

Д. Д. Куликов

УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Рассмотрен подход к созданию системы управления знаниями, предназначенной для технологической подготовки производства. Показаны способы организации единого информационного пространства, основанного на онтологии предметной области. Рассмотрено применение PDM-системы для создания онтологии автоматизированной системы технологической подготовки производства.

Ключевые слова: технологическая подготовка, онтология, система управления знаниями, PDM-система, предметная область, фреймы, модели деталей, модели процессов, информационные ресурсы, словарь.

Введение. В современной методологии создания автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП) технологическая подготовка считается одним из этапов жизненного цикла изделия (ЖЦИ). При этом программно-информационная поддержка этапов ЖЦИ базируется на стандартах ИПИ (информационная поддержка процессов жизненного цикла изделия; это русскоязычный аналог известного термина CALS). Исследования последних лет [1] показали, что АСТПП целесообразно рассматривать как сложную информационную, управление которой выполняется с помощью PDM-системы и в которой применяют комплексы инструментальных средств — CAD/CAE/CAM/CAPP-систем. Предполагается, что подсистемы технологической подготовки производства (ТПП) используют информацию из распределенных разнородных источников и поставляют ее в АСУ предприятия. Организация эффективного функционирования ТПП в этих условиях является важной и актуальной задачей.

Постановка задачи. Современная концепция развития АСТПП основывается на организации эффективного взаимодействия между подсистемами ТПП, возможного лишь при создании единого информационного пространства (ЕИП) и использовании современных информационных технологий. Проведенные исследования показали, что ЕИП должно включать:

- электронный архив всех видов документов;
- комплекс тезаурусов (словарей), образующих онтологию предметной области;
- 3D- и 2D-модели изделий, сборочных единиц, деталей и заготовок;
- объектно-ориентированные базы данных и знаний.

Для управления ЕИП необходима специальная система управления знаниями (СУЗ), в настоящей работе рассмотрены принципы ее создания и способы использования в АСТПП.

Под онтологией в настоящей статье понимается формальное явное описание понятий (концептов) рассматриваемой предметной области, включая свойства понятий и отношения между ними. Анализ онтологических аспектов технологической подготовки производства показал следующее. Для информационного обеспечения АСТПП характерно разнообразие объектов и процессов: детали и заготовки, сортамент материалов, технологическое оснащение, технологические процессы и др., информацию о которых необходимо использовать в технологических проектах.

В применяемых на предприятиях приложениях обычно используются собственные модели объектов и технологических процессов, а также свои базы данных. Как следствие, возникают сложности информационной интеграции подсистем АСТПП как между собой, так и с

АСУ предприятия. Отсюда возникает проблема создания ЕИП, что особенно важно в условиях накопления и активного использования баз знаний. Нерешенность вопросов, связанных с разработкой онтологий, сдерживает эффективное функционирование ТПП и требует дополнительных затрат на организацию взаимодействия всех компонентов АСТПП и АСУ предприятия. Предлагаемый подход к решению указанных проблем ТПП основан на создании системы управления знаниями, которая в дальнейшем может быть расширена и на другие этапы жизненного цикла изделия. СУЗ позволяет сформировать общую понятийную базу для АСТПП и разработать онтологическую основу для языка общения специалистов с подсистемами ТПП.

Предполагается, что система управления знаниями может быть эффективно использована для:

- накопления и повторного использования знаний на основе применения баз знаний АСТПП;
- обеспечения информационной совместимости подсистем ТПП и АСУ предприятия;
- анализа знаний при разработке моделей объектов, информация о которых циркулирует в ТПП;
- создания единого информационного пространства.

Уровни иерархии знаний. В онтологии АСТПП выделяется три уровня иерархии знаний [2]:

- 1) онтология верхнего уровня (онтология науки представляет собой совокупность „Научная инженерия“, включающую в онтологии научной деятельности и научного знания);
- 2) онтология среднего уровня (онтология предметной области представляет собой совокупность „Производство“, включающую классы понятий и отношений);
- 3) онтология нижнего уровня (онтология предметных знаний представляет собой совокупность „Предметные знания“, включающую экземпляры классов и отношений).

На рис. 2 частично приведена онтология предметной области „Производство“, характеризующая основные концепты, используемые в ТПП. На более низких уровнях иерархии больше составных концептов, например, „Инструмент“ включает в себя „Инструмент режущий“, „Инструмент вспомогательный“, „Инструмент измерительный“. Кроме вертикальных иерархических связей в этой онтологии присутствуют и горизонтальные (рис. 2).



Рис. 1

Составной частью СУЗ является „Информационный ресурс“, состоящий из информационной базы и интернет-ресурса. Информационная база содержит исходную информацию, характеризующую предметную область и необходимую не только для формирования системы

знаний, но и для проектирования и эксплуатации подсистем АСТПП: стандарты (ГОСТ, ОСТ, СП), каталоги, справочники, а также различные документы, инструкции и руководства.

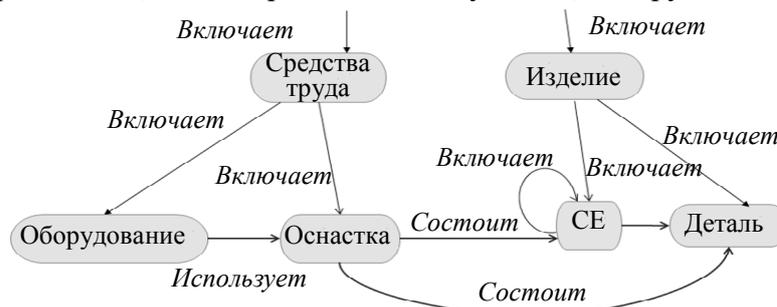


Рис. 2

Онтология языка документов (словарь) — это система языковых средств выражения онтологии предметной области. Лингвистическая информация представлена в словаре функциональными группами лексических единиц, выделенных классов понятий и набора дополнительных атрибутов, отражающих специфику выражений: синонимы, омонимы, составные понятия и т.п. В АСТПП используется достаточно много словарей различного типа для соответствующей ПО. Однако для включения в единое информационное пространство ТПП необходимо привести их структуру к единому виду.

Применение PDM-системы для создания онтологии ТПП. Важнейшей задачей при организации системы управления знаниями является выбор инструментальных средств. В настоящее время имеется достаточно много редакторов онтологий (более 100), позволяющих проектировать, редактировать и анализировать онтологии различных уровней знаний [3]. Для создания СУЗ и сопровождения онтологий была выбрана PDM-система SMARTTEAM. Выбор этой системы обусловлен тем, что она используется для управления и контроля жизненного цикла изделий и имеет необходимый набор инструментальных средств для создания СУЗ [1]. Система SMARTTEAM основана на использовании объектно-ориентированного подхода и позволяет фиксировать не только иерархию объектов, но и горизонтальные связи между ними. Эта особенность позволяет создавать онтологии предметной области ТПП, подобно тому как это делается в системе Protégé [4], при этом не привлекаются сторонние программные пакеты и все подсистемы ТПП могут активно использовать создаваемые онтологии (их может быть несколько) не только в процессе функционирования, но и в процессе обмена сообщениями для обеспечения информационной совместимости. Кроме того, могут использоваться развитые функциональные возможности самой PDM-системы, в частности, аппарат поиска по дереву проекта. Для этого был создан суперкласс *ontolog* и подчиненный ему класс *concept*. Экземпляры этого класса являются концептами и, следовательно, образуют вершину в онтологическом дереве *ontolog*.

При регистрации объекта автоматически создаются следующие закладки:

- паспорт (Profile Cart);
- логические связи (Links);
- заметки (Notes);
- версии (Revision);
- просмотр (Viewer).

В Profile Cart фиксируются идентификационные параметры: атрибут ID — уникальный идентификатор объекта, наименование (например, „длина детали“) и обозначение объекта (например, „Ld“). В закладке Links фиксируются как вертикальные, так и горизонтальные связи объекта с другими объектами. Закладка Notes содержит сведения, позволяющие зафиксировать полное описание объекта (например, задать перечень синонимов), что позволяет со временем создать полноценный тезаурус для всех концептов предметной области. Необходимо отметить, что запросы по заметкам (Notes Query) позволяют фильтровать и отображать

заметки, которые отвечают заданным критериям. В закладке Revision отображается жизненный цикл объекта, что позволяет отслеживать развитие онтологии во времени. Закладка Viewer обычно содержит атрибуты концепта, например, размерность, номер классификатора, значение по умолчанию и т.д. Эти атрибуты при открытии Viewer автоматически выбираются из словаря, который с помощью СУБД SQL Server используется подсистемами АСТПП.

Для АСТПП характерно наличие сложноструктурированных объектов, информационное согласование которых может выполняться на основе онтологии предметной области. Для моделирования таких объектов предлагается использовать фреймовое представление знаний, обеспечивающее любую степень детализации объекта и удобство работы с моделями: поиск, модификацию и др.

Моделирование деталей на основе фреймового описания знаний используется в системах, разрабатываемых на кафедре технологии приборостроения для параметрических моделей деталей (заготовок) и технологических процессов. Описания этих моделей выполняются в виде иерархии фреймов и представляют собой XML-документы. Слоты фреймов выражают параметры указанных объектов и имеют следующую структуру: $S = \langle \text{oboz}, \text{Otn}, \text{Zn} \rangle$; где *oboz* — обозначение параметра; *otn* — отношение; *vel* — значение параметра. Например, если длина детали 30 мм, то слот будет выглядеть следующим образом:

`<oboz> Ld </oboz> <otn>=</otn> <vel>30</vel>`,

здесь *oboz* фиксирует обозначение концепта „длина детали“. Слот может быть дополнен тегами с атрибутами данного концепта, которые называются „ограничениями слота“ и могут быть автоматически выбраны из словаря. Развернутый слот используется для формирования формы ввода (редактирования) данных в виде таблицы, каждая строка которой фиксирует один параметр.

Длина детали	Ld	=	30	мм	...
...
Диаметр детали	D	=	20 ±0,2	мм	...

Атрибуты тип значения (целое, действительное), длина, предельные значения и т.д., являются скрытыми и используются при вводе или редактировании значения параметра. Вместо отношения „равно“ могут быть использованы отношения порядка ($>$, \geq , $<$, \leq , \neq и т.д.), которые применяются для поиска объектов или моделирования множества объектов. Такой подход позволяет автоматически создавать шаблоны для ввода данных на основе типового паттерна, использующего словарь концептов. Это особенно важно для технологического оснащения, имеющего большое разнообразие структур хранимых данных.

Информация о средствах технологического оснащения фиксируется в реляционных базах данных. Обозначения полей в таблицах базы также характеризуют соответствующие концепты и зафиксированы в словарях СУЗ.

Заключение

1. Система управления знаниями, содержащая онтологии различного уровня, словари и информационные ресурсы, должна стать важным компонентом автоматизированной технологической подготовки производства.

2. На базе СУЗ возможны организация эффективного информационного взаимодействия систем ТПП и создание единого информационного пространства.

3. PDM-система SMARTTEAM, применяемая для контроля и управления ТПП, удобна для создания онтологии предметной области ТПП.

4. Для предметных знаний в ТПП возможна фреймовая организация знаний, при этом модели объектов могут быть выражены в виде XML-документов. Слоты фреймов характеризуют параметры объектов, и дополнительная информация для них выбирается из словаря СУЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яблочников Е. И. Методологические основы построения АСТПП. СПб: СПбГУ ИТМО, 2005. 84 с.
2. Боровикова О. И., Булгаков С. В., Сидорова Е. А. Система знаний информационного интернет-портала по научной тематике // Молодая информатика: Сб. тр. аспирантов и молодых ученых. Новосибирск, 2005. С. 11—19.
3. Овдей О. М., Проскудина Г. Ю. Обзор инструментов инженерии онтологий // Электронные библиотеки. М.: Институт развития информационного общества, 2004. Т. 7, вып. 4.
4. Domain M. Ontologies in Software Engineering: Use of Protégé with the EON Architecture // Methods of Inform. in Medicine. 1998. P. 540—550.

Сведения об авторе

Дмитрий Дмитриевич Куликов — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: ddkulikov@rambler.ru

Рекомендована кафедрой
технологии приборостроения

Поступила в редакцию
09.04.14 г.

УДК 004.82

С. О. Носов, А. С. Сагидуллин

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕТАДААННЫХ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Рассмотрена модель единого информационного пространства, в которой зафиксирована связь онтологии и метаданных. Проанализированы функции метаданных в технологической подготовке производства. Предложена система управления знаниями для работы с метаданными, а также для анализа и редактирования концептуальной модели онтологии.

Ключевые слова: онтология, метаданные, модель единого информационного пространства, система управления знаниями.

Введение. На современном этапе автоматизации технологической подготовки производства (ТПП) все более важную роль играет онтологический подход. В работе [1] показано, что система управления знаниями (СУЗ) обеспечивает эффективное применение информационных технологий на всех этапах жизненного цикла изделия. С помощью СУЗ создается онтология предметной области ТПП и выполняется ее сопровождение. Для ТПП характерно большое разнообразие применяемых понятий (концептов), поэтому онтология предметной области является весьма сложной. Анализ информационных потоков показал возможность фреймового представления знания предметной области ТПП и позволил создать иерархическое дерево фреймов, содержащее несколько сотен концептов, имеющих не только вертикальные, но и горизонтальные связи.

Онтология предметной области (онтология второго уровня знаний) является основой для создания онтологии третьего уровня, т.е. онтологии предметных знаний (фреймовые представления моделей деталей, заготовок, технологического оснащения и т.д.).

Применение онтологического подхода в АСТПП обеспечивает:

- накопление и повторное использование знаний на основе применения баз знаний;
- информационную совместимость сообщений, которыми обмениваются между собой подсистемы ТПП, и при передаче информации в АСУ предприятия;
- анализ знаний при разработке моделей объектов, информация о которых циркулирует в ТПП;