

Обоснование тактико-технических характеристик наземных мобильных робототехнических средств обеспечения боевых действий Сухопутных войск

© К.Ю. Машков, В.И. Рубцов, А.П. Федоренков

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

В рамках исследований, проводимых в МГТУ им. Н. Э. Баумана, рассмотрены проблемы обоснования тактико-технических характеристик наземных мобильных робототехнических средств при определении подвижности. В частности, изучено влияние внешней среды и системы технического зрения на быстроходность робототехнических средств различных весовых категорий.

Ключевые слова: *мобильный наземный робототехнический комплекс, система технического зрения, ограничение скорости, влияние внешней среды.*

Обращаясь к истории развития моторизированной боевой наземной техники, можно сказать, что она напрямую связана со способами ведения боевых действий, появившимися в Первую мировую войну. Так, с насыщением обороны противника автоматическим стрелковым оружием возникла необходимость создать защищенные автономные подвижные средства для преодоления такой обороны. На поле боя появились бронированные машины — броневики и танки [1, 2]. Дальнейшее развитие военной техники этого вида предопределялось научно-техническим прогрессом. В частности, становление бронетанковых войск проходило от машин сопровождения и поддержки пехоты или конницы до крупных самостоятельных механизированных и танковых соединений [3]. В конце 1930-х годов, опережая время, в СССР появились первые дистанционно управляемые образцы бронетанковой техники [4].

В настоящее время наблюдается очередной виток развития военного искусства, когда в силу совершенствования информационных технологий и существенного расширения оперативно-тактических возможностей существующих образцов вооружений и военной техники (ВВТ), придания им новых боевых свойств [5, 6] резко возрос интерес к роботам военного назначения. Это обуславливается рядом факторов, к основным из которых следует отнести:

- резкое снижение численного состава вооруженных сил по сравнению с армиями вероятного противника;
- достижения научно-технического прогресса;
- изменения характера современного общевойскового боя;

- физиологические возможности человека, не обеспечивающие эффективное применение ВВТ на поле боя;
- требование по снижению потерь личного состава в бою;
- рост психоневрологических потерь личного состава.

В этих условиях новая техника активно ищет свое место в боевых порядках с учетом прогнозирования изменений, происходящих на современном поле боя, таких как:

- бой в отдельных районах по очаговому принципу;
- применение высокоточного оружия;
- равновероятное со всех сторон огневое воздействие (трехмерный воздушно-наземный характер);
- высокая информационно-разведывательная составляющая.

Принимая во внимание изложенное выше, необходимо разработать и систематизировать требования к специальным робототехническим комплексам (РТК) тактического звена.

Современные робототехнические средства сильно отличаются друг от друга как по назначению, так и по массогабаритным показателям. Единой классификации РТК на данный момент не существует. Ниже дан пример описания классов роботов по массе в программе JRP (США):

- 1) малый легкий — 31 ... 400 фунтов (14,061...181,44 кг);
- 2) малый средний — 401 ... 2 500 фунтов (181,894...1 134 кг);
- 3) малый тяжелый — 2501 ... 20 000 фунтов (1134,454...9 072 кг);
- 4) большой — более 30 000 фунтов (более 13 608 кг).

Однако, на наш взгляд, более целесообразно принять классификацию в виде табл. 1; здесь РТК разделены на пять групп (I — V), которые по мере развития можно подразделить на подгруппы.

Следует отметить, что для производства ряда РТК III и VI групп, учитывая их короткий жизненный цикл (машина либо уничтожается, либо морально устаревает), целесообразно использовать существующие, морально устаревшие образцы ВВТ и за счет их глубокой модернизации и роботизации придать новые тактико-технические свойства, значительно расширяющие область их применения и позволяющие им работать в современном информационном пространстве поля боя.

Приведенное деление по группам является вспомогательным и не носит строгого характера (в дальнейшем может претерпевать различные изменения), однако позволяет выделить приоритетные направления фундаментальных исследований в области робототехнических средств военного назначения для РТК различных весовых категорий и назначения.

Как видно по данным табл. 1, современные РТК сильно различаются и по назначению, и по массогабаритным показателям.

Таблица 1

Предлагаемая классификация РТК по весовым категориям

Группа	Масса, кг	Скорость*, км/ч	Способ доставки	Основная среда	Защита	Особенности конструкции	Основные задачи
I	До 50	8/12	Носимые, переносные	Урбанизированная среда, слабо пересеченная местность	Противоударная	Оригинальная конструкция с оригинальным двигателем	1, 2, 3, 9
II	50...350	15/20	Переносные, возимые	То же	Локальная	Оригинальная конструкция	4, 2, 3, 9
III	500...1 500	Выше 40/60	Возимые, самоходные	Урбанизированная среда, пересеченная местность	Локальная, противопульная	Граница смены энергетической установки	4, 5, 9, 6, 11
IV	1 500...10 000	Выше 60/80	Самоходные	Поле боя, пересеченная местность	Противопульная, противопро-осколочная	На основе агрегатов и узлов серийной техники, роботизация серийной техники	4, 8, 11, 10, 7, 5, 2, 3
V	Более 10 000	Выше 60/80	»	То же	Противопульная, противопро-снарядная	То же	4, 8, 11, 10, 7, 5, 2, 12

* Через косую черту указана скорость гусеничных и колесных машин.

** Условные обозначения:

- 1 — аудио- и видеоразведка;
- 2 — целеуказание;
- 3 — доставка грузов;
- 4 — разведка;
- 5 — патрулирование;
- 6 — вооружение ближнего боя;
- 7 — минирующее, разминирование;
- 8 — радиоэлектронная борьба;
- 9 — дымовая (аэрозольная) маскировка;
- 10 — стрелковое вооружение;
- 11 — инженерное оборудование;
- 12 — артиллерийское вооружение.

Так, при обосновании тактико-технических характеристик (ТТХ) для шасси III, IV и V групп, которые, несмотря на значительные различия массогабаритных показателей, должны уверенно передвигаться по полю боя в боевых порядках боевых экипажных машин, следует применять требования, которые в значительной мере коррелируются с требованиями, предъявляемыми к современной системе ВВТ тактического звена [3].

В связи с этим основными требованиями к проектируемым образцам РТК могут быть:

- способность к действиям в составе ограниченной тактической группы в любых климатических, погодных и временных условиях;
- обеспечение интеграции с другими образцами боевой техники на поле боя в единую систему поражения;
- многоканальность вооружения;
- обеспечение оперативно-тактической мобильности, в том числе авиатранспортабельности;
- унификация семейства РТК на базовых шасси.

Одним из основных боевых свойств мобильных роботов является подвижность, которая обеспечивается силовой установкой, трансмиссией, ходовой частью, системой технического зрения, навигационным комплексом, системой управления и программным обеспечением.

При определении подвижности, составляющими которой являются быстроходность, проходимость и автономность, следует опираться на большой опыт, накопленный при эксплуатации полноразмерных шасси, особенно при проектировании шасси РТК III, IV и V групп.

Каждая из составляющих подвижности вызывает множество дискуссий при назначении конкретных параметров проектируемого шасси РТК и заслуживает отдельного внимания в научном плане.

Современные технологии по конструированию моторно-трансмиссионной группы и ходовой части позволяют обеспечить передвижение РТК III, IV и V групп со скоростями не ниже, чем у существующей экипажной боевой техники, как на дорогах с твердым покрытием (60...70 км/ч), так и по пересеченной местности (25...35 км/ч).

Необходимо отметить, что указанные выше скорости РТК ограничены рядом факторов, например дальностью видимости по различным пределам (географическому, топографическому, физическому, метеорологическому), а также возможностями системы дистанционного управления (СДУ).

Потенциальный рост средних и максимальных скоростей будет осуществляться по мере развития технологий роботизации ВВТ. При этом развитие СДУ предполагает постепенный переход от простейших форм дистанционного управления к уровню интерактивного (без

непрерывного участия человека) супервизорного управления за счет введения элементов автономного функционирования системы при управлении движением и специальным оборудованием.

При определении скорости РТК особую роль играют макропрофиль, дальность видимости, ширина трассы, квалификация оператора и наличие препятствий на пути.

Количественные характеристики пути по условиям обзорности для экипажных машин (высота линии визирования — 1,1...1,2 м) [7] показывают (рис. 1), что дальность видимости изменяется от 0 до 250 м; при этом для закрытых трасс, характерных для пересеченной местности и бездорожья, на 90 % пути видимость колеблется в пределах 0...48 м.

Как уже отмечалось, условия видимости существенно влияют на скорость. В частности, установлено, что для обеспечения безопасности движения при ограниченной видимости скорость боевой машины должна быть менее половины просматриваемого пространства. Так, при дальности видимости 10 м скорость машины составляет примерно 5 км/ч.

Для полноразмерных шасси при отсутствии препятствий в зависимости от состояния трассы скорость колеблется от 15...20 км/ч (на разбитых трассах) до 35...40 км/ч (на трассах в хорошем состоянии), а при наличии искусственных и естественных препятствий скорость снижается до 5...10 км/ч.

Более пристальное внимание следует обратить на оригинальные малогабаритные шасси I и II групп, которые по конструкции и эксплуатации значительно отличаются от полноразмерных РТК.

При этом важно, что имеющийся опыт [5, 7, 8] по разработке законов управления и взаимодействию полноразмерных экипажных машин с внешней средой, а также опыт работы водителя-механика по управлению ими использовать невозможно, поскольку не учитываются факторы, характерные для РТК различных весовых категорий (малые размеры, низкие удельные давления, ограниченная обзорность, близость подстилающей поверхности и т. д.). На мобильность РТК

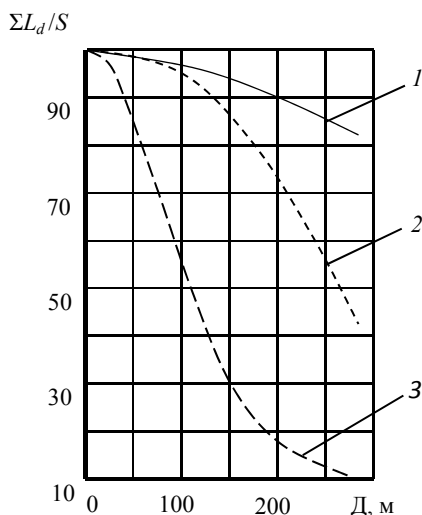


Рис. 1. Распределение отрезков пути с различной дальностью D видимости на открытых (1), полузакрытых (2), закрытых (3) трассах (L_d — отрезок трассы определенной видимости; S — протяженность всей трассы)

вливают массогабаритные показатели и особенности взаимодействия их движителей с грунтом. Например, применение РТК на пересеченной местности с ярко выраженным травяным покровом и мелким кустарником приводит к значительным отличиям в характере взаимодействия легковесного аппарата с внешней средой и системе управления.

Рассматривая функциональное назначение или способы применения РТК даже в одной группе I, можно обнаружить ряд противоречивых требований и разночтений в методах обеспечения подвижности, управления и других ТТХ.

Например, при определении требований к носимым РТК, с одной стороны, необходимо руководствоваться приемлемыми массогабаритными показателями для дистанционно управляемого малогабаритного средства (МГС), так как максимальная масса машины ограничивается способностью личного состава к переноске тяжестей. С другой стороны, следует учитывать способность МГС не терять подвижность при передвижении по травяному покрову и кустарнику.

Так, в ходе исследований, проводимых Военно-научным комитетом Сухопутных войск и Военно-научным комитетом Воздушно-десантных войск, в 2005 г. была разработана «Концепция боевой экипировки военнослужащих». В частности, была уточнена масса снаряжения, которое способен переносить на себе боец без потери им боеспособности. Конечно, для каждого человека этот показатель свой (в связи с различными физическими способностями), но в среднем он составляет примерно 30 кг.

Поэтому усредненная масса носимого снаряжения бойца специального подразделения равна именно 30 кг (оружие, боеприпасы, взрывчатые вещества, средства связи, шанцевый инструмент, средства разминирования, специальные приборы, сухой паек и др.).

Вводить в разведывательную группу дополнительных бойцов для переноски и использования МГС нецелесообразно, так как ограничение на количественный состав групп накладывается в связи с ограниченной грузоподъемностью авиационных средств заброски, ограниченными объемом и числом посадочных мест в десантном отделении боевых машин (БМП, БМД, БТР, БТР-Д, БРМ, БРДМ и т. п.).

Решение проблемы видится в возложении обязанностей оператора дистанционно управляемого МГС на одного из разведчиков, входящих в состав группы. Предположительно, применение личным составом разведывательной группы дистанционно управляемого МГС повысит боевые возможности группы. Это позволит снизить массу носимого бойцами снаряжения за счет возложения ряда функций на МГС.

В ходе работы был проведен экспертный опрос военнослужащих 45-го отдельного гвардейского разведывательного полка специально-

го назначения Воздушно-десантных войск РФ [9]. Цель опроса заключалась в определении возможного снижения массы экипировки бойцов разведывательной группы за счет применения дистанционно управляемого МГС.

Результаты опроса военнослужащих представлены в табл. 2.

Таблица 2

Возможное снижение массы носимого снаряжения, кг

Номер опрашиваемого	Должностное лицо разведывательной группы								
	Командир	Заместитель командира	Снайпер	Пулеметчик	Разведчик (нештатный сапер)	Разведчик	Разведчик	Разведчик	Санитарный инструктор
1	—	—	—	—	5	12	10	11	—
2	—	—	—	—	3	8	6	14	—
3	—	—	—	—	—	10	12	8	—
4	—	—	—	—	5	9	14	11	—
5	—	—	—	—	—	8	7	9	—
6	—	—	—	—	3	11	11	8	3
7	—	—	—	—	5	12	10	12	—
8	—	—	—	—	6	10	9	10	—
9	—	—	—	—	2	10	8	10	—
10	—	—	—	—	6	8	13	9	—

Анализ приведенных данных показал, что можно снизить массу носимого снаряжения трех бойцов-разведчиков до 10 кг; это и определяет максимально возможную массу МГС.

В то же время следует учитывать, что для обеспечения подвижности МГС в полевых условиях (преодоления зарослей травянистых растений, сельскохозяйственных культур и т. д.) базовое шасси должно обладать соответствующей массой, необходимой для создания достаточной силы тяги.

Ниже даны значения сил P , приложенных на высоте 100 мм (рис. 2) от грунта и достаточных для смятия (слома) единичного растения:

Растение	Усилие слома, не более, кг
Кипрей узколистный.....	3,5
Вереск обыкновенный.....	2,5
Крапива двудомная.....	4...5
Чертополох курчавый	20...30
Репейничек волосистый.....	15...25

Таким образом, для надежного перемещения по полю при наличии традиционного движителя масса шасси должна обеспечивать необходимую силу тяги более 300 Н, что соответствует массе РТК по-

рядка $30/\varphi$ ($\varphi = 0,5 \dots 0,8$ — коэффициент сцепления), а это значительно превышает массу допустимого носимого снаряжения.

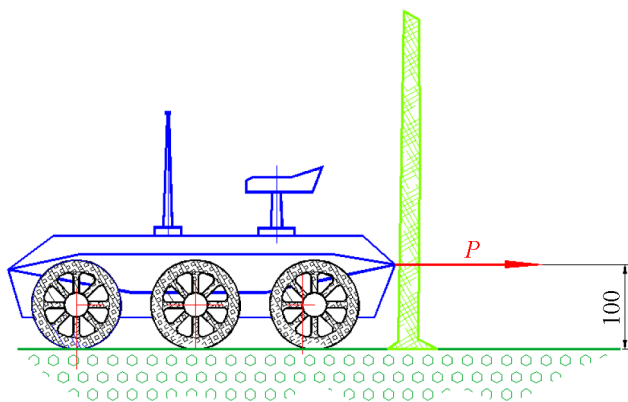


Рис. 2. Схема определения силы преодоления единичных высокорослых растений

Проведенные исследования и анализ литературы [7 — 10] показали, что поставленная задача по выбору движителя носит сложный и неоднозначный характер в силу многокритериальности. Выбор наиболее приемлемых вариантов базового шасси, который гарантировал бы работу РТК в течение всего года при различных погодных условиях, в большой степени зависит от квалификации разработчиков, поставленных задач и среды эксплуатации. Так, при массе шасси более 30 кг и работе на плотных грунтах, а также в условиях городского ландшафта можно рекомендовать колесные шасси, при массе менее 30 кг и работе на мягких грунтах, при снежном покрове и в течение круглого года в полевых условиях предпочтительно иметь комплексы с гусеничным движителем (табл. 3) и монокорпусом.

Таблица 3

Рекомендуемые типы движителей РТК

Среда эксплуатации	Тип движителя при массе шасси, кг		
	5...10	10...25	25...50
Болота, водные преграды	Роторно-винтовой		Роторно-винтовой, колесно-шагающий
Снег	Гусеничный, роторно-винтовой		Гусеничный, роторно-винтовой, колесно-шагающий
Городской ландшафт	Колесный		Колесный, гусеничный
Внутренние помещения зданий		»	Гусеничный

Примечание. При всех указанных значениях массы шасси в полевых условиях в межсезонье рекомендуется использовать гусеничный движитель, на мягких грунтах и в полевых условиях в засуху — колесный и гусеничный движители, на твердых грунтах — колесный движитель.

При определении скоростей передвижения малогабаритного шасси необходимо учитывать ряд параметров, влияющих на скорость РТК.

Особое внимание следует обратить на пониженное расположение линии визирования системы технического зрения (СТЗ) по сравнению с экипажными машинами и РТК III — V групп.

Линия визирования СТЗ для шасси РТК I и II групп располагается на высоте 0,1...0,6 м, что приводит к пропорциональному уменьшению (по линейный закону) распределения отрезков пути с разной дальностью видимости.

Для I группы при высоте линии визирования 0,15 м дальность видимости изменяется от 0 до 35 м при движении по пересеченной местности и бездорожью, при этом на 90 % пути видимость будет колебаться в пределах от 0 до 5 м. При обосновании энергообеспечения, проектировании силового привода и других конструктивных параметров РТК следует учитывать, что подавляющее время скорость не будет превышать 0,7 м/с.

Для II группы при высоте линии визирования 0,45 м большую часть времени скорость будет не более 2,5 м/с.

Чтобы обосновать предельные скорости РТК I и II групп, в первом приближении можно воспользоваться понятием масштабного фактора, широко применяемого в теории моделирования, и учесть его влияние на различные параметры.

Будем полагать, что РТК — это модель по отношению к полномасштабному шасси.

Масштабный фактор

$$m = L_{\text{бол}}/L_{\text{мал}},$$

где $L_{\text{бол}}$, $L_{\text{мал}}$ — характерный размер полномасштабного и малого шасси соответственно.

Тогда ориентировочная скорость РТК

$$v_{\text{мал}} = v_{\text{бол}} / m^{0,5},$$

где $v_{\text{мал}}$, $v_{\text{бол}}$ — скорость малого и полномасштабного шасси соответственно.

Например, если для экипажной машины с характерным размером $L_{\text{бол}} = 5$ м скорость на местности $v_{\text{бол}} = 50$ км/ч, то скорость малого РТК с характерным размером $L_{\text{мал}} = 0,5$ м будет порядка $v_{\text{мал}} = 15$ км/ч.

Полученный разброс скоростей хорошо коррелируется со скоростными характеристиками зарубежных мобильных роботов (табл. 4).

Ограничение скорости РТК зависит не только от состояния окружающей среды, но и от возможностей СТЗ. Так, в состав СТЗ большин-

ства современных мобильных малых роботов входит несколько телевизионных камер. Рассмотрим малый мобильный робот с телевизионной камерой и коническим сенсором в составе СТЗ [11]. Конический сенсор (рис. 3) обеспечивает круговой обзор источников света в окружении робота; он состоит из корпуса, конического зеркала и видеокамеры.

Таблица 4

Скорость некоторых зарубежных РТК

РТК	Масса, кг	Скорость, км/ч
ViPeR (гусеничный движитель + опоры)	12	12
Avantguard UGCV (четырёхгусеничный движитель)	1700	20
Talon (двухгусеничный движитель)	42	10
Аппарат SVGV «ПакБот» (iRobot) (четырёхгусеничный движитель)	11...15	10
iRobot Warrior (четырёхгусеничный движитель)	150	19

Исходя из модели конического сенсора, основанной на законах геометрической оптики, по расстоянию x образа отражаемого объекта от центра изображения при известном параметре h можно определить расстояние до объекта (рис. 4).

Направление на объект совпадает с направлением его образа в осях сцены на ПЗС-матрице (сокр. от «прибор с зарядовой связью») видеокамеры сенсора. Зависимость расстояния от объекта $R(x)$ от положения x его образа на плоскости ПЗС-матрицы видеокамеры для произвольного угла α при вершине конического отражателя в этой модели имеет следующей вид:



Рис. 3. Действие конического сенсора [11]

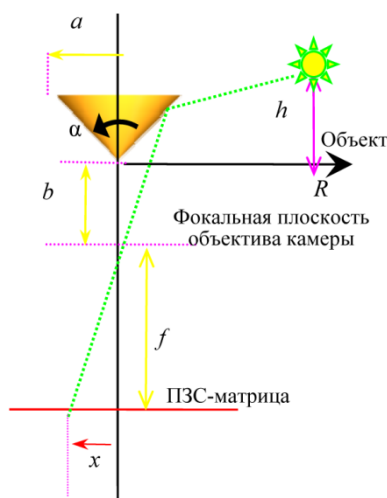


Рис. 4. Формирование образа объекта на ПЗС-матрице видеокамеры [11]

$$R(x) = \frac{(f \sin \alpha - x \cos \alpha)(a + h) - xb}{f \cos \alpha + x \sin \alpha}.$$

Анализ этой функции позволяет выделить три области значений угла α при вершине конического отражателя с различными свойствами преобразования сцены (рис. 5). Первая область соответствует $\alpha \leq \pi/2$. В этом случае поле зрения сенсора расположено выше плоскости основания конического зеркала, а расстояние $R(x)$ уменьшается с увеличением расстояния x до его образа [12].

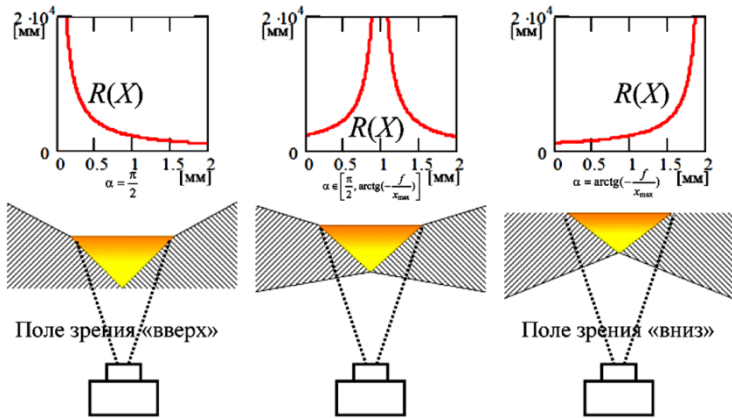


Рис. 5. Поле зрения конического сенсора для различных углов α при вершине конического отражателя [12]

Согласно приведенной зависимости, для обеспечения максимального диапазона видимости в горизонтальной плоскости конического сенсора необходимо использовать конические отражатели с углом при вершине $\alpha = \pi/2$ — поле зрения «вверх» или $\alpha = \arctg\left(-\frac{f}{x_{\max}}\right)$ — поле зрения «вниз». Однако кроме диапазона видимости следует учитывать и точность определения направления на объект, которая зависит от расстояния до его образа: чем больше расстояние x , тем выше точность. Следовательно, для поля зрения «вверх» по мере приближения к объекту точность определения направления на него будет возрастать, а для поля зрения «вниз» — уменьшаться. Таким образом, угол $\alpha = \pi/2$ обеспечивает не только максимальный диапазон видимости, но и максимальную точность определения направления на объект при малых расстояниях.

Быстродействие алгоритмов обработки данных конического сенсора в задачах установления текущего положения робота и требуюмо-

го направления его движения определяют максимальную скорость малого мобильного робота. Можно выделить два метода: с использованием последовательного анализа фотометрических характеристик точек изображения и вейвлет-анализа изображения на основе «ромбического» базиса Хаара [13].

На современном этапе развития малых мобильных роботов, которые функционируют в условиях пересеченной местности, их максимальная скорость ограничена быстротой обработки информации, поступающей с устройств СТЗ, и не может быть выше 20 км/ч.

В заключение следует еще раз отметить, что невозможен механический перенос законов управления и взаимодействия полноразмерных экипажных машин с внешней средой, опыта работы водителя-механика на методы управления РТК. При разработке шасси необходимо учитывать различные факторы, характерные для РТК разных весовых категорий (малые размеры, низкие удельные давления, ограниченная обзорность, близость подстилающей поверхности и т. д.). На мобильность РТК влияют массогабаритные показатели и особенности взаимодействия движителя с грунтом. Например, использование РТК на пересеченной местности с ярко выраженным травяным покровом и мелким кустарником накладывает значительные ограничения на характер взаимодействия легковесного аппарата с внешней средой и систему управления.

Ограничение скорости РТК зависит не только от состояния окружающей среды, но и от возможностей СТЗ. Дальнейшее развитие технологий робототехники предполагает постепенный переход от простейших форм дистанционного управления к интерактивному (без непрерывного участия человека) супервизорного управления за счет введения элементов автономного функционирования РТК при управлении движением.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хейгль. *Танки*. Москва, Изд-во Наркомата обороны СССР, 1936, 203 с.
- [2] Тау. *Моторизация и механизация армий и война*. Москва, Гос. военное изд-во, 1933, 241 с.
- [3] Мартышин В.И. Роль и место танков в современных военных конфликтах и войнах, *Военная мысль*, 2006, № 6, с. 16 — 23.
- [4] *Главное автобронетанковое управление. Сб. приказов 1929 — 1941 гг.* Москва, Ред.-изд. центр Генерального штаба ВС РФ, 2004, 23 марта 1939 г. «Доклад директора НИИ — 20 начальнику АБТУ о разработке аппаратуры для телемеханизации танков», «Приказ НКО СССР о комиссии по телетанкам подвоза зарядов с взрывчатыми веществами» № 0042 от 15 августа 1940 г.
- [5] Корчак В.Ю. и др. Влияние технологического совершенствования вооружения и военной техники на формы и способы вооруженной борьбы. *Вестник Академии военных наук*, 2011, № 1 (34), с. 116 — 122.

- [6] Шеремет И.Б., Рудианов Н.А., Рябов А.В., Хрущев В.С. Проблемы развития роботизированного вооружения сухопутных войск. *Известия ЮФУ*, 2013, № 3, с. 21 — 24.
- [7] *Теория и конструкция танка. Т. 8: Параметры внешней среды, используемые при расчете танков*. Исакова П.П., ред. Москва, Машиностроение, 1987, 196 с.
- [8] Барахтанов Л.С. и др. *Снегоходные машины*. Горький, Волго-Вятское книжное изд-во, 1986, 191 с.
- [9] Машков К.Ю., Наумов В.Н., Плешаков А.А. *Пройодимость транспортных средств. Тр. Всерос. молодежной науч.-техн. конф. «Авто-НН — 2009 (19 — 20 ноября 2009 г.)*. Н. Новгород, 2009, с. 80 — 81.
- [10] Беляков В.В. и др. *Вездеходные транспортно-технологические машины*. Н. Новгород, Талам, 2004, 960 с.
- [11] Богуславский А.А., Сербенюк Н.С., Соколов С.М. *Конический сенсор для навигации подвижного робота по маякам. Докл. науч. школы-конф. «Мобильные роботы и мехатронные системы» (Москва, 5 — 6 декабря 2000 г.)*. Москва, Изд-во Института механики МГУ, 2000, с. 42 — 56.
- [12] Сербенюк Н.С. Экспериментальное исследование свойств конического сенсора. *Докл. науч. школы-конф. Мобильные роботы и мехатронные системы (Москва, 5 — 6 декабря 2000 г.)*. Москва, Изд-во Ин-та механики МГУ, 2000, с. 56 — 65.
- [13] Сербенюк Н.С. *Вейвлет-преобразование для конического сенсора. Докл. науч. школы-конф. «Мобильные роботы и мехатронные системы» (Москва, 2 — 3 декабря 2002 г.)*. Москва, Изд-во Института механики МГУ, 2002, с. 38 — 49.

Статья поступила в редакцию 10.07.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Машков К.Ю., Рубцов В.И., Федоренков А.П. Обоснование тактико-технических характеристик наземных мобильных робототехнических средств обеспечения боевых действий Сухопутных войск. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 10. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/transport/985.html>

Машков Константин Юрьевич родился в 1944 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1968 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 80 научных работ в области взаимодействия движителей с грунтом и проектировании мобильных роботов. e-mail: kafsm9@sm.bmstu.ru

Рубцов Василий Иванович родился в 1968 г., окончил МГТУ им. Н.Э. Баумана в 1995 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Специальная робототехника и мехатроника» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 20 научных работ в области робототехники и систем управления.

Федоренков Анатолий Петрович родился в 1940 г., окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана в 1960 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Многоцелевые гусеничные машины и мобильные роботы» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 70 работ в области автоматизации проектирования наземных транспортных средств. e-mail: kafsm9@sm.bmstu.ru