

УДК: 005:623-9

DOI: 10.53816/20753608_2024_1_109

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТЬ БОЕВЫХ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ

THE INTELLIGENCE OF THE FUTURE GROUND-BASED ROBOTIC COMPLEXES COMBAT PROPERTIES

По представлению академика РАН Р.А. Дурнева

В.К. Абросимов, А.В. Гладкий

ГНИИМЦ ПВ Минобороны России

V.K. Abrosimov, A.V. Gladky

Требование внедрения в образцы вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) технологий искусственного интеллекта формирует совершенно новое восприятие традиционных боевых свойств.

В работе предлагается ввести в научный оборот новое понятие «интеллектуальные боевые свойства». Основными интегральными свойствами робототехнического комплекса (РТК), обеспечивающими его интеллектуальность, предложено считать «автономность» функционирования РТК, его «адаптивность» к текущей боевой ситуации и «безопасность боевого применения».

Ключевые слова: боевые свойства, робототехнический комплекс, огневая мощь, защищенность, подвижность, автономность, адаптивность, интеллектуальность.

The requirement to introduce artificial intelligence technologies into weapons samples forms a completely new understanding of traditional combat characteristics.

The paper proposes to introduce a new integrated concept of «intellectual combat characteristics». It is proposed to consider the «autonomy» of the functioning of the Robotic complex, its «adaptability» to the current combat situation and the «safety of combat use» as integral properties of robotic complexes that ensure their intelligence.

Keywords: combat characteristics, Robotic complex, fire efficiency, mobility potential, robustness, reliability, autonomy, adaptability, intelligence.

Введение

Существенным трендом последнего времени является стремление к обеспечению высокой степени интеллектуализации образцов ВВСТ. В современных условиях основную интеллектуальность образцу ВВСТ придает использование технологий искусственного интеллекта. К ним причисляют десятки современных технологий. К наиболее распространенным относятся машинное обучение, компьютерное зрение, распозна-

вание и синтез речи, интернет вещей и др. Наличие в тактико-технических требованиях (ТТТ) к перспективному образцу ВВСТ числовых показателей критериев эффективности при использовании конкретной технологии искусственного интеллекта является залогом того, что образец станет в определенном смысле интеллектуальным. Прогнозируется, что интеллектуальные функции образца ВВСТ позволят получать из различных источников и обрабатывать большие данные о ситуации на поле боя, диагностиро-

вать состояние своих систем и агрегатов, самообучаться при поступлении новой информации, меняя как структуру, так и параметры системы управления, прогнозировать развитие конфликта и принимать соответствующие решения. Применительно к РТК практически все реализуемые в близлежащей перспективе технологии искусственного интеллекта в прикладном отношении направлены на повышение их боеспособности и боевой эффективности.

Как и всякий объект управления, перспективный РТК с внедренными элементами искусственного интеллекта должен также обладать определенными свойствами. Исходя из определения, что искусственный интеллект есть «...совокупность математических, программных, аппаратных и алгоритмических решений, обладает свойствами, которые призваны имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма)» [1], первичными являются именно свойства. В известной литературе к интеллектуальным свойствам роботов относят способность воспринимать окружающий мир с помощью сенсоров, понимание ситуации и построение моделей поведения, возможность воздействия на среду и др. При этом исходными являются именно свойства, причем логически исследование проводится как бы «снизу вверх», то есть от свойств к объекту. В результате объект обладает свойствами, и присущие объекту свойства свидетельствуют о принадлежности объекта к определенному классу (в данном случае к робототехническим средствам).

Часто высказывается мнение, что интеллектуальность РТК определяют его функции. При этом функции, имеющие в качестве прилагательного термин «интеллект», в настоящее время зачастую не имеют строгого и однозначного толкования. Так, например, распространено мнение, что интеллектуальные роботы — это роботы, которые могут распознавать объекты и их состояние и на основе такого распознавания автоматически определять действия, которые им следует выполнять. Однако понятие «функция» отличается от понятия «свойство», и в ряде случаев довольно существенно. Функция связана с осуществлением различных операций, а свойство — это атрибут, характеристика, признак. Действительно, например, такое очевидное и

необходимое свойство РТК как «надежность» никак нельзя рассматривать как функцию. Автономность объекта также не функция, но свойство.

Боевое свойство является системным и интегральным отличительным атрибутом образца ВВСТ, характеризующим его возможности по выполнению установленных по предназначению боевых функций [2]. Таким образом, не функция характеризует боевое свойство, а из определения и сути боевого свойства вытекает боевая функция. Важность систематизации боевых свойств перспективного образца ВВСТ состоит в том, что они являются основой формирования тактико-технических требований к нему. Здесь используется следующий широко распространенный и практически апробированный алгоритм.

1. Систематизируются требования назначения (как правило боевые задачи) перспективного образца ВВСТ, исходя из опыта ведения боевых действий, анализа сценариев командно-штабных учений и оперативно-тактических данных о будущих условиях его боевого применения.

2. Формируется перечень боевых свойств перспективного образца ВВСТ и критически важные критерии (в зарубежной терминологии — метрики) их обеспечения.

3. Для указанных критериев определяется перечень характеризующих их параметров и показателей.

4. По расчетным соотношениям, учитывающим параметры типовых сценариев будущих боевых действий, определяются значения показателей, которые и закладываются в ТТТ на образец ВВСТ.

Введем новое понятие «Интеллектуальные боевые свойства». Под ними будем понимать атрибуты, присущие перспективным образцам ВВСТ военного назначения, направленные на обеспечение боевой эффективности образца ВВСТ как перспективного вида оружия за счет использования технологий искусственного интеллекта.

Интеллектуальность основных боевых свойств современных образцов бронетанкового вооружения

Облик перспективных РТК определяется соответствующими нормативными документами.

Так, Концепцией применения РТК военного назначения, Комплексной целевой программой «Создание перспективной военной робототехники до 2025 года с прогнозом до 2030 года» [5] и др. определены принципиальные функции будущих РТК, в частности разведка и наблюдение на театрах военных действий (поиск, обнаружение и слежение за силами и средствами обеспечения вооружения), формирование целеуказаний и уничтожение важных целей, объектов техники и живой силы противника с помощью бортового оружия для нанесения ударов высокоточным оружием, ретрансляция сигналов, доставка грузов, в том числе боеприпасов, медикаментов и продовольствия, разминирование местности и др. Однако эти документы не определяют боевые свойства РТК, для обладания и использования которых в боевых условиях РТК, собственно, и создается.

Для образцов бронетанкового вооружения (танки, боевые машины пехоты, бронетранспортеры и др.), к которым относятся и перспективные наземные РТК, основные боевые и эксплуатационно-технические свойства имеют близкое функциональное предназначение. К основным боевым свойствам образцов ВВСТ бронетанкового типа традиционно относятся следующие [2–4].

1. Огневая мощь (неофициальный термин). Она отражает способность образца ВВСТ поражать своим огнем противостоящие ему вооружение, технику и живую силу противника за возможно более короткое время. Понятие «Огневая мощь» по своему определению связано с тремя основными подклассами: «Информационная производительность», «Огневая производительность» и «Огневой ресурс». Все они при внедрении технологий искусственного интеллекта в той или иной мере могут обладать высоким уровнем интеллектуальности.

Примеры:

- высокие поисковые и информационные возможности РТК обеспечиваются внедрением и обучением систем технического зрения;

- высокие коммуникационные возможности РТК реализуются за счет внедрения современных сетевых архитектур, использованием принципов интернета боевых вещей для обмена информацией и управления РТК друг другом без привлечения оператора;

- повышение быстродействия оружия и точности стрельбы также связывается с точностью целеуказания, которое обеспечивается правильным обнаружением, распознаванием и идентификацией целей с потенциально, в перспективе, самостоятельным принятием решения по воздействию на них;

- при расчете характеристик огневой производительности и огневого ресурса могут автоматически определяться типы и количество боеприпасов, требуемых для поражения с заданной вероятностью разведанных целей и др.

2. Защищенность. Это свойство рассматривается как способность образца ВВСТ противостоять воздействию различных средств поражения противника, затрудняя его обнаружение противником и сохраняя при этом боеспособность, успешно выдерживая поражающие воздействия. Как правило, понятие «Защищенность» включает в себя два подкласса: «Стойкость» и «Живучесть». «Стойкость» обеспечивается мероприятиями защиты от различных возмущающих факторов. Так, защита предусматривает внедрение комплекса активной защиты, включающей систему постановки завес, средства обнаружения и последующего противодействия. Наличие на РТК хорошо развитых систем технического зрения предполагает высокую вероятность правильного распознавания угрозы, а использование систем обучения, основанных на различных принципах, позволяет в перспективе как идентифицировать тип угрозы, так и выработать потенциально реализуемые варианты ее устранения, а именно: самостоятельное поражение источника угрозы, уклонение от влияния угрозы, обращение за помощью к другим объектам, которые могут оказывать информационную или активную помощь и др.

«Живучесть» РТК состоит в его способности противостоять развитию критических отказов от дефектов и повреждений [6]. При этом предполагается, что РТК принципиально сохраняет возможно ограниченную работоспособность при воздействии, не предусмотренном условиями эксплуатации, в том числе непосредственном воздействии противника. С точки зрения интеллектуальных функций РТК, тем более уже в полуавтономном варианте, «живучесть» состоит в автоматизации процессов борьбы с критическими ситуациями. Так, необходимо обеспечивать

интеллектуальную диагностику систем и агрегатов РТК, обобщать и вырабатывать решение о текущем состоянии и уровне их работоспособности. Указанное достигается, например, созданием обученной нейронной сети, для которой в качестве обучающей выборки должны использоваться ситуации нарушенной работоспособности. В свою очередь, такие ситуации могут нарабатываться в результате создания другой нейронной сети, на входе которой должны задаваться факторы, влияющие на работоспособность соответствующих систем и агрегатов РТК.

3. Подвижность. Это интегральный комплекс характеристик, которые описывают возможности образца ВВСТ по движению в определенных условиях, способность уверенно и быстро передвигаться по дорогам и местности, совершать переходы к намеченным рубежам, успешно маневрировать на поле боя, преодолевать различные препятствия при необходимости в сжатые сроки и др. Понятие «Подвижность» включает в себя четыре подкласса нижнего уровня иерархии: «Быстроходность», «Маневренность», «Проходимость» и «Запас хода». В настоящее время активно разрабатываются методы технического зрения для распознавания препятствий и, при их наличии, объезда препятствий. Указанное относится к интеллектуальным функциям и может рассматриваться как свойство, обеспечивающее возможность проходимости местности с препятствиями.

4. Надежность. Надежность является эксплуатационным свойством, однако тесно связанным с боевыми. Под надежностью понимают способность образца ВВСТ сохранять боеспособность с течением времени, выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования. Понятие «Надежность» применительно к техническим системам, особенно критического типа, является едва ли не самым важным. Оно включает в себя на третьем уровне иерархии такие понятия, как «безотказность», «отказоустойчивость», «ремонтпригодность», «сохраняемость», «целостность», «конфиденциальность», «долговечность» и другие. «Надежность» часто связывают с «живучестью». Оба понятия настолько широко трактуются и настолько по-разному реализуются, что должны обеспечиваться совместно и одновременно.

Для их объединения за рубежом вводится понятие мета-уровня «техническая устойчивость» [7] как возможность сохранения работоспособности при любых нештатных ситуациях, активно используемое и в Российской Федерации при исследовании систем автоматического управления с обратной связью.

Указанные четыре свойства являются основными. В литературе при анализе боевых свойств используются также такие понятия, как работоспособность, боеготовность, боеспособность, безопасность, командная управляемость и др. Как правило, все они являются подклассами понятия «Боевая эффективность РТК» как важнейшей обобщающей характеристики ВВСТ, описывающей степень соответствия ВВСТ своему функциональному назначению.

Новые боевые свойства перспективных РТК

В существующих документах в число боевых свойств РТК пока еще не включались такие важнейшие, обеспечиваемые технологиями искусственного интеллекта свойства перспективных образцов ВВСТ, как «Автономность» и «Адаптивность». Вместе с тем такие свойства во многом определяют как облик перспективного образца ВВСТ, так и эффективность его боевого применения.

Автономность

Автономность рассматривается как одно из важнейших свойств, выражающееся в способности ВВСТ функционировать независимо, без внешнего вмешательства и помощи каких-либо вспомогательных внешних систем (источников энергии, средств управления, обеспечения и снабжения и т.п.) в течение определенного количества времени [8]. Стандарт [9] определяет «автономный режим работы» как состояние, при котором мобильный робот получает задание от оператора или внешней системы управления, с которой взаимодействует, и выполняет его без дальнейшего взаимодействия с оператором или внешней системой. В робототехнике под автономностью часто понимается предельное время функционирования РТК без внешнего управления достаточно продолжительное время [9]. Под автономностью бронетанковой техники

понимается способность образца ВВСТ по расходуемым ресурсам вести боевые действия, возможно большую часть времени своего функционирования [2]. В ВМФ автономность рассматривается как продолжительность непрерывного плавания без пополнения запасов (топлива, продовольствия, боеприпасов и др.) [10]. Однако все указанное является слишком упрощенным восприятием данного понятия.

Существенным, необходимым, но не достаточным признаком автономности является независимость, прежде всего от человека, контролирующего разработанный им же объект управления. Поэтому в самом общем плане под автономностью РТК понимается его способность воспринимать и правильно уяснять поставленную задачу, функционировать заданное время в неструктурированной среде в условиях ее возможного воздействия. Однако выразим сомнения в том, что в ожидаемой и даже долгосрочной перспективе возможно создание полностью такого автономного и многофункционального РТК. Очевидно, что его стоимость станет запредельной. Кроме того, для полной автономности необходимо создание многочисленных автономно функционирующих систем, многие из которых, например база знаний, позволяющая вырабатывать правила поведения в нестандартных ситуациях, база прецедентов боевого применения, алгоритмы принятия самостоятельных решений, пока прорабатываются только на вербальном уровне.

Несмотря на попытки ввести разнообразные метрики по оценке степени автономности, наиболее известные интегральные характеристики основаны на традиционных взвешенных суммах балльных экспертных оценок [11].

Исследование свойства автономности РТК на высоком уровне детализации является очень сложной задачей. Даже для одного из таких важных свойств как «проходимость», которое существенно связано с автономностью, например танков в условиях действий на пересеченной местности, выделяют не менее пятнадцати ключевых влияющих показателей, в том числе тип, влажность и профиль грунта, плотность, наличия препятствий, энергозатратность и др. [5, 6].

Анализ показывает, что основными понятиями иерархии, развивающими понятие ав-

тономности, являются такие свойства, как достижимость и корректировка целей, добывание, обработка и накапливание новых знаний, использование известных знаний, адаптация к условиям динамичной и противодействующей среды, обучаемость (априорная и на собственных примерах), способность запрашивать и обрабатывать необходимую информацию, выбирать метод решения задач с учетом прецедентов, осуществлять самодиагностику и, по возможности, самовоспроизведение необходимых элементов.

С учетом указанного, для развития понятия «автономность РТК» целесообразно ввести следующие сущности:

- автономность целеполагания и реконфигурации целей;
- автономность управления;
- автономность системы технического зрения;
- автономность самообучения на прецедентах;
- автономность выбора методов решения задач;
- автономность самоорганизации;
- автономность самодиагностики;
- автономность энергетики;
- автономность связи;
- автономность принятия решения.

Таким образом, одним из важнейших интеллектуальных свойств перспективных РТК является автономность, как способность выполнять заданные военно-технические задачи в сложной боевой обстановке на основе анализа текущего состояния и восприятия внешней среды без вмешательства человека.

Адаптивность

В перспективных РТК могут и будут реализовываться различные виды адаптации. Так, важна адаптация на основе самонастройки параметров управления РТК по результатам оценки текущей ситуации, в том числе изменения маршрута следования, выбора вида боеприпасов в зависимости от защищенности и типа целей и др. Возможна адаптация на основе самообучения, в процессе которой в основу изменения параметров и алгоритмов управления закладывается опыт функционирования в недоопределенной

среде с учетом ее противодействия. Интересно построение систем адаптации на основе самоорганизации, когда изменяется и структура системы управления для обеспечения требуемого уровня автономности.

Для формирования адаптивного поведения таких сложных в эксплуатации и боевом применении образцов ВВСТ, к которым относятся перспективные РТК и которые разрабатываются для решения боевых задач в мозаичных войнах, наиболее интересные решения получены в области использования прецедентов. В общем случае система технического зрения получает информацию о состоянии среды, из базы знаний извлекаются наиболее соответствующие текущей ситуации прецеденты боевого применения, решения и, так как эффект их использования известен, осуществляется корректировка решения под текущую ситуацию, после чего новый прецедент заносится в базу прецедентов со значениями метрик его эффективности. Интересно, что определяющими при этом становятся метрики сходства прецедентов, которые могут строиться на теории подобия.

Перефразируя общее определение, данное в работе [12], под адаптивностью РТК будем понимать способность РТК самообучаться, накапливая знания, получаемые из внешних систем, обеспечивающие боевые действия, и выводимые им из результатов анализа данных наблюдений собственной системы технического зрения на временном интервале, в течение которого свойства системы «среда — РТК» можно считать постоянными.

Безопасность боевого применения

Свойство «Безопасность боевого применения» трактуется достаточно широко, прежде всего способность как функционировать в условиях угроз и воздействий, так и не создавать угроз при изготовлении и эксплуатации. Таким образом, угрозы могут быть как для РТК, так и создаваться им. Так, «защищенность» и «надежность» рассматриваются как факторы, обеспечивающие так называемую «техническую безопасность». Но используется и понятие «информационной безопасности РТК» [13], включающей в свою очередь «защищенность информации, циркулирующей в системах РТК», «защиту элемен-

тов РТК от информационных угроз» и «защиту от угроз со стороны РТК», как внешней среды, так и личного состава.

Для обеспечения безопасности среды и личного состава РТК, например, может иметь интеллектуальную систему «свой — чужой» и систему самоликвидации при том понимании, что окончательное решение принадлежит человеку. Пока такие системы, к сожалению если и проектируются, то только концептуально. Но именно такие системы придают свойству «безопасности боевого применения» РТК и РТК в целом признаки интеллектуальности, что особенно важно при его высокой автономности.

Рассмотренные три новых свойства целесообразно включить в состав интеллектуальных боевых свойств перспективных РТК.

Заключение

Требование внедрения в образцы ВВСТ технологий искусственного интеллекта формирует совершенно новое восприятие традиционных боевых свойств. Для перспективных РТК предложено ввести в научный оборот новое понятие «интеллектуальные боевые свойства» как совокупность свойств, присущих перспективным РТК военного назначения и направленных на обеспечение боевой эффективности РТК за счет использования технологий искусственного интеллекта.

Обобщающими интегральными характеристиками, отражающими интеллектуальность РТК, являются такие новые боевые свойства как «автономность», «адаптивность» и «безопасность боевого применения», во многом определяющие как облик перспективного образца ВВСТ, так и эффективность его действий в современных сетцентрических войнах. Именно эти свойства рекомендуется, наряду с традиционными: огневой мощью, защищенностью, технической устойчивостью, подвижностью — включать в число боевых свойств перспективных образцов ВВСТ, фиксируемых в организационно-методических документах.

Проведенный анализ показал существенное многообразие трактовок понятий, относящихся к описанию сущности боевых свойств РТК, необходимость уточнения терминологии и создания соответствующей предметно-

ориентированной онтологии. Приведенные в статье описания таких свойств будут положены в основу создания такой онтологии в следующей публикации.

Литература

1. Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года. Утверждена Указом Президента РФ от 10 октября 2019 г. № 490.
2. Бронетанковая техника (танки): учебник. М.: Военная орденов Ленина и Октябрьской революции Краснознаменная академия Бронетанковых войск имени Маршала Советского Союза Р.Я. Малиновского, 1989. 419 с.
3. Келлер В.В. Общая тактика: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского ун-та, 2022. 49 с.
4. Брилев О.Н. Танки. М.: Изд-во «Планета», 2015. 571 с.
5. Раковенко А., Кузьмин А., Куницын Р. Применение робототехнических комплексов // Арсенал Отечества. 2022. № 3 (59).
6. Недосекин А.О., Виноградов В.В., Абдулаева З.И. Методы и модели оценки функциональной живучести структурно-сложных технических систем. СПб.: Изд-во СПбПУ, 2018. 127 с.
7. Черкесов Г.Н., Недосекин А.О. Описание подхода к оценке живучести сложных структур при многократных воздействиях высокой точности // Надежность. 2016. Т. 16. № 2 (57). С. 3–15.
8. Данилевич А.А. и др. Война и мир в терминах и определениях / под общ. ред. Д.О. Рогозина. М.: ПоРог, 2004. 623 с.
9. ГОСТ Р 60.6.0.1–2021. Роботы и робототехнические устройства. Сервисные мобильные роботы. Уровни автономности. Термины и определения. М.: Стандартинформ. 2021. 10 с.
10. Спасский Б.А. Автономные безэкипажные корабли военного и двойного назначения // Робототехника и техническая кибернетика. 2014. № 3. С. 9–16.
11. Щербатов И.А. Автономность функционирования и степень интеллектуальности сложных технических систем // Информатика и системы управления. 2016. № 3 (49). С. 105–118.
12. ГОСТ Р «Адаптивные системы управления. Программное обеспечение с элементами искусственного интеллекта. Классификация и типовые архитектуры» (Проект от 16.09.2022.). URL: <https://www.normacs.ru/Doclist/doc/22IFN.html> (дата обращения: 05.03.2023).
13. Кузнецов Ю.В. Теоретические основы информационной безопасности робототехнических комплексов // Военная мысль. 2018. № 12. С. 71–78.