

DOI 10.8562/JEST.214.26  
УДК 007.52:621.865.8

*А.В. Васильев, А.В. Лопота*

## **УТОЧНЕНИЕ ТИПОРАЗМЕРНЫХ ГРУПП НАЗЕМНЫХ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ МАШИН ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ОПАСНЫХ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА УСЛОВИЯХ**

*A.V. Vasiliev, A.V. Lopota*

### **MASS-DIMENSIONAL GROUPS ELABORATION OF GROUND REMOTELY OPERATED VEHICLES FOR HAZARDOUS ENVIRONMENTS**

Исследуются существующие подходы к классификации по массогабаритным параметрам наземных дистанционно управляемых машин — мобильных робототехнических комплексов, применяющихся в опасных для человека условиях, таких, как боевые действия и операции по обеспечению безопасности и общественного порядка. Актуальность работы связана с необходимостью развития в нашей стране системы государственных стандартов в области робототехники, охватывающих как роботы в целом, так и отдельные их компоненты. Особенно остро эта проблема касается области мобильной робототехники, где до недавнего времени работы по стандартизации не проводились. Предлагается вариант обобщения известных по отечественной научной литературе подходов к делению по массогабаритным параметрам мобильных роботов военного и специального назначений. Обосновывается необходимость и делается предложение по уточнению и дополнению этих классификаций мобильными роботами мини- и микрогабаритностей. Приводятся результаты анализа большого числа разработок с обоснованием конкретных границ этих типоразмерных групп в рамках предлагаемой обобщенной классификации. Результаты исследования могут быть полезны в ходе разработки отечественных стандартов в области робототехники.

МОБИЛЬНЫЙ РОБОТ; МАССА; РАЗМЕРЫ; ТИПОРАЗМЕРНЫЕ ГРУППЫ; АНАЛИЗ; КЛАССИФИКАЦИЯ; МИНИ-РОБОТ; МИКРОРОБОТ.

Different types of ground mobile robot's classification methods are studied and two known mass and dimension classification variants are displayed. New classes of mobile robots are introduced: so-called mini-robots, divided into Small unmanned ground vehicles (SUGV) and Ultra light reconnaissance mini-robots (ULRR), and micro robots, i.e. throwable robots. Typical particularities of those types of robots are studied. SUGV-sized robots appeared in about 2000 and their quantity keeps growing. The principal SUGV destination is reconnaissance. The small size and weight allow to consider mini- and micro robots as portable (man-transportable) robotic systems. Ultra light mini-robots and micro robots are characterized by ability of throwing up, for example, over any barrier, i.e. up to a window of a building, over high fence, etc. In compliance with the above-stated arguments, an incorporated variant of the mass-dimensional classification, augmented and elaborated, is proposed.

MOBILE ROBOT, MASS, DIMENSIONS, ANALYSIS, CLASSIFICATION, MINI-ROBOT, MICRO ROBOT.

#### **Введение**

В современном мире одной из наиболее активно развивающихся отраслей машиностроения является робототехника. Роботизация всех сфер деятельности человека — неотъемлемый процесс развития общества.

Пожалуй, одно из наиболее актуальных направлений — применение дистанционно управ-

ляемых мобильных робототехнических комплексов (МРК) или мобильных роботов (МР) в экстремальных условиях, т. е. в ситуациях, представляющих угрозу для жизни и здоровья человека, когда его присутствие в рабочей зоне не просто нежелательно, но и невозможно. Это направление получило название экстремальной робототехники. В нашей стране о нем впервые

серьезно заговорили в свете событий 1986 года на Чернобыльской АЭС, когда в срочном порядке потребовались мобильные дистанционно управляемые технические средства, способные работать в зонах радиационного заражения.

МР предназначены для доставки в рабочую зону специального и технологического оборудования с целью выполнения функциональных задач на удалении от человека-оператора. Таким образом, под МР понимается робот, исполнительная часть которого помимо функциональной (специальной, манипуляционной, технологической) обязательно имеет транспортную составляющую, необходимую для его передвижения по поверхности в условиях неопределенностей внешней среды.

МРК, помимо собственно МР, включает средства управления роботом, комплект необходимого специального (технологического) оборудования, средства доставки и комплект ЗИП.

Сегодня МР для экстремальных условий применяются:

- в чрезвычайных ситуациях (разведка и поиск источников радиации, ликвидация последствий техногенных аварий, пожаротушение и т. п.);

- при проведении полицейских и антитеррористических операций (обезвреживание самодельных взрывных устройств, разведка, наблюдение и др.);

- в вооруженных конфликтах (разведка, огневая поддержка и др.).

Возрастающая потребность в МР проявляется со стороны отечественных вооруженных сил в рамках их плановой модернизации и оснащения современной техникой. Успешная реализация этих планов возможна лишь путем координации усилий большого числа предприятий и научно-исследовательских центров страны. Создаются предпосылки и для более широкого применения МР полицией и спецподразделениями. Очевидно, что работа по созданию соответствующей номенклатуры отечественных МР должна подкрепляться общими стандартизованными подходами, регулирующими создание и внедрение такой техники в существующую систему, исключая возможные дублирование и несогласованность действий.

Работы по стандартизации в области робототехники проводились в СССР в 1980-х годах, когда был создан ряд стандартов, касающихся

промышленных роботов и манипуляторов. Всего в период с 1981 по 1989 год было разработано 28 государственных стандартов [1]. При этом разработка стандартов в области мобильной робототехники не проводилась.

Цель данной работы — исследование и уточнение с точки зрения современного уровня развития техники существующих подходов к делению на типоразмерные группы по характерным критериям МР военного и специального назначений (ВНиСН).

Определение классификационных групп МР как сложных технических систем необходимо для внесения определенности при создании новых образцов, формирования обоснованных тактико-технических требований к ним, корректного сравнения по техническим и эксплуатационным параметрам (мобильность, грузоподъемность, мощность приводов, способность доставки и т. п.), формирования стандартных методик проверки и испытаний.

### Общие подходы к классификации МР

Область применения МР в широком смысле достаточно разнообразна — это промышленность и сельское хозяйство, научные исследования, сфера обслуживания и досуга, военное дело, а также обеспечение безопасности и правопорядка. В соответствии с этим деление МР по области применения является наиболее общим и главным их квалификационным признаком [2]. Внутри этих крупных групп деление МР осуществляется по функциональному назначению подобно тому, как это представлено в табл. 1.

Дальнейшее деление МР осуществляется по различным функциональным и конструктивным признакам [2, 3]: по степени универсальности, исполнению, типу движителя, схеме шасси, массогабаритным параметрам и др.

Так, по степени универсальности (широте выполняемых операций) роботы подразделяются на специальные, специализированные и универсальные [2, 3]. В зависимости от требований по уровню защищенности от внешних факторов, характерных для среды функционирования, различают следующие варианты исполнения (с возможностью их комбинации): нормальное, пылезащитное, влагозащитное, теплозащитное, взрывобезопасное, радиационно-стойкое, во-

Таблица 1

**Классификация МР по областям применения и функциональному назначению**

Область применения (группа)	Промышленные	Исследовательские (научные)	Сервисные	Военные	Специальные
Функциональное назначение (подгруппа)	1. Технологические 2. Вспомогательные	1. Лабораторные 2. Наземные 3. Напланетные (планетоходы)	1. Транспортные 2. Инспекционные 3. Персональные (бытовые) 4. Игровые	1. Боевые (ударные) 2. Разведывательные 3. Обеспечивающие	1. Разведывательные 2. Охранные 3. Взрывотехнические 4. Манипуляционные 5. Радиационной разведки 6. Инженерные 7. Спасательные 8. Пожарные

енное, космическое (планетоходы). В отличие от МР для нормальных условий, роботы, предназначенные для функционирования в условиях опасных или несовместимых с жизнедеятельностью человека, часто объединяют общим понятием «роботы для экстремальных условий».

По типу используемого движителя различают [3, 4, 5]: колесные, гусеничные, шагающие, комбинированные, ползающие и др. Оригинальный вариант классификации МР по типам и схемам применяемых шасси приводится в работах автора [6, 7].

**Типоразмерные группы мобильных роботов военного и специального назначений**

В ходе анализа отечественных литературных источников удалось выявить два подхода к классификации МР ВНиСН. Первый основывается на учете собственных размеров роботов, второй — способов доставки МРК.

В соответствии с первым вариантом, предложенным в работе [8] (1993 г.), МР делятся на четыре типоразмерные группы: крупные, средние, малоразмерные и миниатюрные. Как показано в табл. 2, критерием классификации является соотношение собственных размеров МР с размерами фигуры человека. Такой подход, хотя и не получил широкого распространения, представляется оправданным в случае сравнения маневренных качеств роботов (подвижность, проходимость), так как часто их передвижение

происходит в условиях инфраструктуры, созданной человеком (жилые и производственные помещения, автомобильные дороги и т. п.). А данный вариант классификации отражает соотношение между размерами робота и характерными размерами препятствий в среде его функционирования.

В соответствии с другим вариантом, предложенным в работе [3] (1999 г.), МРК делятся на четыре основные группы по весу: сверхлегкие (менее 35 кг), легкие (35–150 кг), средние (150–800 кг) и тяжелые (более 800 кг) по критериям, приведенным в табл. 3. Использование данного варианта классификации достаточно часто встречается в современной научной литературе [4, 9, 10].

В зарубежной литературе [11, 12, 13] наиболее часто применяется смешанный вариант классификации, вполне оправданный ввиду очевидной связи между собой весовых и габаритных характеристик роботов.

**Новые типы мобильных роботов**

К настоящему времени возникла необходимость дополнения приведенных классификаций новыми группами МР. Так, сегодня можно уже с уверенностью говорить о формировании за рубежом в начале 2000-х годов особого вида МР — мобильных мини-роботов (ММР). Если в начале первого десятилетия в качестве примеров ММР можно было привести лишь единичные, зачастую экспериментальные образцы,

Таблица 2

**Классификация МР по размерам**

Группа	Размеры	Описание	Примеры*
Крупные	Соизмеримы с гусеничной и колесной техникой общего назначения	Созданные на основе существующих образцов техники	Система «Клин» (ВНИИТрансмаш), «Т-10Г6» (Челябинский тракторный завод)
Средние	Соизмеримы с размерами легкового автомобиля	Специально созданные в качестве дистанционно-управляемых транспортных средств	«СТР» (ВНИИТрансмаш), «Луноход-1» и «Луноход-2», промышленные робокары
Малоразмерные и андройды	Соизмеримы с размерами человеческой фигуры		«Разведчик» (ЦНИИ РТК), «Малый марсоход» (ВНИИТрансмаш), «Wheelbarrow» (Remotec, Великобритания), роботы-андройды
Миниатюрные	Существенно меньше размеров человеческой фигуры	Созданные на основе детских игрушек	Роботы-игрушки, дистанционно-управляемые модели

\* Примеры представлены в виде, приведенном в работе [8]

Таблица 3

**Классификация МРК по весу [2]**

Группа	Весовой диапазон	Способ доставки	Назначение
Сверхлегкие	Менее 35 кг	Перевозка любым видом транспорта; выгрузка вручную (1–2 чел.); возможна доставка к исследуемому объекту с помощью более тяжелых МРК	Визуальная и акустическая разведка в помещениях и на объектах транспорта; осмотр труднодоступных мест (днища автомобилей и т. п.) и разрушение обнаруженных СВУ
Легкие	35–150 кг	Перевозка легковым автомобилем с кузовом «универсал»; выгрузка вручную (2–4 чел.)	Разведка внутри помещений и на открытой местности; проведение взрывотехнических работ
Средние	150–800 кг	Перевозка микроавтобусом или легким грузовиком; выгрузка своим ходом по аппаратам	Разведка, наблюдение, охрана, проведение взрывотехнических работ, носитель легкого стрелкового и ракетного вооружения
Тяжелые	Более 800 кг	Перевозка специальным автотранспортом или в стандартных транспортных контейнерах; выгрузка своим ходом или с помощью крана	Разведка, наблюдение, патрулирование, проведения взрывотехнических работ, носитель легкого пушечного и тяжелого стрелкового вооружения

то на сегодняшний день процесс их создания заметно активизировался [14]. Отдельные типы таких роботов производятся серийно, общая их численность по самым скромным оценкам превышает 5000 штук [15].

Некоторые из примеров ММР приведены на рис. 1. Основное их назначение — оперативная разведка при проведении специальных и боевых операций на урбанизированной территории [13, 16].

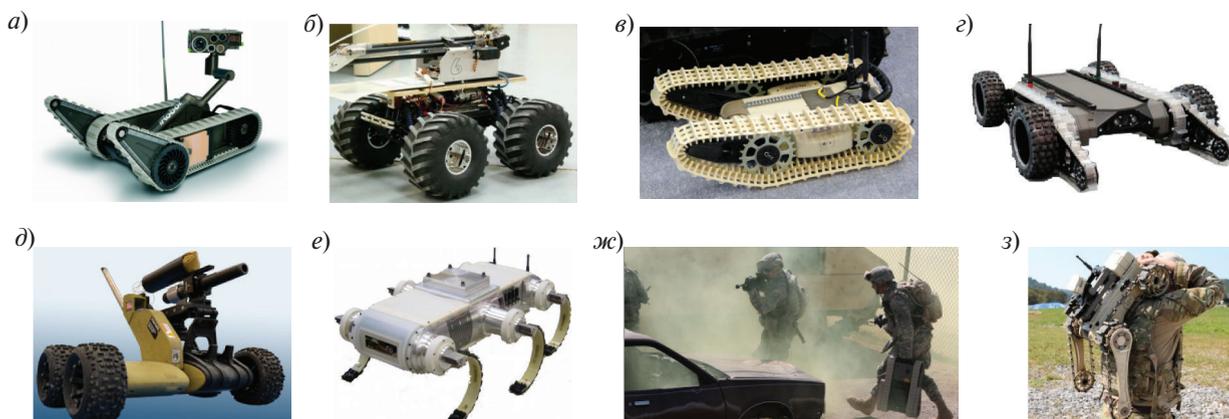


Рис. 1. Примеры носимых мини-роботов: *a* — XM1216 SUGV (SUGV 320) фирмы iRobot (США); *б* — MARCbot IV (Exponent, США); *в* — Dragon Runner 20 (QinetiQ NA, США); *г* — Gryf (PIAP, Польша); *д* — Pointman (ARA Inc., США); *е* — RHEX (Boston Dynamics, США); *ж* — доставка мини-робота XM1216 SUGV; *з* — доставка мини-робота MTGR (Roboteam, Израиль)

Отличительной особенностью ММР является их небольшой вес — в большинстве разработок от 7–8 до максимум 15 кг. Компактные размеры и небольшая масса позволяют относить этот вид техники к носимым (портативным) робототехническим комплексам (РТК), что выделяет их на фоне более крупных изделий.

В свою очередь, малый вес определяет ряд особенностей, выделяющих ММР на фоне других МРК. Это:

- оперативная доставка и развертывание;
- малозаметность;
- высокая подвижность.

Изучение отечественной специальной литературы на предмет существующих на сегодняшний день подходов к классификации МРК ВНиСН по массогабаритным параметрам показало, что наиболее значительное распространение получило деление МРК на четыре весовые группы (класса) исходя из способов их доставки и развертывания (табл.3). В соответствии с таким подходом ММР должны быть отнесены к классу сверхлегких роботов, т. е. к роботам весом менее 35 кг. Критерием, по которому тот или иной МРК относят к этому классу в соответствии с табл.3, является возможность его доставки любым видом автотранспорта и выгрузки силами одного-двух человек.

Однако ММР как средство, предназначенное для обеспечения оперативных действий, подразумевает возможность ручной транспортировки (переноса) на значительные расстояния силами

одного-двух человек (см. рис. 1, *ж* и рис. 1, *и*, а также [14, 16]), что значительно отличает ММР от МР сверхлегкого класса.

Ввиду этого представляется целесообразным выделение ММР по критерию носимости в отдельный класс — мини-роботы.

Более того, анализ развития ММР за рубежом за последнее десятилетие позволяет сделать вывод о сформировавшейся тенденции к выделению из ММР подкласса сверхлегких мини-роботов разведки и наблюдения [17], а также о формировании класса микророботов. Сверхлегкие ММР отличаются меньшими размерами и весом, но в то же время несколько меньшей функциональностью (меньшая скорость и дальность управления, преодоление меньших препятствий и т. п.) и, соответственно, более узкой областью применения. Примеры сверхлегких мини-роботов приведены на рис. 2.

Примеры микророботов представлены на рис. 3. Отличительной особенностью сверхлегких ММР и роботов микроразмерности ВНиСН является возможность их забрасывания (в окна и на крыши зданий, через заборы и т. п.), как это проиллюстрировано на рис. 2 и рис. 3.

Необходимо уточнить, что деление на микро- и мини-роботы в смысле четкого их разграничения по массе и размерам носит достаточно условный характер ввиду отсутствия в настоящее время общепринятого стандартизованного подхода к классификации мобильных РТК ВНиСН. Однако условно принимают, что мини-роботы —

это МР с габаритными размерами в сотни, а микророботы — в десятки миллиметров [2].

**Уточнение существующих классификаций**

С учетом вышеизложенного в табл. 4 представлено предложение по уточнению классификации МР. Таблица составлена путем обобщения вариантов классификаций, приведенных в табл. 2 и табл. 3 (см. наименования по весу

и по размерам соответственно) и дополнения их роботами мини- и микроразмерностей. Границы весовых и размерных диапазонов рассматриваемых типоразмерных групп указаны на основе анализа существующих на сегодняшний день разработок [6, 7, 14].

МР, в соответствии с табл. 4, делятся на шесть обобщенных групп: микророботы, мини-роботы, сверхлегкие роботы, легкие, средние и тяжелые.



Рис. 2. Примеры сверхлегких мини-роботов



Рис. 3. Примеры микророботов

Таблица 4

**Обобщенная классифик**

Обобщенная группа (класс)	Наименование по весу	Наименование по размерам	Характеристики квалификационных параметров	
			Весовой диапазон	Размеры
Микророботы			Менее 1 кг	Характерные размеры: десятки мм. Максимальный габарит условно не более 200 мм
Мини-роботы	Сверхлегкие мини-роботы	Мини-роботы	1–7 кг	Характерные размеры: сотни мм. Максимальный габарит условно не более 400 мм
	Носимые мини-роботы		7–15 кг	Характерные размеры: сотни мм. Максимальный габарит условно не более 700 мм
Сверхлегкие		Малобагабитные	15–35 кг	Максимальный габарит условно не более 1000 мм
Легкие		Малоразмерные и андройды	35–150 кг	Сравнимы с размерами человека
Средние			150–800 кг	
Тяжелые	Средние		Более 800 кг	Сравнимы с размерами легкового автомобиля
	Крупные			Сравнимы с гусеничными и колесными машинами общего назначения

Мини-роботы по весу делятся на две подгруппы: носимые и сверхлегкие.

### Заключение

Рассмотрена классификация МР по функциональному назначению и существующие подходы к классификации по весу и размерам. Предложено дополнить существующие классификации роботов ВНиСН по массогабаритным параметрам классами мини- и микророботов с обоснованием конкретных границ и места этих

классов в общей классификации. Представлено деление МР на обобщенные типоразмерные группы.

Приведенная классификация, вероятно, не является окончательной и может потребовать в дальнейшем уточнений в виде деления микророботов на подгруппы в соответствии с их функциональными особенностями, уточнения классификации роботов тяжелого класса, а также введения только формирующегося в настоящее время класса роботов наноразмерности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Казанцев В.Н., Котенев В.Д., Павлов В.А.** Состояние и проблемы стандартизации в области робототехники // Робототехника и техническая кибернетика. 2014. №3(4). С.17–21.
2. **Юревич Е.И.** Основы робототехники. СПб.: БХВ-Петербург, 2010. 368 с.
3. **Батанов А.Ф., Грицынин С.Н., Муркин С.В.** Робототехнические комплексы для обеспечения специальных операций // Специальная техника. 1999. №6. С. 10–17.
4. **Космачев П.В.** Анализ конструктивных схем движителей транспортных средств робототехнических комплексов для выполнения антитеррористических операций // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Тр. девятой Всеросс. науч.-практ. конф. Т. 5: Экстремальная робототехника. СПб.: Изд-во НПО Специальных материалов, 2006. С. 607–615.
5. **Кучеренко В.И., Маленков М.И.** Применение самоходных шасси с изменяемой геометрией в мобильных роботах и планетоходах // Экстремальная робототехника: Материалы XIII научно-технической конференции. СПб., 2003. С. 119–125.
6. **Васильев А.В.** Исследование и классификация структурно-кинематических схем шасси мобильных роботов // Перспективные системы и задачи управления: Мат. Девятой всеросс. науч.-практ. конф. Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2014. С.115–128.
7. **Васильев А.В.** Принципы построения и классификация шасси мобильных роботов наземного применения и планетоходов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2013. №1 (164). С.124–131.
8. **Рогозинников А.О., Наумов В.Н.** Типоразмерные ряды мобильных роботов по проходимости // Робототехника для экстремальных условий: Материалы IV научно-технической конф. СПб., 1993. С. 21–25.
9. **Зеленцов В.В., Медвецкий С.В., Космачев П.В. [и др.]**. Современные робототехнические комплексы специального назначения / МГТУ им. Н.Э. Баумана // Экстремальная робототехника: Сб. докл. междунар. науч.-техн. конф. (23–25 ноября 2011 г., Санкт-Петербург). СПб.: Политехника-сервис, 2011. С. 53–54.
10. Многофункциональные мобильные робототехнические комплексы легкого и сверхлегкого класса: Каталог продукции / ОАО «КЭМЗ» // KEMZ.ORG: Официальный сайт ОАО «Ковровский электро-механический завод». URL: <http://www.kemz.org/robots.html> (дата обращения 25.12.2012).
11. Joint Robotics Program Master Plan FY2004 / USA Department of Defense. Washington, 2004. 211 p. Системные требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/fcs-fY2004\\_jrp\\_masterplan.pdf](http://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/fcs-fY2004_jrp_masterplan.pdf) (дата обращения 25.03.2014).
12. International Assessment of Unmanned Ground Vehicles / D.P. Sellers, A.J. Ramsbotham, H. Bertrand, N. Karvonides / Institute for defense analyses // DTIC.MIL: Defense Technical Information Center. USA, 2008. 76 p. Системные требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a534965.pdf> (дата обращения: 25.03.2014).
13. **Рубцов И.В.** Вопросы состояния и перспективы развития отечественной наземной робототехники военного и специального назначения // Известия ЮФУ. Технические науки: Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления». Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2013. №3 (140). С.14–21.
14. **Васильев А.В.** Мобильные мини-роботы разведки: текущее состояние, характерные черты и общие тенденции развития // Известия ЮФУ. Технические науки: Тематический выпуск «Перспективные системы и задачи управления» Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. №3 (104). С.119–124.
15. **Васильев А.В.** Реконфигурируемая транспортная платформа для малогабаритных мобильных роботов // Робототехника и техническая кибернетика. 2014. №2(3). С.67–71.
16. **Лохин В.М., Манько С.В., Хованов Д.Г.** Разработка требований к робототехническим комплек-

сам военного назначения, применяемым при ведении боевых действий в городских условиях // Перспективные системы и задачи управления: Мат. Седьмой всеросс. науч.-практ. конф. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2012. С.6–11.

17. Unmanned Ground Systems Roadmap ADDENDUM (July 2012) / Robotic Systems Joint Project Office. USA, 2011. 78 p. Системные требования: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://www.rsjo.army.mil/images/UGS\\_Roadmap\\_Addendum\\_Jul12.pdf](http://www.rsjo.army.mil/images/UGS_Roadmap_Addendum_Jul12.pdf) (дата обращения: 25.03.2014).

## REFERENCES

1. **Kazantsev V.N., Kotenev V.D., Pavlov V.A.** Sostoyaniye i problemy standartizatsii v oblasti robototekhniki [State and problems of standardization in the field of Robotics]. *Robototekhnika i tekhnicheskaya kibernetika*. 2014. №3(4). S.17–21.—
2. **Yurevich E.I.** Robotics Basics [Robotics Basics]. SPb.: BKhV-Petersburg, 2010. 368 p. (rus.)
3. **Batanov A.F., Gritsynin S.N., Murkin S.V.** Robototekhnicheskiye komplekсы dlya obespecheniya spetsialnykh operatsiy [Robotic systems for special operations]. *Spetsialnaya tekhnika*. 1999. №6. S. 10–17. (rus.)
4. **Kosmachiov P.V.** Analiz konstruktivnykh skhem dvizhiteley transportnykh sredstv robototekhnicheskikh komplekсов dlya vypolneniya antiterroristicheskikh operatsiy [Analysis of structural schemes propulsion vehicles robotic systems to carry out anti-terrorist operations]. *Aktualnyye problemy zashchity i bezopasnosti: Tr. devyaty Vseross. nauch.-prakt. konf.* SPb.: NPO Spetsialnykh materialov, 2006. T.5: Ekstremalnaya robototekhnika. S. 607–615. (rus.)
5. **Kucherenko V.I., Malenkov M.I.** Primeneniye samokhodnykh shassi s iz-menyayemoy geometriyey v mobilnykh robotakh i planetokhodakh [The use of self-propelled chassis with variable geometry in mobile robots and Planetary]. *Ekstremalnaya robototekhnika: Materialy XIII nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. SPb., 2003. S. 119–125. (rus.)
6. **Vasiliev A.V.** Research and classification of mobile robot's chasis structural-kinematic schemes. [Research and classification of mobile robot's chasis structural-kinematic schemes]. *Perspektivnyye sistemy i zadachi upravleniya: Mat. Devyaty Vseross. nauch.-prakt. konf.* Taganrog: Izd-vo YuFU, 2014. S. 115–128. (rus.)
7. **Vasiliev A.V.** Development principles and classification of ground mobile robot's and planet rover's chassis [Development principles and classification of ground mobile robot's and planet rover's chassis]. *Nauchno-tekhnicheskkiye vedomosti SPbGPU*. 2013. №1 (164). S. 124–131. (rus.)
8. **Rogozinnikov A.O., Naumov V.N.** Tiporazmernyye ryady mobilnykh robotov po prokhozimosti [Tiporazmernogo ranks of mobile robots for cross]. *Robototekhnika dlya ekstremalnykh usloviy: Materialy IV nauchno-tekhnicheskoy konf.* SPb., 1993. S. 21–25. (rus.)
9. **Zelentsov V.V., Medvetkiy S.V., Kosmachev P.V. [i dr.].** Sovremennyye robototekhnicheskiye komplekсы spetsialnogo naznacheniya [Modern robotic systems, special purpose]. MGTU im. N.E. Baumana // *Ekstremalnaya robototekhnika: Sb. dokl. mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* (23–25 noyabrya 2011 g., Sankt-Peterburg). SPb.: Politekhnika-servis, 2011. S. 53–54. (rus.)
10. **Mnogofunktsionalnyye mobilnyye robototekhnicheskiye komplekсы legkogo i sverkhlegkogo klassa: Katalog produktov [Multifunction mobile robotic systems light and ultralight class: Product/ JSC “KEMZ”].** OAO «KEMZ» // KEMZ.ORG: Ofitsialnyy sayt OAO «Kovrovskiy elektromekhanicheskiy zavod». URL: <http://www.kemz.org/robots.html> (data obrashcheniya 25.12.2012). (rus.)
11. Joint Robotics Program Master Plan FY2004 / USA Department of Defense. Washington, 2004. 211 p. Sistemnyye trebovaniya: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/fcs-fy2004\\_jrp\\_masterplan.pdf](http://www.globalsecurity.org/military/library/report/2004/fcs-fy2004_jrp_masterplan.pdf) (data obrashcheniya 25.03.2014).
12. International Assessment of Unmanned Ground Vehicles / D.P. Sellers, A.J. Ramsbotham, H. Bertrand, N. Karvonides / Institute for defense analyses. DTIC.MIL: *Defense Technical Information Center. USA*, 2008. 76 p. Si-stemnyye trebovaniya: Adobe Acrobat Reader. URL: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a534965.pdf> (data obrashcheniya: 25.03.2014).
13. **Rubtsov I.V.** Voprosy sostoyaniya i perspektivy razvitiya otechestvennoy nazemnoy robototekhniki voyennogo i spetsialnogo naznacheniya [The state and development prospects of domestic terrestrial robotics military and special purpose]. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskkiye nauki: Tematicheskii vypusk «Perspektivnyye sistemy i zadachi upravleniya»*. Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2013. №3 (140). S. 14–21. (rus.)
14. **Vasiliev A.V.** Mobile mini-robots for reconnaissance: modern state, particularities and common development trends [Mobile mini-robots for reconnaissance: modern state, particularities and common development trends]. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskkiye nauki: Tematicheskii vypusk «Perspektivnyye sistemy i zadachi upravleniya»* Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2010. №3 (104). S. 119–124. (rus.)
15. **Vasiliev A.V.** Reconfigurable transport platform for small mobile robots [Reconfigurable transport platform for small mobile robots]. *Robotics and technical cybernetics*. 2014. №2(3). S. 67–71. (rus.)
16. **Lokhin V.M., Manko S.V., Khovanov D.G.** Razrabotka trebovaniy k roboto-tekhnicheskim kompleksam voyennogo naznacheniya, primenyayemym pri vedenii

boyevykh deystviy v gorodskikh usloviyakh [Development of requirements for robotic systems for military use, used during combat operations in urban environments]. *Perspektivnyye sistemy i zadachi upravleniya: Mat. Sedmoy vse-ross. nauch.-prakt. konf.* Taganrog: Izd-vo TTI YuFU, 2012. S. 6–11. (rus.)

17. Unmanned Ground Systems Roadmap ADDENDUM (July 2012) / Robotic Systems Joint Project Office. USA, 2011. 78 p. Sistemnyye trebovaniya: Adobe Acrobat Reader. URL: [http://www.rsjpo.army.mil/images/UGS\\_Roadmap\\_Addendum\\_Jul12.pdf](http://www.rsjpo.army.mil/images/UGS_Roadmap_Addendum_Jul12.pdf) (data obrashcheniya: 25.03.2014).

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**ВАСИЛЬЕВ Андрей Викторович** — ведущий конструктор Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики. 194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., 21. E-mail: andrspan@yandex.ru

**ЛОПОТА Александр Витальевич** — кандидат экономических наук директор-главный конструктор, Центрального научно-исследовательского и опытно-конструкторского института робототехники и технической кибернетики. 194064, Россия, Санкт-Петербург, Тихорецкий пр., 21. E-mail: alopota@rtc.ru

#### AUTHORS

**VASILIEV Andrey V.** — State Scientific Center for Robotics and Technical Cybernetics (RTC). 21, Tikhoretsky prospect, Saint-Petersburg, Russia, 194064. E-mail: andrspan@yandex.ru

**LOPOTA Aleksandr V.** State Scientific Center for Robotics and Technical Cybernetics (RTC). 21, Tikhoretsky prospect, Saint-Petersburg, Russia, 194064. E-mail: alopota@rtc.ru