

К вопросу развития робототехнических средств Сухопутных войск и оценки эффективности их боевого применения

Полковник запаса П.А. ДУЛЬНЕВ,
доктор военных наук

Полковник в отставке Н.П. ПЕДЕНКО,
доктор военных наук

Полковник С.Н. СТАРОВОЙТОВ,
кандидат военных наук

Полковник С.А. СЫЧЁВ,
кандидат военных наук

АННОТАЦИЯ

Предложены терминологическая база, классификация и порядок оценки эффективности робототехнических средств Сухопутных войск (СВ). Рассмотрены вопросы повышения эффективности боевых действий перспективных формирований тактического звена СВ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Робототехнические устройства, комплексы (системы), искусственный, технический интеллект, эффективность функционирования, имитационное моделирование, расчетно-моделирующий комплекс.

ABSTRACT

The paper offers a terminological basis, classification and procedure of estimating the effectiveness of robotic means in the GF. It goes over the issues of enhancing the efficiency of combat activity by prospective formations at the GF tactical level.

KEYWORDS

Robotic means, complexes (systems), artificial technological intelligence, functioning efficiency, imitation modeling, design-modeling complex.

П.А. ДУЛЬНЕВ, Н.П. ПЕДЕНКО,
С.Н. СТАРОВОЙТОВ, С.А. СЫЧЁВ

ТЕМА робототехники за последние годы стала одной из наиболее востребованных как в гражданской, так и в военной сферах. В гражданской сфере с роботами связаны большие надежды на дальнейшее повышение производительности труда, качества продукции и безопасности при выполнении работ, связанных с угрозой жизни людей.

Основными целями роботизации Вооруженных Сил Российской Федерации является придание нового качества средствам вооруженной борьбы в интересах повышения эффективности выполнения боевых задач и снижения потерь военнослужащих. При этом особо сложной является роботизация наземных средств вооруженной борьбы для Сухопутных войск (СВ), решающих боевые задачи в непосредственном огневом столкновении с противником. Это так называемые ***ударные робототехнические комплексы военного назначения (РТК ВН)***, которые, по взглядам специалистов[1], должны обеспечивать поддержку огнем мотострелковых и танковых подразделений при ведении наступательных и оборонительных действий, а также при решении боевых задач в условиях урбанизированной местности.

Однако анализ как отечественной, так и мировой практики создания робототехники для СВ свидетельствует о том, что создаваемые образцы далеки от того, чтобы обеспечить решение отмеченных выше задач. Эти образцы формируются субъективным путем вне зависимости от той системы, в которую они должны быть встроены. В этом состоит главная проблема создания и последующего применения наземных робототехнических средств СВ. Отсутствие системности в развитии наземной робототехники военного назначения привело к тому, что и в ближайшее десятилетие не предполагается создания наземных робототехнических средств, несущих вооружение, достойных конкурировать с имеющейся системой вооружения СВ.

В то же время системный подход определяетглавный принцип насыщения робототехникой подразделений СВ. Оно должно происходить как эволюционная трансформация системы вооружения, в которой робототехнические комплексы — не самостоятельные автономные включения, а элементы системы вооружения и военной техники, не повторяющие по своим функциям уже имеющиеся образцы, а дополняющие их и придающие системе новое качество, позволяющее повысить эффективность боевого функционирования войскового формирования. Некоторые специалисты[2] ставят данный вопрос еще шире, предлагая не только насыщение робототехникой подразделений СВ, но и замену ею некоторых образцов в системе существующего вооружения.

Сегодня нельзя сбрасывать со счетов и еще одно из важнейших требований к созданию системы вооружения войсковых формирований СВ. Наряду с созданием робототехнических систем должна осуществляться *модернизация* образцов существующего вооружения, военной и специальной техники для придания им новых боевых качеств за счет включения в их состав роботизированных устройств или замены ими малоэффективных устройств и членов экипажа (расчета). Пример такой модернизации можно проследить, анализируя процесс развития системы вооружения современных танков.

Естественно возникает вопрос. Какие же приоритеты должны быть определяющими при решении этой

сложной задачи роботизации наземных средств вооружения и техники СВ? Так, в соответствии с планами США[3] указываются пять основных задач, поставленных перед робототехническим направлением: повышение ситуационной осведомленности человека-оператора и снижение нагрузки на него; улучшение логистики; оптимизация маневренности на поле боя, обеспечение защиты и огневая поддержка.

Российский подход в развитии боевой робототехники существенно отличается от американского и даже идет ему вразрез. Не умаляя важности роботизации транспортных и логистических платформ, инженерных машин, комплексов всех видов разведки, следует заметить, что для СВ в настоящее время задачей первостепенной важности является **повышение роли и совершенствование роботизированной техники в первую очередь с огневыми средствами на борту.** Это наглядно отражается в создании ударных робототехнических комплексов. Так, за последнее пятилетие в интересах СВ разрабатываются: ударный робототехнический комплекс «Вихрь»; боевой многофункциональный робототехнический комплекс «Уран-9»; боевая автоматизированная система «Соратник»; многофункциональный модульный робототехнический комплекс «Нерехта»; робототехнический комплекс «Платформа-М» и другие.

Эту фундаментальную разницу можно объяснить следующим образом. По западной концепции боевой робот должен помогать человеку, тогда как человек (или машина с экипажем) остается центральным элементом боевой системы. По взглядам российских специалистов, вытекающим из существующих разработок РТК ВН, боевой робот должен замещать человека на поле боя, принимая на себя функции не только поражения противника, но и разрушения укреплений. Предполагается, что активное участие ударных РТК ВН в бою должно сократить потери среди личного состава, особенно при ведении боя в городских условиях.

Второе отличие состоит в том, что российские разработчики создают систему группового управления роботами, т. е. ориентируются на массовое применение машин. Это подтверждается данными корпорации «Ростех» о новых работах в области робототехники, опубликованными 30 ноября 2015 года. В частности, «Объединенная приборостроительная корпорация» завершила работы по созданию системы «Уникум», которая способна в автоматизированном режиме управлять 10 робототехническими комплексами одновременно. Система управления отвечает за слаженную работу роботов на поле боя и самостоятельно решает некоторые вопросы. Так, она способна: распределять роли внутри группировки; управлять ею с учетом особенностей обстановки; самостоятельно отправлять роботы на наиболее выгодные позиции; заниматься поиском цели. При этом за атаку обнаруженных целей отвечает оператор, на пульт которого выводится вся необходимая информация[4].

За последнее пятилетие в интересах СВ разрабатываются: ударный робототехнический комплекс «Вихрь»; боевой многофункциональный робототехнический комплекс «Уран-9»; боевая автоматизированная система «Соратник»; многофункциональный модульный робототехнический комплекс «Нерехта»; робототехнический комплекс «Платформа-М» и другие.

Нам представляется, что за основу следует взять определение тех специалистов, которые считают, что это прежде всего система с искусственным интеллектом, иногда ее называют технический интеллект, обладающая высокой степенью автономности (независимости) от человека.

Целесообразность данной работы обусловливается хотя бы тем фактом, что у России весьма ограниченный мобилизационный ресурс, который не позволяет вести войну прежними методами, когда СССР был примерно равен по численности населения основным вероятным противникам. Теперь вероятные противники значительно превосходят нас по количеству населения и по мобресурсу.

Другой фактор — огромные территории и протяженные границы. Все потенциальные театры военных действий имеют значительную протяженность, исчисляемую тысячами километров. Это резко усложняет решение стратегических и тактических задач. Роботизация здесь необходима прежде всего для создания робототехнических укрепрайонов, безлюдных оборонительных полос, прикрытия флангов, ведения разведки и решения тому подобных задач.

Именно проблема развития ударных робототехнических комплексов СВ должна быть рассмотрена со всей серьезностью и объективностью, комплексно и концептуально, а не с позиций «ура» роботизации, где у каждого свое понятие робота. И здесь возникает вторая проблема создания и последующего использования робототехники. Вторая по порядку рассмотрения, но не по важности. Это проблема терминологической базы робототехники.

Имеющиеся в настоящее время нормативные документы, в том числе и новый ГОСТ РВ 0101-002.2018[5], не обеспечивают ее решение в полном объеме. Об этом пишут достаточно много, однако это в основном призывы необходимости определиться с терминологией, которые, как правило, не содержат конкретных предложений по разрешению этой проблемы. По нашему мнению, пришло время обсудить и одобрить ее в рамках Министерства обороны РФ. Главный термин это понятие робот. Оно должно быть всеобъемлющим и единым, при этом не только в рамках военного ведомства.

Вариантов определений термина «робот» предостаточно, но единства подходов не наблюдается. Если руководствоваться этими определениями в целом, то легко понять, что под них попадает вся линейка современной техники, начиная с манипулятора, работающего по заданной программе и выполняющего всего лишь одну (например, сварочную) функцию независимо от человека, до устройства, которое выполняет множество заданных ему человеческих функций по определенной программе. Поэтому и называют роботом автомобильную коробку передач, манипулятор в сборочном цеху и манипулятор, обезвреживающий взрывное устройство. Здесь же серийные модели беспилотных летательных аппаратов и уникальные разработки роботов-андроидов.

Нам представляется, что за основу следует взять определение тех специалистов[6], которые считают, что это прежде всего система с искусственным интеллектом (ИИ), иногда ее называют технический интеллект, обладающая высокой степенью автономности (независимости) от чело-

века. Первая часть этого определения не вызывает сомнения и может быть принята за основу. При этом степень автономности определяется наличием программ (алгоритмов), которые заложены в роботизированной технике и позволяют ей выполнять ту или иную из заложенных в нее функций. Другими словами, во всей этой технике степень интеллекта определяется набором программ, по которым она выполняет свою работу. Однако имеются устройства, оснащенные программами без ИИ и они просто выполняют определенную последовательность операций. Следовательно, под понятие робот и даже робототехнических комплексов (систем) они не попадают. Их можно выделить в отдельную группу автоматизированных устройств.

Ключевым аспектом, который отличает ИИ от обычного программирования, является слово «интеллект». Технические системы (комплексы или устройства), оснащенные программами, имитирующими некоторый уровень человеческого интеллекта, уже относятся к устройствам с искусственным интеллектом. Они выполняют любую из множества заложенных в них функций по программе, выбранной этим же устройством из имеющегося в его составе банка программ, для выполнения конкретной функции. Следовательно, все, что попадает под описанные выше устройства еще не роботы, но наличие элементов ИИ (пусть даже в ограниченном виде) позволяет их выделить в отдельную группу робототехники с элементами искусственного интеллекта.

Однако возможность робототехники выполнять свои функции независимого от человека по выбранной (из имеющегося в ней банка программ) программе недостаточное условие, чтобы такие устройства называть роботами. Число программ всегда конечно, а ситуаций (определяемых состоянием устройства, сложившимися условиями его функционирования) и возможных способов их достижения — бесконечное множество. Следовательно, главным в определении работ должна быть возможность формировать собственную программу (алгоритм) действия исходя из условий момента и своего состояния.

Возможность робототехники выполнять свои функции независимого от человека по выбранной программе недостаточное условие, чтобы такие устройства называть роботами. Следовательно, главным в определении работ должна быть возможность формировать собственную программу (алгоритм) действия исходя из условий момента и своего состояния.

Именно такой подход позволяет нам сформулировать понятие робот. ***Это сложная техническая система с искусственным интеллектом, функционирующая независимо от человека и способная выполнять любую из заданного ей множества функций, по созданному этой же системой алгоритму (программе) с учетом текущего состояния системы и внешней среды.*** В данном определении заложено и основное отличие робота от человека, состоящее в том, что робот может выполнять не все человеческие функции (некоторые из них вполне очевидные), а только те, которые будут заложены в него человеком и которые не позволяют роботу превращаться в опасное для самого создателя существо.

Предложенная терминология позволяет классифицировать всю систему как существующей, так и перспективной робототехники с учетом уровня ее интеллектуализации (рис. 1).



Рис. 1. Классификация робототехники с учетом ее интеллектуализации

Эффективность боевой и обеспечивающей робототехники (в современном понятии РТК) определяется совершенством их машинного интеллекта. Отличают следующие разновидности РТК с элементами машинного интеллекта: программный, адаптивный, интеллектуальный или их комбинации.

Программные РТК работают по жесткой, заранее заданной программе и требуют непосредственного участия оператора в процессах обработки информации и управления. К ним относят практически все созданные к настоящему времени высокоавтоматизированные и роботизированные средства.

Адаптивные системы способны к самонастройке структуры и параметров системы управления в изменяющихся условиях. В них жесткая программа заменена на программу управления с обратной связью в соответствии с текущим состоянием системы и внешней среды, т. е. предусмотрено некое ситуационное управление, основанное на множестве известных ситуаций. Здесь роль оператора в основном сводится к принятию решения по отождествлению ситуации в неопределенных условиях.

Интеллектуальные РТК способны к самоорганизации целенаправленных действий в реальных боевых условиях. Роль человека — пассивный контроль и, возможно, принятие решений на ведение боевых действий.

Искусственный интеллект существующих и разрабатываемых в настоящее время робототехнических средств военного назначения позволяет осуществлять управление боевыми машинами — РТК непосредственно с объекта управления либо дистанционно в реальном масштабе времени с участием оператора, либо по заранее

определенной программе с элементами автономности, определяемыми адаптационными возможностями роботизированного устройства.

Предложенная терминологическая база и классификация робототехники позволяет формулировать проблематику исследования с целью обоснования целесообразности создания робототехнического образца с набором параметров, обеспечивающих его эффективное функционирование в заданной окружающей среде. Создание образца РТК однозначно связано с выбором лучшего из вновь создаваемых или имеющихся. Задача выбора достаточно сложная и многогранная. В ее основе лежит оценка эффективности функционирования как существующих средств, так и вновь создаваемых образцов РТК.

Общая методология проведения оценки эффективности боевых действий общевойсковых формирований тактического звена с применением РТК ВН при ее практическом использовании достаточно близка к известной методологии исследования операций, включающей формулирование цели (целей) действий, выбор критериев эффективности, разработку математического аппарата для расчета показателей эффективности, формирование возможных вариантов действий, оценку эффективности каждого из вариантов и принятие решения по выбору наиболее целесообразного из них.

На первом этапе оценки эффективности разрабатываемого образца РТК необходимо четко определить цель его создания: создание образца РТК, дополняющего существующую систему вооружения и техники; создание образца РТК для замены существующего образца вооружения или модернизация существующего образца вооружения.

Поскольку технические неопределенности на ранних стадиях разработки исключают возможность выбора одного единственного варианта РТК, то приходится рассматривать широкий диапазон альтернатив и выбирать наиболее вероятные из них по мере перехода от одной стадии разработки к другой.

Очевидно, что РТК должен прежде всего удовлетворять заданному требованию по эффективности выполнения основной задачи — $W_{РТК}$, т. е. должно выполняться условие $W_{РТК} > W_{СОВ}$ (где $W_{СОВ}$ — эффективность существующего образца вооружения). На начальных стадиях (при проработке замысла РТК, проведения целевых научно-исследовательских работ и разработке технических предложений), когда возможность проведения натурных экспериментов практически исключается, значение показателя эффективности $W_{РТК}$ для каждого варианта РТК может быть определено расчетным способом по той же методике, что и определяется эффективность существующего образца вооружения $W_{СОВ}$ или с помощью математической модели его функционирования, которая также позволяет получить зависимости, характеризующие влияние структуры и параметров РТК, характера связей между подсистемами на его эффективность при заданном воздействии объектов окружающей среды и противодействии противника.

С помощью математического моделирования функционирования

Предложенная терминологическая база и классификация робототехники позволяет формулировать проблематику исследования с целью обоснования целесообразности создания робототехнического образца с набором параметров, обеспечивающих его эффективное функционирование в заданной окружающей среде.

(применения) РТК оценка различных его вариантов может осуществляться не только исходя из эффективности выполнения основной функции изделия, но и с точки зрения других свойств: надежности, живучести, подвижности, управляемости и т. д. При этом необходимо, чтобы данные свойства учитывались в структуре математической модели и она была критична к изменению уровня показателей этих боевых свойств.

По мнению авторов, с точки зрения исследовательского аппарата нет необходимости под каждый образец РТК создавать новую методику их оценки. Если речь идет об огневых средствах СВ, то в качестве показателей эффективности можно использовать: $K_{бэ}$ — коэффициент боевой эффективности; $M(t)_{оз}$ — математическое ожидание времени решения огневой задачи; $P_{поп}$ или $P_{пор}$ — вероятность попадания или поражения цели и другие в зависимости от того, какие элементы конструкции огневого средства совершенствуются в результате применения РТК или автоматического устройства. Так, например, главной целью при совершенствовании автоматического устройства системы управления огнем (СУО) танка является повышение точности стрельбы и быстродействия при решении огневых задач. Следовательно, в качестве показателей эффективности могут использоваться $P_{поп}$, $M(t)_{оз}$ или в огневом противоборстве со сравниваемым образцом $K_{бэ}$. Наиболее критичным к составу и техническому совершенству СУО является вероятность попадания от степени автоматизации СУО танка, представленная на рисунке 2.

Однако оценка эффективности РТК по частным показателям является необходимой, но недостаточной при принятии решения. Следующим этапом является оценка по показателю эффективность—стоимость. После разработки технических предложений из тех конкурирующих вариантов РТК, которые удовлетворяют частным показателям, необходимо выбрать один по критерию «затраты—эффективность».

Так как неопределенности в исходных данных являются объективным свойством условий, в которых приходится принимать решения при выборе варианта РТК, то следует помнить о нецелесообразности принятия окончательного решения о выборе конкретного образца, если РТК по его созданию находятся на одной из начальных стадий, особенно до проведения опытно-конструкторских работ и заводских испытаний. По мере перехода от одной стадии разработки к другой, в результате сокращения неопределенностей, решение по выбору конкретного образца принимаются в условиях меньшего риска.

Однако для принятия окончательного решения по выбору образца, удовлетворяющего заданным требованиям, необходимо все варианты оценивать на модели общевойскового боя, в которой предлагаемый образец должен рассматриваться как элемент системы войскового формирования, в рамках которого проводится сравнительная оценка как разрабатываемых образцов между собой, так и существующих с предлагаемыми[7].

Следует заметить, что сегодня такие исследования проводятся различными организациями. Так, например, в работе[8] описаны результаты оценки эффективности применения РТК на расчетно-моделирующем комплексе. К сожалению, используемые в настоящее время для этой цели методики (даже специально разработанные для оценки РТК[9]) не позволяют получать результаты адекватные реальной действительности за практически приемлемое время. Это является одной из проблем, которая требует комплексного решения на основе имитационного моделирования.

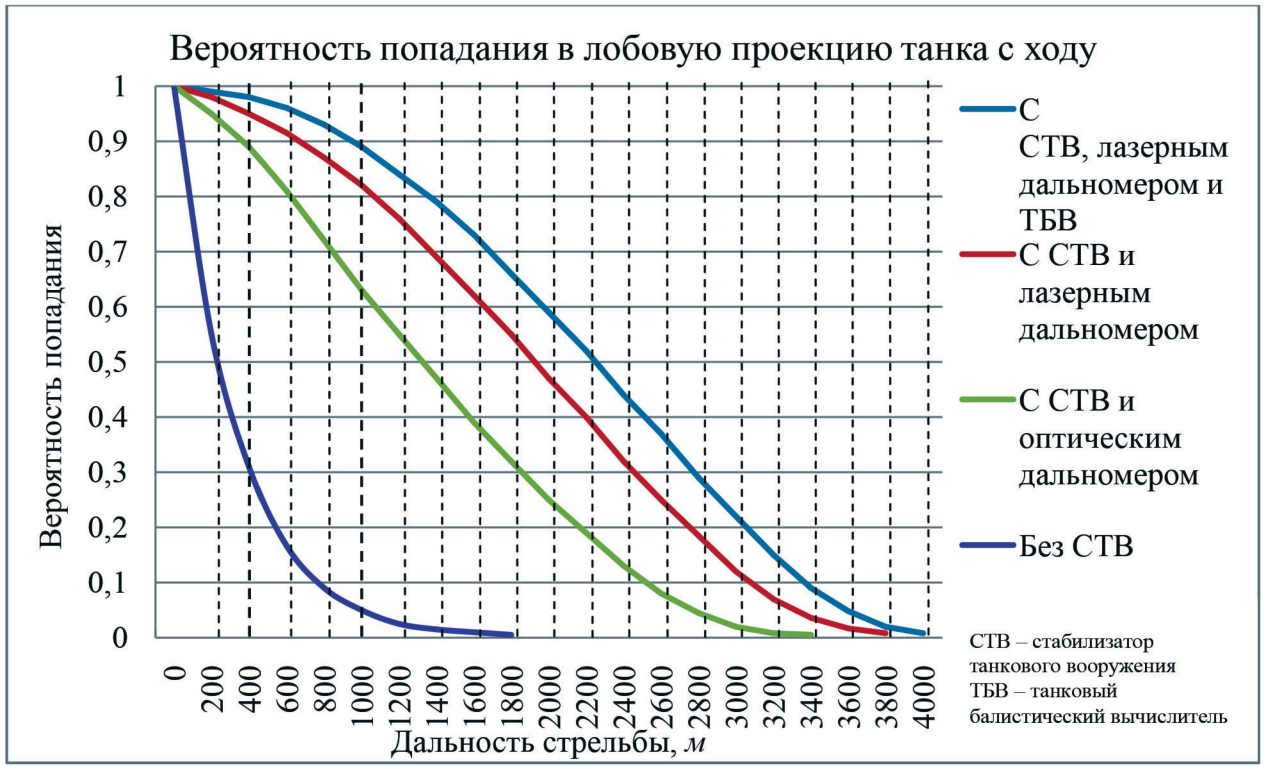


Рис. 2. Зависимость вероятности попадания от степени автоматизации СУО танка

Речь идет о создании имитационной модели процесса функционирования общевойсковых формирований тактического уровня, которая может быть использована для экспериментирования на компьютере, в целях проектирования (создания), анализа и оценки эффективности их функционирования, в том числе оптимизации системы вооружения и техники, организационных структур войсковых формирований СВ и способов их боевых действий.

Таким образом, отсутствие системности при решении вопросов роботизации СВ сдерживает не только поиск возможных вариантов РТК, но и развитие системы вооружения, военной и специальной техники в целом и, как следствие, новых направлений развития организационных структур и способов боевых действий общевойсковых формирований тактического звена.

Рассмотренные в статье проблемы, сдерживающие развитие ударных робототехнических комплексов для СВ и предложенные возможные пути их решения позволяют выработать не только единые требования к этой новой группе системы вооружения, но и рассматривать в комплексе вопросы повышения эффективности боевых действий перспективных формирований тактического звена СВ. Решение изложенных в статье проблем возможно только на основе комплексного подхода с участием как разработчиков РТК, так и всех заинтересованных структур СВ.

ПРИМЕЧАНИЯ

[1] *Иванов С.С., Дульнев П.А., Воронович А.В.* Задачи, решаемые перспективными робототехническими комплексами военного назначения Сухопутных войск, и требования к ним // Труды Первой военно-научной конференции «Роботизация Вооруженных Сил Российской Федерации». М., 2016. С. 56—61.

[2] *Буренок В.М.* и др. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. М.: Машиностроение, 2010.

[3] Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2013-2038 http://archive.defense.gov/pubs/dod-usrm-2013.pdf (дата обращения: 19.01.2019).

[4] *Рябов К.* Объединенная приборостроительная корпорация работает над роботами третьего поколения. URL: https://topwar.ru/87140-obedinennaya-priborostroitelnaya-korporaciya-rabotaet-nad-robotami-tretego-pokoleniya (дата обращения: 01.02.2019).

[5] Государственный военный стандарт ГОСТ РВ 0101-002.2018. Робототехнические комплексы военного назначения. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2018.

[6] *Попов И.М.* Мечты и Реальность. Боевые роботы в будущих войнах: выводы экспертов. Круглый стол в редакции «Независимого военного обозрения» организованный Независимым экспертно-аналитическим центром «ЭПОХА» февраль 2016 г. URL: http://nvo.ng.ru/armament/2016-03-04/1_robots.html (дата обращения: 25.01.2019).

[7] Боевая эффективность вооружения общевойсковых частей и соединений: учебник / под общ. ред. Ю.П. Павлова. М.: ОВА ВС РФ.

[8] *Шеремет И.А., Шеремет И.Б., Ищук В.А.* К вопросу о системной оценке эффективности робототехнических комплексов военного назначения с использованием инновационных технологий на базе моделирования военных действий // Оборонный комплекс научно-техническому прогрессу России. 2014. № 4.

[9] *Ефремов Е.В.* Математическая модель боевых действий с применением робототехнических комплексов военного назначения // Труды Первой военно-научной конференции «Роботизация Вооруженных Сил Российской Федерации». М., 2016. С. 328—339.