

7. Калинин В.Н., Резников Б.А. Теория систем и управления (структурно-математический подход). – Л.: ВИКИ, 1987.
8. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных объектов. – М.: Наука, 2006. – 410 с.
9. Попов Э. В., Фоминых И. Б., Кисель Е. Б., Шапот М. Д. Статические и динамические экспертные системы. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
10. Ростовцев Ю.Г. Основы построения автоматизированных систем сбора и обработки информации. – СПб.: ВИКИ, 1992. – 717 с.
11. Ростовцев Ю.Г., Юсупов Р.М. Проблема обеспечения адекватности субъектно-объектного моделирования // Известия ВУЗов. Приборостроение. – 1991. – № 7.– С. 7-14.
12. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 350 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор В.Х. Пшихопов.

Автамонов Павел Николаевич – Учреждение Российской академии наук Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН); e-mail: p.avtamonov@gmail.com; 199178, г. Санкт-Петербург, 14-я линия, 39; тел.: 88123332640; генерал-майор, эксперт-аналитик группы интеллектуальных технологий в моделировании и исследовании операций.

Соколов Борис Владимирович – e-mail: sokol@iias.spb.su; тел.: 88123280103, факс: 88123284450; д.т.н.; профессор; заслуженный деятель науки РФ; зам. директора по научной работе.

Юсупов Рафаэль Мидхатович – e-mail: yusupov@iias.spb.su; тел.: 88123283311, факс: 88123284450; член-корреспондент РАН; д.т.н.; профессор; заслуженный деятель науки и техники РФ; директор.

Охтилев Михаил Юрьевич – ЗАО “Специальное конструкторское бюро «Орион»” (СКБ «Орион»); e-mail: oxt@mail.ru; 194044, г. Санкт-Петербург, ул. Тобольская, 12; тел.: 88126001512, факс: 88123271056; д.т.н.; профессор; зам. главного конструктора.

Avtamonov Pavel Nikolaevich – Russian Academy of Sciences St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the RAS (SPIIRAS); e-mail: p.avtamonov@gmail.com; 14th Line, 39, St. Petersburg, 199178, Russia; phone: +78123332640; Major General, an expert of analyst group of intelligent technologies for modeling and operations research.

Sokolov Boris Vladimirovich – e-mail: sokol@iias.spb.su; phone: +78123280103, fax: +78123284450; dr. of eng. sc.; professor; honored scientist of Russian Federation; deputy-director for research.

Yusupov Rafael Midkhatovich – e-mail: yusupov@iias.spb.su; phone: +78123280103, fax: +78123284450; corresponding member of the Russian Academy of Sciences (RAS); dr. of eng. sc.; professor; director.

Okhtilev Mikhail Yurjevich – Special design organization «Orion» (SDO «Orion»); e-mail: oxt@mail.ru; 12, Tobolskaya street, St. Petersburg, 194044, Russia; phone: +78126001512, fax: +78123271056; dr. of eng. sc.; professor; deputy general designer.

УДК 007.52: 621.85

К.Ю. Машков, В.Н. Наумов, А.В. Рябов

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАРЕВШИХ ВВТ КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Рассматривается один из возможных путей роботизации и реализации боевой техники – за счёт глубокой модернизации морально устаревших образцов военной мобильной техники. Проведён анализ вероятных вариантов возможного использования подобной техники, предложена базовая машина для глубокой модернизации с целью получения высокомо-

бильного защищённого роботизированного комплекса на основе боевой машины десанта (БМД 1, БМД 2). Опыт работы в области роботизированной военной техники, фундаментальных исследований в области моделирования движения машины, достижения в вопросах создания прогрессивных трансмиссий, в теории управления дают возможность создания экипажно-безэкипажного робототехнического средства на базе выбранного шасси в достаточно сжатые сроки. Показано, что при максимальном использовании таких основополагающих элементов машины, как корпус, ходовая часть и двигатель необходима замена устаревшей трансмиссии на автоматизированные бортовые коробки передач и установка новой системы управления с увеличенным быстродействием. Тогда, при использовании современных и перспективных систем вооружения и навигационной аппаратуры, можно достигнуть получения высокоманевренного роботизированного комплекса повышенной проходимости с хорошей тягово-динамической характеристикой удовлетворяющей тактико-технические требования на ближайшую перспективу.

Роботизация боевой техники; морально устаревшая техника; автоматизированные бортовые коробки передач; тягово-динамическая характеристика.

K.Yu. Mashkov, V.N. Naumov, A.V. Riabov

MODERNIZATION OF THE OUTDATED WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT (WME) AS ONE OF THE WAYS OF MILITARY ROBOTICS DEVELOPMENT

The article describes one of possible ways of combat vehicles robotization and realization - due to the extensive modernization of outdated models of military mobile equipment. The analysis of probable options of possible usage of similar equipment is carried out, the basic vehicle for extensive modernization for the purpose of receiving the high-mobile robotized complex on the basis of airborne combat vehicle (BMD 1, BMD 2) is offered. Experience in the field of robotic military technology, fundamental researchers in the field of modeling of vehicle movement, achievements in the establishment of progressive transmission and theory of guidance and control allow the creation of manned - unmanned robotic system on the basis of selected gear in a fairly short time. It is shown that at the maximum usage of such fundamental elements of the vehicle as the hull, chassis and the engine it is necessary the replacement of the outdated transmission by the automated track drive transmissions and installation of a new control system with the increased performance. Then, by using the modern and perspective weapon systems and navigation equipment we can receive highly mobile robotized complex with good thrust-dynamic characteristics satisfying the operational and physical characteristics on the near-term outlook.

Military vehicles robotization; outdated equipment; automated track drive transmissions; thrust-dynamic characteristic.

Во все годы и особенно в последние полвека многие богатые и не очень богатые страны предпочитают не закупать новейшую боевую технику, а совершенствовать имеющуюся. Причин тому много: современная техника, особенно самолеты, вертолеты и танки—штука крайне дорогая; кроме того, эта техника в ряде случаев обладает **избыточными возможностями**.

Многолетний опыт показывает, что бережное отношение к существующему устаревшему оборудованию позволяет их многократную модернизацию, а когда дальнейшая модернизация становится невозможна, переоборудование в другие разновидности ВВТ.

Мировая практика, со средних веков до нашего времени, изобилует массой примеров, в разных областях вооружений. Например:

ВВС США продолжают модернизировать свои пятидесятилетние бомбардировщики Б-52 (рис. 1), которая позволит каждому Б-52 нести более ста десяти 130-килограммовых бомб малого калибра и таким образом, несмотря на свой преклонный возраст он стал самым дешевым, самым безопасным и самым надежным способом доставки умных бомб к цели.

Отечественный перехватчик МиГ-31 морально и технически сильно устарел, однако замена навигационного оборудования и системы вооружения позволит осовременить истребитель и продлить его срок службы ещё на одно десятилетие.

Ф-22 76,2-мм дивизионная пушка образца 1939 г., в 1940 г. она была сочтена «чрезмерно сложной, тяжелой и технически ненадежной для массового оснащения армии» [1]. В ходе боев лета-осени 1941 г. почти все орудия Ф-22 войск Западного направления были утрачены в боях или при отступлении. По разным источникам, в ходе боев лета 1941 г., немцам досталось не менее 1 000 шт. этих орудий. Специалисты фирмы «Рейнметалл» провели глубокую модернизацию казенной части орудия, увеличив вдвое могущество орудия, которое было принято на вооружение под названием 7,62-sm PaK 36 (r) (Гадюка).

Отечественные танки Т-54/55, Т-62, Т-72 имеют на вооружении многие страны; западные эксперты считают, что во всем мире эксплуатируется более 60 000 танков только семейства Т-54/55, Т-62 [2]. При модернизации этого семейства основное внимание уделялось моторно-трансмиссионной группе и унификации вооружения (характерной для данной страны) при сохранении корпуса и надёжной (отработанной) ходовой части.

Первые роботизированные комплексы, в весовой категории свыше 5 тонн, появились также путём модернизации серийной боевой техники, в СССР это теле-танки на базе Т-26 в 1939 г. [6], в Германии на базе Pf-III [7]. Современные роботизированные комплексы тяжёлой весовой категории в основном также выполняются на основе модернизации серийных машин различного назначения как у нас (ИРМ, БМР 3), так и за рубежом (М60А3, АМХ-30В2) [8, 9].

В любом случае степень и направления изменений в конструкции исходного образца определяются в результате глубокого анализа многих факторов, таких как: имеющаяся отечественная элементная база; перспективы развития вооружения и его унификация с находящимися на вооружении образцами, топливная экономичность; возможность отбора мощности; состояние и развитие средств нападения вероятного противника; предполагаемый театр военных действий; тактика применения и т.д.

Модернизация ВВТ с целью её роботизации может охватить множества аспектов ведения боевых и обеспечивающих действий. Среди основных:

- ◆ преодоление МВЗ при атаке переднего края и прорыве перешедшего к обороне противника; в глубине первой позиции обороны противника – при преследовании его в глубине обороны; вводе в бой вторых эшелонов и резервов, форсировании водных преград и др.;
- ◆ проделывание проходов в заграждениях большой глубины и «накрывающих» минных полях, устанавливаемых противником дистанционно;
- ◆ разминирование дорог, колонных путей для обеспечения движения по ним войск;
- ◆ прикрытие и огневая поддержка боевых порядков экипажных машин;
- ◆ охрана (патрулирование) складов, аэродромов, ракетных позиций, пунктов управления и других инфраструктур.

Как видно, круг задач весьма обширен и в рамках статьи нельзя охватить все аспекты роботизации ВВТ предусмотренные КЦП. Поэтому, опираясь на Концепцию национальной безопасности и Военную доктрину Российской Федерации, а также на выступление Д.О. Рогозина на научно-практической конференции "Быть сильными: гарантии национальной безопасности для России" в "Российской газете" 28 июня 2013 г. [10, 11], где оценивается характер военных угроз безопасности страны. Какие же войны могут нас ожидать в будущем и кто он – этот пресловутый "вероятный противник?" Рассмотрим частный случай в сценария номер два

[11]: «контактная война с противником, находящимся на равном нам технологическом уровне». Где сказано, что с момента развала СССР численность вооружённых сил сократилась более чем в 4 раза. Тысячи километров границы остались неприкрытыми. «Руководство страны сегодня делает ставку на наши силы быстрого реагирования, т.е. на оперативный потенциал ВДВ и мобильность войск. В результате мы стали способны в короткие сроки сформировать на угрожаемом направлении достаточно мощные армейские группировки из войск, переброшенных из других регионов страны». Но смогут ли они эффективно противостоять противнику, заранее создавшему численный перевес в зоне конфликта?

Несколько слов о «гипотетическом» противнике. Китай одна из немногих стран придерживающаяся концепции «несправедливых границ», которая как никто больше так откровенно заявляет о праве на военную агрессию в связи с нехваткой ресурсов и территории [12].

Анализируя Белую книгу Китая и другие материалы [13, 14] видно, что сухопутные войска были, есть и будут основой боевой мощи НОАК и даже имея определенное техническое отставание от ряда армий мира, Китай способен задавить массой любого противника, с которым встретится в традиционной наземной войне. А кого в Китае считают противником, можно судить по дислокации его армейских группировок.

С Россией граничат три из семи военных округов – Шэньянский военный округ, Пекинский военный округ и Ланчжоуский военный округ (через 55-километровую границу).

Из семи военных округов Китая наиболее мощными являются два ВО – со штабами в Пекине и Шэньяне, – прилегающие к границе с Россией (первый ориентирован на наш Сибирский военный округ, второй – на Дальневосточный). На эти округа приходится четыре из девяти танковых и шесть из девяти механизированных дивизий, шесть из 12 танковых бригад сухопутных войск НОАК. Еще две танковые дивизии и одна танковая бригада входят в состав Ланчжоуского военного округа (занимает западную часть страны, ориентирован на Центральную Азию, Монголию и Сибирь к западу от Байкала), а одна танковая, одна механизированная дивизии, две танковые и единственная в НОАК механизированная бригады – в состав Цзиннаньского ВО. Последний находится в центре страны и является стратегическим резервом для Пекинского, Шэньянского, Ланчжоуского и Нанкинско-го округов и основная ударная сила последних округов – танковые войска.

На вооружении СВ НОАК состоит около 10 тыс. основных танков (450 Type 90II, 1200 Type 96, 200 Type 98, 400 Type 88C, 500 Type 88B, 1000 Type 80, 500 Type 79, 200 Type 69, 5500 Type 59) и 2 тыс. легких (1200 Type 62, 800 Type 63). К современным можно отнести танки Type 90II, Type 96, Type 98, причем последний, как считается, почти не уступает лучшим западным танкам (M1A2, «Леопард-2A6»). Дополнительно, в боевых порядках бронетанковых формирований находятся 100 самоходных артиллерийских установок 2С23, несколько сотен САУ (WAC-021) и РСЗО (А-100, WM-80, WS-1) собственного производства, 27 зенитно-ракетных комплексов (ЗРК) «Тор-М1».

В приграничных военных округах, Шэньянском и Пекинском, регулярно проводятся учения, при этом в максимальной степени учитываются новейшие американские концепции военного строительства, в частности – концепция «сетевидной войны». На учениях отрабатывались глубокие, до 1 000 км, наступательные операции на суше, в горно-степной местности, их объектами для Китая могут быть лишь Россия и Казахстан. Рельеф той местности, где проходили учения, аналогичен Забайкальскому, а 1000 км – это расстояние от российско-китайской границы по реке Аргунь до Байкала.

Характерно, что наиболее современные танки поступают исключительно в части Пекинского, Шэньянского и Ланьчжоуского военных округов НОАК, к ним следует отнести порядка 2 500 Туре 96, Туре 98 и 600 Туре 99А, Туре 99В, что составляет порядка 30 % танкового парка страны [15].

Последние образцы по ряду показателей превосходят стоящие на вооружении отечественные танки Т-90А.

Не обсуждая бригадную организацию, численность боеспособного парка бронетанковой техники, её возрастной состав и учитывая географическое положение и размеры России следует отметить, что для адекватного ответа «вероятному противнику» следует искать альтернативные решения.

Такая задача должна решаться комплексно и одной из составных частей может быть создание на танкоопасных направлениях десантируемых, подвижных, противотанковых роботизированных комплексов (ПРК), для реализации идеологии подвижного роботизированного укрепрайона.

ПРК должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- ◆ способность к массовому десантированию;
- ◆ высокая проходимость и подвижность со скоростями порядка 50–60 км\час;
- ◆ дальность поражения бронетехники на дистанции превышающей возможности танкового вооружения;
- ◆ возможность группового применения и взаимодействия;
- ◆ достаточная противоосколочная и противопульная защита;
- ◆ минимальная стоимость (машина смертник).

Поставленная задача может быть решена за счёт имеющейся на вооружении техники, подлежащей либо утилизации, либо глубокой модернизации.

К таким ВВТ можно отнести морально устаревшие машины, как БМД 1 и БМД 2, имеющиеся в войсках в достаточном количестве.

ПРК на базе шасси БМД-1, БМД- 2 при применении различного основного и вспомогательного вооружения может выполнять широкий круг задач, при этом сохраняются основные положительные свойства заложенные в конструкцию. Среди основных:

- ◆ изменение клиренса в широких пределах от 100 до 450 мм, что позволяет значительно улучшить профильную проходимость и обеспечить движение по снежной целине до глубины снежного покрова не менее 500 мм;
- ◆ возможность передвигаться по водной поверхности;
- ◆ противопульная и противоосколочная защита не ниже 6 класса;
- ◆ минимальные экономические затраты на уровне капитального ремонта.

Демонтаж ненужного оборудования, отсутствие экипажа, демонтаж устаревшего оборудования позволит обеспечить полезную нагрузку порядка 800–950 кг.

Имеющийся в НИИ СМ МГТУ им. Н. Э. Баумана опыт работ в области роботизации ВВТ (экипажно-безэкипажные на базе БРДМ 2 “Рукопись”, ИРМ “Проход”, безэкипажные “Клавиш”, “Всадник”), фундаментальных исследований в области функционирования прогрессивных трансмиссий, математического моделирования движения ВГМ, являющегося основным методом теории управления, основанного на аналитических и числовых преобразованиях, определяющих значения кинематических и силовых параметров шасси ВГМ как механической системы, позволяют в сжатые сроки создать экипажно-безэкипажное средство на базе шасси БМД.

Что потребует комплексного решения следующих задач обеспечивающих роботизацию БМД:

- ◆ дистанционное определение геометрических и опорных характеристик зоны маневрирования;
- ◆ определение текущих координат и ориентации БМД;

- ◆ формирование оперативной (локальной) и тактической (глобальной) моделей внешней среды с учетом оперативной (показания бортовых датчиков и сенсоров) и априорной (картографические данные) информации о районе маневрирования;
- ◆ планирование целенаправленных траекторий движения на оперативном и тактическом уровнях;
- ◆ отработка планируемых траекторий движения;
- ◆ контроль и диагностика программно-аппаратных средств бортовой системы управления и двигательной установки.

Для реализации задачи по роботизации БМД 1 должны быть внедрены, наряду со специальными системами дистанционного управления огнем и движением также интегрированные бортовые информационно-управляющие системы (БИУС), при этом внутримашинная интеграция должна быть расширена до межмашинной, т.е. БИУС отдельных образцов должны быть интегрированы в систему управления подразделением (боем).

Интегрированная БИУС должна быть основана на принципах связности, вытекающих из постановки задачи и анализа алгоритмов управления образцами ВГМ, и должна представлять собой объединенную электронную систему обработки информации и управления для соответствующего образца, реализующую функции управления путем сбора информации от различных чувствительных элементов (каналов технического зрения, средств связи, датчиков, детекторов и т.п.), обработки полученной информации в "жестком" реальном масштабе времени и распределения результатов обработки в интересах выполнения боевой задачи в безэкипажном варианте.

При модернизации шасси БМД-1, БМД-2 ходовая часть, водяной движитель и корпус практически останутся прежними, а наибольшие изменения коснутся силовой передачи.

Силовая передача БМД-1 механическая, со ступенчатым изменением передаточных чисел, расположена в кормовой части корпуса. Она состоит из следующих агрегатов: главного фрикциона, привода водомётных движителей, коробки передач, двух бортовых фрикционов с тормозами, двух бортовых передач, соединительных узлов и деталей.

Данная трансмиссия аналогична конструкции десантной машины АСУ-57 50-х гг. морально устарела и роботизации не подлежит в силу ряда причин. Однако в целом БМД-1, БМД-2 обладают великолепными тягово-динамическими характеристиками с удельной мощностью соответствующей лучшим образцам отечественной и зарубежной гусеничной техники (свыше 30 л.с.т). Модернизация трансмиссии с одновременным улучшением тактико-технических характеристик, создания нижнего уровня управления и интеллектуальной системы управления позволит с успехом роботизировать БМД –1, 2.

Многолетний опыт по разработке трансмиссий и имеющийся научно-производственный потенциал, позволяет в кратчайшие сроки разработать и изготовить автоматизированную трансмиссию удовлетворяющую требования к шасси ПТК.

Модернизированная трансмиссия при сохранении привода водомётного движителя обеспечит движение БМД-Р (роботизированная) и обеспечит движение машины вперёд со скоростью до 60 км/час (5–6 передач) и назад до 10 км/час (2 передачи). Переключение и выбор скоростей будет происходить автоматически.

Модернизированная трансмиссия состоит из следующих агрегатов: главного фрикциона, раздаточного редуктора, привода водомётных движителей, автоматизированных бортовых планетарных коробок, двух бортовых передач, соединительных узлов и деталей. Расположение бортовых коробок в корпусе представлена на рис. 1.

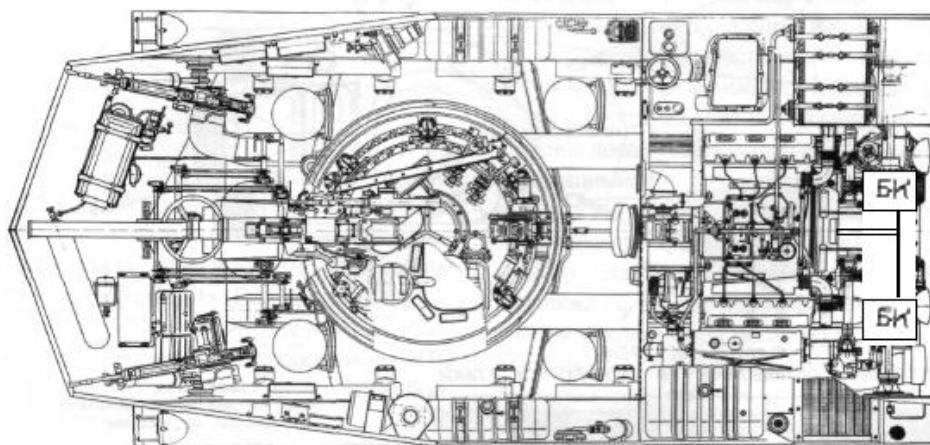


Рис. 1. Расположение бортовых коробок в корпусе БМД-Р

В БМД-1 скорости передвижения по передачам распределялись следующим образом:

- I – 8,4 км/час;
- II – 24,6 км/час;
- III – 40,6 км/час;
- IV – 60,8 км/час;
- 3,Х – 6,4 км/час.

После модернизации скорости передвижения БМД-Р (рис. 2) по передачам распределялись следующим образом*:

- I – 6 км/час;
- II – 11 км/час;
- III – 19 км/час;
- IV – 36 км/час;
- V – 60 км/час;
- 1-3,Х – 5 км/час.
- 2-3,Х – 9 км/час.

* – представленные скорости бортовых коробок в процессе изготовления по технологическим требованиям могут изменяться в пределах $\pm 4-7\%$.

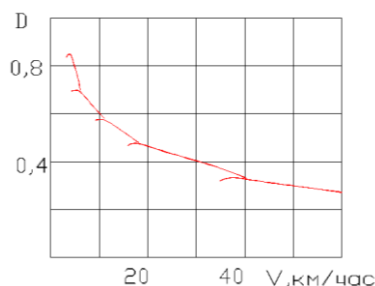


Рис. 2. Тягово-динамическая характеристика БМД-Р

В качестве основного вооружения целесообразно разместить в десантном отделении 8–10 единиц ПТУР нового поколения с вертикальным стартом, способных поражать бронетехнику на дистанция до 8 км.

В заключение следует отметить, что имеющийся в МВТУ им Н.Э. Баумана научно-технический задел, программное обеспечение позволяют проектировать автоматические планетарные трансмиссии и гибридные силовые привода в кратчайшие сроки (порядка 6–8 месяцев), а технологический уровень отечественных предприятий гарантирует их изготовление в такие же сроки.

Шасси с гибридным силовым приводом, имеющие режим бесшумного движения, с успехом можно применять для реализации разведывательно-ударной модификации БМД-Р [16, 17, 18].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://topw>.
2. <http://topwar.ru/26559-iz-zhizni-gadyuki.html>.
3. <http://alternathistory.org.ua/egipetskii-tank-ramzes-ii>.
4. <http://topwar.ru/29947-rumynskiy-potomok-t-55-sredniy-tank-tr-85m1.html>".
5. <http://topwar.ru/10179-btr-t-na-baze-tank-t-55.htm>.
6. Главное автобронетанковое управление / Под редакцией ген. лен. В.А. Полонского. Сборник приказов. Приказ № 0042 от 15 августа 1940 г. – М.: Редакционно-издательский центр Генерального штаба ВС РФ. 2002 г. – 650 с.
7. *Манитейн Эрих*. Проигранные победы. – М.: Центрполиграф, 2008. – 575 с.
8. *Серебряков С.Н., Кутузов А.Н., Рубцов И.В. Машков К.Ю.* Многоцелевой роботизированный комплекс на базе инженерной разведывательной машины. Актуальные проблемы защиты и безопасности // 12 научно-практическая конференция «Экстремальная робототехника». Т. 5. – СПб., 2009. – С. 183-185.
9. <http://www.apn.ru/publications/articlqae28312.htm>.
10. Доктрина Российской Федерации. Общероссийская еженедельная газета «Военно-промышленный курьер». – 2010. – № 6 (322).
11. http://vpk.name/news/92338_tekst_vyistupleniya_dmitriya_rogozina_na_presskonferencii_v_r_g.html.
12. http://nvo.ng.ru/forces/2009-03-27/1_china.html.
13. http://rusplt.ru/world/Kitayskaya-armiya-7801.html?utm_source=smi2_russia&utm_medium=cpc&utm_campaign=russia.
14. http://www.chaskor.ru/article/kitaj_podtygivaet_vojska_k_granitse_s_rossiej_4394.
15. *Барятинский М.* Грозная броня поднебесной // Военно-промышленный курьер. – 2014. – № 1 (519). – С. 10.
16. *Харитонов С.А., Наумов В.Н., Машков К.Ю.* Перспективы применения гибридной трансмиссии для мобильных роботов // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. Спец. Выпуск. – 2010. – С. 107-112.
17. *Гурджи А.И., Лапинов В.С., Машков К.Ю.* Мобильные роботы с гибридной трансмиссией // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. Спец. выпуск. – 2012. – С. 107-112.
18. *Харитонов С.А., Нагайцев М.В.* Анализ и проектирование гибридных трансмиссий транспортных средств на основе планетарных механизмов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010. – 92 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н. Г.О. Котиев.

Машков Константин Юрьевич – МГТУ им. Н.Э. Баумана; e-mail: makon111@rambler.ru; 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1; тел.: 84992636404; кафедра многоцелевых гусеничных машин и мобильных роботов; к.т.н.; доцент.

Наумов Валерий Николаевич – кафедра многоцелевых гусеничных машин и мобильных роботов; д.т.н.; профессор.

Рябов Анатолий Викторович – 3 ЦНИИ МО РФ; e-mail: Riab39@yandex.ru; г. Бронницы, ул. Красная, 85; тел.: 84992612723; с.н.с.

Mashkov Konstantin Yur'evich – Bauman Moscow State Technical University; e-mail: makon111@rambler.ru; 5, 2-ya Baumanskay street, Moscow, 105005, Russia; phone: +74992636404; the department of multi-purpose tracked vehicles and mobile robots; cand. of eng. sc.; associate professor.