



№2-2025

ISSN 1999-9429

ИЗВЕСТИЯ ЮФУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Перспективы применения робототехнических комплексов
- Системы управления и моделирование
- Связь, навигация и наведение
- Техническое зрение

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

№ 2 (244). 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); Бородянский 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 Косенко Е.Ю.

Технический редактор Ярошевич Н.В.

Оригинал-макет выполнен Ярошевич Н.В.

Дата выхода в свет 04.04. 2025 г. Формат 70×108 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Офсетная печать. Усл. печ. л. – 26,2. Уч.-изд. л. – 17,5.

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. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В.К. Абросимов, Г.А. Долгов, Е.С. Михайлова МОДЕЛЬ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ УКЛОНЕНИЯ РОЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТОГОНИСТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ.....	6
М.А. Астапова ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ В ЗАДАЧЕ СЕГМЕНТАЦИИ НОР ГРЫЗУНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛУБОКИХ СВЕРТОЧНЫХ АРХИТЕКТУР	19
И.Л. Жигяев, М.С. Картель, Ю.Ю. Жигяева, А.А. Авакян, В.А. Смирнов ИССЛЕДОВАНИЕ МЕМРИСТИВНЫХ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР С ПРОФИЛИРОВАННЫМ ЭЛЕКТРОДОМ ДЛЯ НЕЙРОМОРФНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ.....	30
З.В. Нагоев, О.З. Загазежева, К.Ч. Бжихатлов, И.А. Мамбетов РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СБОРА УРОЖАЯ.....	40
А.М. Корсаков, В.В. Иванова, А.А. Демчева, В.Д. Матвеев, Е.Ю. Смирнова ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СЦЕНАРИЯ РАБОТЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОМОРФНОГО МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАДАНИЕМ.....	51
А.А. Кочкарлов, А.К. Куликов, В.А. Ольхова, А.Н. Рыбак, А.С. Стахмич ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАННЕГО ОПОВЕЩЕНИЯ И МОНИТОРИНГА РАСТЕНИЙ	61
М.И. Бесхмельнов, Б.К. Лебедев, О.Б. Лебедев ГИБРИДНЫЙ МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ КОНФИГУРАЦИИ МАРШРУТА НА КАРТЕ МЕСТНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ....	68
А.М. Маевский, И.А. Печайко, М.А. Алексеев, Н.М. Буров РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ИМИТАТОРА ПОДВОДНОГО АППАРАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СПОСОБОВ АВТОНОМНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РЕЗИДЕНТНЫХ АНПА С ОБЪЕКТАМИ ПОДВОДНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	83
В.П. Носков, Ю.С. Баричев, О.П. Гойдин, А.Н. Курьянов РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ВИДЕО-ДАЛЬНОМЕТРИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИИ РОБОТОВ ВОЗДУШНОГО И НАЗЕМНОГО ПРИМЕНЕНИЯ	96
И.А. Пшенокова, К.Ч. Бжихатлов, М.А. Каноква МУЛЬТИАГЕНТНАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ В ИНФРАСТРУКТУРЕ ГОРОДА	108
Е.Ю. Смирнова, Д.К. Серов, Д.К. Пельменев, Н.П. Коренко, А.Ю. Никулина МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ БИОМОРФНЫХ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ.....	118
С.М. Соколов, А.А. Богуславский МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПОВЫШЕНИЯ АВТОНОМНОСТИ НАЗЕМНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	129
Н.М. Чернышов, И.К. Романова-Большакова МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТА ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ С РОБОТИЗИРОВАННЫМИ СИСТЕМАМИ.....	140
Е.Д. Григорьева, В.А. Ушаков МОДЕЛЬ И АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ СВОЕВРЕМЕННОЙ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУППИРОВКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	151

РАЗДЕЛ II. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

А.Н. Карапеев, Е.Ю. Косенко, М.Ю. Медведев, В.Х. Пшихопов ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ МЕТОДА ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ.....	162
Л.А. Рыбак, Д.И. Мальшев, Д.А. Дьяконов, А.А. Мамченкова ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ГРУППЫ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ПРИ НАЛИЧИИ СТАЦИОНАРНЫХ И ПОДВИЖНЫХ ПРЕПЯТСТВИЙ	175
А.Ю. Тамм, Е.А. Барымова, М.И. Кузьмин ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СПАЙКОВОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ И МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РТК	185
Ф.А. Хуссейн, В.А. Костюков ГИБРИДНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ МНОГОАГЕНТНОЙ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА	193

РАЗДЕЛ III. СВЯЗЬ, НАВИГАЦИЯ И НАВЕДЕНИЕ

В.А. Головской, А.В. Винокуров МОДЕЛЬ ПОДСИСТЕМЫ ВЫРАБОТКИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ КЛЮЧЕЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....	202
В.Д. Матвеев, А.Е. Архипов, И.С. Фомин РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕГМЕНТАЦИИ RTC-SAM ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ НА ПУТИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА.....	212
Б.В. Павлов, Д.А. Гольдин, Е.А. Третьякова МОДЕЛИ ИЗМЕРЕНИЙ БОРТОВЫХ МАГНИТОГРАДИЕНТНЫХ СИСТЕМ	221
А.А. Черкасова, А.Ю. Шатнюков САМОПОДСТРАИВАЮЩАЯСЯ МНОГОКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА ФАЗОЙ СИГНАЛОВ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ.....	229

РАЗДЕЛ IV. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗРЕНИЕ

Ю.К. Грузевич, Ю.Н. Гордненко, П.С. Альков, Д.В. Волков, М.С. Ходаковская БОРТОВАЯ АКТИВНО-ИМПУЛЬСНАЯ СИСТЕМА ПОДВОДНОГО ВИДЕНИЯ ЧЕРЕЗ ГРАНИЦУ РАЗДЕЛА «ВОЗДУХ-ВОДА».....	241
Н.В. Ким, Н.Е. Бодунков, Д.С. Гиренко, Н.А. Ляпин, Н.В. Удалова ВИЗУАЛЬНАЯ НАВИГАЦИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ МЕСТНОСТИ	256
С.В. Кулешов, А.В. Кваснов, А.А. Зайцева, А.Л. Ронжин КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВИЗУАЛЬНОЙ НАВИГАЦИИ ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ ОРИЕНТИРАМ ДЛЯ БПЛА, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТУПНОСТИ ГНСС.....	269
К.А. Суминов, Н.А. Бочаров, М.А. Кирилюк ОЦЕНКА АППАРАТНОГО СОСТАВА БОРТОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ РЕШАЕМЫХ ЗАДАЧ.....	279
Д.В. Шумков, И.В. Титков, П.А. Гулевич ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ В ИНТЕРЕСАХ РАДИОМОНИТОРИНГА	289

CONTENT

SECTION I. PROSPECTS FOR THE APPLICATION OF ROBOTIC SYSTEMS	
V.K. Abrosimov, G.A. Dolgov, E.S. Mikhailova MACHINE LEARNING MODEL OF SWARM EVASION FROM THE INFLUENCE OF ANTAGONISTIC ENVIRONMENT	6
M.A. Astapova INTELLIGENT CONTROL OF ROBOTICS AT RODENT BURROW SEGMENTATION USING DEEP CONVOLUTIONAL ARCHITECTURES.....	20
I.L. Jityaev, M.S. Kartel, Yu. Yu. Jityaeva, A.A. Avakyan, V.A. Smirnov INVESTIGATION OF MEMRISTIVE NANOSCALE STRUCTURES WITH PROFILED INTERFACE FOR NEUROMORPHIC ELECTRONICS	30
Z.V. Nagoev, O.Z. Zagazheva, K.Ch. Brzhihatlov, I.A. Mambetov DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT ROBOTIC HARVESTING SYSTEM.....	40
A.M. Korsakov, V.V. Ivanova, A.A. Demcheva, V.D. Matveev, E.Yu. Smirnova ORGANIZING THE EXECUTION OF A MOBILE ROBOT OPERATION SCENARIO USING A NEUROMORPHIC TASK MANAGEMENT MECHANISM	51
A.A. Kochkarov, A.K. Kulikov, V.A. Olhova, A.N. Ribak, A.S. Stacmich AN INTELLIGENT PLANT MONITORING AND EARLY WARNING SYSTEM BASED.....	61
M.I. Beskhmelnov, B.K. Lebedev, O.B. Lebedev HYBRID METHOD OF ROUTE CONFIGURATION PLANNING ON A TERRAIN MAP UNDER CONDITIONS OF PARTIAL UNCERTAINTY.....	69
A.M. Mayevskiy, I.A. Pechayko, M.A. Alekseyev, N.M. Burov DEVELOPMENT OF AN UNDERWATER VEHICLE ROBOTIC SIMULATOR TO STUDY METHODS OF RESIDENT AUVs AUTONOMOUS INTERVENTION WITH UNDERWATER INFRASTRUCTURE OBJECTS	83
V.P. Noskov, Y.S. Barichev, O.P. Goydin, A.N. Kuryanov DEVELOPMENT AND ANALYSE VISUAL NAVIGATION SYSTEM FOR AIR AND GROUND-BASED ROBOTS	96
I.A. Pshenokova, K.Ch. Brzhikhatlov, M.A. Kanokov MULTI-AGENT INTELLIGENT SYSTEM FOR CONTROL OF PARKING SPACES IN CITY INFRASTRUCTURE	109
E.Y. Smirnova, D.K. Serov, D.K. Pelmenev, N.P. Korenko, A.Y. Nikulina MODEL-BASED BIOMORPHIC UNDERWATER ROBOTS SYSTEM CONTROL DESIGN	118
S.M. Sokolov, A.A. Boguslavsky METHODOLOGY AND PRACTICE OF INCREASING THE AUTONOMY OF GROUND-BASED ROBOTIC COMPLEXES.....	130
N.M. Chernyshov, I. K. Romanova-Bolshakova OBJECT IDENTIFICATION METHOD FOR INTEGRATION WITH ROBOTIC SYSTEMS.....	141
E.D. Grigorieva, V.A. Ushakov MODEL AND ALGORITHM OF OPERATIONAL PLANNING OF LOGISTIC PROCESSES OF TIMELY DELIVERY OF CARGO WITH THE INTERACTION OF A GROUP OF ROBOTIC COMPLEXES	151
SECTION II. CONTROL AND MODELING SYSTEMS	
A.N. Karapeev, E.Y. Kosenko, M.Yu. Medvedev, V.Kh. Pshikhopov RESEARCH OF AN INTELLIGENT ADAPTIVE CONTROL ALGORITHM BASED ON THE REINFORCEMENT LEARNING METHOD	162
L.A. Rybak, D.I. Malyshev, D.A. Dyakonov, A.A. Mamchenkova A GENETIC ALGORITHM FOR PLANNING THE TRAJECTORY OF A GROUP OF MOBILE ROBOTS IN THE PRESENCE OF STATIONARY AND MOBILE OBSTACLES.....	175

A.Yu. Tamm, E.A. Barymova, M.I. Kuzmin STUDY OF THE APPLICATION OF THE SPIKING NEURAL NETWORK AND FINITE ELEMENT METHOD FOR DIAGNOSTICS OF ROBOT ASSEMBLIES...	186
F.A. Houssein, V.A. Kostyukov HYBRID METHOD FOR SOLVING THE MULTI-AGENT TRAVELING SALESMAN PROBLEM.....	194

SECTION III. COMMUNICATION, NAVIGATION AND GUIDANCE

V.A. Golovskoy, A.V. Vinokurov A MODEL OF A SUBSYSTEM FOR GENERATING CRYPTOGRAPHIC KEYS OF THE CYBERPHYSICAL SYSTEM INFORMATION PROTECTION SYSTEM.....	202
V.D. Matveev, A.E. Arkhipov, I.S. Fomin COMBINING SEGMENTATION, TRACKING, AND CLASSIFICATION MODELS TO SOLVE VIDEO ANALYTICS PROBLEMS.....	212
B.V. Pavlov, D.A. Goldin, E.A. Tretyakova MEASUREMENT MODELS OF ON-BOARD MAGNETOGRADIENT SYSTEMS.....	221
A.A. Cherkasova, A.Y. Shatilov MULTYCHANNEL ADAPTIVE PHASE LOCK LOOP SYSTEM FOR GNSS RECEIVER.....	230

SECTION IV. MACHINE VISION

Yu.K., Gruzovich, Yu.N. Gordienko, P.S. Alkov, D.V. Volkov, M.S. Khodakovskaya ONBOARD ACTIVE-PULSE UNDERWATER VISION SYSTEM THROUGH THE AIR-WATER BOUNDARY.....	241
N.V. Kim, N.E. Bodunkov, D.S. Girenko, N.A. Lyapin, N.V. Udalova VISUAL NAVIGATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES USING SEMANTIC TERRAIN DESCRIPTIONS.....	257
S.V. Kuleshov, A.V. Kvasnov, A.A. Zaytseva, A.L. Ronzhin MULTIPURPOSE APPROACH TO VISUAL NAVIGATION BASED ON LANDSCAPES FOR UAVS OPERATING IN GNSS-UNAVAILABLE CONDITIONS.....	269
K.A. Suminov, N.A. Bocharov, M.A. Kirilyuk ASSESSMENT OF THE HARDWARE COMPOSITION OF ONBOARD COMPUTING SYSTEMS OF ROBOTIC COMPLEXES BASED ON THE TASKS BEING SOLVED.....	279
D.V. Shumkov, I.V. Titkov, P.A. Gulevich APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR TECHNICAL OBJECT RECOGNITION IN THE INTERESTS OF RADIO MONITORING.....	289