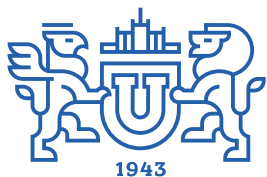


ВЕСТНИК



ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА

2023
Т.23, № 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. Безр-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)



BULLETIN

OF THE SOUTH URAL
STATE UNIVERSITY

2023

Vol. 23, 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

АХМАД А., АНДРИЯНОВ Н.А., СОЛОВЬЕВ В.И., СОЛОМАТИН Д.А. Применение глубокого обучения для аугментации и генерации подводного набора данных с промышленными объектами	5
АНТОНОВ В.В., КУЛИКОВ Г.Г., ВОЯКОВСКАЯ Я.С., ПАЛЬЧЕВСКИЙ Е.В. Метод формирования структур цифровых двойников предметно-ориентированных объектов в пространстве открытых источников на основе формализмов теории множеств, графов, теории категорий и теории порождающих языков Хомского	17
ЛОГИНОВСКИЙ О.В., ШИНКАРЕВ А.А., КОВАЛЬ М.Е., ЯДРЫШНИКОВА М.В., СТАРОДУБЦЕВ Д.В. Разработка системы определения перемещения рабочих на производстве на основе OpenCV и алгоритма одностадийного детектора	28

Управление в социально-экономических системах

БАРКАЛОВ С.А., МОИСЕЕВ С.И., СЕРЕБРЯКОВА Е.А. Динамическая модель анализа рисков при реализации строительных проектов на основе марковских случайных процессов	40
БОЛОДУРИНА И.П., СПЕШИЛОВ Е.А. Применение правил нечеткой логики для анализа данных и принятия решений при управлении грузоперевозками в условиях неопределенности	52
ГОЛЛАЙ А.В., ГОЛЛАЙ И.Н., ЛОГИНОВСКИЙ О.В. Цифровая трансформация социально-экономических систем как конечный результат процесса цифровизации	65

Автоматизированные системы управления технологическими процессами

КУСКАРБЕКОВА С.И., МАКСИМОВ Н.М., ОСИНЦЕВ К.В. Автоматизация группы питательных насосов в транспортабельной котельной установке	82
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Краткие сообщения

АРТЮШИНА Л.А. Вероятностный подход к оценке защищенности информационной системы в задаче идентификации пользователя по клавиатурному почерку	93
КОСТЫЛЕВА Л.Ю., ВОЛОВИЧ Г.И., НЕКРАСОВ С.Г., РЕЦ Е.А. Определение поперечных размеров дефектов расслоения биметаллической пластины при активном тепловом неразрушающем контроле	102
ПАВЛОВИЧ Т.В., ДРОНЬ Е.А., КУЛИКОВ Г.Г. Разработка методики управления качеством данных на основе логико-семантического цифрового двойника	111

CONTENTS

Informatics and computer engineering

AHMAD A., ANDRIYANOV N.A., SOLOVIEV V.I., SOLOMATIN D.A. Application of deep learning for augmentation and generation of an underwater data set with industrial facilities	5
ANTONOV V.V., KULIKOV G.G., VOYAKOVSKAYA Ya.S., PALCHEVSKY E.V. A method of forming the structures of digital doubles of domain-oriented objects in the open source space based on the formalisms of the theory of sets, graphs, category theory and the theory of generating Chomsky languages	17
LOGINOVSKIY O.V., SHINKAREV A.A., KOVAL M.E., YADRYSHNIKOVA M.V., STARODUBTCEV D.V. Development of system for detecting movements of workers in workplace based on OpenCV and one-stage detector algorithm	28

Control in social and economic systems

BARKALOV S.A., MOISEEV S.I., SEREBRYAKOVA E.A. Risk analysis dynamic model in the implementation of construction projects based on Markov random processes	40
BOLODURINA I.P., SPESHILOV E.A. Application of fuzzy logic rules for data analysis and decision-making in cargo transportation management under conditions of uncertainty	52
HOLLAY A.V., GOLLAY I.N., LOGINOVSKIY O.V. Digital transformation of socio-economic systems as the end result of the digitalization process	65

Automated process control systems

KUSKARBEKOVA S.I., MAKSIMOV N.M., OSINTSEV K.V. Automation of a group of feed pumps in a transportable boiler plant	82
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Brief reports

ARTYUSHINA L.A. A probabilistic approach to assessing the security of the information system in the problem of user identification by keypad handwriting	93
KOSTYLEVA L.Yu., VOLOVICH G.I., NEKRASOV S.G., RETC E.A. Determining the dimensions of delaminating defects in a bimetallic plate using active thermal non-destructive testing	102
PAVLOVICH T.V., DRON E.A., KULIKOV G.G. Development of a data quality management methodology based on logical-semantic digital double	111