Ивлев А.А.
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Артеменко В.Б.

Онтология военных технологий: основы, структура, визуализация и применение (1 часть)

В статье обоснована актуальность и сформулированы предложения по созданию онтологии военных технологий на основе методологии концептуальных карт (Cmap). Разработан базовый вариант онтологии военных технологий, поясняющий взаимосвязи между основными концептами. Предложены направления применения онтологии для решения задач программно-целевого планирования развития военных технологий.

1. Актуальность разработки онтологии военных технологий

Характерные особенности экономики знаний наиболее ярко проявляются в области развития вооружения и военной техники, где все большее значение приобретает научно-технический задел - совокупность научных и технологических знаний, позволяющая создавать перспективное и нетрадиционное оружие.

Основной объём работ по созданию новых военных технологий осуществляется в рамках Программы развития базовых военных технологий (БВТ). Очевидно, что для обоснования программы и эффективной реализации её результатов необходимо глубокое, разделяемое всеми участниками программы понимание сущности, структуры, свойств, закономерностей совершенствования объекта развития – военных технологий.

К сожалению, к настоящему моменту времени пока не существует общепринятой теории технологий, отвечающей на основополагающие вопросы: Что такое технология? Каковы ее свойства и особенности? Откуда она появляется и как реализуется при создании новых изделий? Как она развивается? Как она эволюционирует? Как возникают прорывные и подрывные технологии?

Отсутствие общей теории технологий порождает многообразие взглядов и мнений, несогласованность и неразбериху в вопросах планирования и реализации исследований по созданию новых технологий, в вопросах обучения молодых специалистов по технологическому развитию.

В умах многих отечественных специалистов до сих пор господствует «производственный уклон» - мнение о том, что технология – это нечто, связанное, главным образом, с производством продукции, с организацией производственных процессов, с цепочками применения станков, оборудования и оснастки.

На самом деле, не отрицая важности производственной составляющей в развитии технологий, следует подчеркнуть, что главное в развитии технологического домена – это технологии продукции (product technologies), это конструктивные, функциональные особенности изделий и систем, направленные на удовлетворение текущих и будущих потребностей людей. В конечном итоге, производственный аспект в развитии технологий носит подчиненный, вспомогательный характер. Ведущей тенденцией технологического развития является создание новых изделий и продуктов с более совершенными потребительскими свойствами. Если рассуждать на примерах и более абстрактно, то можно утверждать, что человеку для решения новых задач и удовлетворения постоянно возрастающих потребностей нужны новые более мощные компьютеры, более безопасные и более комфортабельные самолёты, более скоростные и более экономичные автомобили и многие другие потребительские технические изделия. И все исследования, и ресурсы, в первую очередь,

будут направлены на создание сначала технологий продукции, технологий вышеперечисленных устройств.

В случае компьютера, технология изделия - это его архитектура, основные элементы, правила взаимодействия этих элементов, человеко-машинный интерфейс, программное обеспечение. То есть первоосновой технологического развития в данном примере является технология нового компьютера, а технология его производства носит подчиненный и обеспечивающий характер и будет востребована только при условии создания технологии самого компьютера.

В конечном итоге неоднозначность и многообразие взглядов и мнений на порядок развития технологического домена приводят к межведомственной несогласованности и неразберихе, результатами которых является снижение функционально-экономической эффективности планирования и реализации работ по созданию новых технологий, затягивание сроков создания новой техники и другой продукции, экономические потери.

Все перечисленные недостатки и функционально-экономические потери из области гражданских технологий синергетически усиливаются (умножаются) при проецировании их на область военных технологий. Проекты по разработке военных технологий и вооружения обычно превосходят гражданские по масштабам, срокам реализации, затратам и числу привлекаемых специалистов из различных ведомств. Функционально-экономические потери, обусловленные недостатками взаимопонимания специалистов различных ведомств, при создании военных технологий и вооружения не «исправляются рынком», а накапливаются и пополняют и без того существенные затраты военного ведомства и налогоплательщиков.

Сложившееся положение вещей наносит определенный ущерб имиджу Программы развития БВТ, в которой в целом за последние годы получены значительные результаты по созданию технологий перспективного и нетрадиционного вооружения.

Приведенные выше аргументы подтверждают актуальность тематики данной статьи, имеющей в качестве главной цели – разработку онтологии военных технологий, которая будет наглядно представлять основные концептуальные элементы области военных технологий и характер их взаимодействия, позволит существенно улучшить взаимопонимание специалистов, участвующих в планировании и разработке военных технологий, создаст единую основу для подготовки специалистов по инновациям в области технологического развития.

Основой для разработки онтологии военных технологий (ОВТ) послужили открытые публикации по проблеме развития военных технологий [1, 2], а также работы, затрагивающие проблему создания общей теории технологий [3, 4, 5]. В этом ряду публикаций следует особо выделить книгу профессора Института Санта Фе Брайана Артура «Природа технологии. Что это такое и как она эволюционирует?» [4], знакомство с которой послужило толчком к разработке знание-центрической теории технологий и данной статьи.

2. Понятие онтологии военных технологий и особенности её создания с помощью концептуальных карт (CMAP)

В настоящее время для наглядного представления концептуальной модели предметной области в различных сферах науки и человеческой деятельности всё чаще используются онтологии. По определению Тома Груббера, впервые применившего это понятие в области информационных технологий [6], онтология как спецификация концептуализации - уже не только философский термин, означающий учение о бытии. Сначала термин в новом значении начал использоваться в области математики, где слабо формализованные концептуальные модели всегда сопутствовали строгим математическим определениям. Сейчас онтологии всё более широкое применение находят в мягких науках – менеджменте, экономике, электронном бизнесе, где структурирование и визуальное представление информации составляет значительную сложность [7]. К числу таких «размытых» междисциплинарных об-

ластей, в которых ощущается насущная необходимость определённого упорядочения на основе построения онтологии с элементами визуализации, в данной работе нами отнесена область военных технологий.

Хотя понимание термина онтология и само модельное представление онтологии существенно зависит от контекста и целей их использования, в дальнейшем в данной работе будем придерживаться следующего формального представления

$$O = (C, R, A),$$

где C — конечное множество концептов (понятий, терминов) предметной области, которую представляет онтология; R — конечное множество отношений между концептами; A — конечное множество аксиом или функций интерпретации, заданных на концептах и (или) отношениях.

Область военных технологий характеризуется отсутствием нормативно установленных определений, строгой классификации технологий. Военные технологии постоянно развиваются, что отражается в расширении, изменении понятийной системы. Создание формальной онтологии для такой предметной области является чрезвычайно сложной задачей. Поэтому для формирования исходной онтологической модели области военных технологий предлагается использовать методологию концептуальных карт (концепт-карт, CMAP).

Концепт-карта — это графический инструмент для организации и представления знаний. По сути, они являются циклическими графами, причём вершинами графа являются понятия (концепты – C), а рёбрами графа являются связи между понятиями (отношения – R). Концепты выражаются лексическим термином - словом (или словосочетанием). Пример концепт-карты, рекурсивно раскрывающей свою сущность, представлен на рис. 1.

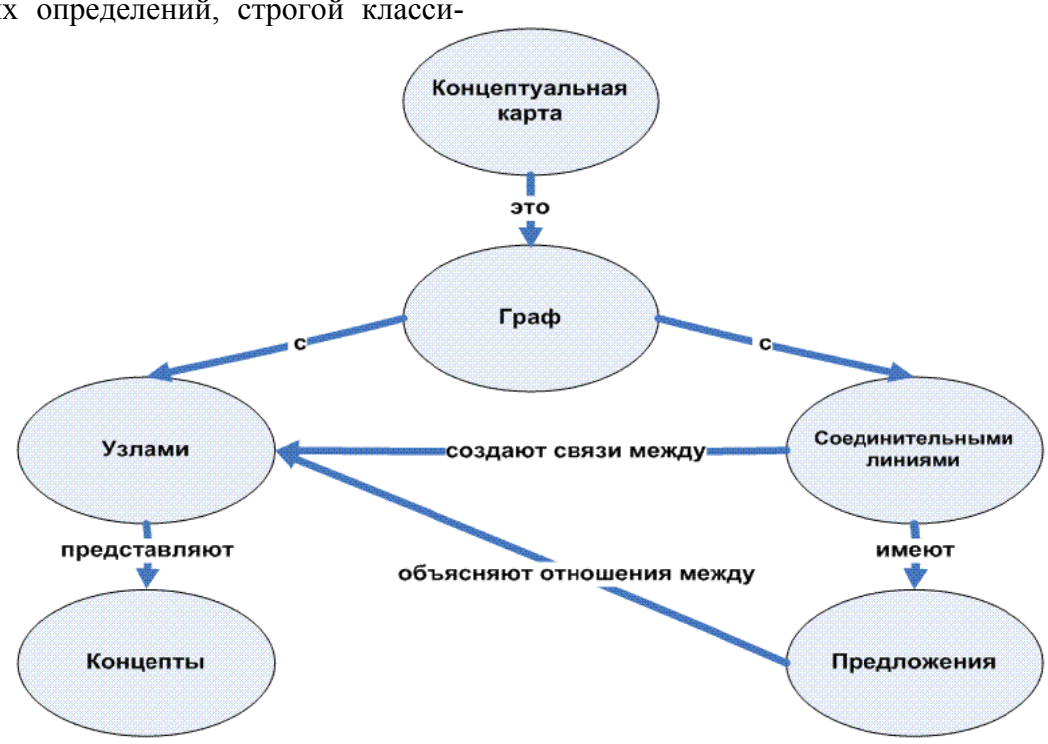

Рисунок 1 – Рекурсивная модель концептуальной карты

Впервые концепт-карты были предложены в начале 70-х гг. профессором Джозефом Новаком (Joseph D. Novak) из Корнелльского университета для изучения детского мышления и формирования первых научных понятий. Это исследование использовало идеи Дэвида Аусубела [8] о формировании понятийного мышления. Концепт-карты оказались эффективным инструментом отображения понятийной системы человека. Благодаря этому они стали использоваться в обучающих системах (E-learning), для формальных обоснований в химии и аргументации высказыва-

ний в биологии, затем для описания процессов проведения научных исследований и при разработке баз знаний.

Концепт-карты можно отнести к так называемым «легким» онтологиям, у которых отсутствует аксиоматическая составляющая. Формально концепт-карту можно представить двойкой

$$O_{\text{k}} = (C, R),$$

где C — конечное множество концептов предметной области, которую представляет онтология; R — множество отношений между концептами. На рисунке 2 показано место CMAP в ряду онтологических моделей представления знаний о предметной области. В левой части рисунка в начале шкалы весомости располагаются простейшие формы представления знаний – словари, тезаурусы. Правую позицию занимает формальная онтология, включающая помимо концептов и отношений, множество аксиом, позволяющих на основе логики предикатов первого порядка получать новые утверждения. Онтологию, основанную на CMAP, по нашему мнению, следует поместить ближе к формальным онтологиям, благодаря гораздо большей выразительной способности концепт-карт, по сравнению с другими неформальными онтологическими моделями.

Военные технологии представляют собой сложноструктурированную область [9, 10], включающую как абстрактные, обобщающие понятия, так и

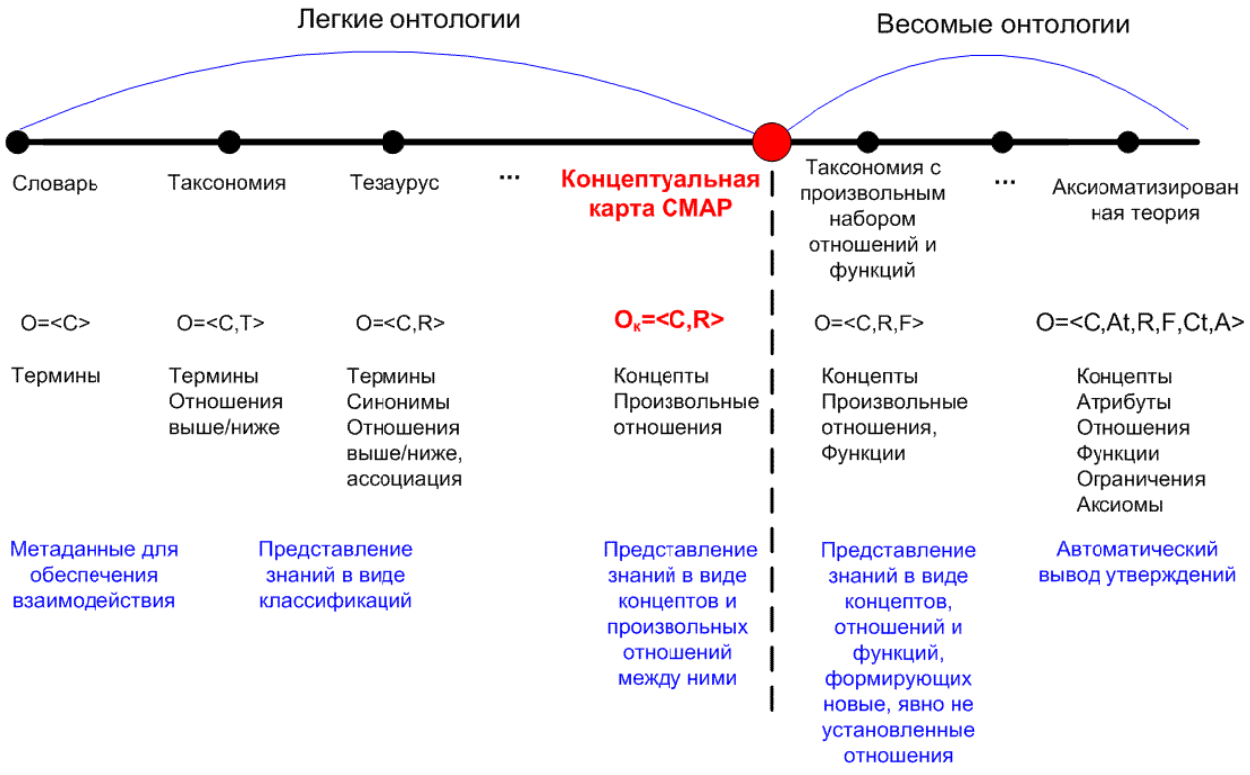

Рисунок 2 – Спектр онтологических моделей предметной области

прикладную терминологию, содержащую понятия по конкретным реализациям военных технологий.

В структуре онтологической модели военных технологий предлагается выделить четыре основных уровня (рис. 3). Первый уровень – онтология представления знаний, описывает область представления знаний. Цель первого уровня - создание языка для спецификации онтологий более низких уровней. В нашем случае онтологией верхнего уровня является методология CMAP, модель которой представлена на рис. 1.

Рисунок 3 – Уровни онтологической модели области военных технологий

Поскольку область военных технологий является подклассом области технологий, то была введена соответствующая онтология верхнего уровня. Онтология верхнего уровня может использоваться как основа для построения онтологий различных предметных областей. В нашем случае она описывает основные понятия в области технологий, такие как технология, знание, технофакт, продуктовая технология, производственная технология, гражданская технология, двойная технология, продукт и др. Третий уровень содержит онтологию предметной области - военных технологий, описывающую основные концепты технологий, связанных с конструкцией, функционированием, применением, производством изделий военной техники. По своей структуре онтология военных технологий является продолжением онтологии технологий.

Прикладные онтологии военных технологий, составляющие четвертый уровень, описывают множество реализаций военных технологий. Они содержат специфичную информацию – концепты и отношения, раскрывающие особенности определенных видов оружия и военной техники

(лазерное оружие, динамическая защита, гиперзвуковой носитель, компьютер на основе перепрограммируемых логических матриц, система навигации и др.).

3. Модель онтологии военных технологий

Современная область военных технологий чрезвычайно сложна и разнообразна. Мы все являемся свидетелями её постоянного развития и экспоненциального расширения. Появление новых видов оружия, таких как лазерное, информационное, пучковое, нелетальное и др., вовсе не перечеркивает необходимость хранения знаний о многовековой истории традиционного вооружения, о законах и закономерностях его развития, об опыте применения в прошедших войнах и вооруженных конфликтах.

Большинство теорий инновационного развития военных технологий и технологий вообще утверждают, что радикальные инновации и революционные изменения – это результат отнюдь не внезапного озарения отдельных изобретателей, а творческой рекомбинации идей, людей и объектов, как компонентов уже существующих технологий [5,12].

Структура области военных технологий с целью наилучшего когнитивного восприятия и упрощения практического применения рассматривается как сложноструктурированный объект, состоящий из отдельных подобластей и их разделов. В свою очередь область военных технологий сама является частью более глобальной структуры – области знаний о технологиях вообще.

К настоящему времени общепринятой онтологии технологий в целом, которая представляет собой онтологию верхнего уровня, не создано. Поэтому в данной работе задача разработки онтологии военных технологий является основной, но рассматривается во взаимной увязке с более общей задачей создания онтологии технологий в целом.

3.1. Онтология технологий

Понятие технологии относится многими специалистами к «граничным объектам» (boundary objects), которые используются при взаимодействии нескольких научных сообществ (или, в более общем понимании, социальных миров), например, биологами, кибернетиками, бизнесменами, экономистами, военными, и удовлетворяет различным требованиям этих сообществ [13]. Граничные объекты обеспечивают упорядочивание отношений между научными сообществами. Наиболее удобным полем для изучения взаимоотношений, складывающихся между людьми и объектами, является наука и технологии. Во-первых, категории и границы играют в науке огромное значение. А во-вторых, ученые очень часто переносят объекты одной области в другие. Соответственно все области науки и технологий становятся всё более междисциплинарными.

Онтология, являясь своеобразным интерфейсом между специалистами различных сообществ, также относится к граничным объектам. Следовательно, сложное понятие «онтология военных технологий» является граничным объектом «в квадрате», что еще раз подчеркивает актуальность ее создания на современном этапе.

Кроме этого, любой граничный объект автоматически становится предметом усиленного изучения, развития и областью получения нового знания, потому как над его совершенствованием работают специалисты нескольких смежных отраслей. Повышенное внимание специалистов к граничным объектам объясняется стремлением людей на психологическом уровне уточнить смысл объекта, найти его место в сложившейся модели предметной области.

Специалистами Массачусетского технологического института (MIT) понятие граничного объекта используется при решении задач интеграции знаний, координации деятельности и налаживания взаимодействия нескольких научных коллективов. В общем виде процесс, обеспечивающий системную интеграцию множества онтологий для сложноструктурированных областей знаний, можно описать следующей формулой [13]

$$O^U = \prod_i \bigcup O_i, i = \overline{1,N},$$

где $\prod \bigcup$ – знак концептуального объединения. Смысл этого знака состоит в системной интеграции исходных онтологиче-

ских графов с учетом областей определения O_i ($i = \overline{1, N}$) и их взаимосвязей и взаимодействия.

Основой построения онтологии технологий стали предложения по созданию знаниецентрической теории технологии [1, 2, 14], согласно которой технология – это кодифицированные знания о технофактах и способах их создания. Данное определение понятия «технология» обусловливает состав основных концептов онтологии технологий, к которым относятся: технология, знания, технофакт, военная технология, теория технологий. Они выделены на схеме (рис. 4) желтым цветом и имеют овальную форму.

Технология представляет собой сложный объект, который может включать в себя другие технологии. Совокупность вложенных технологий структурирована определенным образом. Состав вложенных технологий и структура их взаимосвязей определяют архитектуру технологии.

Знаниецентрический характер подхода к рассмотрению технологий нашел отражение в онтологической связи, соединяющей концепты «технология» и «знания». Знания могут быть явные (зафиксированные в виде публикаций, учебных пособий, научно-технической документации, электронных моделей, макетов, изделий, конструкторской документации) и неявные – навыки, умение, опыт специалистов, которые существуют только вместе с человеком.

Явные знания включают научные знания. Научные знания и навыки позволяют создавать технофакты.

Под технофактом понимается продукт или процесс, созданный человеком для решения определенных задач жизнедеятельности. Суть понятия технофакта становится ясной, если рассматривать его в сравнении артефактом [14]. В американском словаре «The American Heritage Dictionary» артефакт объясняется как объект, созданный человеком, в частности инструмент, оружие, сооружение, скульптура, украшение, представляющее исторический или археологический интерес. Более простое интуитивное определение следующее: артефакт – это любой предмет, созданный человеком.

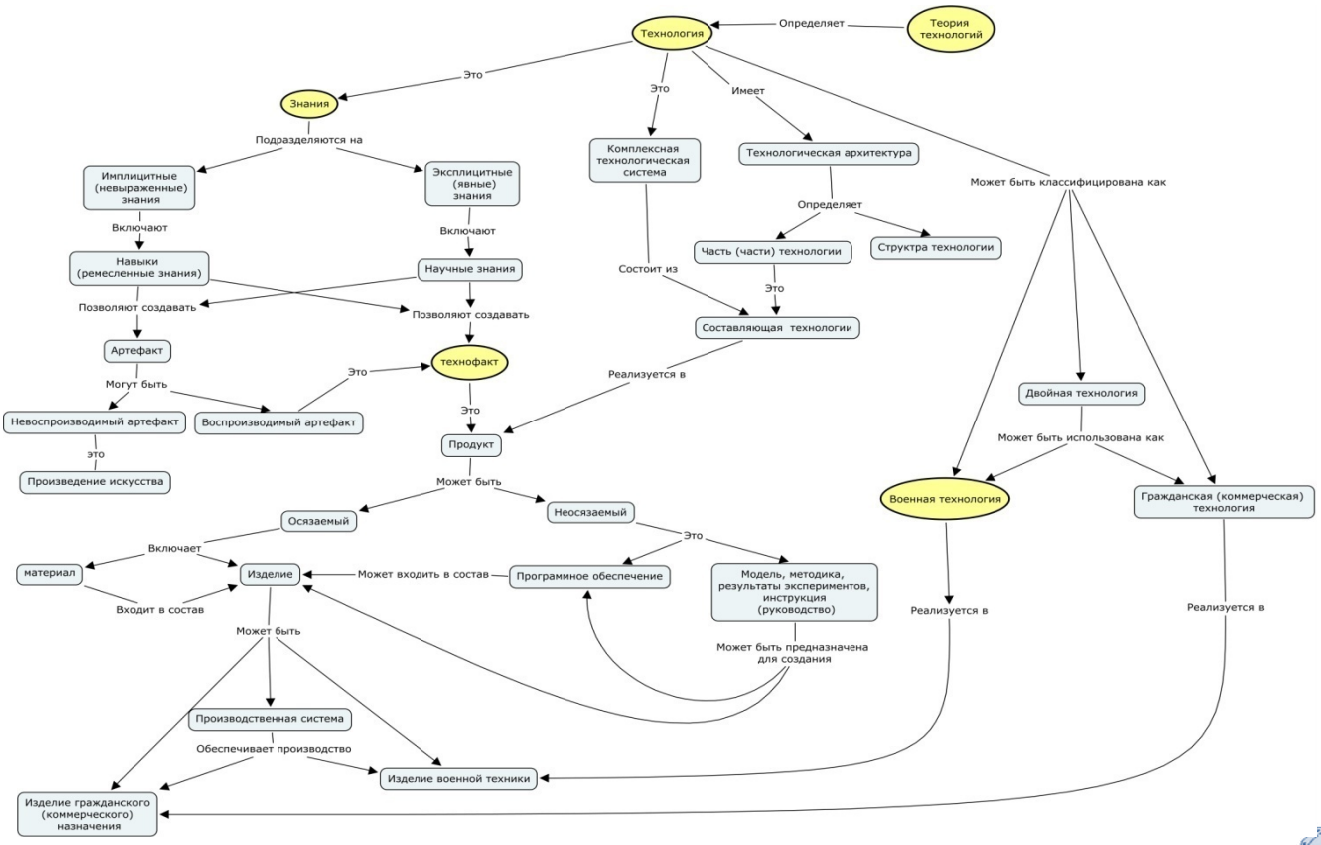

Рисунок 4 – Онтология технологий, разработанная на основе CMAP

Артефакты подразделяют на две группы: артефакты, которые не могут быть воспроизведены (произведения искусства) и воспроизводимые объекты, экземпляры которых идентичны. Вторая группа объектов и называется технофактами, которые являются элементарными частицами технологий.

Важной составляющей онтологии технологий является таксономия технологий. Технологии предлагается классифицировать по следующим признакам:

назначению и своей сущности;

сложности;

сфере использования.

По назначению и своей сущности технологии разделены на два основных класса: продуктовые и производственные. Первый класс составляют технологии продукции – архитектурные и конструктивные решения, состав и характеристики составных частей изделия, особенности функционирования изделия. Например, технология проецирования информации на ветровое стекло автомобиля, фонарь самолета; технология изменения фаз газораспределения в двигателе внутреннего сгорания, технология построения гребного винта с изменяемым шагом. Технологии второго класса обеспечивают создание, серийное изготовление, ремонт изделий. Примерами таких технологий являются технология сварки деталей из цветного металла в инертном газе, технология горячей штамповки, технология литья крупногабаритных чугунных деталей, технология постановки судна в сухой док, технология заправки самолета кислородом и др.

По степени сложности технологии и соответствующие им технофакты, согласно [5, 14, 15], подразделяются на следующие шесть уровней:

а) материал (material) (основные материалы, такие как сталь, стекло, пластик, порох и др.);

б) элемент или компонент (component), аналог детали в ЕСКД (элементарные изделия из одного материала, которые не требуют сборки, используются как составные части, например, микросхема, вал, провода, строительные элементы, модуль программы);

в) сборочная единица (assembly) (изделие, состоящее из деталей, способное выполнять только одну функцию, например, источник питания, генератор, двигатель);

г) система (system) (сложное многоцелевое изделие, состоящее из сборочных единиц и деталей. Примерами являются радиолокационная станция, персональный компьютер);

д) платформа (platform) (основа или носитель, на которую могут быть установлены и функционировать другие системы (примерами являются корабли, самолеты, бронемашины, здания, сооружения));

е) система систем (system of system) (широко распределенная совокупность систем и платформ, функционирующих совместно для решения общей задачи или системы задач. Примерами являются система предупреждения о ракетном нападении, государственная система управления воздушным движением, ударно-разведывательный комплекс с беспилотным летательным аппаратом и др.).

По сфере использования технологии могут быть классифицированы на гражданские, военные и двойные. Военные технологии составляют продуктовые и производственные технологии, предназначенные для реализации в военной сфере.

Двойные технологии могут использоваться как для гражданской продукции, так и для создания, поддержки эксплуатации, ремонта, утилизации изделий военной техники.

Важное значение имеет концепт «Критическая технология». В настоящее время термин «Критическая технология» употребляется в трех основных смысловых значениях [2]:

наиболее приоритетные технологии с точки зрения научно-технологического развития на государственном, региональном, ведомственном уровне;

технологии, необходимые для производства стратегически важной продукции, утраченные вследствие распада СССР;

наиболее важные технологии при проведении опытно-конструкторских работ по созданию техники различного назначения.

Обобщая приведенные трактовки термина «критическая технология» можно утверждать, что это наиболее важные технологии для решения основных задач в определенной сфере деятельности, имеющие перспективу многократного применения и обладающие существенным экономическим и функциональным потенциалом.

3.2. Онтология военных технологий

К основным концептам области военных технологий, схема онтологии которой представлена на рис. 5, нами отнесены: военная технология, технология вооружения, технология производства вооружения, базовая военная технология, критическая военная технология, Перечень базовых и критических военных технологий, Программа развития базовых военных технологий.

Военные технологии представляют собой технологии, предназначенные для использования в военной сфере [2]. По аналогии с разделением технологий в целом на продуктовые и производственные, область военных технологий также подразделяют на технологии продукции - вооружения и производственные технологии - производства вооружения.

Технологии вооружения реализуются в образцах, комплексах, системах вооружения и проявляются в конструктивных особенностях, функциях, возможностях изделий военной техники. Технологии производства вооружения реализуются в производственном оборудовании, технологической оснастке, производственных процессах, в испытательной и контрольно-проверочной аппаратуре, используемых для производства, ремонта и утилизации изделий военной техники.

Для пояснения основных концептов онтологии военных технологий воспользуемся простейшей моделью вооруженной борьбы, построенной на основе теории Джона Бойда [11] (рисунок 6).

В соответствии с этой теорией предполагается наличие противника, с которым ведется вооруженная борьба в определенной сфере.

Обе противоборствующие стороны действуют и принимают решения в рамках цикла Бойда OODA – наблюдай, ориентируйся, решай, действуй.

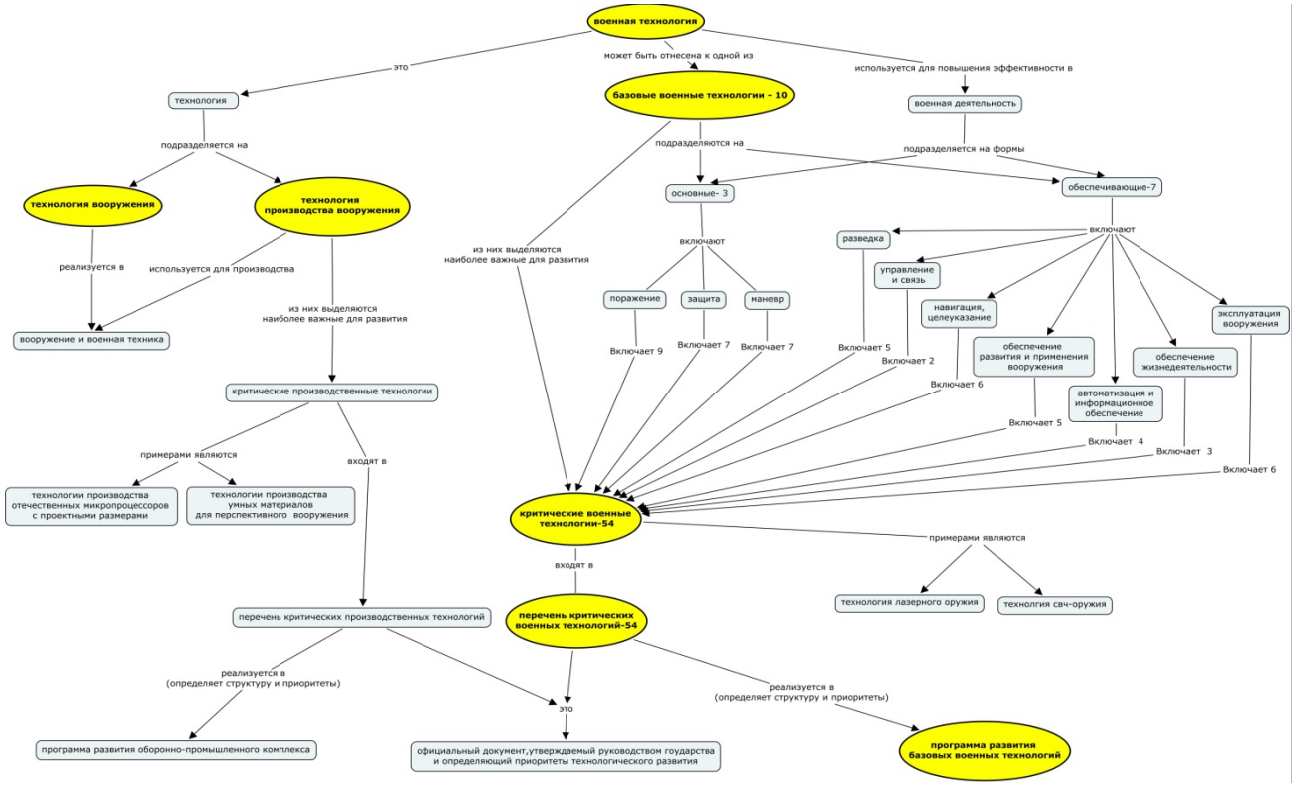

Рисунок 5 – Онтология военных технологий, разработанная на основе СМАР

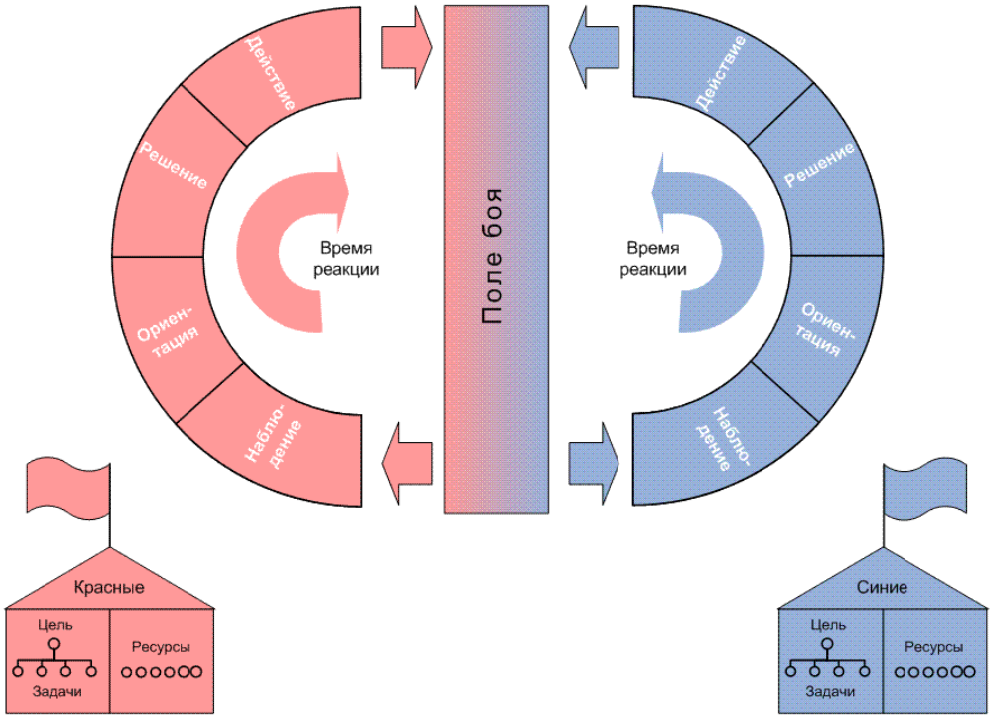

Рисунок 6 – Модель вооруженной борьбы двух противоборствующих сторон с учетом циклов OODA

В данной модельной ситуации существуют два основных способа достижения победы. Первый путь – сделать в количественном измерении свои циклы более быстрыми, что позволит перехватить инициативу, навязать противнику ход битвы, сражения, боя, вынудить противника отвечать на свои действия. Второй путь – улучшить качество принимаемых решений, то есть принимать решения, в большей степени соответствующие складывающейся ситуации, чем решения противника. Более качественные решения могут привести к более предпочтительным результатам, нежели быстрые, но неадекватные или плохо просчитанные действия.

Исходя их приведенных выше рассуждений, на каждом шаге процесса необходимо стремиться к постепенному улучшению качественных и количественных показателей деятельности. Побеждает в данной модели та сторона, у которой комбинация показателей скорости и качества военной деятельности выше.

Теория цикла военной деятельности OODA представляет удобный инструментарий для анализа, моделирования и разработки конкретных симметричных и асимметричных действий в развитии военных технологий и средств вооруженной борьбы. Визуальные образы универсальных циклов военной деятельности обеспечивают простоту и единство восприятия качественных оценок и предложений различными специалистами.

Каждый элемент цикла OODA может быть представлен как сложная макротехнология военной деятельности, эффективность которой обеспечивается развитием ее составляющих. Рассматривая каждую макротехнологию как метод (способ) решения одной из четырех задач в общем процессе военной деятельности, можно схематически изобразить следующую связь системы общепринятых базовых военных технологий с циклом OODA (рис. 7).

В настоящее время в отечественной практике выделяют десять базовых военных технологий [1], из которых три основных:

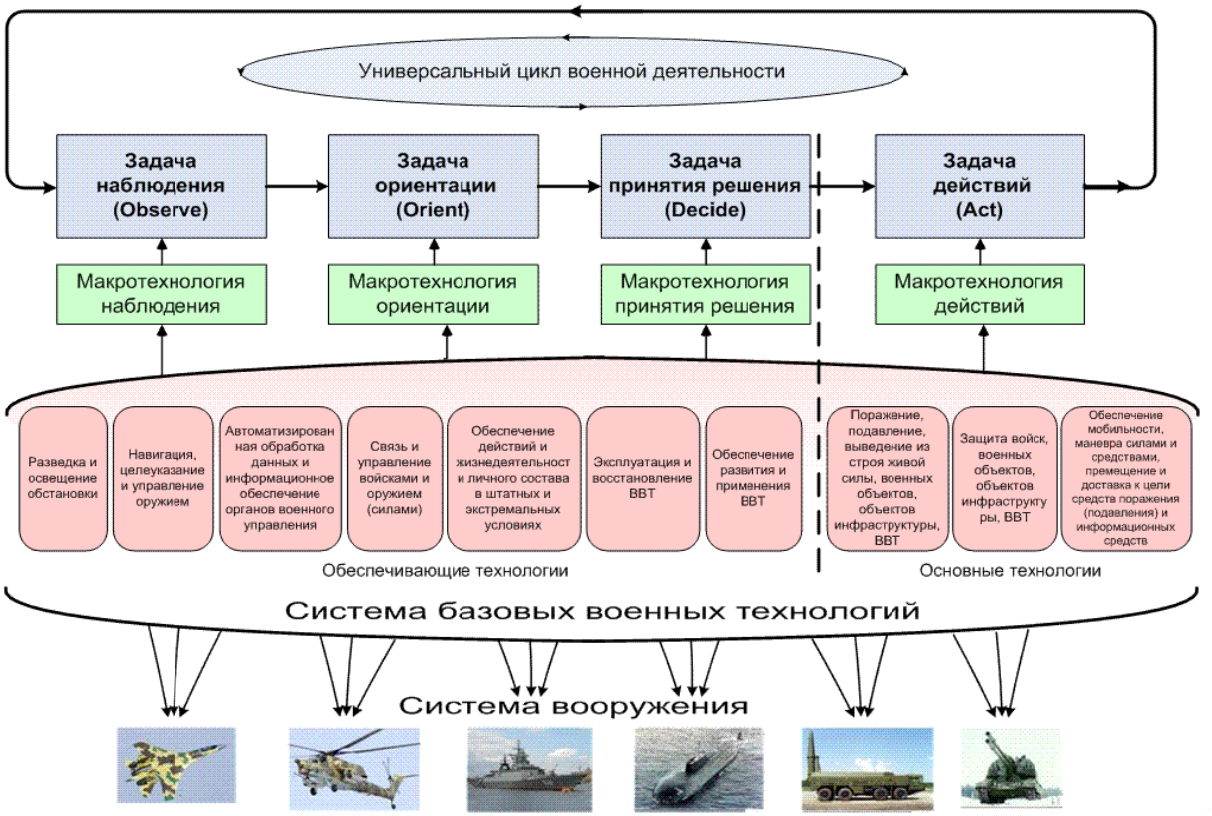

Рисунок 7 – Базовые военные технологии как результат детализации цикла военной деятельности OODA

поражение, подавление, выведение из строя живой силы, военных объектов, объектов инфраструктуры, военной техники;

защита войск, военных объектов, объектов инфраструктуры, военной техники;

обеспечение мобильности, маневра силами и средствами, перемещение и доставка к цели средств поражения (подавления) и информационных средств;

и семь обеспечивающих:

разведка;

управление и связь;

навигация и целеуказание;

обеспечение жизнедеятельности;

эксплуатация вооружения;

обеспечение развития и применения вооружения;

автоматизация и информационное обеспечение.

Выделение перечисленных БВТ носит достаточно условный характер и ориентировано на использование при обосновании и формировании раздела Государственной программы вооружения - Программы развития БВТ. Следует отметить, что аналогичные подходы к формированию базовых военных технологий используются в США, Австралии, Англии и др. странах. Так, в США в соответствии с директивой DoD D 7045.20 от 25 сентября 2008 года предусмотрено выделение 9 основных научно-технологических областей, в развитии которых заинтересовано Минобороны. В них группируются перспективные предложения по проведению исследований и формируются портфели научно-исследовательских и технологических разработок. Большинство из этих портфельных областей совпадает по охвату и по названиям с отечественными базовыми военными технологиями (command and control – технологии управления, protection – технологии защиты, force application – технологии поражения и т.п.).

Базовые военные технологии реализуются в конкретных образцах вооружения, составляющих систему вооружения, как это показано на рис. 7. Поэтому уровень развития БВТ играет решающую роль в определении возможностей, качества системы вооружения противоборствующих сторон.

В американских официальных документах, публикациях в прессе, научных работах цикл Дж. Бойда часто называют цепочкой уничтожения («kill chain»). При этом детализация этой цепочки на составляющие может быть различной [15]. В таблице 1 приведены несколько способов представления цикла Дж. Бойда. Следует подчеркнуть онтологический характер цикла OODA для американских военных специалистов. Какие бы они не использовали обозначения для цепочки уничтожения, практически все они входят в четыре этапа цикла Дж. Бойда.

Поскольку в основе военной деятельности лежит противоборство сторон, то все методы вооруженной борьбы можно разделить на антагонистические пары: наступление – оборона, нападение – отражение, укрепление – разрушение и т.д. Аналогичным свойством обладают и военные технологии. Например, технология поражения – технология защиты, технология управления и связи – технология подавления управления и связи, технология маневра - технология затруднения маневра, сковывания противника. В перечне базовых военных технологий асимметрия технологий явно не прослеживается, так как технология поражения предполагает применение целого ряда средств и способов поражения (кинетический, термический, барический, электронный, психологический).

Среди технологий, входящих в состав базовых военных технологий, выделяют наиболее важные, так называемые, критические военные технологии, которые обеспечивают решение принципиально новых военно-технических задач, существенный прирост тактико-технических характеристик изделий военной техники или значительное снижение затрат на их эксплуатацию.

Состав и приоритетность критических военных технологий с развитием области военных технологий и смежных областей непрерывно уточняется. Результатом работы по анализу и актуализации состава критических военных технологий является Перечень базовых и критических военных технологий. Перечень базовых и критических военных технологий представляет собой нормативный документ, утверждаемый Правительством РФ.

Таблица 1 – Способы представления цикла Бойда в форме цепочек уничтожения в различных документах

Этапы цикла Дж. Бойда	Военно-морские силы (Navy)	Сухопутные войска (Army)	Военно-воздушные силы (Air Force)	Объединенный комитет начальников штабов (JCS)	Технический отчет
Наблюдение (Observe)	Обнаружение (Detect)	Решение (Decide) Обнаружение (Detect)	Поиск (Find)	Обнаружение (Detect)	Обнаружение (Detect)
Ориентация (Orient)			Захват (Fix) Сопровождение (Track)	Идентификация (Identify) Определение (Locate) Сопровождение (Track)	Сопровождение (Track)
Решение (Decide)	Контроль (Control)		Поражение (Engage)		Выбор оружия (Assign Weapon)
Действие (Act)	Поражение (Engage)	Доставка средств поражения (Deliver) Оценка результата (Assess)	Оценка результата (Assess)	Уничтожение (Destroy)	Поражение (Engage) Оценка уничтожения (Assess Kill)

Он определяет приоритетные направления научно-технического развития вооружения и военной техники на определенную временную перспективу.

Перечень базовых и критических военных технологий используется для формирования структуры Программы развития базовых военных технологий и распределения ассигнований по направлениям реализации мероприятий Программы.

Программа развития базовых военных технологий представляет собой систему фундаментальных (прогнозных, поисковых) и прикладных НИОКР, направленных на создание научно-технического задела для совершенствования существующего и разработки перспективного вооружения в интересах всех видов и родов войск Вооруженных Сил Российской Федерации. Программа является средством реализации военно-технической политики государства в части обеспечения современного уровня ВВТ и сохранения у России способности самостоятельно создавать новые поколения средств вооруженной борьбы в интересах предотвращения и нейтрализации военных угроз Российской Федерации.

Каждая критическая военная технология представляет собой макротехнологию [2]. Термин макротехнология используется для обозначения класса крупных комплексных наукоемких технологий. По своей сути макротехнология – это совокупность знаний о способах (методах) создания, эксплуатации и применения определенного вида техники. С позиции структуры критическая технология – это совокупность технологий, необходимая для создания перспективного образца ВВТ определенного вида. Например, технология создания лазерного оружия, и, в частности, лазерного комплекса воздушного базирования ABL, отнесена к разряду критических технологий. В перечне критических технологий данная технология занимает всего лишь одну позицию. Но за этой позицией скрывается целое множество более элементарных составляющих технологий (технология самого силового лазера, технология обеспечения необходимой фокусировки лазерного излучения, технология удержания лазерного луча на цели и др.). То есть критическая военная технология складывается из множества более элементарных составляющих технологий. Это нашло отражение в структуре онтологии военных технологий, которая включает уровень прикладных онтологий. Прикладные онтологии военных технологий, в свою очередь, также имеют сложную структуру, множество вариантов различных таксономий: по назначению, решаемым задачам, завершенности, масштабу, сложности. Полезным при разработке прикладных онтологий военных технологий будет издание, посвященное планированию развития средств вооруженной борьбы общего назначения [16].

3.3. Прикладные онтологии военных технологий

Прикладные онтологии военных технологий охватывают широкую область знаний как по уровню сложности (по вертикали), начиная от материалов и до системы систем, так и по отраслям науки и технологий (по горизонтали) – вычислительная техника, информационные технологии, химия, медицина, биотехнологии, лазеры и др.

Отличительная особенность прикладных онтологий заключается в том, что при создании и развитии концептуальных карт определенных военных технологий в их состав, наряду с концептуальными знаниями, включаются элементы фактографических знаний - составные части технологий, предприятия и организации, значения характеристик, образцы вооружения, наименования проектов, сроки, объемы ассигнований.

Можно говорить, что прикладные онтологии военных технологий занимают граничное положение между онтологией военных технологий, понимаемой как согласованная концептуализация области военных технологий, и системами накопления знаний (базами знаний).

В рамках данной статьи ограничимся иллюстративными примерами прикладных онтологий двух областей: технологии аппаратно-реконфигурируемых вычислительных модулей и технологии кибервойны.

3.3.1. Онтология технологии аппаратно-реконфигурируемых вычислительных модулей

Онтология технологии аппаратно-реконфигурируемых вычислительных модулей (АРКВМ) раскрывает одну из наиболее перспективных военных технологий, обладающую существенным военным, экономическим потенциалом и широкой областью возможного применения [17]. Базовый фрагмент данной онтологии приведен на рис. 8.

Технология аппаратно-реконфигурируемых вычислительных модулей является примером развития технологий на стыке наук - когнитивной науки и информационных технологий, что во многом определило ее потенциальную значимость и перспективность.

Принципиальное достоинство технологии аппаратно-реконфигурируемых вычислительных модулей заключается в реконфигурации – возможности перестройки архитектуры вычислительных модулей на оптимальное (рациональное) решение пользовательских задач.

Анализ современных тенденций развития техники военного и гражданского назначения [17] показывает, что использование технологий АРКВМ непосредственно способствует обеспечению таких принципиально важных свойств технических систем, как интеллектуальность, адаптивность, автономность и роботизация и др.

Основное направление развития технологии АРКВМ составляют большие, быстродействующие, программируемые логические матрицы (field-programmable gate array, FPGA). FPGA - аппаратные схемы, которые могут быть модифицированы практически в любой момент в процессе их использования.

Они состоят из конфигурируемых логических блоков, подобных переключателям с множеством входов и одним выходом.

Принципиальное отличие FPGA состоит в том, что и функции блоков, и конфигурация соединений между ними могут многократно меняться в течение миллисекунд с помощью специальных сигналов, посылаемых схеме.

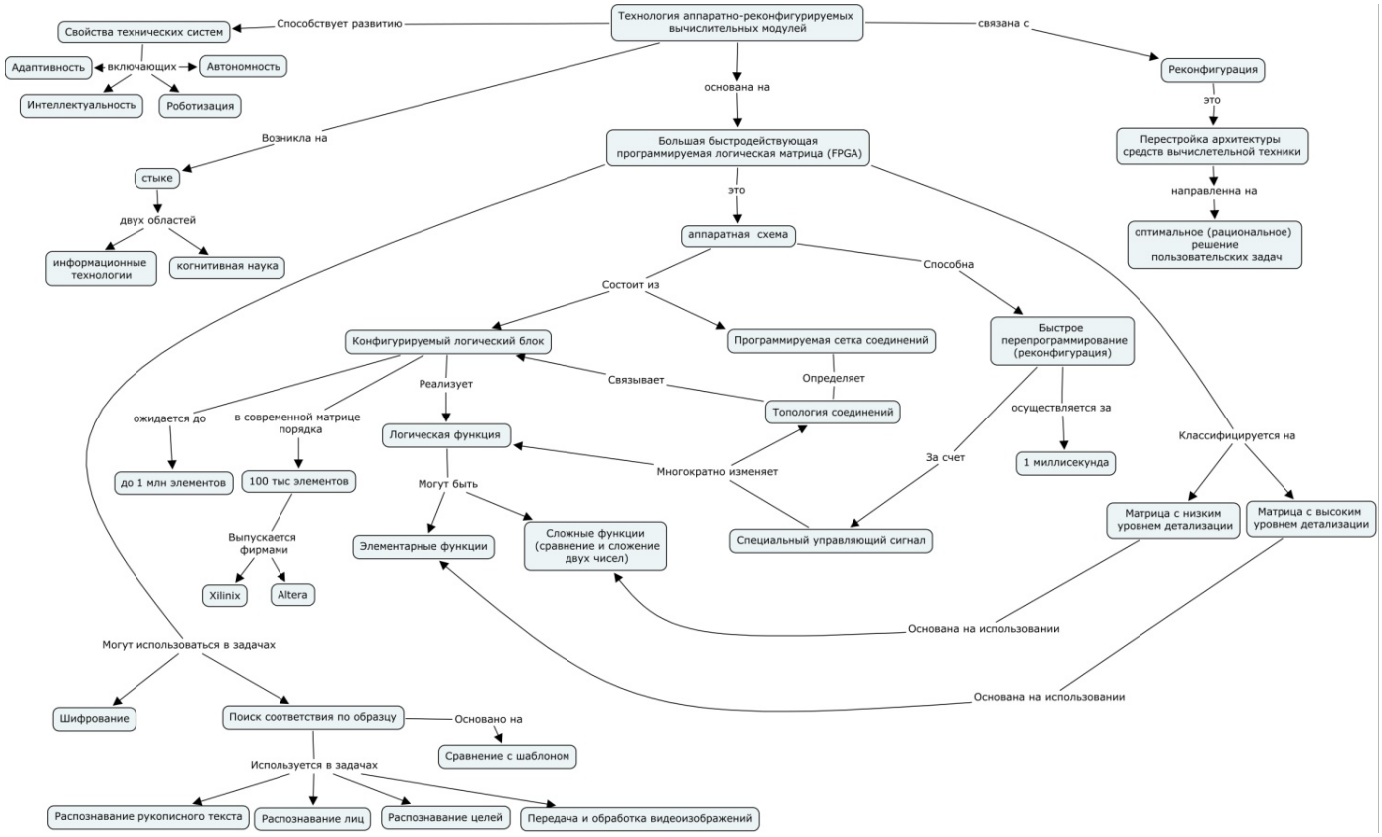

Рисунок 8 – Базовый фрагмент онтологии технологии аппаратно-реконфигурируемых вычислительных модулей

Базовый фрагмент онтологии технологии АРКВМ наглядно демонстрирует как основные принципы технологии, ее составляющие, так и возможные области реализации технологии, а также включает элементы фактографических знаний: наименования фирм – изготовителей современных аппаратных схем, реализующих данную технологию, основные численные параметры – количество элементов, скорость реконфигурации.

3.3.2. Онтология технологии кибервойны

В течение нескольких последних лет произошёл существенный скачок внимания к проблемам киберпространства и его использованию в военных целях [18]. Число специалистов, занимающихся исследованиями области киберпространства и кибербезопасности, постоянно увеличивается. Поэтому создание единой онтологической схемы с соответствующим понятийным аппаратом и элементами визуализации представляется чрезвычайно актуальным. Актуальность разработки онтологии данной предметной области подтверждается фактом появления на русском языке книги Ричарда Кларка и Роберта Нейка под названием «Третья мировая война: какой она будет?» [19]. К сожалению, наши книгоиздатели не только исказили её истинное наименование «Cyber War.The next treat to national security and what do about it» («Кибервойна. Следующая угроза национальной безопасности и что это такое»), но и снабдили её дополнительным политическим подзаголовком «Высокие технологии на службе милитаризма». По логике хотелось бы, чтобы эти высокие технологии были, в первую очередь, достоянием отечественных специалистов. Среди основных постулатов этой работы отметим пять, по нашему мнению, наиболее важных:

кибервойна реальна (пока столкновения в киберпространстве не отражают реальных возможностей таких государств, как США, Китай и Россия; пока используются самые примитивные средства);

кибервойна распространяется со скоростью света (поскольку «фотоны атакующего пакета» передаются по оптоволоконным линиям невероятно быстро, промежуток времени между началом атаки и её последствиями едва ли поддаётся оценке, что создаёт дополнительные риски для лиц, принимающих решения в критический момент);

кибервойна глобальна (киберпространство охватывает весь мир - любое государство, имеющее на своей территории компьютеры и серверы, может стать участником киберконфликта);

кибервойна охватывает все сферы (из киберпространства доступны любые государственные информационные и функциональные системы от банков и медицинских учреждений, до систем транспорта и ПВО);

кибервойна уже началась (ожидая нападения, государства готовятся к войне: они проникают в сети, информационные структуры друг друга, припасают «чёрные ходы» и логические бомбы, и делают это уже сейчас, в мирное время. В киберпространстве грань между миром и войной оказывается размытой).

Становление глобального информационного общества характеризуется бурным развитием компьютерных и телекоммуникационных сетей, информационных технологий и систем, их всемерной интеграцией в инфраструктуру экономической, военной и социальной сфер общества. В ходе глобальной информатизации государственных, военных и социальных структур искусственно создана принципиально новая среда деятельности людей – киберпространство, которое одновременно становится новой средой противоборства конкурирующих государств [20].

Киберпространство представляет собой «глобальный домен информационного пространства, состоящий из взаимосвязанных сетей информационных инфраструктур, включая интернет, телекоммуникационные сети, компьютерные системы, встроенные процессоры и контроллеры».

В процессе формирования киберпространства происходит конвергенция военных и гражданских компьютерных технологий, интенсивно разрабатываются средства и методы активного воздействия на

информационные инфраструктуры потенциальных противников.

В этих целях используется продаваемая за рубеж вычислительная техника, программные и программно-аппаратные средства, телекоммуникационное оборудование, содержащие соответствующие закладки, а также привязка потенциальных противников к контролируемым глобальным информационно-телекоммуникационным сетям.

В настоящее время в России используется более 80% программных продуктов и порядка 80-90% телекоммуникационного оборудования, изготовленного за рубежом (в США таких программных продуктов и оборудования около 10%). Ежегодно Россия тратит на закупки программного обеспечения иностранного производства десятки млрд. рублей.

В своих стратегических документах министерство обороны США признало киберпространство новым полем возможных боевых действий. Информационная или кибервойна в соответствии с руководящими документами США определяется как «комплексное воздействие (совокупность информационных или кибероперациий) на систему государственного и военного управления противника, на его военно-политическое руководство с целью принятия им уже в мирное время благоприятных для страны-инициатора информационного воздействия решений и полной парализации инфраструктуры управления противника в ходе конфликта».

В ряде иностранных государств (США, Китае, Индии) созданы специализированные кибернетические центры, киберкомандования, основной задачей которых является как защита военных и государственных информационных инфраструктур, так и подготовка активных информационных разрушающих воздействий в цифровых системах противника. Эстония создала центр кибербезопасности стран-участниц НАТО в своей столице после того, как несколько лет назад она стала объектом масштабной атаки хакеров. НАТО в своих документах приравняло кибератаки на страну-члена НАТО к вооруженному нападению.

Опыт прошедших и продолжающихся военных конфликтов в противоборстве с применением традиционных и, особенно, новых средств вооруженной борьбы показывает, что большое значение приобретает информационное взаимодействие всех участников боевой операции. Своевременно осознав значение этого фактора, США и их союзники по НАТО резко активизировали свои усилия по созданию так называемой сетевой системы управления боевыми действиями, подчинив стратегии интеграции в эту систему все разработки новых вооружений, в первую очередь – кибероружия.

Основными техническими средствами для проведения кибероперации в сетевых войнах являются системы, объединяющие: вирусы, черви, троянские программы и другие программные средства; суперкомпьютеры; средства сбора и передачи информации; компьютерные сети, средства телекоммуникаций, электронные СМИ [21].

Атаки в киберпространстве могут принимать различные формы: тайный захват систем, отказ в обслуживании, уничтожение или похищение важных данных, атаки хакеров на сеть, взлом защиты программного обеспечения, фрикинг (саботаж, перехват телефонных звонков и т.п.).

На основе анализа открытых источников информации по проблемам ведения боевых действий в киберпространстве и создания специального кибероружия [22-25] в качестве основных концептов для построения базового фрагмента онтологии данной предметной области были выбраны: киберпространство, киберинцидент, кибератака, киберконфликт, кибервойна, кибертехнологии, кибероружие. Базовый фрагмент онтологической концептуальной карты для области технологий кибервойны представлен на рисунке 9.

В целом модель войны двух противников (будь то государства или крупные фирмы) в киберпространстве по-прежнему может быть представлена в виде двух стандартных циклов OODA (см. рис. 6-7) [11]. Основное отличие Cyber-OODA циклов в данном случае состоит в используемых технологиях и поражаемых целях.

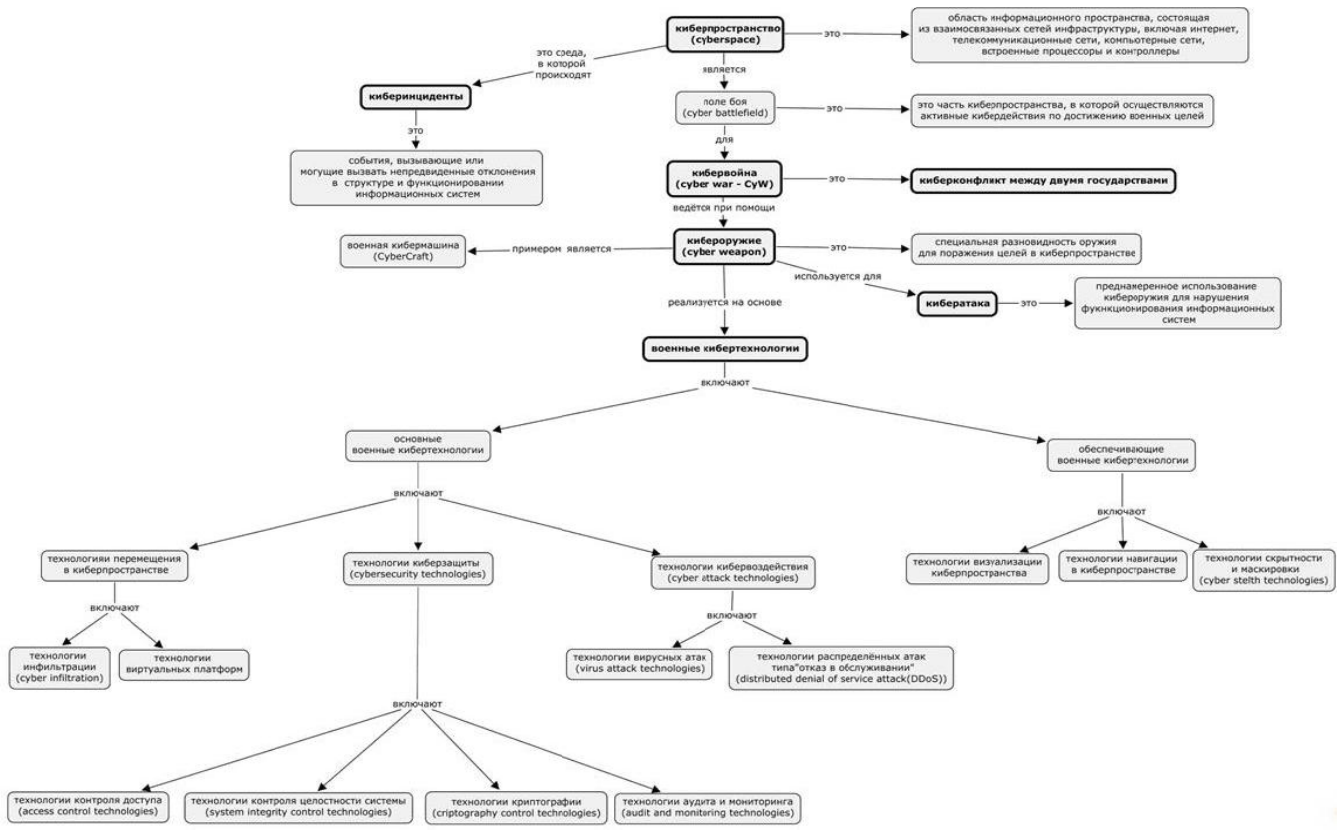

Рисунок 9 – Базовый фрагмент онтологии технологий кибервойны

В заключение отметим, что рассмотренные нами выше области прикладных технологий имеют двойное применение и представляют интерес не только для специалистов военной сферы. Большинство крупных отечественных и зарубежных фирм в условиях конкурентной борьбы сталкиваются с проблемой кибербезопасности бизнеса.

Продолжение статьи, посвященное вопросам применения онтологии военных технологий в ходе решения задач программно-целевого планирования развития базовых военных технологий, будет опубликовано в следующем номере журнала.

Список использованных источников

1. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. – Тверь: Изд. «Купол», 2009. -624 с.

2. Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю. Программно-целевое планирование и управление созданием научно-технического задела для перспективного и нетрадиционного вооружения. – М.: Издательский дом «Граница», 2007.

3. Романенко В.Н., Никитина Г.В. Информатика и общая теория технологий. Педагогическая информатика. Научно-методический журнал № 4, 2004.

4. W. Brian Arthur. The Nature of Technology: What it is and How it Evolves. New York – Free Press, 2009.

5. В.А.Антонец, Н.В.Нечаева, К.А.Хомкин, В.В.Шведова. Инновационный бизнес. Формирование моделей коммерциализации перспективных разработок. Серия: Образовательные инновации. - М.: Изд. Дело, Академия народного хозяйства, 2010. - 320 с.

6. Gruber T.R. (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specification.KnowledgeAcquisition: 199-220.

7. Гаврилова Т.А., Муромцев Д.И. Интеллектуальные технологии в менеджменте: инструменты и системы: Учебное пособие. 2-е изд. СпбГУ.- СПб.: Изд-во «Высшая школа менеджмента», 2008. – 488 с.

8. The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them Joseph D. Novak, Cornell University (http://cmap.coginst.uwf.edu /info/index.html).

9. Артемьева И.Л. Метод построения многоуровневых онтологий сложноструктурированных предметных областей. // Знания – онтологии – теории: труды Всерос. конф. –Новосибирск, 2007. – Режим доступа: http://www.iacp.dvo.ru/is/publications/Artemjeva.pdf.

10. Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения: учебное пособие. – М.: Интернет-Университет Информационных технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 173 с.

11. Ивлев А.А. Основы теории Бойда. Направления развития, применения и реализации. http//old.vko.ru/pdf/2008/library/08_05_23_02.pdf.

12. Харгадон Э. Управление инновациями. Опыт ведущих компаний. ООО «Издательский дом «Вильямс», 2007. – 304 с.

13. Палагин А.В., Петренко Н.Г. К вопросу системно-онтологической интеграции знаний предметной области //Математические машины и системы. – 2007. – №3,4. – С.63-75.

14. Shenhar A.J. Technofact: Toward a Fundamental Entity of Technology. A New Look at Technology. MOT Paper Presented at IAMOT Conference, 2004, Washington DC.

15. Caffall D.S., Michael J.B. Developing Highly Predictable System Behavior in real time battle – Management Software. Naval Postgraduate School. Monterey, California, 2003, p.49.

16. Буренок В.М., Погребняк Р.Н., Скотников А.П. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения. Военная техника. - М.: МАШИНОСТРОЕНИЕ, 2010. - 368 с.

17. Наталья Дубова, обзор. Конфигурируемые процессоры: "Настройся на лучшее". "Открытые системы", www.osp.ru/text/print/302/23812.html.

18. Lorents P., Ottis R. Knowledge based framework for cyber weapons and conflict. Conference on Cyber ConflictProceedings 2010C. Czosseck and K. Podins (Eds.) CCD COE Publications, 2010, Tallinn, Estonia.

19. Кларк Р., Нейк Р. Третья мировая война: какой она будет? - СПб.: Питер, 2011.- 36 с.

20. Zhuge H. Semantic linking through spaces for cyber-physical-socio intelligence. Artificial Intelligence, 175(2011), pp. 998-1019.

21. National Cyber Defense Initiative “Opening Moves” Workshop Report 3–7 December 2007 Monterey, California Hosted by: Naval Postgraduate School Co-Sponsored by: NPS, IARPA, NSF, ONR.

22. Егидес А.П., Егидес Е.М. Лабиринты мышления, или Учёными не рождаются.- М.: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2011.- 320 с.

23. Лачинов Ю.Н. Определённость сущностей в экономике: Толковый учебник – словарь.-М.: Издательство ЛКИ, 2008.-112 с.

24. Sorensen C. Cyber OODA: Torward a conceptual cyberspace framework THESIS AIR UNIVERSITY MAXWELL AIR FORCE BASE, ALABAMA JUNE 2010.

25. Роэм Д. Визуальное мышление: Как «продавать» свои идеи при помощи визуальных образов.- М.: Эксмо, 2010.-352с.