

Научная статья  
УДК 623:005

## Онтология боевых свойств образцов перспективного вооружения

Вячеслав Константинович Абросимов, Артем Хоренович Келоглян

*Аннотация.* Внедрение современных информационных технологий в системы управления перспективного вооружения существенно расширяет спектр их боевых возможностей. В последнее время в дополнение к известным свойствам образцов вооружения, военной и специальной техники – надежности, живучести и др., сформировались такие свойства, как автономность, адаптивность, функциональная безопасность. Предложен подход к формированию онтологии боевых свойств образцов перспективного вооружения пяти основных классов. Представлены диаграммы и описания классов, их отдельных атрибутов. Формализация онтологии выполнена средствами программного комплекса Protégé. На конкретном примере неполной информации о зарубежном беспилотном вертолете FLIR Black Hornet PRS показано использование разработанной онтологии для решения задач получения новых знаний на основе заложенной в онтологию совокупности фактов и аксиом.

*Ключевые слова:* онтология; класс; перспективное вооружение; боевая эффективность; боевые свойства; тактико-технические характеристики

*Для цитирования:* Абросимов В.К., Келоглян А.Х. Онтология боевых свойств образцов перспективного вооружения // Вооружение и экономика. 2024. №1(67). С. 18-28.

Original article

## The Combat Properties Ontology of Advanced Weapon Samples

Vyacheslav K. Abrosimov, Artem X. Keloglyan

*Abstract.* The introduction of modern information technologies into the control systems of advanced weapons significantly expands the range of their combat capabilities. Recently, new properties of advanced weapons – autonomy, adaptability and functional have been formed in addition to reliability, survivability, etc. An approach to the combat properties ontology formation of advanced weapon samples of five main classes is proposed. Diagrams and description of classes and their individual attributes are presented. The ontology was formalized with the help of the Protégé software package. Using a specific example of incomplete information about the foreign unmanned helicopter FLIR Black Hornet PRS, the application of the developed ontology is presented to solve the problem of new knowledge acquiring based on the set of facts and axioms embedded into ontology.

*Keywords:* ontology; class; advanced weapon; combat effectiveness; combat properties; tactical and technical characteristics

*For citation:* Abrosimov V.C., Keloglyan A.K. The Combat Properties Ontology of Advanced Weapon Samples // Armament and Economics. 2024. No.1(67). P. 18-28.

## Введение

Совокупность боевых свойств отражает качество образца вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ) и проявляется в способности наносить противнику ущерб. Само понятие «боевые свойства» в различных видах и родах ВС РФ трактуется различно. Боевые свойства существенно связаны с тактико-техническими характеристиками (ТТХ) образцов ВВСТ; с одной стороны, ТТХ реализуют боевые свойства, а требование реализации заданных боевых свойств определяет процесс формирования ТТХ. Такие не всегда явные зависимости активно используются при обосновании требований к перспективному вооружению.

Параметры и показатели боевых свойств могут выражать различную степень их проявления и интенсивности. В силу взаимозависимости боевых свойств возможно компенсировать одни боевые свойства более высокой интенсивностью других<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Моделирование и оценка боевых действий РВСН: учебник / Под ред. В.Д. Ролдугина. М.: ВА РВСН, 2005. 620 с.

Однако процесс формирования боевых свойств перспективных образцов вооружения до настоящего момента не формализован. Он основан на множестве неформализуемых процедур: экспертных мнениях, финансовых ограничениях, результатах математического и имитационного моделирования и прогнозных научных исследованиях, зачастую противоречивом опыте, боевых действий, анализе возможных сценариев боевого применения еще не созданных видов оружия и др. Вместе с тем, в конечном итоге заказчик перспективного образца вооружения оперирует определенным набором сущностей, классов, атрибутов сущностей и классов, значениями атрибутов; при этом многие экономические, финансовые и политические ограничения фиксируются устно и строго, как аксиомы. В этом отношении боевая эффективность перспективного образца вооружения может рассматриваться как сущность высшего уровня. Его боевые свойства подразделяются на сущности второго и более низших уровней, в свою очередь разделяемые на классы, параметры боевых свойств как атрибуты классов и значения параметров как экземпляры атрибутов.

В результате, формирование конкретных тактико-технических данных к перспективному образцу вооружения представляет собой, с одной стороны, крайне гибкий процесс согласования разнородных данных различной природы и степени неопределенности, а с другой – жесткие ограничения, выраженные в виде неформальных аксиом. Возникает естественный вопрос – как придать упорядоченность такому процессу?

Решение представляется в использовании онтологического подхода.

Онтологии как формализованные модели предметной области (ПрО) формируются экспертами, могут учитывать разнообразные знания, реализовывать не только отдельные мнения, но также создаваться автоматически на основе рассуждений с учетом ограничений, легко поддаются модификации при необходимости, позволяют формализовать постановки задач. В процессе наполнения такой модели экземплярами реальных данных и получается граф знаний.

## 1. Краткий обзор литературы

В работе [1] проведен большой обзор литературы по теории и проектированию различных онтологий. Здесь мы конкретизируем работы, связанные с решением прикладных задач с использованием онтологического подхода. Наиболее интересные публикации в этом направлении размещены в журнале «Онтология проектирования».

Достаточно часто онтологический подход используется при создании систем поддержки принятия решений. Так, в работе [2] онтология включена со статусом компоненты в состав цифрового двойника транспортного средства совместно с базой знаний, экспертной компонентой и др. Она используется для построения специальных онтологий технического сервиса (по сути проекта технического обслуживания), ориентированного на агропромышленное производство.

В статье [3] выполнен онтологический инжиниринг проблемы ситуационного управления для решения прикладной задачи принятия стратегических решений по развитию энергетики с учетом требований по безопасности. Онтологии представлены в графическом виде с интеграцией разнородных понятий исследуемой ПрО.

В работе [4] выделены возможные направления применения онтологического моделирования в проектном управлении и средствами редактора онтологий Protégé реализована онтология типового проекта. В задаче формирования проектной группы простые графы и графы знаний рассматриваются в виде векторных представлений.

В работе [5] сущности отображаются с точки зрения различных процедур и операций проектирования, объединяются процессом проектирования и являются связующими между проектными процедурами и операциями. Их онтология образует некоторый «скелет», а выявленный порядок объединения сущностей используется в проектировании научно-производственной системы.

В работе [6] рассмотрены основные принципы и предлагаемый методический подход к обоснованию уровневых значений показателей боевых свойств перспективных авиационных комплексов, которые могут быть применены для обоснования перспектив развития и других образцов ВВТ различного целевого значения.

Наиболее близко к рассматриваемой тематике относится работа [7]. В ней приведен порядок решения прикладных задач с использованием онтологий. Показано, что сначала создается онтология, описывающая статическую часть ПрО: классы объектов, атрибуты, отношения. Далее описывается динамическая часть: классы процессов, действий, бизнес-процессы, события. На основании онтологии создается набор моделей, которые описывают непосредственно объекты решаемой задачи, на данном этапе определяются значения атрибутов объектов, отношения между ними. После того как все необходимые модели готовы, на основании них создается сцена, которая используется для решения прикладных задач. Наиболее ценным здесь представляется идея взаимодействия онтологического подхода и мультиагентных технологий; модули логического вывода для решения задач используют агентную модель.

## 2. Онтологический подход к формализации предметной области «Боевые свойства перспективного вооружения»

Онтологии являются разновидностями графовых моделей (ГМ) и они представляет собой формальную спецификацию, состоящую из иерархии понятий ПрО, связей между ними и ограничений, которые действуют в рамках этой модели. Термин «онтология» связывают с термином «граф знаний»; указанное преобразование происходит при наполнении онтологии экземплярами понятий. Построение ГМ, как правило, осуществляется путём привлечения экспертов.

Использование ГМ позволяет построить структурную схему исследуемой ПрО, наглядно и понятно представить то, как связаны и взаимодействуют её объекты. Использование современного математического аппарата для анализа ГМ позволяет устанавливать ранее неизвестные связи, зависимости и закономерности, отслеживать изменения различных характеристик. Особая ценность ГМ заключается в том, что они предоставляют формальный аппарат для плохоформализуемых задач, требующих учёта как количественных, так и качественных параметров, в том числе в условиях неопределённости.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1-2021<sup>2</sup> при разработке онтологий сущностями являются объекты, подлежащие восприятию или осмыслению, классами – расширения общих сущностей, отношениями – способы связей сущностей, атрибутом сущности – поименованная характеристика, являющаяся некоторым свойством сущности, экземпляр атрибута – определенная характеристика (значение) конкретного атрибута сущности, аксиомами – утверждения (предложения на естественном языке или формулы на формальном языке), которые считаются истинными и служат предпосылкой для дальнейшего обоснования.

Рассмотрим онтологический подход к формализации ПрО «Боевые свойства перспективного вооружения». Онтологическая модель будет представлять собой кортеж:

$$O = (C, P, E, F, L, AC),$$

где  $C$  – множество понятий (классов);  $P$  – множество отношений (свойств);  $E$  – частичный порядок на множествах  $C$  и  $P$ , задающий отношение «подкласс»;  $F$  – функция, которая каждому элементу множества  $P$  ставит в соответствие элемент (элементы) из множества  $C$ ;  $L$  – множество текстовых меток для понятий и отношений;  $AC$  – набор утверждений (аксиом онтологии).

Типовым утверждением является так называемый «триплет» – это базовый «факт», то есть элементарное высказывание о некоторых знаниях. Триплет выражается через отношения фактов. Типовая модель триплета – «субъект – предикат – объект». При этом сущность – «субъект» может быть связана с другой сущностью или простым значением – объектом – через некоторое свойство – предикат.

На практике предикатов как связей сущностей достаточно много. Примеры предикатов: «относится к» («подтип» или «подкласс»), «часть чего-либо», «член чего-либо», «конкретизирует», «следует за», «часть чего-либо», «температура чего-либо» и др.

<sup>2</sup> ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1-2021. Информационные технологии. Онтологии высшего уровня (TLO). Часть 1. Требования. М.: Росстандарт, 2021. 28 с.

Например, триплет «Университет МГУ – находится в – Москва» связывает именованные сущности «Университет МГУ» и «Москва» посредством предиката «находится в». Триплет «Университет МГУ – основан – 12.01.1755 г.» связывает атрибут «основан» сущности «Университет МГУ» со значением даты «12 января 1755 г.». Триплет «Университет МГУ – type – Университет» говорит о принадлежности сущности «Университет МГУ» к множеству университетов.

Онтологическую модель построим для пяти видов перспективного вооружения:

1. Перспективные боевые робототехнические комплексы.
2. Перспективные беспилотные летательные аппараты.
3. Перспективные безэкипажные корабли.
4. Перспективные автономные необитаемые подводные аппараты.
5. Перспективные средства направленного действия.

Проведенные исследования показали, что в целом сущностью первого уровня для всех видов вооружений является боевая эффективность. Анализ показывает, что более чем на 50-60% сущности второго уровня совпадают, что дает возможность некоторой унификации решений по выработке тактико-технических требований к перспективному образцу вооружения. Однако если названия классов, которые составляют сущности второго уровня, и совпадают, то их содержание трактуется для различных видов перспективного вооружения различно. Это же относится и к атрибутам, что объяснимо спецификой функционирования и боевого применения образцов вооружения.

Экспертиза, проведенная среди 14 высококвалифицированных экспертов в области систем вооружений (представители сухопутных войск, авиации, связи и др.), совместно с анализом доступной литературы [1; 3; 4 и др.] позволила выделить следующие основные отношения между сущностями данной ПрО: является частью, содействует, обеспечивает, способствует, определяет, измеряется, зависит от, описывается, характеризуется, включает, применяется к, состоит из, является показателем.

Боевые свойства робототехнических комплексов включают огневую мощь, надежность, защищенность, подвижность и др. В последних исследованиях [8] в боевые свойства также включают автономность, адаптивность и безопасность функционирования. В свою очередь защищенность включает классы «Стойкость» и «Живучесть». В разработанной онтологии боевых свойств выделено пять основных атрибутов стойкости (пылезащищенность, влагозащищенность, вибропрочность, стойкость к ударным нагрузкам, стойкость к температуре окружающей среды) и четыре атрибута «живучести» (время активного существования, устойчивость к воздействиям среды, структурная прочность, способность к самовосстановлению).

Боевые свойства оружия направленной энергии включают практически такие же сущности: огневую мощь, защищенность, надежность, подвижность и др. Однако классы в этих сущностях иные. Так, к классам огневой мощи относятся быстродействие, досягаемость с атрибутами углов возвышения и склонения, точность «стрельбы» (атрибуты – кучность, меткость, среднее отклонение рассеивания, суммарная средняя ошибка подготовки стрельбы и др.) и отличительное свойство оружия направленной энергии – так называемое «могущество» с атрибутами мощности излучения, плотность мощности излучения на цель, площади «пятна» излучения. Интересны и характерные атрибуты такой сущности, как «беззапас». Для оружия направленной энергии он характеризуется энергоемкостью комплекса, которая, в свою очередь, определяется потребляемой мощностью источников излучения, емкостью энергоносителей и скоростью подзаряда системы.

Боевые свойства беспилотной авиации включают дальность полета, вес полезной нагрузки, уязвимость, ремонтпригодность и др. боевые свойства. Новым в боевом применении является свойство «способность к жертвенности» [9], которое в полной мере проявилось в ходе проведения специальной военной операции на Украине.

Боевые свойства безэкипажных кораблей включают автономность плавания, маневренность, живучесть, скрытность, мореходность и др. При этом автономность плавания трактуется (по аналогии с обычными кораблями) специальным «морским» принципом – возможностью автономного плавания без захода в порт для пополнения необходимых припасов.

Боевые свойства автономных необитаемых подводных аппаратов включают также автономность плавания, способность обхода препятствий, маневренность, поворотливость и др.

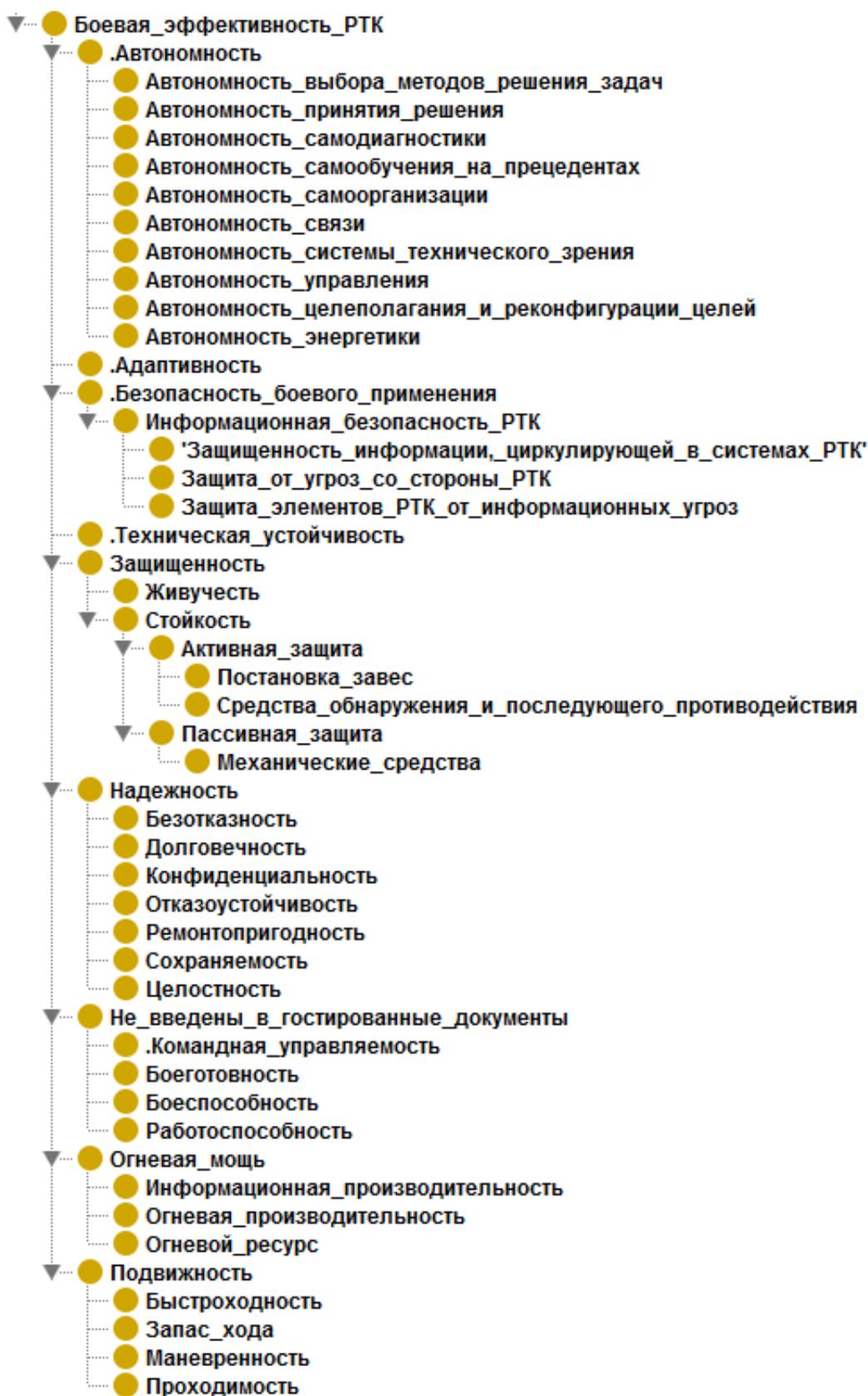


Рисунок 1 – Структура онтологии предметной области «Боевые свойства перспективного вооружения (робототехнические комплексы)»

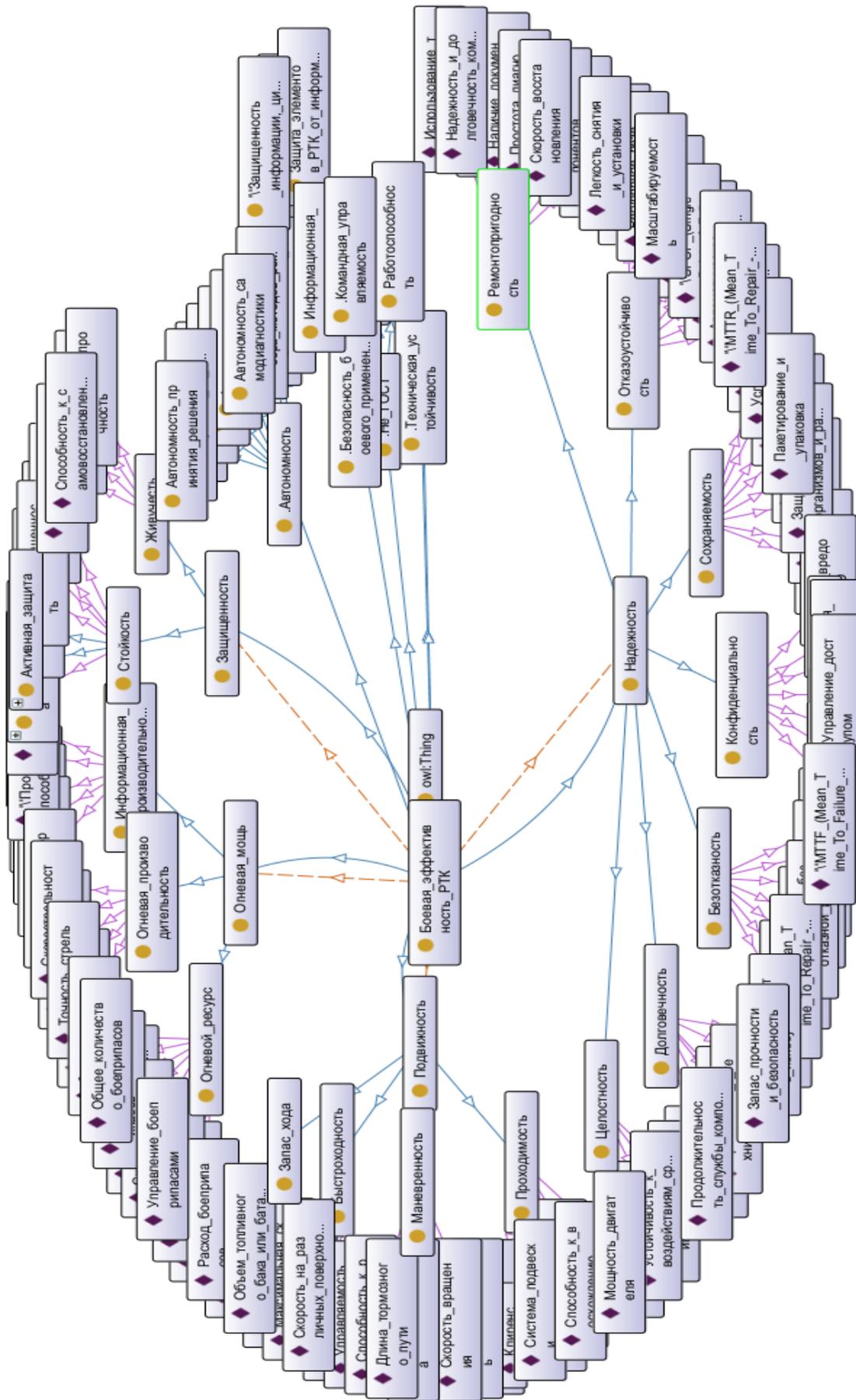


Рисунок 2 – Граф онтологии предметной области «Боевые свойства перспективного вооружения (робототехнические комплексы)»

В свою очередь, маневренность также имеет характерные атрибуты: скорость, инерционность, поворотливость, глубина и скорость погружения и др.

На рисунке 1 представлена онтология ПрО «Боевые свойства перспективного вооружения (робототехнические комплексы)» с детализацией до подклассов, выполненной средствами программного комплекса Protégé.

На рисунке 2 отражено визуальное представление онтологии боевых свойств перспективного вооружения для пяти его основных видов. Несмотря на то, что указанная онтология не является онтологией высшего уровня<sup>3</sup>, ее разработка осуществлена с использованием основных требований к таким методическим построениям. При этом, во-первых, она достаточно полна, чтобы отражать весь минимальный набор ключевых сущностей для основных видов боевых свойств перспективных образцов вооружения, во-вторых, она логически связывает основные понятия. Кроме того, онтология имеет самостоятельное значение, характеризует взаимозависимость сущностей и допускает объективные будущие расширения.

### 3. Извлечение новых знаний

Рассмотрим вопросы применения разработанной выше онтологии.

Онтология боевых свойств является постоянно пополняемым словарем терминов боевых свойств. В настоящий момент в разработанную онтологию введено 8 классов боевых свойств, 35 подклассов и 13 предикатов отношений боевых свойств пяти групп перспективного вооружения. Уже сейчас ясно, что такой словарь должен быть пополняемым. Все инструментальные и семантические возможности для этого в разработанной онтологической модели реализованы.

Онтологию боевых свойств необходимо рассматривать как элемент, взаимосвязанный с другими онтологиями. Она имеет статус прикладной. Понятно, что она должна быть взаимосвязана с другими смежными онтологиями для того, чтобы организовать необходимые семантически обоснованные взаимодействия. К числу основных отнесем онтологию задач многосферных операций с введением классов процессов, онтологию сценариев боевых действий с введением классов боевых действий, прецедентов боевых операций и последствий таких действий, онтологию испытаний образцов ВВСТ с соответствующими боевыми свойствами с введением классов объектов и др.

Онтологии служат для систем организации знаний и применяются в тех областях, где существуют скрытые взаимосвязи между элементами (например, рекомендательные и экспертные системы). Определяющим преимуществом онтологий является возможность получения новой информации в результате использования логического вывода на основе хранимых данных. Такие операции на графах позволяют автоматически из онтологии извлекать факты. Для вывода новых фактов и знаний на основе логических правил существует модуль логического вывода (ризонер – reasoning-англ.), который на вход получает граф с логическими аксиомами и выводит новые триплеты. Его основное предназначение – создание новых взаимосвязей и классификация сущностей. Ризонер способен создавать новые дуги между узлами или выводить новые атрибуты.

Онтология боевых свойств также является способом выявления нечетких отношений и анализа взаимосвязей в процессе формирования требований к перспективным образцам вооружений. В настоящий момент такие взаимосвязи существуют, но неявно. Определенные действия с онтологией позволяют выявить и зафиксировать существующие противоречия в задании требований к боевым свойствам. На момент подготовки настоящей публикации создать необходимый Ризонер для анализа и получения знаний о боевых свойствах не удалось, так как работа по формулировке логических аксиом в сфере анализа боевых свойств требует продолжительной и кропотливой работы специалистов различных областей. Вместе с тем ниже приведен небольшой пример соответствующих процессов.

<sup>3</sup> ГОСТ Р ИСО/МЭК 21838-1-2021... Указ. соч.

#### 4. Получение новых знаний на основе синтезированной онтологической модели БПЛА мини-класса

В качестве примера выберем американский БПЛА мини-класса FLIR Black Hornet PRS<sup>4</sup>. Это небольшой беспилотный вертолет (рисунок 3) разработки компании Flir Systems для обеспечения военнослужащих ситуационной осведомленностью с получением изображений и видеоинформации в тактической ближней зоне.

Анализируемый БПЛА имеет следующие особенности, которые можно выявить из маркетинговых материалов: малозаметный дизайн, бесшумность, небольшой вес (33 г), модульная конструкция, возможность эксплуатации в дождливую погоду, полет в зоне без GPS покрытия, высокую ветроустойчивость (до 10 м/сек). БПЛА имеет на борту ряд оптических и инфракрасных сенсоров с 360-градусным покрытием, встроенную гибридную тепловизионную камеру, зашифрованную цифровую линию передачи данных. БПЛА обладает следующими максимальными ТТХ: скорость полёта около 20 км/ч, продолжительность полёта 25 мин, удаление на расстояние до 2 км [10].

В данном варианте мы уже имеем образец ВВСТ с заданными ТТХ. Задача заключается в построении онтологической модели его боевых свойств и выявлении новых знаний о его боевом применении против российских вооруженных сил.

Для решения таких задач используем разработанную онтологию боевых свойств перспективного вооружения и многоагентный подход для поиска необходимых знаний.

Создадим на основе разработанной и представленной выше ПрО «Боевые свойства перспективного вооружения» онтологическую модель FLIR Black Hornet (рисунок 4).

Как следует из крайне ограниченного описания его ТТХ, он обладает определенными эксплуатационными характеристиками – показателями скорости, продолжительности полета, и максимальной удаленности от оператора, которым управляется. Указанные значения относятся к сущностям «Автономность управления», «Маневренность» и «Дальность». Кроме этой информации по объекту ничего неизвестно.



Рисунок 3 – Беспилотный вертолет разработки компании FLIR Black Hornet PRS

<sup>4</sup> FLIR Black Hornet PRS: персональная разведывательная система // Дрономания. <https://dronomania.ru/professionalnye/flir-black-hornet-prs.html>; см. также [10].



К онтологической модели FLIR Black Hornet, построенной на основе онтологии «Боевых свойств», можно задать, например, следующие практически важные для боевых действий вопросы:

Можно ли перехватить управление БПЛА FLIR Black Hornet?

Способен ли FLIR Black Hornet обнаружить замаскированную позицию на удалении от противника свыше 5 км?

Визуально обнаружен FLIR Black Hornet, пролетевший в сумерках на высоте 10 м по азимуту 270 град. Зафиксировал ли мини-БПЛА скопление нашей техники?

Способны ли средства РЭБ подавить FLIR Black Hornet?

Что будет, если уничтожить оператора FLIR Black Hornet?

Приведем алгоритмы ответов на первые два вопроса. Такие алгоритмы строятся в процессе взаимодействия агентов в формате (запрос-ответ), по существу, путем прохождения по «дереву принятия решений».

Алгоритм получения нового знания по вопросу перехвата управления.

Запрос: автономность управления? Задействуется предикат: «*включает*» оператора. Ответ: Полуавтономное.

Запрос: квалификация? Задействуется триплет: «*Полуавтономное управление требует действий квалифицированного оператора*». Задействуется предикат «*обладает*». Переход к атрибуту «Квалификация». Ответ: Квалифицированный.

Запрос: работает РЭБ? Ответ: Да.

Запрос: канал зашифрован? Ответ: Да.

Запрос: РЭБ эффективна? Задействуется триплет: «*Если канал зашифрован, то РЭБ неэффективна*». Ответ: Нет.

Запрос: можно ли перехватить управление БПЛА FLIR Black Hornet? Задействуется правило: «*Если канал зашифрован, то перехватить управление невозможно*». Ответ: перехватить управление невозможно, так как канал зашифрован, управляет квалифицированный оператор, РЭБ неэффективна.

Алгоритм получения нового знания по вопросу: «Способен ли FLIR Black Hornet обнаружить замаскированную позицию на удалении от противника свыше 5 км?»

Запрос: Подвижность? Задействуется предикат: «*определяется атрибутом*». Ответ: Дальность.

Запрос «Введите значение». Задействуется предикат: «*имеет значение*». Ответ: Введено значение «5 км».

Запрос: Способен ли FLIR Black Hornet обнаружить замаскированную позицию на удалении от противника свыше 5 км? Задействуется триплет: «*максимальное удаление на расстояние до 2 км*». Ответ: FLIR Black Hornet не способен обнаружить замаскированную позицию на удалении от противника свыше 5 км, так как по характеристикам объекта максимальное удаление от оператора на расстояние до 2 км».

## Заключение

Активное развитие современных информационных технологий и придание интеллектуальности различным системам ВВСТ требует введения новых, пока даже не всегда осознанных и исследованных боевых свойств перспективных образцов ВВСТ. В силу множества противоречивых мнений особенно сложны и чувствительны процессы задания тактико-технических характеристик для образцов ВВСТ, по сути обеспечивающие боевые свойства.

Для формализации описания боевых свойств и тактико-технических характеристик образца ВВСТ, а также их атрибутов, в работе предложено использовать современный методический аппарат – онтологию ПрО. Средствами программного комплекса Protégé построена онтология боевых свойств перспективных образцов ВВСТ, включая робототехнические средства наземного базирования, беспилотные летательные аппараты различных классов, комплексы направленного действия, безэкипажные корабли и автономные необитаемые подводные аппараты.

Показано, что в силу установленных связей и зависимостей боевых свойств, а также связанных с ними знаний и аксиоматических правил реализуется возможность получения новых знаний об объектах, обладающих соответствующими боевыми свойствами.

Новизна предлагаемого подхода связана с учетом неполноты знаний и неопределенностей об условиях применения перспективных образцов ВВСТ и характере решаемых задач. Эту информацию необходимо включить в модель предметной области ВВСТ.

Исследования, проведенные в данном направлении, показали высокий научно-технический потенциал использования предметно-ориентированных онтологий для решения задач оборонного значения. Так, в следующих статьях этого цикла будет представлен новый методический аппарат формирования обликов образцов перспективного вооружения с использованием онтологий Про «Боевые свойства», «Перспективные военно-технические задачи» и методов генеративного искусственного интеллекта.

#### Список источников

1. Городецкий В.И., Самойлов В.В., Троцкий Д.В. Базовая онтология коллективного поведения автономных агентов и ее расширения // Известия РАН. Теория и системы управления. 2015. №5. С. 102-121.
2. Орлов С.П., Сусарев С.В. Система поддержки принятия решений при управлении техническим обслуживанием автономных транспортных средств // Онтология проектирования. 2023. Т.13. №3(49). С.424-436.
3. Массель Л.В., Ворожцова Т.Н., Пяткова Н.И. Онтологический инжиниринг для поддержки принятия стратегических решений в энергетике // Онтология проектирования. 2017. Т.7. №1(23). С. 66-76.
4. Асанов А.З., Мышкина И.Ю., Грудцына Л.Ю. Применение графовых моделей в проектном управлении // Онтология проектирования. 2023. Т.13. №2(48). С.232-242.
5. Ахмедьянова Г.Ф., Пищухин А.М. Онтологический подход к проектированию научно-производственных систем // Онтология проектирования. 2022. Т.12. №1(43). С.57-67.
6. Бонин А.С., Фомин М.В. Основные принципы и методический подход к обоснованию уровневых значений показателей боевых свойств перспективных авиационных комплексов военного назначения // Военная Мысль. 2009. №1. С. 52-59.
7. Коршиков Д.Н., Лахин О.И., Носкова А.И., Юрыгина Ю.С. Методы представления знаний для решения задач моделирования // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем. 2015. №5. С. 425-428.
8. Абросимов В.К., Гладкий А.В. Интеллектуальность боевых свойств перспективных робототехнических комплексов наземного базирования // Известия РАРАН. 2024. №1(131). С. 109-115.
9. Абросимов В.К. Коллективы интеллектуальных летательных аппаратов. М.: Наука, 2017. 304 с.
10. Ананьев А. Д. Миниатюрный разведывательный БПЛА Black Hornet // Актуальные исследования. 2021. №23(50). С. 17-19.

#### Информация об авторах

В.К. Абросимов – доктор технических наук, старший научный сотрудник.