



Южный  
федеральный  
университет

# ИЗВЕСТИЯ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- *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**

Ю Ф У

БИБЛИОТЕКА  
Научно-техническое  
отделение ЗНБ ЮФУ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научно-техническое  
отделение ЗНБ ЮФУ

# 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.; Чередниченко 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. Волов, 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

## 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 ТРЁХМЕРНОМ 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 AUTONOMOUS 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

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 OF 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 SMALL 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

## № 1 (186)

## Раздел I. Наземная робототехника

УДК 007:621.865.8

DOI 10.18522/2311-3103-2017-1-620

А.И. Наговицин, Б.Б. Молоткова

**РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ,  
ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В РВ и А ВС РФ**

*Проведен краткий анализ состояния работ и проблем по созданию отечественных робототехнических комплексов военного назначения. Определены задачи, решаемые робототехническими комплексами военного назначения в интересах Ракетных войск и артиллерии. Предложено к разработке четыре типа робототехнических комплексов специально для оснащения ими ракетных и артиллерийских частей и подразделений: робототехнический комплекс артиллерийской разведки (РТК АР), применяемый в качестве разведывательного средства на наиболее опасных направлениях, на переднем крае и в расположении противника, в любых погодных условиях, в любое время суток, в неблагоприятных для действий человека условиях, с возможностью работать в полуавтоматическом и автоматическом режимах; робототехнический комплекс воздушной артиллерийской разведки (РТК ВАР), применяемый в качестве разведывательного средства на наиболее опасных направлениях, в любое время суток, в неблагоприятных для действий человека условиях; робототехнический комплекс уничтожения бронееквивалентов и отдельных целей (дистанционный управляемый самоходный противотанковый ракетный комплекс), применяемый в качестве разведывательно-огневого средства на танкоопасных направлениях, в огневых засадах, при ведении боевых действий оборонительного и наступательного характера, при бое в населенном пункте, горах, при проведении специальных операций, в любое время суток, в полуавтоматическом и автоматическом режимах; робототехнический комплекс огневого поражения (подвижная огневая точка). Определены их предназначение, возможное оснащение и требуемые характеристики. Разработаны предложения по их штатной принадлежности. Обоснована необходимая численность робототехнических комплексов в каждом подразделении и общая потребность для рода войск. Кроме того разработаны предложения по их боевому применению в Ракетных войсках и артиллерии Сухопутных войск. В статье сформулирован вывод о том, что наличие робототехнического комплекса в составе артиллерийских (реактивных) и разведывательных подразделений Ракетных войск и артиллерии повысит эффективность их боевого применения в первую очередь по таким показателям, как дальность и достоверность разведки, точность и оперативность огневого поражения. Актуальность вопросов, рассмотренных в статье, также обусловлена необходимостью разработки предложений по рациональной организационной структуре подразделений Ракетных войск и артиллерии общевойсковых соединений, с учетом их оснащения робототехническими комплексами военного назначения.*

*Роботы; Робототехнический комплекс военного назначения; беспилотный летательный аппарат; навигация, комплекс воздушной разведки; робототехнический комплекс артиллерийской разведки.*

A.I. Nagovitsin, B.B. Molotkova

**ROBOT-TECHNICAL COMPLEXES OF MILITARY PURPOSE, PROSPECTS  
OF THEIR APPLICATION IN MISSILE ARMS AND ARTILLERY  
OF THE RUSSIAN ARMED FORCES**

*A brief analysis of the status and problems in the creation of domestic robotic systems for military purposes. Defined tasks of robotic systems for military purposes in the interests of Missile troops and artillery. Proposed to develop four types of robotic systems specifically to equip them to missile and artillery units: a set of robotic artillery intelligence units (RTC AP), used as a re-*

*connaissance on the most dangerous directions, front edge and at the location of the enemy, in all weather conditions, at any time of the day, in adverse to human action conditions, with the ability to work in semi-automatic and automatic modes; robotic complex air artillery reconnaissance (VAR, RTC) used as a reconnaissance on the most dangerous directions, at any time of the day, in adverse to the person's actions; robotic complex destruction of brontobytes and individual targets (remote controlled self-propelled antitank missile system) that is used as reconnaissance and fire-power on tankouban directions, firing in the ambush, when fighting defensive and offensive nature, when you fight in the village, the mountains and for special operations, at any time of the day, in semi-automatic and automatic modes; robotic complex fire damage (mobile fire point). Defined their purpose, the equipment and facilities required characteristics. Proposals for staffing their facilities. A reasonable number of robotic systems in each unit and the total demand for troops. Also developed suggestions for combat use of Missile troops and artillery of the Land forces. The article concludes that the availability of robotic systems in the artillery (reactive) and reconnaissance units Missile troops and artillery will increase the effectiveness of their combat use in the first place on indicators such as the range and accuracy of the intelligence, accuracy and efficiency of fire defeat.*

*Robots; Robotics for military use unmanned aircraft; airborne reconnaissance complex; robotic complex of artillery reconnaissance.*

**Введение.** Опыт локальных войн и вооруженных конфликтов последних десятилетий, а также проводимые мероприятия по строительству и развитию Вооруженных Сил Российской Федерации, свидетельствуют о возрастающей роли робототехнических комплексов военного назначения различных типов [1].

В настоящее время на снабжение Вооруженных Сил Российской Федерации приняты робототехнические комплексы различного назначения, в том числе робототехнические комплексы с беспилотными летательными аппаратами.

За последнее время накоплен достаточно большой опыт применения РТК ВН и в интересах РВиА СВ, в особенности применения комплексов с БЛА для обслуживания стрельбы артиллерии [2]. Так уже успешно практически отработано выполнение нескольких вариантов огневых задач артиллерийской батареи 152 мм самоходных гаубиц 2С3М с помощью комплекса воздушной разведки (КВР), оснащенного БЛА «Орлан - 10», с адаптированной для обслуживания стрельбы артиллерии версией специального математического и программного обеспечения. Кроме того отработан вариант проведения пристрелки и осуществления контроля стрельбы на поражение кочующего миномета с помощью комплекса воздушной разведки и другие.

Есть примеры применения БЛА типа «Форпост» для ведения воздушной разведки в интересах артиллерии. Однако точность определения координат наземных объектов с помощью бортовой аппаратуры беспилотных летательных аппаратов, в частности, в интересах артиллерийских подразделений остается еще недостаточной.

**Робототехнические комплексы для РВиА.** Анализ задач стоящих перед соединениями и частями РВиА показывает, что применения БЛА только для пристрелки цели или для борьбы с кочующими минометами противника недостаточно.

К сожалению, необходимо отметить, что робототехнических комплексов, в том числе боевых, и разработанных конкретно для РВиА на сегодняшний день нет. Работы по их созданию пока не ведутся. Однако за последнее время ученые Михайловской военной артиллерийской академии в ряде научно-исследовательских работ провели обоснование необходимости разработки и внедрения (принятия на вооружение) боевых робототехнических комплексов предназначенных специально для РВиА. При этом были заданы основные тактико-технические требования к ним и обоснованы рекомендации по их созданию и интеграции в систему робототехнических комплексов ВС РФ [10–20].



Поскольку задачами, решаемыми РТК ВН в интересах РВиА, могут быть:

- ◆ освещение (вскрытие) наземной, надводной обстановок и выдачу целеуказания на применение оружия;
- ◆ наблюдение за полем боя (плацдармом высадки морского десанта) в реальном масштабе времени;
- ◆ выдача данных целеуказания ракетному (реактивному) оружию наземных комплексов,
- ◆ обслуживание применения высокоточных боеприпасов с лазерной системой наведения;
- ◆ борьба с танками противника;
- ◆ оперативная геодезическая привязка сил и средств (элементов боевых порядков войск (сил)), обеспечение получения высокоточной геопространственной информации о местности и решение других задач топогеодезического и навигационного обеспечения;
- ◆ доставка (подвоз) боеприпасов и ряд других.

Становится очевидным, что помимо ограниченного применения в интересах РВиА СВ отдельных БЛА из состава робототехнических подразделений общевойсковых соединений, на вооружении рода войск необходимо иметь специальные РТК ВН, которые штатно должны входить в состав ракетных и артиллерийских частей и подразделений. Анализ ряда источников [3-9] показал необходимость разработки и применения различных РТК ВН в интересах конкретных частей и подразделений Сухопутных войск. В связи с этим предлагается разработать, испытать и принять на вооружение РВиА следующие типы специальных РТК.

1. РТК артиллерийской разведки (РТК АР).
2. РТК воздушной артиллерийской разведки
3. РТК уничтожения бронееквивалентов и отдельных целей (дистанционный управляемый самоходный противотанковый ракетный комплекс)
4. РТК огневого поражения (подвижная огневая точка)

**Предназначение, возможное оснащение и требуемые характеристики**

**1. РТК артиллерийской разведки. Тип – дистанционно-управляемый.**

Предназначен для ведения оптической (оптико-электронной), радиолокационной разведки с места и в движении.

Решаемые задачи:

- ◆ наблюдение за положением и действиями противника;
- ◆ вскрытие объектов различного характера (обнаружение, распознавание и определение координат основных объектов поражения артиллерией, в том числе движущихся целей и стреляющих орудий);
- ◆ обслуживание стрельбы артиллерии (засечка разрывов, лазерный подсчет цели);
- ◆ ведение радиационной и химической разведки;
- ◆ постановка дымовых завес;
- ◆ ведение огня из стрелкового оружия (гранатомета).

Применяется в качестве разведывательного средства на наиболее опасных направлениях, на переднем крае и в расположении противника, в любых погодных условиях, в любое время суток, в неблагоприятных для действий человека условиях, с возможностью работать в полуавтоматическом и автоматическом режимах.

Размещается на подвижном гусеничном (колесном) шасси; противопульная (противоосколочная) броневая защита до 14.5 мм; противоминная стойкость 3 степени; дистанционное управление при выполнении разведывательных задач и совершении маневра в ходе боя на удалении от машины управления до 5 км. За ос-

нову может быть взята уже прошедшая испытания транспортная база РТК «Уран-6», «Уран-14» или концептуально разработанная и не прошедшая испытания база «Уран-9».

Возможный облик РТК АР представлен на рис. 1. Транспортирование на большие расстояния может осуществляться с помощью автомобиля управления, оснащенного платформой для перевозки РТК (Подвижный пункт управления и транспортировки РТК)

Оснащение: система кругового наблюдения в телевизионном режиме (система технического зрения); система оптико-электронной разведки с тепловизором; лазерный целеуказатель дальномер; система распознавания целей; система радиолокационной разведки движущихся целей и стреляющих орудий; система навигации; система дистанционного управления; система передачи данных; система распознавания «свой-чужой»; система дымопуска; средства РХ разведки; система возврата РТК в исходную точку при потере управления; система санкционированного доступа, исключая управление РТК при захвате его противником или перехвате канала управления; стрелковое вооружение; система самоуничтожения.

Дистанционное управление РТК АР осуществляется двумя операторами. Первый, находясь на удалении визуального контакта (до 1 км) осуществляет управление движением. Второй, находясь на машине управления РТК АР дистанционно управляет работой средств разведки и наблюдения. Вариант схемы управления представлен на рис 2.



Рис. 1. Возможный облик РТК АР



Рис. 2. Схема управления

РТК АР предлагается иметь в батарее управления и артиллерийской разведки (батруар) начальника артиллерии общевойсковой соединения и в разведывательном артиллерийском дивизионе (ради) артиллерийской бригады в составе до взвода (3 ед.)

Основные требуемые тактико-технические характеристики РТК артиллерийской разведки представлены в табл. 1.

Таблица 1

### Основные тактико-технические характеристики РТК артиллерийской разведки

Виды артиллерийской разведки	Основные тактико-технические характеристики				
	Максимальная дальность ведения разведки, км	Ширина полосы (сектора) разведки, км (град)	Срединная ошибка определения координат, м	Пропускная способность, целей (траекторий) /мин	Время определения и представления разведывательных сведений, сек
Оптическая	цель типа "танк": днем 8, ночью 3,3...3,5	2	30	3...4	15...20
Радиолокационная	ОП минометов – 6; танк – до 20 человек – 5...7 разрыв – 5...6	(80)	30...40	10* (4)	10
Примечание: * – в режиме автоматического сопровождения (при сканировании) целей и колонн					

#### 2. РТК воздушной артиллерийской разведки двух типов:

- ◆ РТК воздушной артиллерийской разведки с БЛА ближнего действия;
- ◆ РТК воздушной артиллерийской разведки с БЛА малой дальности.

*РТК воздушной артиллерийской разведки с БЛА ближнего действия самолетного типа.*

Предназначен для ведения воздушной артиллерийской разведки противника и местности (определения координат наземных объектов в реальном масштабе времени), обслуживания стрельбы артиллерии, а также для ретрансляции радиосигналов.

Решаемые задачи:

- ◆ наблюдение за положением и действиями противника;
- ◆ вскрытие объектов различного характера (обнаружение, распознавание и определение координат основных объектов поражения артиллерией);
- ◆ обслуживание стрельбы артиллерии (засечка разрывов);
- ◆ ведение радиоразведки;
- ◆ ретрансляция радиосигналов.

РТК воздушной артиллерийской разведки БЛА ближнего действия самолетного типа, носимый одним-двумя человеками, применяется в качестве разведывательного средства на наиболее опасных направлениях, в глубине расположения

противника (до 25 км), при скорости ветра до 15 м/с, в любое время суток, в неблагоприятных для действий человека условиях, с возможностью работать в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Должен иметь возможность автоматического возвращения в назначенную точку (например, точку старта) при потере управляющего сигнала.

Оснащение БЛА ближнего действия следующими сменными модулями полезной нагрузки:

- ◆ неподвижный цифровой фотоаппарат;
- ◆ тепловизионная камера на гиросtabilизированной поворотной платформе;
- ◆ цветная видеокамера на гиросtabilизированной поворотной платформе;
- ◆ модуль ретрансляции радиосвязи;
- ◆ модуль радиоразведки.

Специальное программное обеспечение наземной станции управления РТК может иметься как в специализированном АРМ оператора наземной станции управления (НСУ), так и устанавливаться на штатный АРМ должностных лиц подразделений артиллерии.

РТК воздушной артиллерийской разведки при размещении в штатной упаковке для транспортирования должен быть приспособлен для обслуживания расчетом из одного-двух человек, перевозки любыми видами транспорта в соответствии со средними условиями транспортирования.

Предлагается иметь в составе всех командно-наблюдательных машин артиллерийского (противотанкового) дивизиона, а также в составе ПРП.

Требуемые тактико-технические характеристики к БЛА ближнего действия из состава роботизированного комплекса воздушной артиллерийской разведки представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Тактико-технические характеристики к БЛА ближнего действия из состава роботизированного комплекса воздушной артиллерийской разведки**

Тип БЛА	самолетный
Максимальный взлетный вес, кг	до 6
Полезная нагрузка	сменные модули полезной нагрузки с неподвижным цифровым фотоаппаратом, с тепловизионной камерой на гиросtabilизированной поворотной платформе, цветной видеокамерой на гиросtabilизированной поворотной платформе, модуль ретрансляции радиосвязи, модуль радиоразведки
Радиус действия, км	10...15
Время полета, мин	90...120
Практический потолок, м	до 2000
Способ старта	«с руки» или с ручной катапульты
Количество БЛА в одном РТК, шт	3...4

РТК воздушной артиллерийской разведки с БЛА малой дальности.

Предназначен для ведения воздушной артиллерийской разведки противника и местности (определения координат наземных объектов в реальном масштабе времени), обслуживания стрельбы артиллерии, а также для ретрансляции радиосигналов.

Решаемые задачи:

- ◆ наблюдение за положением и действиями противника;
- ◆ вскрытие объектов различного характера (обнаружение, распознавание и определение координат основных объектов поражения артиллерией);
- ◆ обслуживание стрельбы артиллерии (засечка разрывов);
- ◆ ведение радиоразведки;
- ◆ ретрансляция радиосигналов.

*РТК воздушной артиллерийской разведки с БЛА малой дальности самолетного или вертолетного типа*, применяется в качестве разведывательного средства расчетом из 3-х человек на наиболее опасных направлениях, в глубине расположения противника (до 50 км), при скорости ветра до 15 м/с, в любое время суток, в неблагоприятных для действий человека условиях, с возможностью работать в полуавтоматическом и автоматическом режимах, в том числе, при отсутствии управляющего сигнала с наземной станции управления и отсутствии сигналов от КРНС «Навстар» и «Глонас». РТК должен иметь возможность автоматического возвращения в назначенную точку (например, точку старта) при потере управляющего сигнала.

Оснащение БЛА малой дальности следующими сменными модулями полезной нагрузки:

- ◆ неподвижный цифровой фотоаппарат;
- ◆ тепловизионная камера на гиросtabilизированной поворотной платформе;
- ◆ цветная видеокамера на гиросtabilизированной поворотной платформе;
- ◆ модуль ретрансляции радиосвязи;
- ◆ модуль радиоразведки.

БЛА малой дальности из состава РТК воздушной артиллерийской разведки и расчет перевозятся колесным грузовым автомобилем, в котором установлены АРМ операторов наземной станции управления.

Специальное программное обеспечение наземной станции управления РТК должно устанавливаться в специализированном АРМ оператора наземной станции управления. Кроме того, специальное программное обеспечение должностных лиц артиллерийской разведки должно позволить оперативно получать видовую информацию от РТК.

Преимущество РТК с БЛА вертолетного типа заключается в появлении дополнительных возможностей для ведения артиллерийской разведки:

- ◆ возможность нахождения БЛА в выжидательном районе, в готовности к дистанционному запуску двигателя и взлету по команде оператора;
- ◆ посадка на здание, господствующие высоты и ведение артиллерийской разведки с них как с наземного передового наблюдательного пункта;
- ◆ лазерный подсвет целей, как при нахождении в воздухе, так и при наземном ведении разведки;
- ◆ автоматический взлет с транспортного средства и посадка на него.

РТК с БЛА вертолетного типа предлагается иметь в составе взводов артиллерийской разведки батрауар и орадн (радн) в отделениях артиллерийской разведки.

Требуемые тактико-технические характеристики к БЛА малой дальности из состава роботизированного комплекса воздушной артиллерийской разведки представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Тактико-технические характеристики к БЛА малой дальности из состава роботизированного комплекса воздушной артиллерийской разведки**

Тип БЛА	самолетный или вертолетный
Максимальный взлетный вес, кг	до 15
Полезная нагрузка	гиростабилизированная телевизионная камера; гиростабилизированная тепловизионная камера; цифровой фотоаппарат; станция разведки, пеленгования и подавления сетей GSM; станция разведки, пеленгования и подавления в диапазоне 30–3000 МГц; многоканальная станция постановки помех диапазона 3–4500 МГц; станция интеллектуального искажения навигационного поля GPS; ретранслятор для создания автономных сетей связи с использованием стандартных телефонов GSM; ретранслятор закрытой сети передачи данных.
Радиус действия, км	50...70
Время полета, мин	до 600
Практический потолок, м	до 5000
Способ старта	с катапульты
Количество БЛА в одном РТК, шт	3...4

**3. РТК уничтожения бронеектов и отдельных целей. Тип – дистанционно управляемый ПТРК.**

Предназначен для уничтожения подвижных и неподвижных отдельных бронированных и небронированных целей.

Решаемые задачи:

- ◆ наблюдение за полем боя;
- ◆ обнаружение объектов противника в телевизионном, оптико-электронном и радиолокационном режимах;
- ◆ распознавание и идентификация объектов противника;
- ◆ захват и ведение цели;
- ◆ передача данных об обнаруженной цели оператору для принятия решения на ее поражение (полуавтоматический режим).
- ◆ поражение обнаруженной цели (автоматический режим) противотанковой управляемой ракетой с кумулятивной или фугасной боевой частью по принципу «выстрелил-забыл». Возможный вариант исполнения представлен на рис. 3.

Применяется в качестве разведывательно-огневого средства на танкоопасных направлениях, в огневых засадах, при ведении боевых действий оборонительного и наступательного характера, при бое в населенном пункте, горах, при проведении специальных операций, в любое время суток, в полуавтоматическом и автоматическом режимах. Предложения по оснащению и вооружению представлены в табл. 4.



Рис. 3. РТК уничтожения бронеектов и отдельных целей

Таблица 4

**Предложения по оснащению и вооружению РТК уничтожения бронеектов и отдельных целей.**

Оснащение	Вооружение
1. Система кругового наблюдения в телевизионном и тепловизионном режимах с лазерным дальномером-целеуказателем	1. ПТРК с полуавтоматической системой наведения по лазерному лучу и радиоканалу с дальностью пуска до 6 км, с боекомплектом 10–12 ракет ПТУР с кумулятивной, термобарической и фугасной боевой частью и автоматической системой заряжания
2. Разведывательно-прицельный комплекс (РПК), включающий: – систему оптико-электронной разведки с тепловизором, – систему радиолокационной разведки и сопровождения движущихся целей, – систему распознавания целей	2. Перспективный ПТРК 3-го поколения с системой самонаведения, реализующий принцип «выстрелил-забыл». ПТУР оснащены комбинированными головками самонаведения. Автоматическая система заряжания, возимый боекомплект 10–12 ПТУР с кумулятивной, термобарической и фугасной боевой частью с дальностью пуска до 10 км.
3. Система навигации (ориентирования, топопривязки и определения координат: курсопрокладчик + GPS) и автопилотирования	3. Система самоуничтожения
4. Система дистанционного управления базовым шасси, стрелковым вооружением, системой дымопуска, системой навигации, РПК и ПТРК	4. Легкое автоматическое стрелковое вооружение с автоматической системой заряжания, сопряженное с системой кругового наблюдения в телевизионном и тепловизионном режимах.
5. Система формирования и передачи информации	
6. Система распознавания «свой-чужой»	
7. Система активной защиты	
8. Комбинированная система электропитания	

Должен размещаться на подвижном гусеничном (колесном) шасси. Должна обеспечиваться противопульная (противосколочная) броневая защита до 14,5 мм и противоминная стойкость 3 степени. С возможностью дистанционного управления при выполнении огневых задач и совершении маневра в ходе боя, транспортирования на большие расстояния с помощью автомобиля управления, оснащенного платформой для перевозки.

Предлагается иметь в противотанковом артиллерийском дивизионе общевойскового соединения и артиллерийской бригады в составе до взвода (до 4 ед.)

**4. РТК огневого поражения (подвижная огневая точка). Тип безэкипажное артиллерийское орудие с автоматической системой управления наведением и производством выстрела.**

Варианты исполнения представлены на рис. 4–6.



Рис. 4. Подвижная огневая точка в виде безэкипажного самоходного орудия



Рис. 5. Подвижная огневая точка в виде безэкипажного миномета



Рис. 6. РТК огневого поражения на огневой позиции



Предназначен для выполнения задач по огневому поражению противника с закрытых огневых позиций в условиях интенсивного огневого противоборства.

Решаемые задачи:

- ◆ поражение живой силы и огневых средств и других объектов противника и выполнение специальных задач боеприпасами различного назначения в т.ч. высокоточными.
- ◆ занятие и оставление огневой позиции;
- ◆ совершение противоогневого маневра.

Применяется самостоятельно или в составе подразделения РТК.

Выдвижение в район ОП осуществляется с участием механика-водителя (оператора). Занятие ОП, приведение в боевое положение, ведение огня, приведение в походное положение и оставление ОП осуществляется с помощью дистанционного управления.

Вооружение: автоматическое артиллерийское орудие с модульным формированием зарядов возимый комплект до 60 выстрелов.

Оснащение: безэкипажное боевое отделение; АСУНО; система навигации; автоматизированная баллистическая станция; система дистанционного управления; система передачи данных; активная система защиты.

Размещается на подвижном гусеничном (колесном) шасси, обеспечивающей противопульную (противоосколочную) броневую защиту до 14,5 мм и противоминную стойкость 2-й степени с возможностью дистанционного управления при выполнении огневых задач и совершении маневра в ходе боя.

Предлагается иметь в самоходном артиллерийском дивизионе общевойскового соединения и артиллерийской бригады в составе до батареи (6–8 ед.)

**Заключение.** Роботизация частей и подразделений РВ и А должна стать магистральным направлением развития рода войск. И поэтому необходимо незамедлительно вносить коррективы в Комплексную целевую программу и Государственную программу вооружений с тем, что бы уже в ближайшее время можно было начать работы по созданию высокоэффективных робототехнических комплексов для Ракетных войск и артиллерии Вооруженных сил РФ. Высокий уровень оснащения РВ и А роботизированными средствами обеспечит им возможность ведения современных сетцентрических войн в том числе и на основе группового применения РТК.

На сегодняшний день РТК артиллерийской разведки (РТК АР), РТК воздушной артиллерийской разведки, РТК уничтожения бронееквивалентов и отдельных целей (дистанционно управляемого самоходного противотанкового ракетного комплекса), а также РТК огневых поражений (подвижной огневой точки) не существует и их еще только предстоит разработать и испытать. Но уже сегодня, вполне очевидно, что наличие РТК в составе артиллерийских (реактивных) и разведывательных подразделений РВиА повысит эффективность их боевого применения в первую очередь по таким показателям, как дальность и достоверность разведки, точность и оперативность огневых поражений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кравченко А.Ю., Стукало Ю.Е.* Проблемы и перспективы создания робототехнических комплексов военного назначения // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. I. – С. 92-96.
2. *Карпович А.В.* Артиллерийские системы и беспилотные летательные аппараты в контртеррористических операциях // Труды Восьмой Всероссийской научно-практической конференции (апрель 2013г. С-Пб). – СПб.: Университет ГПС МЧС России, 2013. – С. 75-93.

3. *Каляев И.А., Шеремет И.А.* Военная робототехника: выбор пути // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. I. – С. 161-163.
4. *Рубцов И.В.* Вопросы состояния и перспективы развития отечественной наземной робототехники военного и специального назначения // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. II. – С. 64-70.
5. *Шеремет И.Б., Рудианов В.С., Рябов А.В., Хрущев В.С.* Проблемы развития роботизированного вооружения Сухопутных войск // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. II. – С. 71-73 с.
6. *Кудряшов В.Б., Лапшов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В.* Проблемы роботизации ВВТ в части наземной составляющей // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. II. – С. 74-76.
7. *Анисимов В.Г., Ведерников Ю.В., Гарькушев А.Ю., Сазыкин А.М.* Научно-методическое сопровождение интеграции высокотехнологичных инноваций в процессы разработки высокоточного оружия // Вопросы оборонной техники. Сер. 16: Технические средства противодействия терроризму.
8. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Самоленков В.А.* Введение в теорию эффективности боевых действий ракетных войск и артиллерии: монография. Военная академия Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. – М., 2008. – 180 с.
9. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Герцев В.Н.* Оценка эффективности системы ракетно-артиллерийского вооружения ракетных войск и артиллерии // Военная мысль. – 2001. – № 4. – С. 39-46.
10. *Назовицин А.И., Севрюков А.Г.* Робототехнические комплексы военного назначения, опыт и перспективы их применения в РВиА СВ // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2016. – Т. I.
11. *Буренок В.М.* Основные направления и перспективы создания автоматизированных систем управления развитием вооружения и военной техники // Избранные Труды Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». – 2015. – Т. II.
12. *Буренок В.М., Леонов А.В., Пронин А.Ю.* Военно-экономические и инновационные аспекты интеграции нетрадиционных видов оружия в состав системы вооружения. – М.: Издательская группа «Граница», 2014. – С. 53-58.
13. *Буренок В.М.* Системное проектирование развития вооружения и военной техники // Военная мысль. – 2004. – № 6.
14. *Буренок В.М.* Развитие системы вооружения и новый облик ВС РФ // Защита и безопасность. – 2009. – № 2.
15. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Кежаев В.А., Свертилов Н.И., Шатохин Д.В.* Методы и модели стандартизации и унификации в управлении развитием военно-технических систем. Военная академия Генерального штаба Вооруженных Сил Российской Федерации. – М., 2004.
16. *Корчак В.Ю., Леонов А.В., Борисенков И.Л.* Интеграция нетрадиционного вооружения в состав системы вооружения // Электронный научный журнал «Вооружение и экономика». – 2011. – Вып. № 2.
17. *Баканев С.А.* Опыт и перспективы применения робототехнических комплексов военного назначения в интересах ракетных войск и артиллерии Сухопутных войск // Материалы 19-й Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы защиты и безопасности». – 2016.
18. *Шеремет И.Б., Рудианов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С.* Групповое применение наземных РТК при ведении боевых действий в составе общевойсковых формирований сухопутных войск // Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления» и VI молодежной школы-семинара «Управление и обработка информации в технических системах». Т. I.

19. Латинов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В., Рудянов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С. Бой в городе. Боевые и обеспечивающие работы в условиях урбанизированной территории // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 3 (116). – С. 142-146.
20. Калиничев Б.А. Американский опыт применения дистанционно управляемых модулей вооружения боевых бронированных машин в Ираке // Зарубежное военное обозрение. – 2009. – № 5.

## REFERENCES

1. Kravchenko A.Yu., Stukalo Yu.E. Problemy i perspektivy sozdaniya robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya [Problems and perspectives of creating robototechnics military complexes], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific-practical conference “Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. I, pp. 92-96.
2. Karpovich A.V. Artilleriyskie sistemy i bespilotnye letatel'nye apparaty v kontrterroristicheskikh operatsiyakh [Artillery systems and unmanned flying apparatus in counterterrorism operations], *Trudy Vos'moy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (aprel' 2013 g. S-Pb)* [Workes Eight off the All Russian scientific-practical conference (april 2013y S-Pb)]. St. Petersburg: Universitet GPS MChS Rossii, 2013, pp. 75-93.
3. Kalyaev I.A., Sheremet I.A. Voennaya robototekhnika: vybor puti [Military robototechnics: choice ways], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific-practical conference “Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. I, pp. 161-163.
4. Rubtsov I.V. Voprosy sostoyaniya i perspektivy razvitiya otechestvennoy nazemnoy robototekhniki voennogo i spetsial'nogo naznacheniya [Question form and Perspectives development native ground robototechnics military and special-purpose], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russia scientific-practical conference “Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. II, pp. 64-70.
5. Sheremet I.B., Rudianov V.S., Ryabov A.V., Khrushchev V.S. Problemy razvitiya robotizirovannogo vooruzheniya Cukhoputnykh voysk [Problems development robotic armed Army], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific-practical conference “Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. II, pp. 71-73.
6. Kudryashov V.B., Lapshov V.S., Noskov V.P., Rubtsov I.V. Problemy robotizatsii VVT v chasti nazemnoy sostavlyayushchey [Problems robotics AMT in patch ground component], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific-practical conference “Perspectives system and tasks control”], 2015, Vol. II, pp. 74-76.
7. Anisimov V.G., Vedernikov Yu.V., Gar'kushev A.Yu., Sazykin A.M. Nauchno-metodicheskoe soprovozhdenie integratsii vysokotekhnologichnykh innovatsiy v protsessy razrabotki vysokotochnogo oruzhiya [Scientific and methodological support of integration of high-tech innovation in the design of precision-guided weapons], *Voprosy oboronnoy tekhniki. Ser. 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu* [Defense technology. Series 16: Technical means for countering terrorism].
8. Anisimov V.G., Anisimov E.G., Samolenkov V.A. Vvedenie v teoriyu effektivnosti boevykh deystviy raketnykh voysk i artillerii: monografiya. Voennaya akademiya General'nogo shtaba Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii [introduction to the theory of efficiency of combat actions of rocket troops and artillery: Monograph. Military Academy of the General staff of the Armed Forces of the Russian Federation]. Moscow, 2008, 180 p.
9. Anisimov V.G., Anisimov E.G., Gertsev V.N. Otsenivanie effektivnosti sistemy raketno-artilleriyskogo vooruzheniya raketnykh voysk i artillerii [Evaluation of the effectiveness of the system of rocket and artillery armament of rocket troops and artillery], *Voennaya mysl'* [Military thought], 2001, No. 4, pp. 39-46.
10. Nagovitsin A.I., Sevryukov A.G. Robototekhnicheskie komplekсы voennogo naznacheniya, opyt i perspektivy ikh primeneniya v RV i A SV [Robotic systems for military purposes, experience and perspectives of their application in RV i A SV], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Chosen Works off the All Russian scientific-practical conference “Perspectives system and tasks control”], 2016, Vol. I.

11. *Burenok V.M.* Osnovnye napravleniya i perspektivy sozdaniya avtomatizirovannykh sistem upravleniya razvitiem vooruzheniya i voennoy tekhniki [the Main directions and prospects of creation of automated systems of management of development of armament and military equipment], *Izbrannye Trudy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya»* [Selected Works of all-Russian scientific-practical conference "Advanced systems and control problems"], 2015, Vol. II.
12. *Burenok V.M., Leonov A.V., Pronin A.Yu.* Voенно-ekonomicheskie i innovatsionnye aspekty integratsii netraditsionnykh vidov oruzhiya v sostav sistemy vooruzheniya [Military-economic and innovative aspects integration of non-traditional weapons in the weapons]. Moscow: Izdatel'skaya gruppya «Granitsa», 2014, pp. 53-58.
13. *Burenok V.M.* Sistemnoe proektirovanie razvitiya vooruzheniya i voennoy tekhniki [Systems engineering development of weapons and military equipment], *Voennaya mysl'* [Military thought], 2004, No. 6.
14. *Burenok V.M.* Razvitie sistemy vooruzheniya i novyy oblik VS RF [Development of weapons systems and a new image of the RF armed forces], *Zashchita i bezopasnost'* [The protection and security], 2009, No. 2.
15. *Anisimov V.G., Anisimov E.G., Kezhaev V.A., Svertilov N.I., Shatokhin D.V.* Metody i modeli standartizatsii i unifikatsii v upravlenii razvitiem voенно-tekhnicheskikh sistem. Voennaya akademiya General'nogo shtaba Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii [Methods and models of standardization and unification in the management of the development of military-technical systems: Military Academy of the General staff of the Armed Forces of the Russian Federation]. Moscow, 2004.
16. *Korchak V.Yu., Leonov A.V., Borisenkov I.L.* Integratsiya netraditsionnogo vooruzheniya v sostav sistemy vooruzheniya [Integration of non-traditional weapons in the weapons], *Elektronnyy nauchnyy zhurnal «Vooruzhenie i ekonomika»* [The electronic scientific journal "Arms and the economy"], 2011, Issue No. 2.
17. *Bakaneev S.A.* Opyt i perspektivy primeneniya robototekhnicheskikh kompleksov voennogo naznacheniya v interesakh raketnykh voysk i artillerii Sukhoputnykh voysk [Experience and prospects of application of robotic systems for military purposes in the interests of missile troops and artillery of the Land forces], *Materialy 19-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Aktual'nye problemy zashchity i bezopasnosti»* [Materials of 19-th all-Russian scientific-practical conference "Actual problems of protection and security"], 2016.
18. *Sheremet I.B., Rudianov N.A., Ryabov A.V., Khrushchev V.S.* Gruppovoe primeneniye nazemnykh RTK pri vedenii boevykh deystviy v sostave obshchevoyskovykh formirovaniy sukhoputnykh voysk [Group the terrestrial RTK while conducting combat operations as part of combined arms formations of the army], *Sbornik materialov X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Perspektivnye sistemy i zadachi upravleniya» i VI molodezhnoy shkoly-seminara «Upravlenie i obrabotka informatsii v tekhnicheskikh sistemakh»* [The collection of materials of X all-Russian scientific-practical conference "Advanced systems and control problems" and VI international school-seminar "Management and processing of information in technical systems"]. Vol. I.
19. *Lapshov V.S., Noskov V.P., Rubtsov I.V., Rudianov N.A., Ryabov A.V., Khrushchev V.S.* Boy v gorode. Boevye i obespechivayushchie roboty v usloviyakh urbanizirovannoy territorii [Fight in the city. Combat and supporting robots in urban areas], *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskie nauki* [Izvestiya SFedU. Engineering Sciences], 2011, No. 3 (116), pp. 142-146.
20. *Kalinichev B.A.* Amerikanskiy opyt primeneniya distantsionno upravlyaemykh moduley vooruzheniya boevykh bronirovannykh mashin v Irake [the American experience with the use of remote-controlled module armament armoured fighting vehicles in Iraq], *Zarubezhnoe voенное obozrenie* [Foreign military review], 2009, No. 5.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор К.А. Злотников.

**Наговицин Александр Иванович** – Михайловская военная артиллерийской академия; e-mail: alexander@nagovitsin.ru; 195009, г. Санкт-Петербург, ул. Комсомола, 22; тел.: +79112160000; кафедра автоматизированного управления ракетными войсками и артиллерией; доцент; к.в.н.

**Молоткова Баира Борисовна** – e-mail: bbmolotkova@bk.ru; тел.: +79818035441; кафедра автоматизированного управления ракетными войсками и артиллерией; старший преподаватель; к.п.н.

**Nagovicin Alexander Ivanovich** – Mikhailovskaya artillery military Academy; e-mail: alexander@nagovitsin.ru; 22, Komsomol street, St. Petersburg, 195009, Russia; phone: +79112160000; the department of automated control of rocket troops and artillery; associate professor.; cand. of mil. sc.

**Molotkova Bair Borisovna** – e-mail: bbmolotkova@bk.ru; phone: +79818035441; the department of automated control of rocket troops and artillery; senior lecturer; cand. of ped. sc.

УДК 002.2

DOI 10.18522/2311-3103-2017-1-2028

**А.Д. Крайлюк, К.А. Злотников, Р.В. Куклин, Т.Х. Аунг**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

*Приведены результаты исследований, направленных на построение автоматизированных систем подготовки специалистов по управлению робототехническими комплексами. Как показывает опыт их создания и применения, такие системы в настоящее время строятся как многопользовательские вычислительные комплексы, использующие в качестве аппаратных средств электронно-вычислительные машины общего назначения. В общем случае в состав автоматизированной системы подготовки специалистов включаются аппаратно-программные комплексы управления обучением, специализированные компьютерные классы, а также тренажеры соответствующих робототехнических комплексов для практической подготовки специалистов. Подготовка специалистов проводится с использованием виртуальной информационной среды применения робототехнических комплексов, реализованной на основе единого банка данных геопространственной информации и моделей фоноцелевой обстановки. Это позволяет исключить необходимость использования для обучения реальной техники, повысить безопасность подготовки, снизить затраты на обучение. Большое количество возможных вариантов построения аппаратно-программных комплексов обуславливает необходимость применения формализованных методов для обоснования их технического облика. Задача выбора оптимального состава автоматизированной системы подготовки специалистов сформулирована как задача дискретного программирования. Для определения основных функций системы использован метод морфологического анализа, а для выбора вариантов их технической реализации – методы дискретной оптимизации. Критерием оптимальности является минимум стоимости или максимум эффективности системы, а ограничениями – совместимость возможных вариантов технической реализации элементов системы. Кроме того, в качестве ограничений могут выступать требования к надежности, габаритам, массе, энергопотреблению и другие. Приведен пример решения задачи выбора состава аппаратно-программного комплекса управления обучением по критерию минимизации стоимости системы.*

*Подготовка специалистов; автоматизированные системы; управление робототехническими комплексами; оптимизация состава системы; задача дискретной оптимизации.*

**A.D. Krailuk, K.A. Zlotnikov, R.V. Kuklin, T.H. Aung**

## **STRUCTURE OPTIMIZATION OF THE AUTOMATED TRAINING SYSTEMS FOR ROBOTIC SYSTEMS CONTROL OPERATORS**

*We present the results of investigations, dealing with the creation of computerized training systems for robotic systems operators. As it is shown by the experience of design and practical application of such systems, nowadays they use the platform of multiuser computers. This platform*