



№3-2022

ISSN 1999-9429

# ИЗВЕСТИЯ ЮФУ

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Вычислительные и информационно-управляющие системы
- Алгоритмы обработки информации
- Моделирование процессов и систем
- Электроника, нанотехнологии и приборостроение

# 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 связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций

Научно-технический и прикладной журнал

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

Подписной индекс 41970

№ 3 (227). 2022 г.

Тематический выпуск

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ, ИНЖЕНЕРИИ И УПРАВЛЕНИИ

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); Курейчик В.М. (зам. гл. редактора); Бородинский И.М. (ученый секретарь); Абрамов С.М.; Агеев О.А.; Бабенко Л.К.; Боженко А.В.; Веселов Г.Е.; Гонкальвес Ж.; Каляев И.А.; Коноплев Б.Г.; Левин И.И.; Маркович И.И.; Медведев М.Ю.; Микрин Е.А.; Никитов С.А.; Обуховец В.А.; Осипов Г.С.; Панич А.Е.; Петров В.В.; Петровский А.Б.; Пшихопов В.Х.; Редько В.Г.; Румянцев К.Е.; Саламах М.; Сергеев Н.Е.; Солдатов А.В.; Слемпковский А.Л.; Сухинов А.И.; Сысоев В.В.; Фрадков А.Л.; Хашемипур М.; Целых А.Н.; Чаплыгин Ю.А.; Четверушкин Б.Н.; Чичков Б.Н.

Учредитель Южный федеральный университет.

Издатель Южный федеральный университет.

Ответственный за выпуск Клевцов С.И.

Технический редактор Ярошевич Н.В.

Оригинал-макет выполнен Ярошевич Н.В.

Дата выхода в свет .08.2022 г. Формат 70×108  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.

Офсетная печать. Усл. печ. л. – 26,3. Уч.-изд. л. – 21,7.

Заказ № 8545. Тираж 250 экз.

Адрес издателя: 344091, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1. Тел. 8(863)2478051.

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 (863) 247-80-51.

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

16+

Цена свободная

ISSN 1999-9429 (Print)

ISSN 2311-3103 (Online)

© Южный федеральный университет. 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ I. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

<b>Мохаммад Джалаль Алмашаал</b> К ОЦЕНКЕ ОБЛАСТИ ПРИТЯЖЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ .....	6
<b>С.Л. Беляков, А.В. Боженюк, Н.А. Голова, И.Н. Розенберг, К.С. Яворчук</b> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА .....	14
<b>С.С. Датвасе, Р.Р. Дешмукх, Р.С. Гупта</b> СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТУПНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ ОТПЕЧАТКОВ ЛАДОНИ: ОБЗОР .....	27
<b>А.О. Касьянов</b> ПРИМЕНЕНИЕ ПЕЧАТНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МИКРОВОЛНОВОГО ДИАПАЗОНА .....	38
<b>В.В. Лисяк</b> ОБЗОР СЛАЙСЕРОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ .....	60
<b>А.В. Мангушев</b> РЕАЛИЗАЦИЯ MQTT КЛИЕНТА НА БАЗЕ ОДНОКРИСТАЛЬНОГО МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ ЗАДАЧ УДАЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ.....	75
<b>Н.К. Полуянович, Н.В. Азаров, М.Н. Дубяго</b> НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ ПОСРЕДСТВОМ УЧЕТА И КОНТРОЛЯ ИХ ПАРАМЕТРОВ.....	84
<b>Ю.А. Заргарян, В.И. Кошенский, К.О. Кирсанов, М.С. Пресняков</b> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ BLUETOOTH LOW ENERGY ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ .....	103

### РАЗДЕЛ II. АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

<b>М.С. Анферова, А.М. Белевцев</b> АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ И РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕРВИСОВ МОНИТОРИНГА .....	119
<b>С.М. Гушанский, В.И. Божич, В.С. Потапов</b> ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КВАНТОВОГО КОДА ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК .....	129
<b>В.И. Данильченко, В.М. Курейчик</b> ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТРИБУТИВНОЙ СЕМАНТИКИ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ ЗНАЧИМЫХ СОЧЕТАНИЙ ЗАГОЛОВКОВ НЕСКОЛЬКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ТЕКСТОВ ПРИ ФОРМАЛИЗАЦИИ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИИ .....	139
<b>Д.Ю. Кравченко, Ю.А. Кравченко, Э.В. Кулнев, А.Э. Саак</b> ЦЕНТРАЛЬНО-КОЛЬЦЕВОЙ ПОЛИНОМИАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНО-ВРЕМЕННЫХ РЕСУРСОВ В ГРИД-СИСТЕМАХ .....	147
<b>Н.А. Будко, А.Ю. Будко, М.Ю. Медведев</b> ВЫЧИТАНИЕ ПОМЕХИ ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ ПОДВОДНОГО ВИДЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В МУТНОЙ ВОДЕ.....	158
<b>В.Х. Пшихопов, М.Ю. Медведев, Д.О. Бросалин, М.А. Васильева, Б.В. Гуренко, Н. Хамдан</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ В ДВУМЕРНЫХ КАРТОГРАФИРОВАННЫХ СРЕДАХ .....	170

<b>И.О. Шепель</b> ОБНАРУЖЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА КАРТЕ ЗАНЯТОСТИ С НАКОПЛЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ФИЛЬТРА ЧАСТИЦ .....	192
<b>Аль-Карави Хуссейн Шукор Мукер, И.И. Турулин</b> МЕТОДИКА УМЕНЬШЕНИЯ ВЫБРОСА ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА ЦИФРОВОМ ФИЛЬТРЕ НИЖНИХ ЧАСТОТ С УПРАВЛЯЕМОЙ ЧАСТОТОЙ СРЕЗА .....	202

### РАЗДЕЛ III. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

<b>Р.М. Ауси, Е.В. Заргарян, Ю.А. Заргарян</b> МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МОБИЛЬНЫХ СЕТЯХ .....	211
<b>С.И. Клевцов</b> ВЫБОР МОДЕЛИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАТЧИКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОГРЕШНОСТЬЮ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН .....	222
<b>Г.В. Куповых, А.Г. Клово, В.В. Гривцов, О.В. Белоусова</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ НЕТУРЕУЛЕНТНОГО ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ .....	234
<b>А.М. Пилипенко, А.В. Агабекян</b> МОДЕЛЬ АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО АНАЛИЗА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В SPICE-СИМУЛЯТОРАХ .....	243
<b>А. Аль-Шамки, В.В. Шадрин, В.Г. Галалу</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИБРИДНОГО РЕГУЛЯТОРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ .....	254

### РАЗДЕЛ IV. ЭЛЕКТРОНИКА, НАНОТЕХНОЛОГИИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

<b>А.В. Андрианов, Д.Е. Губарев, А.Н. Зикний, П.Н. Зламан</b> ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА.....	263
<b>С.А. Паньчев, А.И. Паньчев, А.В. Максимов</b> РЕАЛИЗАЦИЯ В БАЗИСЕ ПЛИС РЕЛЯТОРНЫХ КОНТРОЛИРУЮЩИХ ОПРОСНЫХ УСТРОЙСТВ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ .....	270
<b>А.В. Хлуденев</b> ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ СОГЛАСОВАНИЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ И СОПТ .....	280
<b>Т.Г. Цой</b> ОЦЕНКА СИСТЕМ КООРДИНАТНЫХ МЕТОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БОРТОВОЙ КАМЕРЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТА «СЕРВОСИЛА ИНЖЕНЕР» В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ .....	289

## CONTENT

### SECTION I. COMPUTING AND INFORMATION CONTROL SYSTEMS

<b>Mohammad Jalal Almashaal</b> TO ESTIMATION OF ATTRACTION AREA OF EQUILIBRIUM IN NONLINEAR CONTROL SYSTEMS .....	6
<b>S.L. Belyakov, A.V. Bozhenyuk, N.A. Golova, I.N. Rosenberg, K.S. Yavorchuk</b> INTELLIGENT RECOMMENDER SYSTEM FOR SPATIAL ANALYSIS .....	14
<b>S.S. Datwase, R.R. Deshmukh, R.S. Gupta</b> MODERN AVAILABLE PALMPRINT DATABASES: A REVIEW .....	27
<b>A.O. Kasyanov</b> PRINTED LATTICES APPLICATION TO ELECTROMAGNETIC WAVES POLARIZATION CONTROL AT MICROWAVES .....	38
<b>V.V. Lisyak</b> OVERVIEW OF 3D PRINTING SLICERS .....	61
<b>A.V. Mangushev</b> MQTT CLIENT IMPLEMENTATION BASED ON A SINGLE-CHIP MICROCONTROLLER FOR REMOTE EQUIPMENT MANAGEMENT TASKS.....	75
<b>N.K. Poluyanovich, N.V. Azarov, M.N. Dubyago</b> NEUROCOMPUTER CONTROL OF CABLE NETWORKS BANDWIDTH THROUGH ACCOUNTING AND CONTROL OF THEIR PARAMETERS .....	85
<b>Yu.A. Zargaryan, V.I. Koshensky, K.O. Kirsanov, M.S. Presnyakov</b> APPLICATION OF BLUETOOTH LOW ENERGY TECHNOLOGY TO CONTROL THE MOVEMENT OF PEOPLE INDOOR .....	104

### SECTION II. INFORMATION PROCESSING ALGORITHMS

<b>M.S. Anferova, A.M. Belevtsev</b> ANALYSIS OF REQUIREMENTS AND DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR INTELLIGENT MONITORING SERVICES .....	119
<b>S.M. Gushanskiy, V.I. Bozhich, V.S. Potapov</b> RESEARCH AND DEVELOPMENT OF A QUANTUM CODE FOR ERROR CORRECTION .....	130
<b>V.I. Danilchenko, V.M. Kureichik</b> THE USE OF DISTRIBUTIVE SEMANTICS IN THE IDENTIFICATION OF SIGNIFICANT COMBINATIONS OF TITLES OF SEVERAL TEXT COLLECTIONS IN THE FORMALIZATION OF LINGUISTIC EXPERT INFORMATION.....	140
<b>D.Yu. Kravchenko, Yu.A. Kravchenko, E.V. Kuliev, A.E. Saak</b> CENTRAL-RING POLYNOMIAL ALGORITHM FOR DISTRIBUTION OF COMPUTATION-TIME RESOURCES IN GRID SYSTEMS .....	148
<b>N.A. Budko, A.Yu. Budko, M.Yu. Medvedev</b> SUBTRACTION OF BACKPROPAGATION INTERFERENCE BASED ON POLARIZATION IN UNDERWATER VISION SYSTEMS FOR OPERATION IN TURBID WATER .....	159
<b>V.Kh. Pshikhopov, M.Yu. Medvedev, D.O. Brosalin, M.A. Vasileva, B.V. Gurenko, N. Hamdan</b> STUDY OF PATH PLANNING METHODS IN TWO-DIMENSIONAL MAPPED ENVIRONMENTS .....	171
<b>I.O. Shepel</b> PARTICLE FILTER BASED DETECTION OF DYNAMIC OBJECTS ON AN ACCUMULATED OCCUPANCY MAP.....	193
<b>Al-Karawi Hussein Shakor Mogheer, I.I. Turulin</b> REDUCTION APPROACH OF TRANSIENT PROCESS OVERSHOOT IN CONTROLLED TUNABLE LOW PASS DIGITAL FILTER .....	202

### SECTION III. SIMULATION OF PROCESSES AND SYSTEMS

<b>R.M. Ausi, E.V. Zargaryan, Yu.A. Zargaryan</b> MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING MODELS FOR ELECTRONIC INFORMATION SECURITY IN MOBILE NETWORKS .....	211
<b>S.I. Klevtsov</b> SELECTION OF THE SENSOR CONVERSION CHARACTERISTIC MODEL FOR CONTROLLING THE ERROR IN THE MEASUREMENT OF PHYSICAL QUANTITIES .....	223
<b>G.V. Kupovykh, A.G. Klovo, V.V. Grivtsov, O.V. Belousova</b> MODELING OF THE NON-TURBULENT SURFACE LAYER ELECTRODYNAMIC STRUCTURE .....	235
<b>A.M. Pilipenko, A.V. Agabekyan</b> MODEL OF SELF-OSCILLATING CIRCUIT FOR TESTING NUMERICAL METHODS OF TRANSIENT ANALYSIS IN SPICE-SIMULATORS .....	244
<b>A. Al-Shamki, V.V. Shadrina, V.G. Galalu</b> SIMULATION OF A HYBRID CONTROLLER FOR CONTROLLING PLASMA WELDING PARAMETERS .....	266

### SECTION IV. ELECTRONICS, NANOTECHNOLOGIES AND INSTRUMENTATION

<b>A.V. Andrianov, D.E. Gubarev, A.N. Zikiy, P.N. Zlaman</b> EXPERIMENTAL STUDY OF A PROTECTIVE DEVICE .....	263
<b>S.A. Panychev, A.I. Panychev, A.V. Maksimov</b> IMPLEMENTATION OF RELATIONAL DEVICES OF DIGITAL SIGNALS MONITORING AND POLLING IN THE FPGA BASIS .....	270
<b>A.V. Khludenev</b> PARAMETRIC MATCHING OF INSULATION MONITORING DEVICES AND DC DISTRIBUTION SYSTEMS .....	280
<b>T.G. Tsoy</b> FIDUCIAL MARKERS EVALUATION USING ONBOARD CAMERA OF SERVOSILA ENGINEER MOBILE ROBOT IN INDOOR SETTINGS .....	290