

УДК 629.76

ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ВООРУЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ВОЙСК

Решетников Д.В., Вивчарь Р.М., Есипов Е.Н.

*ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» МО РФ,
Санкт-Петербург, e-mail: vka.mil.ru*

Рассматривается проблема снижения эффективности управления жизненным циклом вооружения Космических войск вследствие недостаточного терминологического взаимопонимания между всеми участниками жизненного цикла, что обусловлено большим количеством разрозненной нормативно-технической документации, документов по стандартизации. Кроме того, в процессе управления жизненным циклом вооружения Космических войск возрастает актуальность решения задач по качественному поиску и анализу информации, разделению и структурированию больших объемов данных с целью организации оперативного сетевого доступа к этим данным и, следовательно, повышения качества работы специалистов в предметной области. Предложен подход, позволяющий добиться решения указанных задач, в основе которого лежит онтологическое моделирование. Представлены основная теоретическая база и основные принципы построения онтологических моделей. На их основе предложена онтологическая модель управления жизненным циклом вооружения Космических войск. Представлена графическая интерпретация этой модели. Предложены рекомендации по использованию разработанной модели для решения большого числа задач в области управления жизненным циклом вооружения Космических войск, например таких, как информационный поиск и построение системы извлечения знаний из предметной области. Кроме того, предложенная модель может быть использована для разрешения неоднозначности (многозначности) существующей терминологической базы управления жизненным циклом.

Ключевые слова: жизненный цикл, онтологическое моделирование, база знаний, вооружение Космических войск

ONTOLOGICAL MODEL FOR MANAGING THE LIFE CYCLE OF SPACE FORCES WEAPONS

Reshetnikov D.V., Vivchar R.M., Esipov E.N.

Mozhaisky Military Space Academy, St. Petersburg, e-mail: vka.mil.ru

The article deals with the problem of reducing the efficiency of life cycle management of Space forces weapons due to insufficient terminological understanding between all participants in the life cycle, which is due to a large number of disparate regulatory and technical documentation, documents on standardization. In addition, in the process of managing the life cycle of weapons of Space forces, the relevance of solving problems of high-quality search, analysis, classification, differentiation and integration of large amounts of data in order to organize operational network access to ordered subject-oriented information resources necessary for the work of specialists in the subject area increases. To solve these problems, an approach based on ontological modeling of the subject area is proposed. The main theoretical base and basic principles of ontological models construction are presented. On their basis, an ontological model for managing the life cycle of weapons of Space forces is proposed. A graphical interpretation of this model is presented. Recommendations are proposed for using the developed model to solve a large number of tasks in the field of life cycle management of weapons of Space forces, such as information search and building a system for extracting knowledge from the subject area. In addition, the proposed model can be used to resolve the ambiguity (ambiguity) of the existing terminology base for lifecycle management.

Keywords: life cycle, ontological modeling, knowledge base, weapons of Space forces

Управление жизненным циклом (ЖЦ) вооружения Космических войск (КВ) – сложный целенаправленный процесс, характеризующийся большим количеством участников. Для повышения эффективности этого процесса необходимо полное терминологическое взаимопонимание между разработчиками, изготовителями, поставщиками, эксплуатирующими организациями, что в настоящее время является проблемой вследствие огромного числа различной разрозненной нормативно-технической литературы, а также документов по стандартизации в области управления ЖЦ вооружения КВ. Еще одной проблемой существующей терминологической базы в области управления ЖЦ является нали-

чие многозначности у различных терминов. При этом под многозначностью понимается наличие у термина более одного значения и возможность одновременной реализации этих значений в речи.

Постоянное увеличение объема информации, характерное для процесса управления ЖЦ вооружения КВ, обуславливает актуальность задач по качественной обработке информационных ресурсов, что в свою очередь позволит организовать к ним оперативный сетевой доступ специалистов по управлению ЖЦ.

Для решения указанных выше проблем наиболее привлекательным выглядит онтологическое моделирование. Это обусловлено тем, что основными задачами такого

вида моделирования являются разработка единой иерархической базы понятий, их определений, описание связей между этими понятиями. В связи с этим целью данной работы является построение онтологической модели управления жизненным циклом вооружения КВ.

На сегодняшний день существует множество определений понятия онтология. Само понятие онтология известно еще с древнейших времен и определялось как «учение о сущем, учение о бытии как таковом или раздел философии, изучающий фундаментальные принципы бытия, его наиболее общие сущности и категории, структуру и закономерности» [1].

Проще говоря, *онтология* представляет собой описание реального мира определенным набором терминов и правил их интерпретации.

Наиболее же распространенным определением онтологии является следующее: «*онтология* – это точная спецификация *концептуализации*, под которой понимается структура реальности, рассматриваемая независимо от словаря предметной области и конкретной ситуации» [1].

При этом существует его более поздняя модификация в соответствии с которой: «*онтология* представляет собой *формальную спецификацию* согласованной *концептуализации*. Важным при этом является, что такая концептуализация является общей для некоторой группы людей [1].

Таким образом, онтологии позволяют создать терминологическую базу для обмена знаниями о некоторой предметной области. При этом для всех терминов этой базы строго определено множество связей между ними [2].

Рассмотрим основное содержание онтологий.

В основе любой онтологии лежат классы, отношения между ними, функции, а также аксиомы и экземпляры.

Под классом понимается любая часть объективного мира, о которой имеется какая-либо информация. Классы могут представлять собой также группы объектов. При этом объектами могут быть другие классы или экземпляры, а также их сочетания. Обычно классы в онтологиях представляются в виде *таксономий*. При этом под таксономией понимается классификация понятий по иерархическому принципу.

Отношения – это тип взаимодействия между классами в предметной области. Например, отношение между классами МНОЖЕСТВО и ЭЛЕМЕНТ МНОЖЕСТВА можно представить в виде лексической перемкнутой «содержит».

Функции – это особый случай отношений, n -й элемент которых однозначно определяется $(n - 1)$ предшествующими элементами. Функции могут быть представлены в следующем виде: $R : Y_1 x Y_2 x \dots x Y_{n-1} \rightarrow Y_n$ [2].

Аксиомы – это части онтологии, используемые для записи определений, не требующих доказательства [2].

При построении онтологических моделей всегда необходимо руководствоваться определенными принципами. В настоящее время выделяются следующие принципы:

– *выраженность (открытость)*. Все концепты в онтологии должны иметь четко выраженные определения, при этом выбор этого определения должен быть подкреплён объяснением;

– *непротиворечивость (согласованность)*. Онтология должна обладать внутренним единством и строгой структурированностью. Аксиомы, которые включены в онтологию, а также логически следующие из них утверждения должны быть связаны друг с другом и не противоречить друг другу;

– *способность к расширению*. Для обеспечения принципа способности к расширению, нужно удостовериться в том, что добавление в онтологию новых терминов этой же предметной области не приводит к необходимости пересмотра имеющейся структуры концептов;

– *необходимость и достаточность*. В онтологию должны быть заложены только те термины и определения предметной области, которые необходимы для полного описания ключевых концептов;

– *реальность*. Онтология представляет собой упрощённую модель некоторой части действительности, которую необходимо представить в формальном виде. Это обуславливает тот факт, что онтологическая модель должна включать значения терминов, максимально приближенных к их значениям в реальном мире, а отношения между этими терминами должны быть неизменны. Конечно, ради упрощения при составлении схемы онтологической модели допускается исключение некоторых факторов, в наименьшей степени влияющих на ключевые понятия, при этом структура концептуальной схемы должна оставаться неизменной.

Процесс создания любой онтологической модели представляет собой последовательное выполнение следующих этапов:

1) определение цели и области охвата онтологии;

2) определение множества категорий (концептов), которые обозначают сущности или явления в описываемой предметной области;

3) определение множества отношений между концептами;

4) связывание концептов выбранными отношениями;

5) оценка онтологии;

6) создание документации.

Рассмотрим кратко эти этапы.

Этап определения цели и области охвата онтологии подразумевает выяснение причины создания новой онтологической модели, решаемые ею задачи. Целесообразно на этом этапе также определить специалистов, заинтересованных в использовании разрабатываемого научно-методического обеспечения.

На втором этапе происходит получение содержательного знания предметной области. Разработчик онтологии, не являясь экспертом в моделируемой области, может получить это знание двумя способами: посредством привлечения к разработке онтологии специалиста или извлечением информации из специализированных текстов [3]. Далее, получив информацию одним из указанных выше способов, разработчик должен определиться, с каких понятий следует начать построение онтологического дерева – таксономии концептов, связанных родовидовыми отношениями. Исследователи выделяют три подхода к построению онтологического дерева: *нисходящий* (top-down), *восходящий* (bottom-up) и *промежуточный* (middle-out) [4]. Основные преимущества и недостатки каждого изложены в [4].

Третий этап разработки онтологии является более сложной задачей, чем выделение концептов, поскольку зачастую отношения предметной области не столь очевидны.

Можно выделить следующие способы получения отношений: интуитивный, на основе собственных знаний разработчика; повторное использование отношений онтологии верхнего уровня, с которой связана разрабатываемая онтология предметной области, в ряде случаев с детализацией имеющихся отношений; выделение отношений на основе текстов на естественном языке.

Четвертый этап разработки онтологической модели заключается в том, чтобы связать ранее выделенные концепты друг с другом при помощи выбранных отношений. Эту задачу можно решить также либо интуитивно, на основе имеющихся знаний, либо при помощи лингвистических шаблонов, предложенных в работе [5].

Этап оценки онтологической модели осуществляется по трём критериям: непротиворечивость, полнота и точность. Непротиворечивость заключается в невозможности получения противоречащих друг другу заключений в условиях корректного ввода

исходных данных. Под критерием точности понимается недопустимость избыточности в структуре и концептах, содержащихся в онтологической модели. В свою очередь критерий полноты заключается в достаточном объеме информации онтологии для разграничения значений её концептов.

Разработчику необходимо проводить оценку всех элементов разработанной онтологической модели по указанным выше критериям.

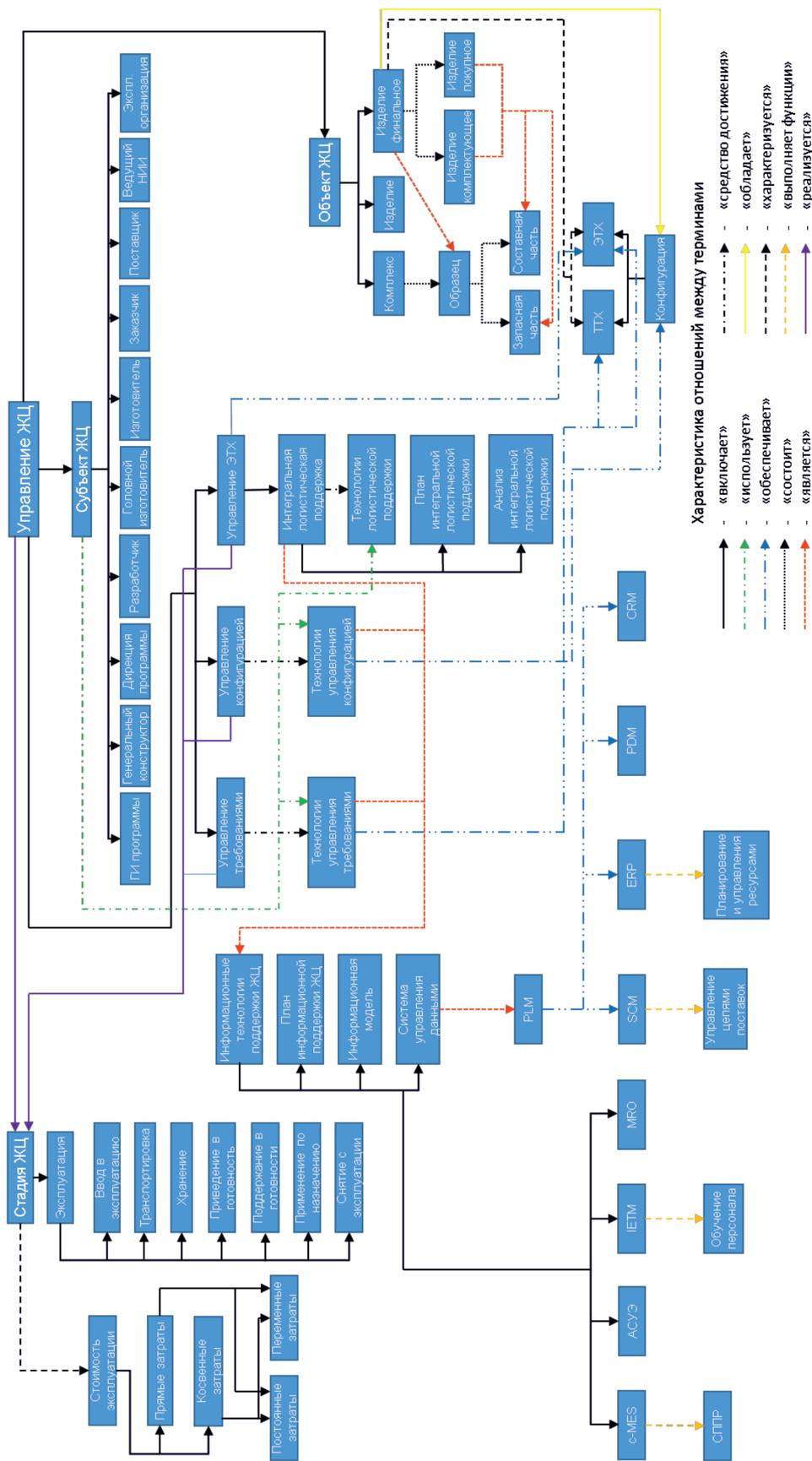
Этап документации предполагает создание наиболее полного описания всех ключевых аспектов онтологической модели, а именно концептов и их определений, целей, аксиом и иерархии модели. Целесообразно в документации приводить графическую интерпретацию разработанной модели.

На основе приведенных выше теоретической базы и принципов построения онтологических моделей была разработана онтологическая модель управления жизненным циклом вооружения Космических войск, часть которой представлена на рисунке. При ее разработке за основу были взяты различные руководящие и нормативно-технические документы в области управления жизненным циклом вооружения и военной техники, например такие, как ГОСТ Р 56136-2014 «Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Термины и определения», ГОСТ РВ 15.004-2004 «Военная техника. Стадии жизненного цикла изделий и материалов».

Классы (концепты) в ней организованы в таксономию. При этом основными классами являются: субъект жизненного цикла; объект жизненного цикла; стадия жизненного цикла; управление требованиями; управление конфигурацией; управление эксплуатационно-техническими характеристиками.

При определении множества концептов использовался промежуточный подход. Применение данного подхода позволило за счет выбора ключевых концептов предметной области в качестве отправной точки более точно определить связи между ними и, кроме того, с большей вероятностью избавиться от необходимости перестраивать онтологию из-за возникновения ошибок и противоречий. Далее были определены основные отношения между классами, такие как: «включает»; «использует»; «обеспечивает»; «состоит»; «является»; «средство достижения»; «обладает»; «характеризуется»; «выполняет функции»; «реализуется».

Для получения отношений использовалась комбинация таких способов, как интуитивный, на основе собственных знаний разработчика, и выделение отношений – на основе текстов на естественном языке.



Онтологическая схема управления жизненным циклом вооружения Космических войск

Для установления связей между классами при помощи выбранных отношений было построено онтологическое дерево, позволившее связать классы родовидовыми отношениями. При этом кроме интуитивных знаний использовались также лингвистические шаблоны.

Стоит отметить, что при построении любой онтологической модели (схемы) характерной особенностью является зависимость ее основных характеристик от целевого назначения данной модели. Исходя из этого классы (концепты), а также отношения между ними могут отличаться, если онтологическая модель будет ориентирована на выполнение других задач.

При построении онтологической модели управления жизненным циклом вооружения КВ были реализованы основные принципы онтологического моделирования. Так, все классы (концепты) разработанной схемы имеют однозначное определение, что отвечает принципу выраженности (открытости). Разработанная онтологическая схема соответствует реальной действительности, имеет внутреннюю связность и последовательность, добавление в нее новых терминов не приводит к необходимости ее пересмотра.

Заключение

Предложенная онтологическая модель управления ЖЦ вооружения КВ может быть использована для решения большого

спектра задач, в числе которых выделяются следующие: совместное применение специалистами по управлению ЖЦ однозначно определенных знаний об этом процессе; создание основы для автоматизированной системы поддержки и принятия решений; совершенствование нормативно-технической документации в области управления жизненным циклом вооружения КВ, а также представленная онтологическая схема может быть использована для информационного поиска и в качестве системы извлечения знаний в области управления ЖЦ вооружения КВ.

Список литературы

1. ГОСТ 7.24-2007. Тезаурус информационно-поисковый многоязычный. Состав, структура и основные требования к построению: межгосударственный стандарт / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. М.: Стандартинформ, 2007. 11 с.
2. Богуславский И.М., Диконов В.Г., Тимошенко С.П. Онтология для поддержки задач извлечения смысла из текста на естественном языке // Информационные технологии и системы. 2012. С. 152–161.
3. Власов Д.Ю., Пальчунов Д.Е., Степанов П.А. Автоматизация извлечения отношений между понятиями из текстов естественного языка // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2010. № 8 (3). С. 23–33.
4. Иванов В.В., Добров Б.В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В. Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения: учебное пособие. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013. 176 с.
5. Bhatt B., Bhattacharyya P. Expectation Maximization Algorithm for Domain Specific Ontology Extraction. Research in Computing Science 90. 2015. P. 11–21.