

**Nadezhda Vladimirovna Yakimovich**

Russian State Technological University named after K.E. Tsiolkovsky MATI.

E-mail: yakimovich59@gmail.com.

Bernikovskiy quay, 14, Moscow, 109240, Russia.

Department «Ergonomics and information-measuring systems», docent, PHD.

**Чунтул Александр Васильевич**

Московский вертолетный завод имени М.Л. Миля.

E-mail: mvz@mi-helicopter.ru.

109240, г. Москва, Берниковская набережная, д.14.

Заместитель главного конструктора по эргономике и учебно-тренировочным средствам, д.м.н.

**Chuntul Alexander Vasilevich**

Moscow helicopter factory named after M.L. Milja

E-mail: mvz@mi-helicopter.ru.

Bernikovskiy quay, 14, Moscow, 109240, Russia.

Assistant to the main designer on ergonomics and educational – training center, doctor of medical science.

УДК 621.0015+00253.004.89

**В.В. Горюнова, К.И. Володин**

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ДИАГНОСТИКИ**

*Исследуются аспекты автоматизированного проектирования и декларативного моделирования процессов технического обслуживания с применением методов децентрализованного и распределенного интеллекта. Сформулированы общие принципы применения инженерии онтологий при разработке интерактивных электронных технических руководств.*

*Системы технического обслуживания; декларативное моделирование; инженерия онтологий; интерактивные технические руководства.*

**V.V. Goryunova, K.I. Volodin**

**THE AUTOMATED DESIGNING OF PROCESSES OF MAINTENANCE  
SERVICE AND DIAGNOSTICS**

*In this article the questions of the computer-based design and declarative modeling of systems of servicing and repair with the use of methods decentralized and distributed intellect are investigated. The general principles of the use of engineering of ontology are formulated by development of interactive electronic engineering manuals.*

*System of servicing; declarative modeling; engineering of ontology; interactive engineering manuals.*

**Введение.** Современное состояние функций и возможностей информационных автоматизированных систем и средств автоматизации предполагает использование интегрированных информационных сред с применением технологий представления знаний при создании автоматизированных информационных систем различного назначения на всех стадиях жизненного цикла изделий (проектирование, производство, эксплуатация и утилизация). Задачи автоматизации процессов

технического обслуживания и ремонта предполагают применение моделей и методов децентрализованного и распределенного интеллекта, а также инженерии онтологий при проектировании и использовании автоматизированных систем технического обслуживания и ремонта сложных специализированных комплексов функциональной диагностики (АСТОРИЯ).

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие научные задачи:

- обоснование структуры и принципов функционирования территориально распределенной системы сервисного обслуживания, обеспечивающей сервисное обслуживание и ремонт изделий, в том числе в местах их эксплуатации;

- разработка программ и методик сервисного обслуживания, обеспечивающих переход к безотказной эксплуатации изделий;

- обоснование требований и разработка проектов технических заданий для создания ряда современных мобильных ремонтно-диагностических средств, обеспечивающих безотказную эксплуатацию изделий.

**Онтологический подход к проектированию процессов технического обслуживания.** Понятие «онтология» сейчас активно применяется в информатике и искусственном интеллекте. Этот термин пришел из философии, где обозначал часть метафизики – учение о всем сущем, о его наиболее общих философских категориях, таких как бытие, субстанция, причина, действие, явление. При этом онтология как наука претендовала на полное объяснение причин всех явлений [1-3].

В инженерии знаний под онтологией понимается детальное описание некоторой проблемной области, которое используется для формального и декларативного определения ее концептуализации [4]. Онтологии позволяют представить понятия в таком виде, что они становятся пригодными для автоматизированной информационной обработки. Нередко онтологии используются в качестве посредника между пользователем и информационной системой, они позволяют формализовать договоренности о терминологии между членами сообщества, например, между пользователями некоторого корпоративного хранилища данных.

Применительно к проблеме разработки АСТОРИИ под онтологией следует определять базу знаний специального вида, которую можно разделять, отчуждать и самостоятельно использовать в рамках рассматриваемой предметной области (ПрО).

Можно сказать, что онтология в АСТОРИИ – это точная спецификация некоторой области, которая включает в себя словарь терминов этой области и множество логических связей (типа «элемент-класс», «часть-целое»), которые описывают, как эти термины соотносятся между собой. Можно заметить, что при таком подходе понятие онтологии сильно пересекается с уже давно принятым в информатике и лингвистике понятием тезауруса.

На формальном уровне онтология – система, состоящая из наборов понятий и утверждений об этих понятиях, на основе которых можно строить классы, объекты, отношения, функции и теории. Практически все модели онтологии содержат: определенные концепты (понятия, классы), свойства концептов (атрибуты, роли), отношения между концептами (зависимости, функции) и дополнительные ограничения, которые определяются аксиомами.

При проектировании АСТОРИИ в центре её онтологий также находятся классы, которые описывают понятия ПрО. Например, все информационные ресурсы АСТОРИИ в корпоративной сети, с одной стороны можно классифицировать как текстовые, графические, аудио, мультимедиа и т.д., а с другой – как платные либо бесплатные. Слоты (параметры) описывают свойства классов и экземпляров.

Например, на уровне экземпляров классов информационные ресурсы можно описывать через такие слоты, как размер, имя, тематика, местоположение, протокол доступа и т.д. [5]. Концептом может быть также динамическое: описание задачи, функции, действия, стратегии, процесса отображения и т.п. При описании и моделировании различных схем функционирования и представления эксплуатационно-технологических процессов (сетевые графики, циклограммы, последовательности действий) целесообразно ввести модульную единицу описания – декларативный онтологический модуль (ДОМ). ДОМ-модуль соответствует определенному онтологическому блоку и формально соответствует образу (декларанту) в разработанной онтологии. Образы подразделяются на активные и пассивные.

Визуально-графическое представление образов в онтологии позволяет составить изображение исполнительской схемы процесса или информационного потока. Экспертная схема процесса или информационного потока представляется формальным аппаратом сетей Петри, содержащим мощные средства анализа (в частности, достижимость и живость сети). Существуют четыре основных вида схем, которые используются для накопления информации об онтологии в прозрачной графической форме [6]:

- диаграмма классификации (Classification Schematics) – обеспечивает механизм для логической систематизации знаний, накопленных при изучении системы;
- композиционная схема (Composition Schematics) – механизм графического представления состава классов онтологии, позволяющий описывать, что из каких частей состоит, т. е. наглядно отображать состав объектов, относящихся к тому или иному классу;
- схема взаимосвязей (Relation Schematics) – инструмент визуализации и изучения взаимосвязей между различными классами объектов в системе;
- диаграмма состояния объекта (Object State Schematics) – средство документирования процессов с точки зрения изменения состояния объекта.

Результирующим инструментом моделирования образов с учетом временных является последовательно-временная диаграмма [3].

Онтологические системы АСТОРИИ строятся на основе следующих принципов:

- формализации, т.е. описания объективных элементов действительности в единых, строго определенных образцах (терминах, моделях и др.);
- использования ограниченного количества базовых терминов (сущностей), на основе которых конструируются все остальные понятия;
- внутренней полноты и логической непротиворечивости.

В отличие от обычного словаря для онтологической системы характерно внутреннее единство, логическая взаимосвязь и непротиворечивость используемых понятий.

#### **Основное функциональное назначение АСТОРИИ**

Основными функциями АСТОРИИ являются создание интерактивных электронных технических руководств и эксплуатационной документации (ИЭТР).

В России сегодня также проводятся работы по стандартизации процессов разработки ИЭТР. В настоящее время разработаны и утверждены Госстандартом РФ Руководства по стандартизации:

- Р50.1.029-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению.
- Р50.1.030-2001. Информационные технологии поддержки жизненного

цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Логическая структура базы данных.

В настоящее время для подготовки электронной документации зачастую используются текстовые редакторы или издательские системы. Но такой подход содержит в себе ряд недостатков:

- во-первых, отсутствует возможность управления структурой документа (последовательность глав, разделов, параграфов);
- во-вторых, невозможно организовать коллективную работу над проектом документации (с распределением и контролем выполнения задач);
- в-третьих, такая система подготовки документации не интегрирована с используемой на предприятии системой управления данными об изделии.

В рамках онтологического подхода речь идет о преемственности информации на протяжении ЖЦ-изделия. Поэтому интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР) – это документ, формируемый в значительной степени автоматически на основе конструкторского описания изделия. То есть процесс подготовки ИЭТР должен представлять собой автоматическую процедуру генерации электронной документации, содержащей информацию из интегрированной информационной системы, с возможностью редактирования. Таким образом, обеспечивается преемственность и непротиворечивость информации.

ИЭТР предназначено для решения следующих задач:

- обеспечения пользователя справочным материалом об устройстве и принципах работы изделия;
- обучения пользователя правилам эксплуатации, обслуживания и ремонта изделия;
- обеспечения пользователя справочными материалами, необходимыми для эксплуатации изделия, выполнения регламентных работ и ремонта изделия;
- обеспечения пользователя информацией о технологии выполнения операций с изделием, потребности в необходимых инструментах и материалах, количестве и квалификации персонала;
- диагностики оборудования и поиска неисправностей;
- подготовки и реализации автоматизированного заказа материалов и запасных частей;
- планирования и учета проведения ремонтных и профилактических работ (техническое обслуживание, текущий, средний и капитальный ремонт);
- определение условий обмена данными между уровнями АСТОРИЯ.

Характер использования знаний на каждом из перечисленных уровней имеет ряд особенностей, а именно:

- Во-первых, коллективное использование знаний предполагает объединение и распределение источников знаний по различным субъектам и, следовательно, решение организационных вопросов администрирования и оптимизации эксплуатационно-технологических процессов, связывающих пользователей АСТОРИИ.

• Во-вторых, состав источников знаний определяет, в принципе, конкретные источники знаний, которые могут добавляться и изменяться по мере развития и использования проекта.

• В-третьих, поскольку АСТОРИЯ имеет многоцелевое назначение, возникает потребность в интеграции разнообразных источников знаний на основе единого семантического описания пространства знаний в его статическом и динамическом состоянии, представляемого комплексными формальными средствами.

Первые две особенности предопределяют возможность сближения функций администратора-координатора, диагноста-планировщика и исполнителя-эксплуатационника в объединенной роли пользователя-эксперта с ограничением функциональных возможностей по уровням проектирования и использования знаний в АСТОРИЯ. Концептуальная проработка реализации АСТОРИИ с учетом третьей особенности проектирования АСТОРИИ в основном сводится к созданию онтологии, состоящей из распределенных по уровням в среде АСТОРИЯ элементов ИЭТР-ов различного класса, которые могут быть использованы отдельными субъектами системы на принципах тиражирования. На рис. 1 представлена схема использования онтологий в среде АСТОРИЯ (по принципу PDM-системы).

Функциональность АСТОРИИ обеспечивает возможности работы коллектива разработчиков, планирования работ и обмена данными между разработчиками, использование распределённых СУБД для хранения исходной информации и подготовленной документации обеспечивает возможность подготовки руководств большого размера. Это тесная интеграция с PDM-системами и различными офисными приложениями, используемыми на предприятии-изготовителе. Возможности синхронизации между PDM и АСТОРИЕЙ позволяют в значительной степени уменьшить объем работ и вероятность внесения в руководство некорректных данных.

Основные функции АСТОРИИ:

- Автоматизированное создание структуры документа и структуры изделия в формате ГОСТ Р ИСО 10303-21.
- Автоматизированное формирование логических связей между частями и разделами ИЭТР.
- Автоматизированный ввод исходных данных из ИИС и офисных приложений.
- Централизованное управление базой данных проектов ИЭТР.
- Поддержка коллективной разработки ИЭТР, планирование работ, разделение прав пользователей, контроль доступа к данным.
- Поддержка работы с текстовой, графической, мультимедиа-информацией.
- Возможность публикации ИЭТР на CD и бумажных носителях.
- Соответствие Рекомендациям по стандартизации Госстандарта.
- Импорт данных из уже существующих баз данных и систем автоматизации.
- Экспорт данных в параллельно функционирующие системы автоматизации.
- Написание произвольных приложений, обеспечивающих on-line доступ к данным в АСТОРИИ для любых прикладных программ.

Таким образом, организация процесса проектирования и использования АСТОРИЯ сводится к определению функциональной направленности АСТОРИИ: какие функции должны выполняться, какие знания должны интегрироваться, каков должен быть регламент предоставления и использования знаний. То есть группы пользователей-экспертов в большей степени ориентированы на решение задачи, что должна делать АСТОРИЯ, а не как эти функции реализуются. В дальнейшем разработанный регламент функционирования АСТОРИЯ должен поддерживаться специальной службой.

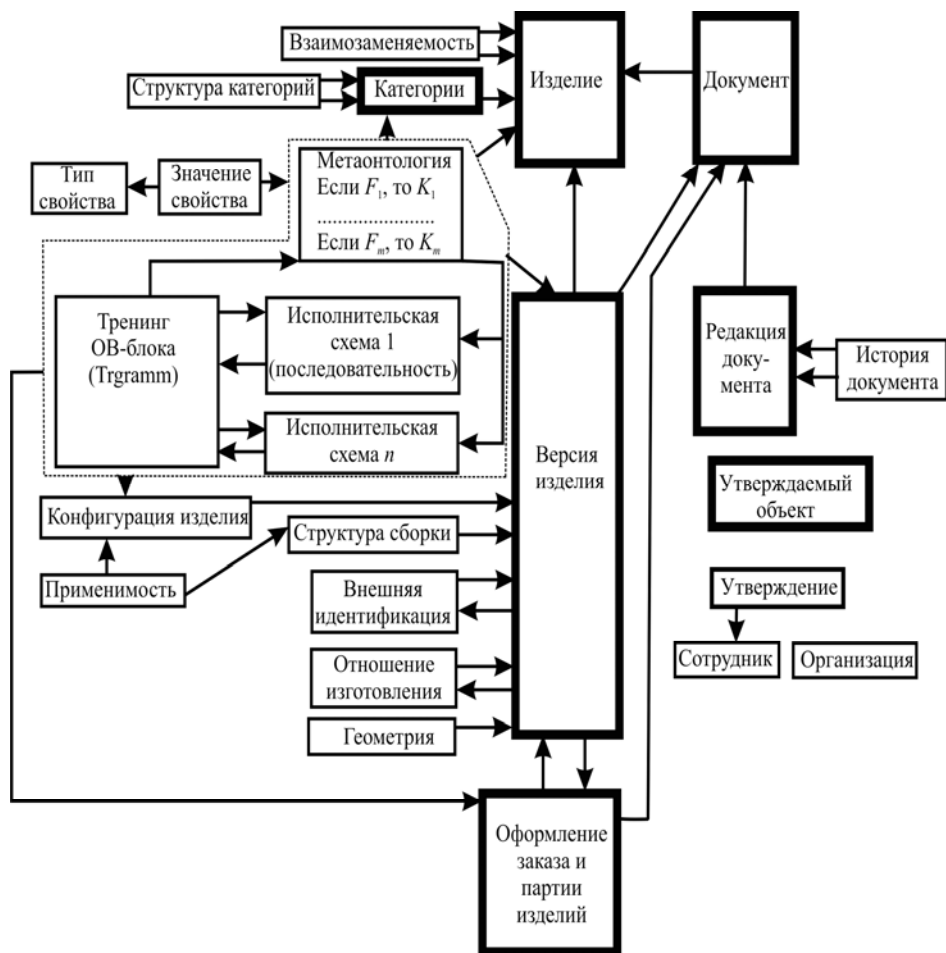


Рис. 1. Онтологии при описании изделий в АСТОРИИ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Maedche A., Staab S. Tutorial on Ontologies: Representation, Engineering, Learning and Application // ISWC'2002.
2. Farquhar A., Fikes R., Rice J. The Ontolingua server: A tool for collaborative ontology construction // International Journal of Human-Computer Studies, 46(6), pages 707–728, 1997.
3. Function block for industrial-process measurement and control systems- Part 1. Architecture, International Electronical Commission, Geneva, 2005.
4. Горюнова В.В. Модульная онтологическая системная технология в управлении промышленными процессами // Приборы и системы. – 2008. – №2. – С. 57-61.
5. Горюнова В.В. Модульная технология в интеллектуальных информационных системах. Научно-технический сборник статей «Динамика гетерогенных структур», вып. №4, 2008, – Пенза, ПГУ, 2008.
6. Горюнова В.В. Декларативное моделирование и анализ концептуальных спецификаций в машиностроении // Известия вузов. Поволжский регион. – 2009. – №1. – С. 15–20.

**Горюнова Валентина Викторовна**

Пензенский артиллерийский инженерный институт.

E-mail: gvv17@ya.ru.

440028, г. Пенза, ул. Беляева, д. 33, кв.17, тел.: (905)3675366.

Доцент, к.т.н.

**Gorjunova Valentina Victorovna**

Penza artillery engineering institute.

E-mail: gvv17@ya.ru.

Street Beljaeva, d.33 sq. 17, Penza, 440028, Russia, Phone: (905)3675366.

Assistant professor, Cand. Eng. Sc.

**Володин Константин Игоревич**

Пензенская государственная технологическая академия.

E-mail: gvv17@ya.ru.

440605, г. Пенза, пр. Байдукова 1-а, тел.(905)3650856.

Аспирант.

**Volodin Konstantin Igorevitch**

Penza state technological academy.

E-mail: gvv17@ya.ru.

Bajdukova avenue, 1, Penza, 440605, Russia, Phone: (905)3650856.

Post-graduate student.

УДК 004.89.002.53

**В.В. Горюнова****РАЗРАБОТКА СОБЫТИЙНО-ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ  
ОНТОЛОГИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

*В статье представлены аспекты разработки онтологий диагностических систем на основе математического аппарата сетей Петри и систем производств. Рассматриваются аспекты модульной онтологической системной технологии (МОСТ-технологии), определяющей механизм проектирования, функционирования и разработки декларативных онтологических модулей (ДОМ).*

*Онтологии; декларативное моделирование; базы знаний; сети Петри; производственные системы.*

**V.V. Goryunova****DEVELOPMENT OF EVENT-DRIVEN PRODUCTION MODELS OF  
ONTOLOGY**

*In this article the aspects of development of ontology are presented on the basis of the body of mathematics of Petri nets and production systems. The aspects of the modular ontological system technology (MOST – TECHNOLOGY), determining the mechanism of design, function and development of the declarative ontological model are considered (DOM).*

*Ontology; declarative modeling; bases of knowledge; petri nets; production systems.*

**Введение.** Понятие онтологии и онтологического анализа вошли в процедуры и стандарты моделирования производственных, эксплуатационно-технологических процессов и диагностических процессов. Онтологическое иссле-