



Южный  
федеральный  
университет

# И З В Е С Т И Я

- *Наземная робототехника*
- *Морская робототехника*
- *Комплексы с БЛА*
- *Приводы и системы энергетики*
- *Системы технического зрения*
- *Системы управления*
- *Связь, навигация и наведение*

**Тематический выпуск**  
Перспективные системы  
и задачи управления

ЮФУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

# ИЗВЕСТИЯ ЮФУ. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ IZVESTIYA SFedU. ENGINEERING SCIENCES

*Свидетельство о регистрации средства массовой информации*

*ПИ № ФС77-28889 от 12.07.2007*

*Научно-технический и прикладной журнал*

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

*Подписной индекс 41970*

*№ 1-2 (186–187). 2017 г.*

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ

---

**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*

Каляев И.А. (председатель); Курейчик В.М. (зам. председателя); Бородянский И.М. (ученый секретарь); Абрамов С.М.; Агеев О.А.; Бабенко Л.К.; Вагин В.Н.; Веселов Г.Е.; Гонкальвес Ж.; Колесников А.А.; Коноплев Б.Г.; Курейчик В.В.; Левин И.И.; Макаревич О.Б.; Маркович И.И.; Микрин Е.А.; Никитов С.А.; Обуховец В.А.; Осипов Г.С.; Панатов Г.С.; Панич А.Е.; Петров В.В.; Петровский А.Б.; Пшихопов В.Х.; Редько В.Г.; Румянцев К.Е.; Саламах М.; Солдатов А.В.; Стемпковский А.Л.; Сухинов А.И.; Сысоев В.В.; Тарасов С.П.; Фрадков А.Л.; Хашемипур М.; Чаплыгин Ю.А.; Чердниченко Д.И.; Четверушкин Б.Н.; Чичков Б.Н.

*Учредитель* Южный федеральный университет.

*Издатель* Южный федеральный университет.

*Ответственный за выпуск* Пшихопов В.Х.

*Технический редактор* Ярошевич Н.В.

*Оригинал-макет выполнен* Ярошевич Н.В.

Подписано к печати 30.03.2017 г. Формат 70×108 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> Бумага офсетная.

Офсетная печать. Усл. печ. л. – 25,73. Уч.-изд. л. – 26,0.

Заказ № 5715. 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 редколлегии:* 347928, г. Таганрог, ГСП 17А, пер. Некрасовский, 44, ЮФУ, Д-225, телефон/факс: +7(8634)371071. E-mail: [onti@tgn.sfedu.ru](mailto:onti@tgn.sfedu.ru), <http://izv-tn.tti.sfedu.ru/>.

16+

Цена свободная

ISSN 1999-9429 (Print)

ISSN 2311-3103 (Online)

© Южный федеральный университет, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

### № 1 (186)

#### РАЗДЕЛ I. НАЗЕМНАЯ РОБОТОТЕХНИКА

<b>А.И. Наговицин, Б.Б. Молоткова</b> РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РВ и А ВС РФ .....	6
<b>А.Д. Крайлюк, К.А. Злотников, Р.В. Куклин, Т.Х. Аунг</b> ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ .....	20
<b>В.Н. Наумов, К.Ю. Машков, А.А. Пехтерев, В.И. Рубцов</b> АЛГОРИТМ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕУПРАВЛЯЕМОГО ДВИЖЕНИЯ ГУСЕНИЧНЫХ РОБОТОВ .....	29
<b>М.И. Маленков, А.Н. Богачев, В.А. Волон, Н.К. Гусева, А.Г. Конколович, Д.Н. Кузьменко, В.М. Курдюк, Е.А. Лазарев, А.Б. Федорушков, Д.Б. Федорушков</b> НОВЫЕ ПРОЕКТНО-КОМПОНОВочНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОДВИЖНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЛАНЕТОХОДОВ .....	42

#### РАЗДЕЛ II. МОРСКАЯ РОБОТОТЕХНИКА

<b>В.Ю. Занин, И.В. Кожемякин, Ю.П. Потехин, И.А. Путинцев, В.А. Рыжов, Н.Н. Семенов, М.Н. Чемоданов</b> РАЗРАБОТКА АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ КЛАССА МИКРО С ФУНКЦИЕЙ ГРУППОВОГО УПРАВЛЕНИЯ .....	55
<b>Ю.В. Ваулин, К.З. Лаптев</b> ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ПЛАВАНИЯ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА В ЗАДАННОМ РАЙОНЕ .....	74

#### РАЗДЕЛ III. КОМПЛЕКСЫ С БЛА

<b>А.Р. Гайдук, С.Г. Капустян, А.А. Дьяченко, Е.А. Плаксиенко</b> АВТОНОМНОЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ МИССИЙ БЛА .....	87
--	----

#### РАЗДЕЛ IV. ПРИВОДЫ И СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ

<b>В.В. Костенко, Д.Н. Михайлов, В.Д. Нечаев, А.Ю. Толстоногов</b> ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ К ГРЕБНОМУ ЭЛЕКТРОПРИВОДУ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА .....	97
<b>В.А. Герасимов, М.В. Красковский, А.Ю. Филоженко</b> ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ БЕСКОНТАКТНОГО ЗАРЯДА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ АВТОНОМНОГО НЕОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА .....	108

#### РАЗДЕЛ V. СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

<b>А.В. Вазаев, В.П. Носков, И.В. Рубцов, С.Г. Цариченко</b> КОМПЛЕКСИРОВАННАЯ СТЗ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНОГО РОБОТА .....	121
<b>Р.А. Нейдорф, А.Г. Агаджанян</b> ИССЛЕДОВАНИЕ АСПЕКТОВ ВОЗМОЖНОГО ПРИМЕНЕНИЯ СУБОПТИМАЛЬНОЙ ТОНОВОЙ АППРОКСИМАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ СРЕДСТВ АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ .....	133

## № 2 (187)

### РАЗДЕЛ VI. СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

<b>В.Х. Пшихопов, М.Ю. Медведев</b> АЛГОРИТМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ В ТРЕХМЕРНОЙ СРЕДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕУСТОЙЧИВЫХ РЕЖИМОВ .....	146
<b>П.П. Кравченко, Н.А. Хусаинов, В.В. Щербинин</b> СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ МНОГОРЕЖИМНЫМ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ САМОЛЕТНОГО ТИПА НА ОСНОВЕ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ ДЕЛЬТА-ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА .....	158
<b>В.Н. Казьмин</b> ВЕРОЯТНОСТНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ SLAM В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ .....	172
<b>А.Б. Филимонов, Н.Б. Филимонов, В.Ю. Тихонов</b> ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ В ЗАДАЧАХ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОИСКА ОБЪЕКТОВ .....	185
<b>А.А. Кочкаров, Р.Т. Агишев</b> СОГЛАСОВАННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГРУПП МАЛЫХ МНОГОРОТОРНЫХ БПЛА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГРУЗОВ .....	198
<b>И.А. Рыбин, В.Г. Рубанов</b> РОБАСТНАЯ МОДАЛЬНОСТЬ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С ИНТЕРВАЛЬНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ ПАРАМЕТРОВ И ЗАПАЗДЫВАНИЕМ В КАНАЛЕ УПРАВЛЕНИЯ .....	209
<b>С.К. Данилова, А.М. Кусков, И.М. Кусков, Н.Н. Тарасов</b> АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МПО В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ .....	221
<b>В.И. Городецкий, О.В. Карсаев</b> САМООРГАНИЗАЦИЯ ГРУППОВОГО ПОВЕДЕНИЯ КЛАСТЕРА МАЛЫХ СПУТНИКОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЯ .....	234

### РАЗДЕЛ VII. СВЯЗЬ, НАВИГАЦИЯ И НАВЕДЕНИЕ

<b>В.С. Лапшов, В.П. Носков, И.В. Рубцов, Н.А. Рудианов, А.В. Рябов, В.С. Хрущев</b> ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ И ИНФОРМАЦИОННО-НАВИГАЦИОННЫХ ПОЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОНОМНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РТК СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	248
<b>П.А. Будко, А.М. Винограденко, А.И. Литвинов</b> РЕКОНФИГУРАЦИЯ КАНАЛОВ СВЯЗИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СМЕШАННЫМИ ГРУППИРОВКАМИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ .....	266
<b>В.А. Бондаренко, Г.Э. Каплинский, С.Н. Крюков, В.А. Павлова, В.А. Тупиков, П.К. Шульженко</b> АЛГОРИТМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА УЧАСТКОВ МЕСТНОСТИ В КАЧЕСТВЕ ПОСАДОЧНЫХ ПЛОЩАДОК, И ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПОСАДКИ ПИЛОТИРУЕМЫХ И БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ПО ДАННЫМ БОРТОВОЙ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ .....	278

## CONTENT

### № 1 (186)

#### SECTION I. GROUND ROBOTICS

<b>A.I. Nagovitsin, B.B. Molotkova</b> ROBOT-TECHNICAL COMPLEXES OF MILITARY PURPOSE, PROSPECTS OF THEIR APPLICATION IN MISSILE ARMS AND ARTILLERY OF THE RUSSIAN ARMED FORCES .....	6
<b>A.D. Krailuk, K.A. Zlotnikov, R.V. Kuklin, T.H. Aung</b> STRUCTURE OPTIMIZATION OF THE AUTOMATED TRAINING SYSTEMS FOR ROBOTIC SYSTEMS CONTROL OPERATORS .....	20
<b>V.N. Naumov, K.Yu. Mashkov, A.A. Pehterev, V.I. Rubtsov</b> THE ALGORITHM PREVENT OF UNCONTROLLABLE MOVEMENT FOR TRACKED ROBOTS .....	29
<b>M.I. Malenkov, A.N. Bogachev, V.A. Volov, N.K. Guseva, A.G. Konkolovich, D.N. Kuzmenko, V.M. Kurdzyuk, E.A. Lazarev, A.B. Fedorushkov, D.B. Fedorushkov</b> NEW DESIGN& LAYOUT SOLUTIONS ON AIMED AT THE INCREASE OF THE MOBILITY AND FUNCTIONAL CAPABILITIES OF THE PLANET ARY ROVERS.....	43

#### SECTION II. MARINE ROBOTICS

<b>V.Yu. Zanin, I.V. Kozhemyakin, Yu.P. Potekhin, I.A. Putintsev, V.A. Ryzhov, N.N. Semenov, M.N. Chemodanov</b> DEVELOPMENT MICRO AUTONOMUS UNDERWATER VEHICLES WITH CONTROL GROUP FUNCTION .....	56
<b>Yu.V. Vaulin, K.Z. Laptev</b> ESTIMATE OF THE AUV NAVIGATION ACCURACY IN THE SPECIFIED AREA .....	74

#### SECTION III. THE COMPLEXES WITH UAVS

<b>A.R. Gaiduk, S.G. Kapustyan, A.A. Dyachenko, E.A. Plaksienko</b> AUTONOMOUS CONTROL SYSTEM OF UAV MANEUVERS .....	87
---	----

#### SECTION IV. DRIVES AND ENERGY SYSTEMS

<b>V.V. Kostenko, D.N. Mikhailov, V.D. Nechaev, A.Yu. Tolstonogov</b> SCORE REQUIREMENTS TO THRUSTERS DRIVE OF THE AUTONOMOUS UNDERWATER VEHICLE .....	97
<b>V.A. Gerasimov, M.V. Kraskovskiy, A.Yu. Filozhenko</b> INCREASING THE EFFECTIVENESS OF THE CONTACTLESS CHARGE BATTERIES AUTONOMOUS UNMANNED UNDERWATER VEHICLE.....	109

#### SECTION V. VISION SYSTEMS

<b>A.V. Vazaev, V.P. Noskov, I.V. Rubtsov, S.G. Tsarichenko</b> COMBINED COMPUTER VISION SYSTEM IN FIREFIGHTING ROBOT CONTROL SYSTEM .....	121
<b>R.A. Neydorf, A.G. Aghajanyan</b> THE RESEARCH OF THE APPLICATION POSSIBILITIES OF TONES APPROXIMATION IN A TECHNICAL VISION FOR THE AUTONOMOUS NAVIGATION OBJECTS .....	133

## № 2 (187)

### SECTION VI. CONTROL SYSTEMS

<b>V.Kh. Pshikhopov, M.Yu. Medvedev</b> PATH PLANNING AND CONTROL OF VEHICLES IN 3D ENVIRONMENT USING UNSTABLE MODES.....	146
<b>P.P. Kravchenko, N.S. Khusainov, V.V. Scherbinin</b> SYNTHESIS OF DIGITAL CONTROL ALGORITHMS O THE MULTIFUNCTIONAL AIRCRAFT-TYPE UNMANNED AERIAL VEHICLE BASED ON OPTIMISED DELTA-TRANSFORMATIONS OF THE SECOND ORDER.....	158
<b>V.N. Kazmin</b> PROBABILISTIC APPROACH IN 3D SLAM PROBLEM .....	173
<b>A.B. Filimonov, N.B. Filimonov, V.Yu. Tikhonov</b> OPERATIONS SCHEDULING IN TASKS SPATIAL SEARCH OBJECTS .....	185
<b>A.A. Kochkarov, R.T. Agishev</b> COLLABORATIVE INTERACTION OF GROUPS OF SMALL MULTIROTOR UAVS FOR PAYLOAD TRANSPORTATION.....	198
<b>I.A. Rybin, V.G. Rubanov</b> ROBUST MODALITY OF MOBILE ROBOT WITH PARAMETERS INTERVAL UNCERTAINTY AND TIME DELAY IN CONTROL CHANNEL .....	209
<b>S.K. Danilova, A.M. Kuskov, I.M. Kuskov, N.N. Tarasov</b> ADAPTIVE CONTROL OF MMO UNDER THE INFLUENCE OF PERTURBATIONS .....	221
<b>V.I. Gorodetsky, O.V. Karsaev</b> DISTRIBUTED SURVEILLANCE SYSTEM BASED ON SELF-ORGANIZED COLLECTIVE BEHAVIOR OF SMAL SATELLITE CLUSTER .....	235

### SECTION VII. COMMUNICATION, NAVIGATION AND GUIDANCE

<b>V.S. Lapshov, V.P. Noskov, I.V. Rubtsov, N.A. Rudianov, A.V. Ryabov, V.S. Hrushev</b> FORMATION OF VIRTUAL REALITY MODELS, INFORMATION AND NAVIGATION FIELDS FOR THE AUTONOMOUS FUNCTIONING OF RTK SPECIAL PURPOSE .....	249
<b>P.A. Budko, A.M. Vinogradenko, A.I. Litvinov</b> RECONFIGURATION OF COMMUNICATION CHANNELS AT MANAGEMENT OF MIXED GROUPS OF ROBOTIC COMPLEXES .....	266
<b>V.A. Bondarenko, G.E. Kaplinskiy, S.N. Krjukov, V.A. Pavlova, V.A. Tupikov, P.K. Shulgenko</b> ALGORITHMS FOR AUTOMATED SELECTION OF THE AREA AS LANDING SITES, AND LANDING OF MANNED AND UNMANNED AERIAL VEHICLES ACCORDING TO THE ONBOARD OPTICAL-ELECTRONIC SYSTEM .....	279