

## **Состояние и перспективы развития наземных робототехнических комплексов военного и специального назначения**

© В.Ю. Корчак, И.В. Рубцов, А.В. Рябов

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Рассмотрены вопросы роботизации сухопутных войск силовых ведомств. Приведены состав и характеристики существующих наземных робототехнических комплексов военного и специального назначения. Освещены основные проблемы создания различных перспективных образцов таких комплексов и рассмотрены пути их решения.*

**Ключевые слова:** *мобильные роботы, система автоматического управления движением, система технического зрения, РТК военного и специального назначения.*

За последние десять лет в области военной робототехники произошли кардинальные изменения, связанные прежде всего с массовым производством и испытанием в реальных условиях боевых и обеспечивающих робототехнических комплексов (РТК) вооруженными силами США и их союзников. Существенный прогресс достигнут также в области интеллектуализации процессов принятия решений в ходе боевой работы и группового управления.

Планами Министерства обороны (МО) США (Интегрированная Дорожная карта развития безэкипажных систем на период 2009–2034 годы) предусматривается разработка и внедрение в войска к концу этого срока более 170 типов наземных роботов.

Обеспечение всесторонней интеграции и повышение уровня взаимодействия за счет реализации новых принципов управления и ведения боевых действий с применением РТК военного назначения становится неотъемлемым условием реформирования вооруженных сил стран НАТО.

Высокий уровень оснащения вооруженных сил США роботизированными средствами обеспечивает им возможность ведения современных сетцентричных войн на основе группового применения РТК.

Основные направления ведущихся в России работ в области развития наземных робототехнических систем и комплексов военного назначения в основном совпадают с зарубежными [1–4]. Как и за рубежом, российские РТК проектируются и создаются либо дооснащением находящихся на вооружении образцов военной и специальной техники

(ВСТ) модульным встраиваемым или навесным оборудованием, обеспечивающим их безэкипажное применение в режиме дистанционного управления, либо созданием специализированных дистанционно управляемых, полуавтономных или автономных РТК специального назначения (СН).

Современные достижения отечественных разработчиков наземных боевых и обеспечивающих РТК значительно скромнее зарубежных. Особенно заметно отставание в области создания малоразмерных РТК массой свыше 200 кг — IV, V и VI весовые категории, что подтверждают данные приведенной ниже таблицы.

**Основные тактико-технические характеристики (ТТХ)  
зарубежных специализированных РТК**

Весовая категория (группа)	Масса, кг	Целевая нагрузка, кг	Дальность действия, км	Способ доставки	Основная среда применения
I	До 12	До 10	До 0,5	Носимые (забрасываемые)	Здания и помещения
II	12–50	До 8–35	До 1,0	Переносные	Городская среда
III	50–200	До 35–150	До 1,5	Возимые	Урбанизированная территория
IV	200–800	До 150–600	До 2,0	Возимые, самоходные	Поле боя, пересеченная местность
V	800–2 500	До 600–2 000	До 3,0	То же	То же
VI	2500–12 000	До 1500–3 500	До 3,0	Самоходные	»

Состояние разработок отечественных мобильных роботов характеризуется следующим образом [5, 6]:

- существующие шасси близки по грузоподъемности, тяговооруженности, массе, габаритам и, как правило, не превышают массу 200 кг;
- выпускаемые на внутреннем рынке мобильные роботы имеют низкий уровень интеллектуализации и являются, по существу, дистанционно-управляемыми аппаратами, требующими устойчивой радио- и телевизионной связи с оператором;
- имеющийся значительный задел в области фундаментальных и поисковых исследований по различным проблемам искусственного интеллекта [5, 6] недостаточно реализован в реальных разработках.

В таблице были приведены классификация базовых шасси зарубежных РТК по весовым категориям и среды их применения. Проведем сравнительный анализ некоторых зарубежных и аналогичных отечественных образцов.

*Носимые РТК* (весовая категория I) в основном применяются для работы в зданиях, в условиях городской среды. За рубежом разработана достаточно большая номенклатура таких РТК (4...12 кг). Гусеничные и колесные шасси обеспечивают диапазон максимальных скоростей 10 км/ч и более. Они применяются для ведения разведки, доставки грузов и обеспечения дымовой маскировки, картографирования и обеспечения целеуказания. Отечественные РТК (8...15 кг), разработанные в интересах ФСБ, МВД, МЧС России и ГК «Росатома», обеспечивают максимальные скорости движения 2,5...10 км/ч, что не в полной степени удовлетворяет требованиям к носимым РТК военного назначения. Следует отметить, что в настоящее время в нашей промышленности не налажен выпуск необходимой элементной базы для создания носимых РТК с нужными характеристиками.

*Переносимо-возимые РТК* (весовые категории II и III) применяются в основном для работы на урбанизированной территории. РТК такого класса являются самыми массовыми в вооруженных силах зарубежных стран и находят самое широкое применение в Афганистане, Ираке и других горячих точках. Несмотря на большую массу, переносимо-возимые РТК обладают приблизительно такими же максимальными скоростями передвижения, что и носимые. По этому параметру отечественные образцы также уступают зарубежным аналогам, что объясняется той же проблемой: отставание отечественной элементной базы от зарубежной.

*Возимо-самоходные РТК* (весовые категории IV и V) в основном применяются в условиях пересеченной местности.

Современные технологии конструирования моторно-трансмиссионной и ходовой частей возимо-самоходных РТК позволяют обеспечить их движение со скоростями не ниже, чем у экипажной боевой техники (до 60...70 км/ч на дорогах с твердым покрытием и до 25...35 км/ч по пересеченной местности). Реально достижимые скорости РТК ограничены в первую очередь возможностями системы дистанционного управления.

*Самоходные РТК* (весовая категория VI). В настоящее время за рубежом разработаны унифицированные комплекты навесного (встраиваемого) оборудования для оснащения колесных или гусеничных машин с целью перевода их в класс дистанционно-управляемых образцов. Такие машины уже находят применение при работах в опасных зонах и с опасными предметами, прежде всего при расчистке дорог, преодолении заграждений, разминировании, а также при постановке дымовых

завес для обеспечения боевых действий. Первые образцы машин этой категории применялись инженерными подразделениями вооруженных сил США в Боснии, Афганистане и Ираке.

В нашей стране тоже разрабатываются комплексы навесного (встраиваемого) оборудования для оснащения штатных образцов вооружения и ВСТ.

Тактико-технические характеристики РТК специального назначения существенным образом определяются реализованной системой управления.

Одной из основных тенденций современного развития наземной военной робототехники является постепенный переход от дистанционно-управляемых к полуавтономным, а в перспективе — к автономным РТК. Это позволит устранить основные недостатки дистанционно-управляемых комплексов.

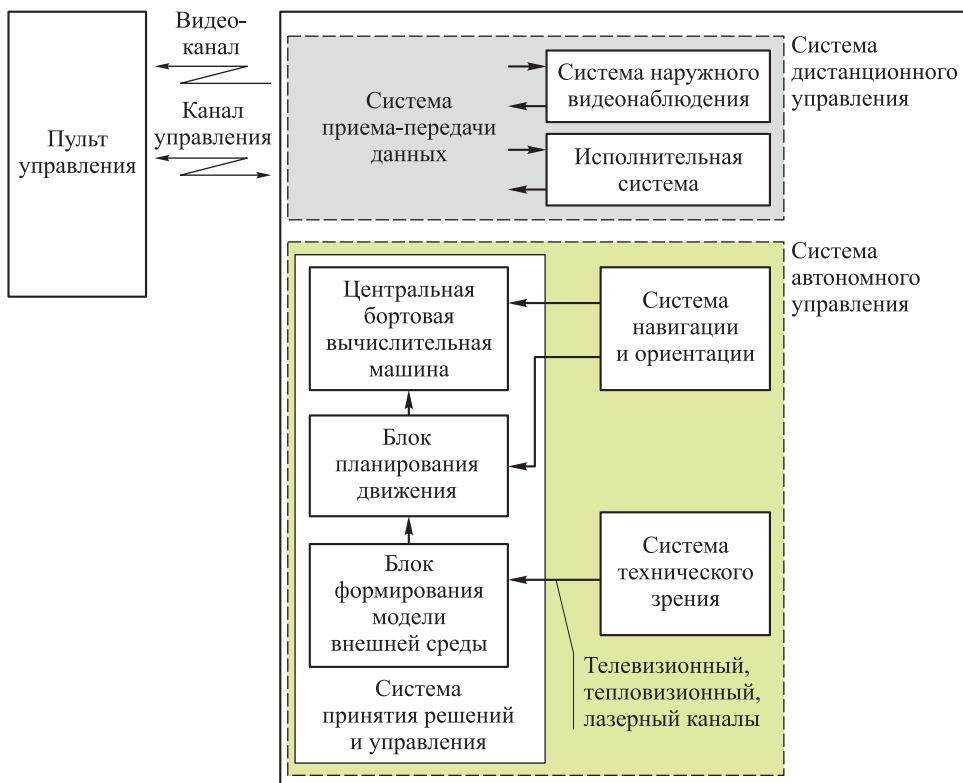
Разработка, а в дальнейшем и применение роботизированных средств с высокой степенью автономности, зависит прежде всего от возможности создания системы автоматического вождения в условиях различных сред (индустриальная среда, городские условия, сеть дорог, пересеченная местность).

На рис. 1 приведена обобщенная схема системы автономного управления движением (САУД) РТК, которая поясняет смысл технологии дооснащения системы дистанционного управления до уровня полуавтономного и автономного управления. Это потребует [1,7] решения бортовыми средствами ряда сложных научно-технических задач.

Один из основных принципов создания таких систем — сохранение преемственности отработанных технических решений и использование автономных робототехнических комплексов на базе дистанционно-управляемых РТК с сохранением ядра системы дистанционного управления в качестве нижнего (исполнительного) уровня системы автономного управления движением.

Важнейшей составляющей РТК является система технического зрения (СТЗ). В подавляющем большинстве случаев СТЗ передает телевизионные (тепловизионные) изображения среды функционирования (в лучшем случае — предварительно обработанные для улучшения качества изображения или стереоизображения).

Однако во многих случаях телевизионной и даже стереотелевизионной информации оказывается недостаточно для эффективного анализа и оценки окружающей обстановки. Кроме того, для эффективного управления РТК в особо сложных условиях функционирования необходимы осмотр рабочей зоны с различных позиций, возможность знания ее геометрии вплоть до различных сечений и пространственного расположения как самого РТК, так и его рабочего оборудования.



**Рис. 1.** Обобщенная структурная схема САУД РТК

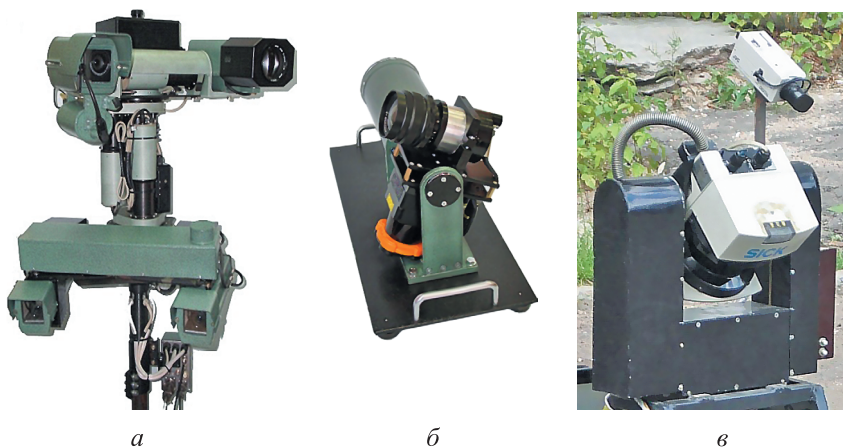
Это вызывает потребность создания новых форм и технических средств информационного обеспечения, предоставляющих оператору не только телевизионную и телеметрическую информацию о местоположении и статусе РТК в текущий момент времени, но и подробную информацию о геометрических параметрах окружающей среды с наложением на них результатов обнаружения целевых объектов и распознавания источника опасности. Такая информация должна предоставляться оператору в форме, обеспечивающей трехмерное моделирование рабочей зоны с возможностью оперативного расчета и планирования действий в условиях недетерминированной обстановки.

Данная информация должна использоваться в бортовом вычислительном комплексе для обеспечения высокоточной навигации и позиционирования мобильного РТК при его автономном перемещении и выполнении сложных технологических операций в труднодоступных местах, помещениях и залах без привязки к спутниковым навигационным системам, а также при движении по сложной пересеченной местности.

В настоящее время в МГТУ им. Н.Э. Баумана разрабатываются технологии виртуальной реальности. Полученные результаты могут иметь практическое значение уже в настоящее время. В частности, они уже

позволяют строить визуально подробные цифровые модели внешней среды в реальном времени, которые могут существенным образом повысить уровень ситуационной осведомленности и эффективность деятельности операторов дистанционного управления, а также лиц, принимающих решения.

На рис. 2 приведены некоторые комплексированные СТЗ для дистанционного и автономного управления мобильными РТК. Такие СТЗ позволяют получать оператору (в режиме дистанционного управления) необходимую информацию для планирования действий (рис. 3). В режиме автономного управления РТК самостоятельно осуществляет планирование траекторий движения и управление навесным оборудованием.



**Рис. 2.** Комплексированные системы технического зрения для управления наземными РТК:

*а* — комбинированная СТЗ ближнего и дальнего действия; *б* — СТЗ на базе телевизионной и дальнометрической информации ближнего действия; *в* — СТЗ на базе телевизионной и дальнометрической информации дальнего действия

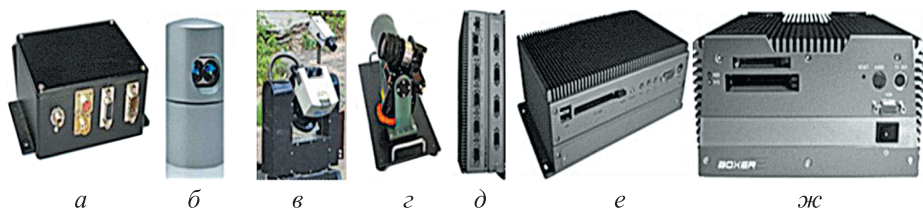


**Рис. 3.** Результаты комплексирования видео- и дальнометрической информации:

*а* — вид справа; *б* — вид слева

В МГТУ им. Н.Э. Баумана была разработана система автономного управления движением, обеспечивающая автоматическую маршрутную навигацию и управление движением наземных РТК.

Навигационная подсистема обеспечивает ориентацию, местоположение РТК и привязку текущих моделей внешней среды к цифровой карте местности (базе данных) с точностью, необходимой для автономного движения РТК в условиях индустриально-городских сред, сети дорог и пересеченной местности. Основные элементы навесного оборудования системы автоматического управления движением САУД приведены на рис. 4. На рис. 5 показаны примеры работы комплексированной СТЗ в составе системы управления движением автономного РТК в различных средах функционирования, построение автономным роботом глобальной и планирование локальных траекторий движения.

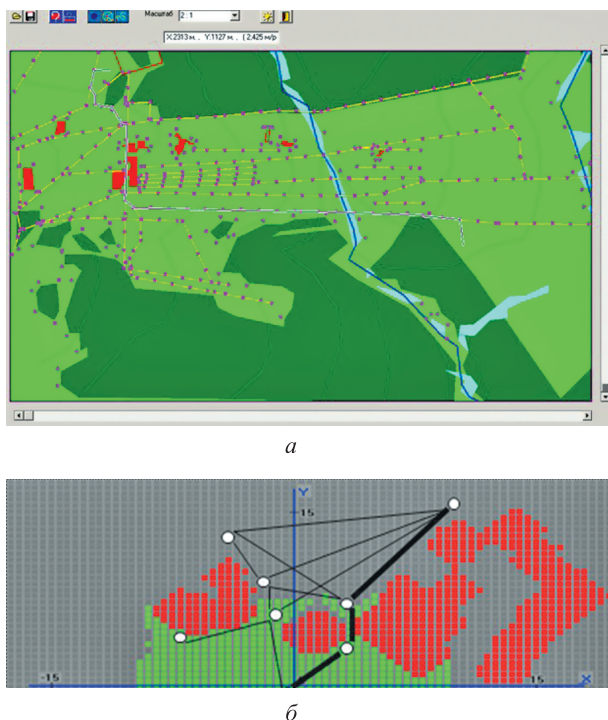


**Рис. 4.** Основные элементы системы автономного управления движением: *а* — шлюз системы дистанционного управления; *б* — лазерный сканатор; *в* — СТЗ на базе телевизионной и дальнометрической информации ближнего действия; *г* — СТЗ на базе телевизионной и дальнометрической информации дальнего действия; *д* — блок обработки информации; *е* — блок формирования модели внешней среды; *жс* — блок планирования движения

Для штатных мобильных роботов (типа РТК-РП, «Ель-4» и т. д.), применяемых для тушения пожаров, был разработан комплект модулей интеллектуального управления. Используются встраиваемые в штатные системы управления наземными РТК модули, входящие в состав мобильной роботизированной группировки МЧС России, в целях повышения эффективности работы операторов в дистанционном режиме управления и обеспечения режимов автономного управления движением (рис. 6).

Разработанный комплект модулей интеллектуального управления обеспечивает:

- мониторинг рабочей среды, анализ опасных факторов и выявление запретных зон движения;
- автоматический возврат в зону уверенного радиообмена или в точку старта в случае потери связи;
- автоматическую конфигурацию манипулятора или иных рабочих органов в транспортное, рабочее или иные положения.



**Рис. 5.** Примеры работы СТЗ РТК:

*а* — построение глобальной траектории движения РТК; *б* — построение локальной траектории движения РТК

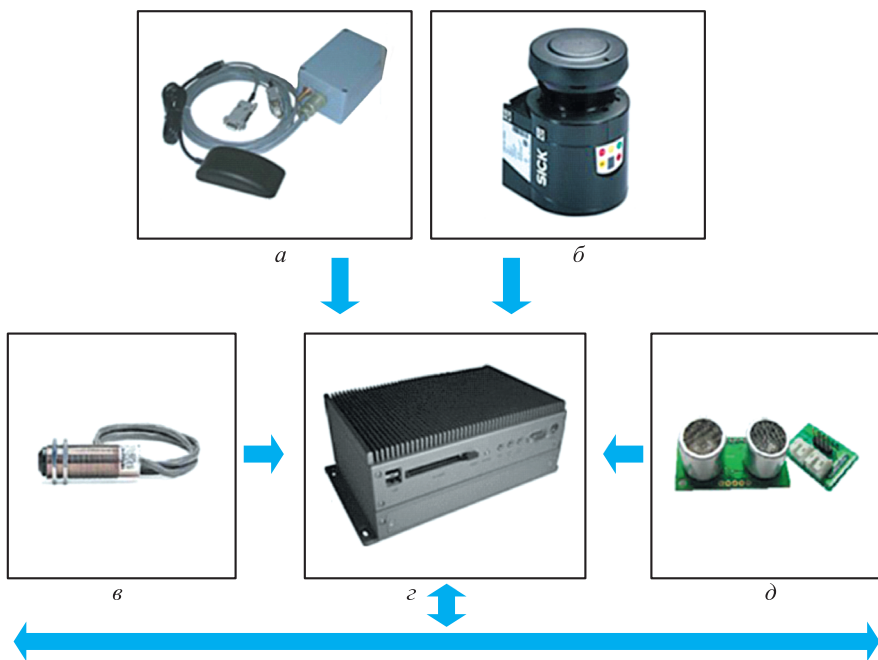
На рис. 7 приведены автономные мобильные РТК СН, разработанные в МГТУ им. Н.Э. Баумана для применения в различных средах. Их испытания подтвердили правильность выбранных технических решений.

В нашей стране исследования в области роботизации вооружения и ВСТ направлены на поэтапное наращивание возможностей дистанционно управляемых машин с постепенным исключением функций управления и контроля со стороны оператора. Основными направлениями развития РТК СН являются:

- повышение автономности РТК, дальности действия и помехозащищенности каналов управления и связи;
- совершенствование СТЗ;
- решение проблем автоматического распознавания целей, анализа ситуаций, опознавания по принципу «свой-чужой»;
- групповое применение РТК совместно со штатными образцами вооружения и военной техники.

Решение этих и многих других вопросов, связанных с развитием и совершенствованием средств военной робототехники различного класса и назначения, предусматривается в разрабатываемой в настоящее время комплексной целевой программе «Роботизация ВВТ».





**Рис. 6.** Комплект модулей интеллектуального управления для РТК МЧС: *а* — интегрированный навигационный модуль (ИНС + ГЛОНАСС/GPS); *б* — лазерный сканирующий дальномер; *в* — температурный датчик; *з* — бортовой компьютер; *д* — ультразвуковые датчики



**Рис. 7.** Разработанные в МГТУ им. Н.Э. Баумана автономные роботы: *а* — РТК «Клавиш»; *б* — РТК «Алиса»; *в* — МРК-АУ; *г* — модернизированный РТК «Volvo»; *д* — модернизированный РТК — РП; *е* — РТК «Проход»

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Каляев И.А., Рубцов И.В. Боевым роботам нужна программа. *Национальная оборона*, 2012, № 8 (77), с. 34–48.
- [2] *Unmanned Ground Systems Roadmap*. Robotics Systems Joint Project Office, 2011.
- [3] Шеремет И.Б., Рудианов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С., Комченков В.И. Обоснование семейства боевых и обеспечивающих роботов для боя в городе. *Известия ЮФУ. Сер. Технические науки*, 2012, № 3, с. 37–41.
- [4] Лапшов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В., Рудианов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С. Боевые и обеспечивающие роботы в условиях урбанизированной территории. *Известия ЮФУ. Сер. Технические науки*, 2011, № 3 (116), с. 142–146.
- [5] Иваненков В.В., Кутузов А.Н., Панков В.А., Рубцов И.В. Роботизированная система охраны и обороны специальных объектов и участков границы. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2012, спец. вып. «Специальная робототехника и мехатроника», с. 5–13.
- [6] Лапшов В.С., Носков В.П., Рубцов И.В. Опыт создания автономных мобильных робототехнических комплексов специального назначения. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение*, 2012, спец. вып. «Специальная робототехника и мехатроника», с. 7–23.
- [7] *Интеллектуальные системы автоматического управления*. Макаров И.М., Лохин В.М., ред. Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2001, 576 с.

Статья поступила в редакцию 21.05.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

В.Ю. Корчак, И.В. Рубцов, А.В. Рябов. Состояние и перспективы развития наземных робототехнических комплексов военного и специального назначения. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 3. URL: <http://engjournal.ru/catalog/prigor/robot/628.html>

**Корчак Владимир Юрьевич** родился в 1955 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1978 г. Председатель Секции прикладных проблем при Президиуме РАН. Автор более 150 научных работ в области целевого планирования Вооруженных сил.

**Рубцов Иван Васильевич** родился в 1946 г., окончил Московский лесотехнический институт в 1969 г. Канд. техн. наук, зав. кафедрой «Специальная робототехника и мехатроника» МГТУ им. Н.Э. Баумана, зав. отделом НИИСМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники за 2008 г. Автор более 100 научных работ в области робототехники и систем управления. e-mail: lapvs@rambler.ru

**Рябов Анатолий Викторович** родился в 1939 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1964 г. Ст. научн. сотрудник 3 ЦНИИ Минобороны России. Автор шести научных трудов в области военного планирования.