



№5-2025

ISSN 1999-9429

ИЗВЕСТИЯ ЮФУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Алгоритмы обработки информации
- Анализ данных, моделирование и управление
- Электроника, нанотехнологии и приборостроение
- Машинное обучение и нейронные сети

ИЗВЕСТИЯ ЮФУ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ IZVESTIYA SFedU. ENGINEERING SCIENCES

Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-28889 от 12.07.2007

Федеральная служба по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи
и охраны культурного наследия

Научно-технический и прикладной журнал

Издается с 1995 года, до середины 2007 года под названием «Известия ТРТУ»

Подписной индекс ПС704

№ 5 (247). 2025 г.

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук».

Редакционный совет

Курейчик В.В. (гл. редактор); Кравченко Ю.А. (зам. гл. редактора); Бородинский И.М. (ученый секретарь); Абрамов С.М.; Агеев О.А.; Бабенко Л.К.; Боженюк А.В.; Борисов В.В.; Веселов Г.Е.; Гайдук А.Р.; Горбанёва О.И.; Еремеев А.П.; Зинченко Л.А.; Каляев И.А.; Касьянов А.О.; Коноплев Б.Г.; Коробейников А.Г.; Куповых Г.В.; Левин И.И.; Массель Л.В.; Медведев М.Ю.; Мельник Э.В.; Никитов С.А.; Обуховец В.А.; Панич А.Е.; Петров В.В.; Пшихопов В.Х.; Редько В.Г.; Румянцев К.Е.; Сергеев Н.Е.; Середин Б.М.; Сидоркина И.Г.; Стемповский А.Л.; Сухинов А.И.; Турулин И.И.; Тютиков В.В.; Угольницкий Г.А.; Целых А.Н.; Юханов Ю.В.

Учредитель Южный федеральный университет.

Издатель Южный федеральный университет.

Ответственный за выпуск Кравченко Ю.А.

Технический редактор Ярошевич Н.В.

Оригинал-макет выполнен Ярошевич Н.В.

Дата выхода в свет 31.10. 2025 г. Формат 70×108 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Офсетная печать. Усл. печ. л. – 25,3. Уч.-изд. л. – 17,9.

Заказ № . Тираж 250 экз.

Адрес издателя: 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел. 8(863)243-41-66.

Адрес типографии: Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел. 8(863)243-41-66.

Адрес редакции: 347922, г. Таганрог, ул. Чехова, 22, ЮФУ, тел. +7 (928) 909-57-82, e-mail: iborodyanskiy@sfedu.ru, <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/>.

16+

Цена свободная

ISSN 1999-9429 (Print)

ISSN 2311-3103 (Online)

© Южный федеральный университет, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

| | |
|---|----|
| Ш.М. Альзубайри, А.А. Петунин, С.С. Уколов ПЛАНИРОВАНИЕ ПУТИ РОБОТА ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ЦЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО АЛГОРИТМА PRM И AGA | 6 |
| Ал.В. Козачок, С.С. Матовых, Ан.В. Козачок КАСКАДНЫЙ АЛГОРИТМ КЛАССИФИКАЦИИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВРЕДНОСНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕТОДОМ СТАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА | 18 |
| И.В. Калиберда МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ КЛЮЧЕЙ ИЗ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ЛИЦА НА ОСНОВЕ УСТОЙЧИВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ | 36 |

РАЗДЕЛ II. АНАЛИЗ ДАННЫХ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| А.А. Магазёв, А.Ю. Никифорова О ВЫЧИСЛЕНИИ СРЕДНЕГО ВРЕМЕНИ ИНФИЦИРОВАНИЯ В РАМКАХ ДИСКРЕТНОЙ МАРКОВСКОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В ОТСУТСТВИИ ЛЕЧЕНИЯ | 53 |
| А.О. Толоконский, Д.С. Менюк МЕТОД ЭКСПРЕСС-ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ ПИ-РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ АПЕРИОДИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОБЛОКОВ АЭС | 64 |
| А. Нанданвар, Л.А. Рыбак, Д.А. Дьяконов УПРАВЛЕНИЕ МУЛЬТИРОБОТИЗИРОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ СКОЛЬЗЯЩИХ РЕЖИМОВ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА | 72 |
| Д.Г. Макоева, И.Р. Глушов, А.О. Шогенов ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫМИ РОБОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ | 83 |
| В.И. Шлаев МОДУЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПО ЗАДАНЫМ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ | 93 |
| Е.А. Титенко ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УНИТАРНЫХ КОДОВ ДЛЯ ОДНОРОДНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ | 104 |

РАЗДЕЛ III. ЭЛЕКТРОНИКА, НАНОТЕХНОЛОГИИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| З.Е. Вакулов, Р.В. Томинов, Д.А. Дзюба, В.А. Смирнов ФОРМИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕМРИСТИВНЫХ ПЛЕНОК ЛЕГИРОВАННОГО ОКСИДА ЦИНКА ДЛЯ СИСТЕМ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ РОБОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ | 116 |
| Н.М. Богатов, В.С. Володин, Л.Р. Григорьян, М.С. Коваленко МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ КРЕМНИЕВОЙ N-I-P НАНОСТРУКТУРЫ | 123 |
| М. Пленнигер, С.В. Балакирев, М.С. Солодовник ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1,3 МКМ В ДВУМЕРНЫХ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛАХ НА ОСНОВЕ GaAs С КОНФИГУРАЦИЕЙ ВОЛНОВОД-МИКРОРЕЗОНАТОР | 133 |
| А.А. Жук, Д.В. Клейменкин, Н.Н. Прокопенко SIGE BICMOS ВЫХОДНЫЕ КАСКАДЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ | 143 |

| | |
|---|-----|
| С.П. Малюков, В.Д. Мишнев ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УПРУГОЙ МЕМБРАНЫ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРЫ «КРЕМНИЙ НА САПФИРЕ»..... | 159 |
| Д.А. Сорокин, И.И. Левин СУММАТОР С ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ В ЦИФРОВЫХ ФОТОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ..... | 168 |
| Д.Ю. Денисенко, Н.Н. Прокопенко, Ю.И. Иванов, Д.В. Кузнецов ДИСКРЕТНО-АНАЛОГОВЫЙ ФИЛЬТР ВТОРОГО ПОРЯДКА НА ПЕРЕКЛЮЧАЕМЫХ КОНДЕНСАТОРАХ С ПЕРЕСТРОЙКОЙ ЧАСТОТЫ ПОЛЮСА ЦИФРОВЫМ ПОТЕНЦИОМЕТРОМ..... | 179 |
| Ю.Е. Зинченко, Т.А. Зинченко РАСПОЗНАВАНИЕ И АДАПТИВНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ТЕСТОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТНЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ..... | 189 |
| РАЗДЕЛ IV. МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ | |
| В.И. Авиллов, Л.А. Душина, Н.В. Полупанов, В.А. Смирнов АППАРАТНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ НА ОСНОВЕ МЕМРИСТИВНЫХ СТРУКТУР ОКСИДА ТИТАНА..... | 205 |
| Э.В. Мельник, Д.Е. Блох, А.И. Безмельцев, В.С. Панщев, С.Н. Полторацкий ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ НЕЙРОСЕТЕЙ MLP И CNN НА ПЛИС ДЛЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ..... | 214 |
| В.А. Частикова, К.В. Козачёк, Е.С. Коробская, В.П. Кравцов ОБНАРУЖЕНИЕ КИБЕРВТОРЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО ТРАФИКА И ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАТАСЕТА UNSW-NB15..... | 229 |
| А.С. Коваленко, Я.М. Демяненко МЕТОД ГЕНЕРАЦИИ ШУМА ПО НАБОРУ ЗАШУМЛЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ БЕЗ ЧИСТЫХ ПРИМЕРОВ..... | 243 |
| О.Б. Лебедев, Р.И. Черкасов ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ..... | 254 |
| Ю.А. Кораблёв ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО СРОКА ПОЛЕЗНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МЕТОДОМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ LSTM..... | 277 |

CONTENT

SECTION I. INFORMATION PROCESSING ALGORITHMS

| | |
|---|----|
| S.M. Alzubairi, A.A. Petunin, S.S. Ukolov ROBOT PATH PLANNING FOR MULTI-TARGETS BASED ON A HYBRID OF PRM AND AGA ALGORITHM | 6 |
| Al.V. Kozachok, S.S. Matovykh, An.V. Kozachok CASCADE CLASSIFICATION ALGORITHM FOR DETECTING MALICIOUS SOFTWARE BY STATIC ANALYSIS | 18 |
| I.V. Kaliberda A METHOD FOR CALCULATING CRYPTOGRAPHIC KEYS FROM A PERSON'S BIOMETRIC DATA BASED ON STABLE TRANSFORMATIONS..... | 36 |

SECTION II. DATA ANALYSIS, MODELING AND CONTROL

| | |
|---|-----|
| A.A. Magazev, A.Yu. Nikiforova ON CALCULATING THE MEAN INFECTED TIME USING A DISCRETE MARKOV EPIDEMIOLOGICAL MODEL WITHOUT TREATMENT..... | 53 |
| A.O. Tolokonsky, D.S. Menyuk A METHOD FOR EXPRESS ASSESSMENT OF PI-REGULATOR PARAMETERS FOR APERIODIC TRANSIENT PROCESSES IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF NUCLEAR POWER PLANT UNITS | 64 |
| A. Nandanwar, L.A. Rybak, D.A. Dyakonov CONTROL OF A MULTI-ROBOT SYSTEM BASED ON HIGHER-ORDER SLIDING MODES | 72 |
| D.G. Makoeva, I.R. Tlupov, A.O. Shogenov NATURAL LANGUAGE CONTROL OF CONSTRUCTION ROBOTIC SYSTEMS..... | 83 |
| V.I. Shlaev THE MODULE FOR PREDICTING CONVERTER PARAMETERS BASED ON SPECIFIED AMPLITUDE-FREQUENCY CHARACTERISTICS..... | 93 |
| E.A. Titenko UNITARY CODE CONVERTERS FOR HOMOGENEOUS COMPUTING SYSTEMS..... | 104 |

SECTION III. ELECTRONICS, NANOTECHNOLOGY AND INSTRUMENTATION

| | |
|---|-----|
| Z.E. Vakulov, R.V. Tominov, D.A. Dzyuba, V.A. Smirnov FORMATION AND INVESTIGATION OF DOPED ZINC OXIDE MEMRISTIVE FILMS FOR MACHINE VISION SYSTEMS OF ROBOTIC COMPLEXES..... | 116 |
| N.M. Bogatov, V.S. Volodin, L.R. Grigoryan, M.S. Kovalenko MODELING THE ELECTRIC FIELD OF A SILICON <i>N-I-P</i> NANOSTRUCTURE ... | 124 |
| M. Pleninger, S.V. Balakirev, M.S. Solodovnik STUDY OF THE PROPAGATION OF LIGHT WITH A WAVELENGTH OF 1.3 MM IN TWO-DIMENSIONAL GaAs-BASED PHOTONIC CRYSTALS WITH A WAVEGUIDE-MICRORESONATOR CONFIGURATION | 134 |
| A.A. Zhuk, D.V. Kleimenkin, N.N. Prokopenko SIGE BICMOS OUTPUT STAGES OF HIGH-TEMPERATURE OPERATIONAL AMPLIFIERS | 143 |
| S.P. Malyukov, V.D. Mishnev SIMULATION AND ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF A PRESSURE SENSOR'S ELASTIC MEMBRANE BASED ON "SILICON ON SAPPHIRE" STRUCTURE | 160 |
| D.A. Sorokin, I.I. Levin FLOATING-POINT ADDER IN DIGITAL PHOTONIC COMPUTING SYSTEMS ... | 168 |

| | |
|--|-----|
| D. Yu. Denisenko, N.N. Prokopenko, Y.I. Ivanov, D.V. Kuznetsov DISCRETE-ANALOGUE FILTER OF THE SECOND ORDER ON SWITCHED CAPACITORS WITH TUNING OF POLE FREQUENCY BY DIGITAL POTENTIOMETER..... | 179 |
| Y.E. Zinchenko, T.A. Zinchenko RECOGNITION AND ADAPTIVE GENERATION OF PSEUDO-RANDOM TESTS OF SEQUENTIAL DIGITAL DEVICES..... | 190 |

SECTION IV. MACHINE LEARNING AND NEURAL NETWORKS

| | |
|--|-----|
| V.I. Avilov, L.A. Dushina, N.V. Polupanov, V.A. Smirnov HARDWARE NEURAL NETWORK BASED MEMRISTIVE TITANIUM OXIDE STRUCTURES | 205 |
| E.V. Melnik, D.E. Blokh, A.I. Bezmeltsev, V.S. Panishchev, S.N. Poltoratsky DESIGNING MLP AND CNN NEURAL NETWORK MODULES ON FPGA FOR IMAGE CLASSIFICATION TASKS | 215 |
| V.A. Chastikova, K.V. Kozachek, E.S. Korobskaya, V.P. Kravtsov DETECTION OF CYBER INTRUSIONS BASED ON NETWORK TRAFFIC AND USER BEHAVIOR USING THE UNSW-NB15 DATASET | 230 |
| A.S. Kovalenko, Ya.M. Demyanenko NOISE GENERATION METHOD BASED ON A SET OF NOISY IMAGES WITHOUT CLEAN EXAMPLES | 244 |
| O.B. Lebedev, R.I. Cherkasov APPLICATION OF COMPUTER VISION TECHNOLOGIES IN VISUAL INFORMATION PROCESSING SYSTEMS | 255 |
| J.A. Korablev PREDICTION OF THE REMAINING USEFUL LIFE OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT USING THE DEEP LEARNING METHOD LSTM..... | 277 |