. Ханты-Мансийск);
Прангишвили А.И., д.т.н., проф. (г. Тбилиси, Грузия);
Щепкин А.В., д.т.н., проф. (г. Москва);
Ячиков И.М., д.т.н., проф. (г. Магнитогорск)

Редакционный совет:

Шестаков А.Л., д.т.н., проф. (председатель) (г. Челябинск);
Авербах И., PhD, проф. (г. Торонто, Канада);
Браверман Е., PhD, проф. (г. Калгари, Канада);
Дегтярь В.Г., д.т.н., проф., чл.-корр. РАН (г. Миасс, Челябинская обл.);
Казаринов Л.С., д.т.н., проф. (г. Челябинск);
Кибалов Е.Б., д.э.н., проф. (г. Новосибирск);
Новиков Д.А., д.т.н., проф., чл.-корр. РАН (г. Москва);
Панферов В.И., д.т.н., проф. (г. Челябинск);
Слинько А., PhD, проф. (г. Окленд, Новая Зеландия);
Столбов В.Ю., д.т.н., проф. (г. Пермь);
Танана В.П., д.ф.-м.н., проф. (г. Челябинск);
Ухоботов В.И., д.ф.-м.н., проф. (г. Челябинск);
Ушаков В.Н., д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. РАН (г. Екатеринбург);
Шестаков И., д.ф.-м.н., проф. (г. Сан-Паулу, Бразилия);
Ширяев В.И., д.т.н., проф. (г. Челябинск);
Шнайдер Д.А., д.т.н., проф. (г. Челябинск);
Штессель Ю., PhD, проф. (г. Хантсвилл, Алабама, США)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2022



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

2022

Vol. 22, no. 2

SERIES

“COMPUTER TECHNOLOGIES,
AUTOMATIC CONTROL,
RADIO ELECTRONICS”

ISSN 1991-976X (Print)
ISSN 2409-6571 (Online)

Vestnik Yuzhno-Ural'skogo Gosudarstvennogo Universiteta.
Seriya “Komp'yuternye Tekhnologii, Upravlenie, Radioelektronika”

South Ural State University

The journal covers new scientific achievements and practical developments of scientists on actual problems of computer technologies, control and radio electronics.

The main purpose of the series is information of scientific researches in the following areas:

- Automated control systems in energy saving
- Automated process control
- Antenna technique
- Communication technologies
- Information and measuring equipment
- Navigation devices and systems
- Radio engineering complexes
- Computer-aided management of enterprises in industry
- Control systems of aircrafts

Editorial Board:

Loginosvkiy O.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Honored Worker of Science of the Russian Federation (*editor-in-chief*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Burkov V.N., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Honored Worker of Science of the Russian Federation (*deputy editor-in-chief*), Institute of Control Sciences named by V.A. Trapeznikov of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;

Gollai A.V., Dr. of Sci. (Eng.), Ass. Prof. (*deputy editor-in-chief*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Zakharov V.V., *executive secretary*, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Barkalov S.A., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Voronezh State Technical University Voronezh, Russian Federation;

Berezansky L., PhD, Prof., Ben Gurion University of the Negev, Israel;

Dzhaparov B.A., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Archive of the President of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan;

Zatonskiy A.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Honored Worker of Science and Education of the Russian Federation, Berezniki Branch of the Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia;

Kulikov G.G., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Honored Worker of Science of the Russian Federation, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russian Federation;

Mazurov V.D., Dr. of Sci. (Phys. and Math.), Prof., Ural Federal University, Ekaterinburg, Russian Federation;

Maksimov A.A., Dr. of Sci. (Eng.), Open Joint Stock Company ‘Kuznetsk Ferroalloys’, Novokuznetsk, Russian Federation;

Melnikov A.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Ugra Research Institute of Information Technologies, Khanty-Mansiysk, Russian Federation;

Prangishvili A.I., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Corresponding Member of National Academy of Sciences of Georgia, Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia;

Shechepkin A.V., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;

Yachikov I.M., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Magnitogorsk State Technical University of G.I. Nosov, Magnitogorsk, Russian Federation.

Editorial Council:

Shestakov A.L., Dr. of Sci. (Eng.), Prof. (*chairman*), South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Averbakh I., PhD, Prof., University of Toronto, Canada;

Braverman E., PhD, Prof., St. Mary's University, Calgary, and Athabasca University, Department of Science, Athabasca, Canada;

Degtyar' V.G., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Member Correspondent of the Russian Academy of Sciences, Academician V.P. Makeyev State Rocket Centre, Miass, Chelyabinsk region, Russian Federation;

Kazarinov L.S., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Kibalov E.B., Dr. of Sci. (Econ.), Prof., Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation;

Novikov D.A., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Member Correspondent of the Russian Academy of Sciences, Institute of Control Sciences named by V.A. Trapeznikov of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;

Panferov V.I., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Russian Air Force Military Educational and Scientific Center “Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin”, Chelyabinsk branch, Chelyabinsk, Russian Federation;

Slinko A., PhD, Prof., University of Auckland, New Zealand;

Stolbov V.Yu., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation;

Tanana V.P., Dr. of Sci. (Phys. and Math.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Ukhobotov V.I., Dr. of Sci. (Phys. and Math.), Prof., Chelyabinsk State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Ushakov V.N., Dr. of Sci. (Phys. and Math.), Prof., Member Correspondent of the Russian Academy of Sciences, N.N. Krasovskiy Institute of Mathematics and Mechanics of Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russian Federation;

Shestakov I., Dr. of Sci. (Phys. and Math.), Prof., São Paulo University, Brazil;

Shiryaev V.I., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Schneider D.A., Dr. of Sci. (Eng.), Prof., South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation;

Shtessel Yu., PhD, Prof., Huntsville, Alabama, USA.

СОДЕРЖАНИЕ

Информатика и вычислительная техника

ДМИТРИЕВ В.М., ГЕМБУХ Л.А. Концептуальная модель реально-виртуальной лаборатории	5
АНДРИЯНОВ Н.А., АТАХОДЖАЕВА М.Р., БОРОДИН Е.И. Математическое моделирование рекомендательной системы и обработка данных телекоммуникационной компании с помощью моделей машинного обучения	17
BUNOVA E.V., SEROVA V.S. Methodology for solving problems of classification of appeals/requests of citizens to the “hotline” of the President of the Russian Federation	29

Управление в технических системах

ТЕЛЕГИН А.И. Аналитическое решение первой задачи динамики манипуляторов с вращательными сочленениями	41
БАРКАЛОВ С.А., КАРПОВИЧ М.А., МОИСЕЕВ С.И. Метод анализа иерархий: подход, основанный на теории латентных переменных	58
БИЛЬФЕЛЬД Н.В., ВАРЛАМОВА С.А., ЗАХАРОВ В.В. Создание и тестирование моделей неопределенных систем	67
ЧЕРНЫШЕВ Н.Н., НИЖЕНЕЦ Т.В. Параметрическая оптимизация модального регулятора с ограничениями на основе метода роя частиц	76

Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы

АЛАЛИ Ш., АЛХАДЖ ХАССАН Ф., ГАЙНУЛЛИНА Л.Р. Разработка портативного электромиографа для фиксации биоэлектрических потенциалов, возникающих в мышцах	87
---	----

Управление в социально-экономических системах

ЗАТОНСКИЙ А.В., СИРОТИНА Н.А. Управление природно-ресурсным потенциалом Пермского края на основе конечно-разностной модели второго порядка	96
LOGINOVSKIY O.V., SHESTAKOV A.L., KORENNAYA K.A. Information and analytical support of strategic management of enterprises in global instability conditions	107
TASHKIN A.O., HOLLAY A.V. Development of a decision support system of city's social infrastructure accessibility based on GIS-technologies	122
АВЕРИНА Т.А., ЛАВРОВА Ю.С., МЕЛЬНИЧУК В.Н. Концепция трехфакторной модели цифровой экосистемы ЖКХ	132

Краткие сообщения

АВДЕЕВА Е.А., АВЕРИНА Т.А., БАЛАШОВА Н.А. Технологические прорывы как основополагающий фактор глобальной конкурентоспособности	141
САПОЖНИКОВ А.Ю., КУЛИКОВ Г.Г., КУЗНЕЦОВ А.А., ЮРЛОВ М.В. Управление знаниями на примере машиностроительного предприятия и вуза	148
ЦИБУЛИС Д.Э., РАГОЗИН А.Н., ДАРОВСКИХ С.Н., КУЛГАНАТОВ А.З. Исследование нелинейной цифровой фильтрации сигналов с использованием генеративно-состязательной нейронной сети	158

CONTENTS

Informatics and computer engineering

DMITRIEV V.M., GEMBUH L.A. A conceptual model of a real virtual laboratory	5
ANDRIYANOV N.A., ATAKHODZHAEVA M.R., BORODIN E.I. Mathematical modeling of recommender system and data processing of a telecommunications company using machine learning models	17
BUNOVA E.V., SEROVA V.S. Methodology for solving problems of classification of appeals/requests of citizens to the “hotline” of the President of the Russian Federation	29

Control in technical systems

TELEGIN A.I. Analytical solution of the first problem of dynamics of manipulators with rotational joints	41
BARKALOV S.A., KARPOVICH M.A., MOISEEV S.I. Analytic hierarchy process: An approach based on the theory of latent variables	58
BIL'FEL'D N.V., VARLAMOVA S.A., ZAKHAROV V.V. Creating and testing models of uncertainty systems	67
CHERNYSHEV N.N., NIZHENETS T.V. Particle swarm parametric optimization of a constrained state feedback controller	76

Instrument engineering, metrology and information and measuring devices and systems

ALALI Sh., ALHAJJ HASSAN F., GAINULLINA L.R. Development of a portable electromyograph for recording bioelectric potentials appearing in muscles	87
--	----

Control in social and economic systems

ZATONSKIY A.V., SIROTINA N.A. Management of the natural resource potential of the Perm region on the basis of a second-order finite-difference model	96
LOGINOVSKIY O.V., SHESTAKOV A.L., KORENNAYA K.A. Information and analytical support of strategic management of enterprises in global instability conditions	107
TASHKIN A.O., HOLLAY A.V. Development of a decision support system of city's social infrastructure accessibility based on GIS-technologies	122
AVERINA T.A., LAVROVA Yu.S., MELNICHUK V.N. The concept of a three-factor model of the digital ecosystem of housing and communal services	132

Brief reports

AVDEEVA E.A., AVERINA T.A., BALASHOVA N.A. Technological breakthroughs as a fundamental factor in global competitiveness	141
SAPOZHNIKOV A.Yu., KULIKOV G.G., KUZNETSOV A.A., YURLOV M.V. Knowledge management on the example of a machine-building enterprise and a higher education institution	148
TSIBULIS D.E., RAGOZIN A.N., DAROVSKIY S.N., KULGANATOV A.Z. Study of nonlinear digital filtering of signals using generative competitive neural network	158