

УДК 621:681.3

## **ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

*Е.В. Полетаева, к.т.н., доцент*

*(ФГБОУ ВПО «Тверской государственный технический университет»,  
наб. Афанасия Никитина, 22, г. Тверь, 170026, Россия, epolet2010@mail.ru)*

**Аннотация.** Рассмотрены вопросы формализации знаний при создании автоматизированных систем технологического проектирования. Предложена концепция построения онтологии, отвечающая современным требованиям машиностроительного производства.

**Ключевые слова:** онтология предметной области, база знаний, технологическое проектирование.

При создании современного интегрированного автоматизированного производства на первый план выходит разработка автоматизированной информационной системы как основы большинства задач, возникающих на разных этапах проектирования, создания и эксплуатации изделий машиностроения.

Машиностроительное производство представляет собой сложный организационный процесс, а сама производственная система – сложную социотехническую систему, в которой технологические отношения осуществляются через технические, организационные, социальные и психологические, где человек выступает сразу в нескольких ролях: как элемент техники, участник организации, социальный агент, личность. Свойства производственных систем совпадают со свойствами сложных систем: уникальность, слабая структурированность, составной характер, разнородность подсистем и элементов, составляющих систему, и др., поэтому информационная система может быть основана на знаниях и, кроме собственно данных, должна включать средства управления знаниями, моделирование и оценку ситуаций, логический вывод и оценки принятия решений. Модель системы, основанной на знаниях, базируется на онтологии предметной области, задача которой заключается в извлечении и концентрировании знаний и их детальной формализации с помощью концептуальной системы.

В области информационных технологий онтологию некоторой предметной области называют предметной онтологией, а онтологию, включающую понятия, выходящие за пределы предметной области, являющиеся наиболее общими для двух и более предметных областей, называют метаонтологией [1].

Формально онтология рассматривается как триплет  $O = \{T, R, F\}$ , где  $T$  – множество концептов предметной области;  $R$  – множество отношений между концептами;  $F$  – функции интерпретации, заданные на сущностях и/или отношениях онтологии.

Рассмотрим требования, предъявляемые к предметной онтологии в области машиностроения.

Структура предметной онтологии должна отражать структуру предметной области. Технология машиностроения – область знаний, возникшая в результате развития машиностроительного производства, – включает широкий спектр вопросов: от частных до глобальных. Производство машин осуществляется в некоторой технологической среде, изучение которой возможно, только руководствуясь принципом системного подхода. В системе выделяют подсистемы: функциональную, элементную и организационную, которые представляют собой стороны единого целого. Функциональная сторона производственной системы (цеха) и его подсистем (участков, линий) определяется их технологическим назначением. Элементная сторона определяется составом этих участков и их оборудованием для обеспечения технологического назначения (цели). Организационная сторона устанавливает структуру системы, ясную цель для каждой ее составной части и реализует выполнение цели в соответствии с функциональным назначением. Чем больше цель составной части соответствует цели всей системы, тем выше эффективность производственной системы.

Информация в системе должна быть представлена на разных уровнях абстрагирования и с разной степенью детализации. Для сложных систем, к которым относятся и производственные, существует несколько моделей расчета их параметров в зависимости от цели исследования. Сначала, как правило, выполняется укрупненный расчет для определения структурных параметров или намечается общая схема для определения динамики системы. Затем в рамках принятых решений выполняется более точный расчет. Такой процесс детализации может повторяться несколько раз в зависимости от решаемой задачи, и на каждом этапе осуществляется поиск наиболее рационального решения. Однако решение, найденное на одном этапе, при возврате на более высокий уровень может не удовлетворить разработчика. В таком случае вырабатываются дополнительные условия для задачи, решаемой на более низком уровне. Такая схема разработки параметров сложной системы с использованием нескольких моделей системы на разных уровнях детализации с обратными связями позволяет осуществлять движение как вглубь, так и вверх в зависимости от степени детализации системы, хорошо известна и широко применяется. Однако реально осуществимой она становится только на основе единой базы знаний. В любом другом случае ее

эффективность теряется из-за большого объема работы, выполняемой инженером, причем, как правило, работы рутинной. Необходимо добавить, что на всех уровнях могут решаться задачи всех трех типов: проектирования, организации и управления, однако, как правило, для верхних уровней более характерны задачи управления, для средних – организационные, для нижних – проектирования. Все эти задачи связаны между собой, и часто само деление производственных задач на отдельные типы носит чисто условный характер.

Еще одно важное требование, предъявляемое к рассматриваемой предметной онтологии, – создание основы для осуществления операций анализа и синтеза производственной системы, связанных между собой. Так, в процессе технологической подготовки производства технологю необходимо пройти ряд этапов в описании действий, которые нужно выполнить, чтобы готовое изделие соответствовало высоким требованиям современных стандартов качества. Задача технологической подготовки производства разделяется на несколько подзадач:

- создание расцеховочного маршрута – построение цепочки цехов (участков), по которым проходит деталь в процессе изготовления, с указанием видов работ;
- материальное нормирование – выбор материала (сортамент), из которого будет изготовлена деталь; расчет параметров заготовки (размеров, массы, норм расхода и т.д.); предварительное назначение вспомогательных материалов, требующихся при обработке с указанием норм расхода;
- проектирование техпроцессов (единичных, групповых, типовых) – описание полного маршрута обработки детали (сварки, сборки и т.п.) с созданием операционных эскизов и получением полного комплекта необходимых технологических документов;
- трудовое нормирование – расчет норм времени (на переходы, дополнительные приемы, операции и в целом на техпроцесс), требующихся для обработки детали в зависимости от выбранного в технологическом процессе оборудования, оснастки, вспомогательных материалов, рассчитанных режимов и прочих параметров, которые могут влиять на конечный результат;
- получение различных сводных ведомостей по составу изделий, перечню изделий, перечню технологических процессов, в которых требуется отобразить любую необходимую технологическую информацию.

В соответствии с перечисленными требованиями сформулируем основные принципы построения онтологии в области машиностроения.

Онтология рассматриваемой области должна иметь иерархическую структуру. Прежде всего необходимы глубокий анализ исследуемой области и выявление концептов, как общеметодологических, так и узкоспециальных. Тогда всю систему можно разделить на две: метаонтологию и непосредственно онтологию предметной области. К метаонтологии предъявляются следующие требования:

- концептуальная терминология должна включать только термины, обозначающие категории по отношению к терминам предметной области, при этом любое понятие, обозначаемое термином предметной онтологии, при обобщении всегда подпадает под ту и/или иную категорию метаонтологии, другими словами, объем любого понятия, обозначаемого термином предметной онтологии, входит в объем одного или нескольких понятий метаонтологии;
- количество концептуальных терминов должно быть достаточным для описания предметной области, но не должно превышать необходимого во избежание дублирования, которое может усложнить всю систему и создать при интерпретации (программной обработке) неразрешимые с логической точки зрения ситуации;
- метаонтология должна быть логически непротиворечивой и являться системообразующей всей онтологии; ее структура определяет структуру предметной онтологии, на ее основе строится алгоритм проверки целостности системы;
- концептуальная терминология должна расширяться без кардинального изменения структуры и содержания программного обеспечения.

Соответственно к предметной онтологии предъявляются следующие требования:

- структура предметной онтологии обуславливается структурой концептуальной онтологии, при этом каждый термин предметной онтологии, обозначающий то или иное понятие, обязательно связан с терминами концептуальной терминологии, обозначающими категориальные понятия;
- в предметную онтологию включены свои концептуальные термины, структура которых, с одной стороны, отражает теоретические концепции предметной области, а с другой – представлена в терминах концептуальной терминологии;
- при добавлении новых элементов в концептуальную терминологию (терминов, связей и др.) уже существующая структура предметной терминологии не должна нарушаться: возможны только дополнения.

Важной составляющей онтологии является множество отношений между концептами. Иерархическая структура онтологии формально может быть представлена в виде ориентированного графа, в котором вершинами являются термины (концепты) предметной области, а дугами – связи между ними. Это – ас-

социативные, логические и другие связи, отражающие отношения между объектами предметной онтологии: *система–элемент, род–вид, объект–свойство* и т.д.

При реализации онтологии создаются две не зависящие друг от друга подсистемы: непосредственно сама база знаний (сущности и отношения между ними) и комплекс программ, предназначенный для обработки знаний (функции интерпретации, заданные на сущностях и/или отношениях онтологии). Независимость этих двух подсистем предполагает лишь то, что система обработки знаний может представлять собой набор модулей, создаваемых разными программистами в соответствии с задачами, поставленными перед ними специалистами, работающими в предметной области. Однако связь между этими двумя подсистемами очень тесная. С одной стороны, подсистема обработки базы знаний полностью основана на этой базе и возможности, которые в ней могут быть реализованы, зависят от структуры и полноты базы; с другой – сама база знаний создается уже с учетом ее будущего использования, именно здесь содержится «ядро» всей системы, которое определит ее возможности сегодня и ее развитие завтра. Подсистема обработки знаний должна строиться на принципах формальной логики. В основе построения онтологии должны лежать теоретические знания, представляющие с логической точки зрения систему связанных между собой понятий и высказываний в рассматриваемой предметной области, причем связываются они в соответствии с концептами, основными из которых являются логические. Тогда формы, в которых фиксируются знания о мире в результате интеллектуальной деятельности, такие, как «понятие», «высказывание», «рассуждение», «умозаключение», с одной стороны, уже содержатся в некотором формализованном виде в базе знаний, с другой – могут быть получены алгоритмически на основе этой базы.

Рассматриваемая онтология предметной области может служить основой, позволяющей подключать к ней различные модели, предназначенные для оптимизации различных параметров производственных систем при решении организационных задач, задач управления и проектирования.

Важным свойством рассматриваемой онтологии является то, что одни и те же ее объекты могут рассматриваться с разных точек зрения за счет вхождения их в разные концептуальные конструкции. Это свойство информационной системы позволяет на ее основе устанавливать связи между различными предметными областями, что особенно актуально для сложных систем.

### *Литература*

1. Норенков И.П. Интеллектуальные технологии на базе онтологий // Информационные технологии. 2010. № 4. С. 17–91.
2. Полетаева Е.В. К проблеме анализа-синтеза производственных систем в условиях автоматизированного технологического проектирования // Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел, деталей технологического и энергетического оборудования: межвуз. сб. науч. тр. Тверь: Изд-во ТГТУ, 2012. С. 58–60.
3. Полетаева Е.В. Построение информационной системы машиностроительного производства на базе предметной онтологии: монография. Изд. 1-е. Тверь: Изд-во ТГТУ, 2015. 195 с.