

УДК 004.896

## ТЕНДЕНЦИИ И СОСТОЯНИЕ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ СПРАВОЧНЫМИ ДАННЫМИ В МАШИНОСТРОЕНИИ

А.Н. Андриченко

ООО ЭсДиАй Русечь, г. Москва  
andrighenkoan@gmail.com

### Аннотация

В статье рассмотрены принципы построения централизованных систем управления корпоративной справочной информацией в машиностроении. Использование семантических моделей данных в этих системах - Master Data Management (MDM), сделает их эффективными в работе с инженерными данными, а интеграция семантической MDM и САПР позволит создать новый класс конкурентоспособных интеллектуальных программных комплексов. В качестве примера реализации новых тенденций представлено краткое описание функциональных возможностей системы управления справочными данными Semantic, адаптированной к условиям отечественного машиностроения и интегрированной с продуктами компании Autodesk - мирового лидера в области САПР.

**Ключевые слова:** *нормативно справочная информация, управление справочными данными, семантический поиск, онтология, машиностроение, САПР, Master Data Management, ISO 15926.*

### Введение

Системы автоматизированного проектирования приблизились к порогу, за которым следует лавинообразное применение семантических технологий. Интерес к этим технологиям проявляется везде, где есть сложные структуры данных и работают трудноформализуемые процедуры принятия решений, основанные на эмпирических знаниях о поведении и взаимодействии объектов. Использование семантических моделей данных в САПР позволит создать новый класс интеллектуальных систем с высоким уровнем автоматизации принятия решений.

На производстве все объекты находятся в непрерывном взаимодействии - материалы, комплектующие, оборудование, средства технологического оснащения. Характеристики этих объектов хранятся в отдельных базах данных, а правила их поведения и совместимости - в алгоритмах различных прикладных приложений. Объединив данные и знания в единую семантическую модель предметной области, можно построить интеллектуальное информационное пространство предприятия, которое будет служить основанием для принятия достоверных решений в проектировании, производстве и управлении.

Эволюционное развитие соответствующего программного обеспечения заключается в постепенной унификации общесистемных компонент. В ближайшие 5 лет в разработках неизбежно смещение акцента в сторону создания прикладных семантических моделей данных. Стандартизация и унификация терминов, концепций и отношений, применяемых в этих моделях, станет ключевым фактором при разработке любой информационной системы. Смена объектной парадигмы на семантическую и унификация моделей данных - это мейнстрим, который позволит повысить уровень автоматизации принятия решений и стандартизировать протоколы обмена информацией между различными приложениями (рисунок 1) [1].

Следует признать, что исторически неизбежно появление нового класса систем, предназначенного для реализации семантических моделей предметных областей. Благоприятной средой для построения этих моделей могут служить приложения класса *Master Data Man-*

agement (MDM), консолидирующие все справочные данные предприятия нетранзакционного характера [2].

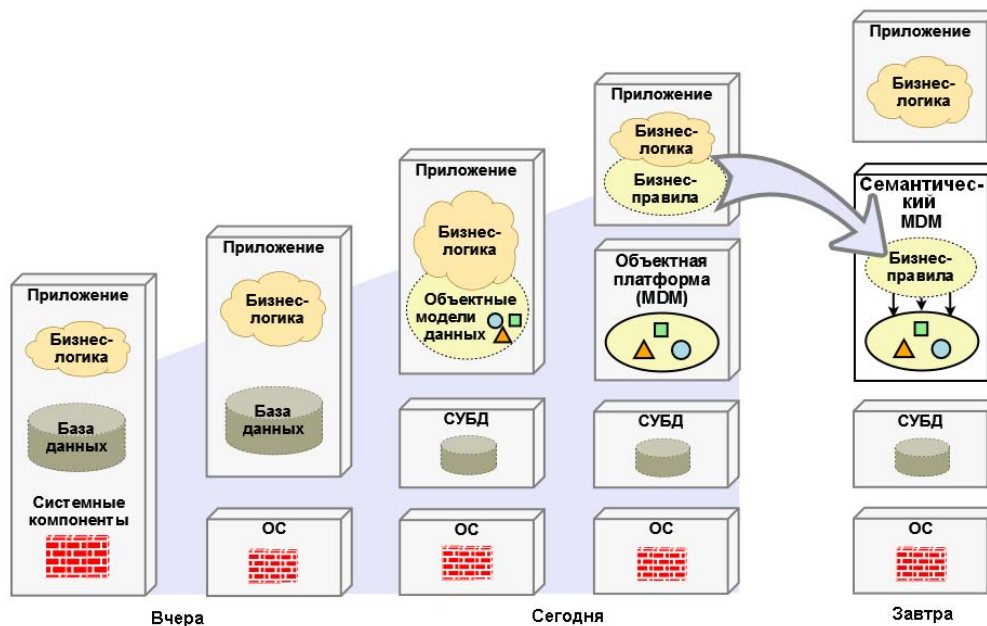


Рисунок 1 - Унификация общесистемных компонент в ходе эволюции программных средств

В рамках данного направления устраняются проблемы дублирования и синхронизации нормативно-справочной информации (НСИ). Вводится единая система классификации и кодирования. Реализуется централизованная система хранения, управления и доступа к справочным данным, появляется перспектива стандартизации представления и обмена данными. Открывается «место действия» для развертывания механизмов, оперирующих знаниями.

Методология MDM рассматривает справочные данные, циркулирующие на предприятии, как единый язык общения корпоративных информационных систем. Подразумевается, что информация об изделиях подлежит совместному использованию и обмену только в случае, если отправитель и получатель применяют одни и те же справочные данные. Таким образом, мы имеем дело с инновациями в области консолидации справочных данных, унификации сервисов их обработки, консолидации знаний в семантических моделях и стандартизации форматов обмена данными.

Перспектива развития MDM-систем в том, чтобы воспринять перечисленные инновации и, наряду с приложениями класса СУБД, стать общесистемными компонентами ИТ-инфраструктуры любого предприятия.

В статье анализируются обозначенные тенденции развития области управления справочными данными в машиностроении.

## 1 Принципы построения семантических MDM-систем

**Консолидация данных.** Репозиторий справочных данных должен являться единственным местом, в котором будет происходить добавление, изменение или удаление данных (рисунок 2). MDM – это самостоятельный класс систем, который не должен занимать подчиненное положение по отношению к какой-либо прикладной системе, например, ERP или PDM.

**Консолидация знаний.** Перенос правил принятия решений на уровень моделей данных делает их доступными всем корпоративным приложениям. Ориентированность на построение семантических моделей предметных областей обеспечивает максимальный уровень ав-

томатизации, поскольку частные решения, однажды внесенные в семантическую базу данных НСИ, будут надлежащим образом формализованы и многократно использованы в различных прикладных системах (рисунок 3).

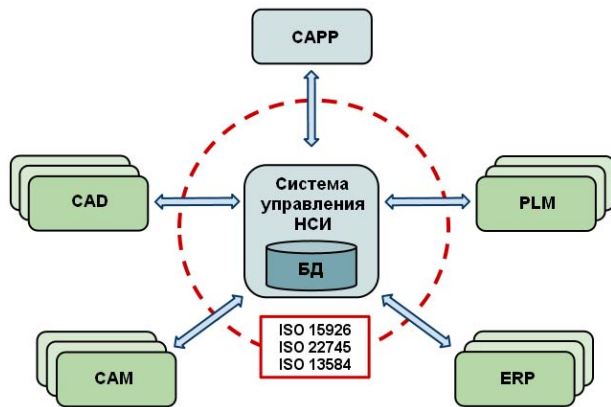


Рисунок 2 - Консолидация справочных данных

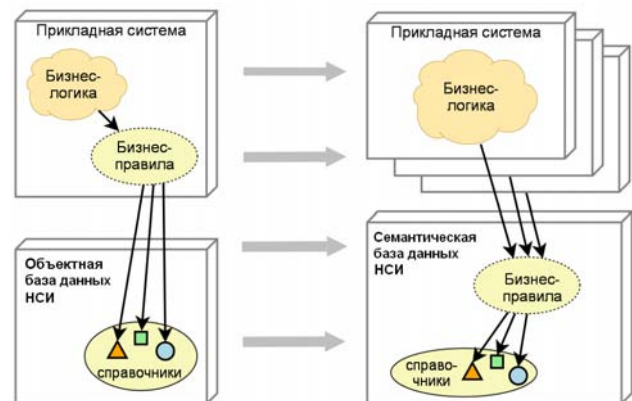


Рисунок 3 - Консолидация знаний

**Единое информационное пространство.** Семантическая MDM-система представляет собой консолидированное пространство справочных данных. Информация собирается из первичных систем и интегрируется в единое постоянное место хранения. Вынесение части справочников за его пределы разрывает связи между объектами, что нарушает целостность системы знаний и существенно ограничивает возможности построения семантической сети (рисунок 4).

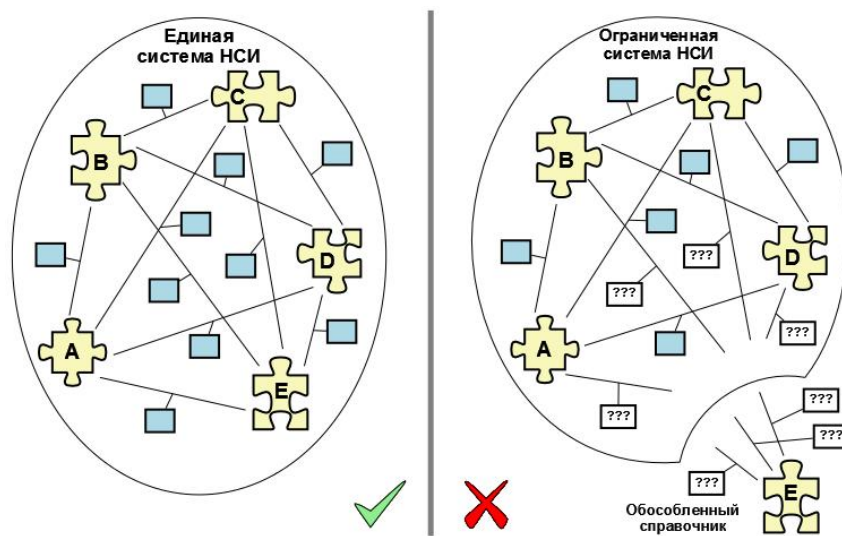


Рисунок 4 - Единое информационное пространство справочных данных

**Универсальность и расширяемость.** Модель предметной области постоянно корректируется и совершенствуется. Создаются новые объекты, меняются правила их поведения и отношения. Семантическая MDM должна уметь адаптироваться к этим изменениям, т.е. по сути, быть средой исполнения модели предметной области, вне зависимости от ее конкретного содержания.

**Контекстно-зависимое представление данных.** Система MDM должна предоставлять возможности «видеть» объекты с различных точек зрения. Например, инженер-технолог должен увидеть в металлорежущем станке механизмы перемещения заготовки и режущего

инструмента, а инженер-механик – узлы и детали, подлежащие профилактическому осмотру (рисунок 5). Контекстная точка зрения на объект не ограничивается только ролью пользователя, она меняется в зависимости от времени, точнее от этапов жизненного цикла объекта, а также набора его функций (предназначения).

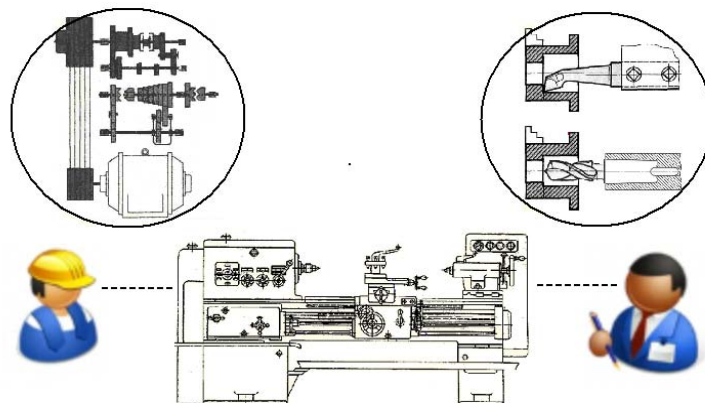


Рисунок 5 - Контекстная точка зрения на информационный объект нормативно справочной информации

Материальные объекты обладают двумя главными свойствами: структурой и активностью. Контекстное представление внутренней структуры объекта динамически меняется в зависимости от процессов, в которых он принимает участие. Можно сказать, что объекты определяются возможными с ними действиями.

**Стандартизация форматов обмена данными.** Тема синхронизации и унификации данных выходит далеко за рамки интересов отдельных предприятий. Согласно требованиям международных стандартов, поставщики продукции должны предоставлять покупателю необходимые для каталогизации технические сведения о товаре в электронном виде. Объединение товаров различных производителей в электронных каталогах подразумевает, что при описании товаров необходимо использовать одни и те же словарные термины и обозначения.

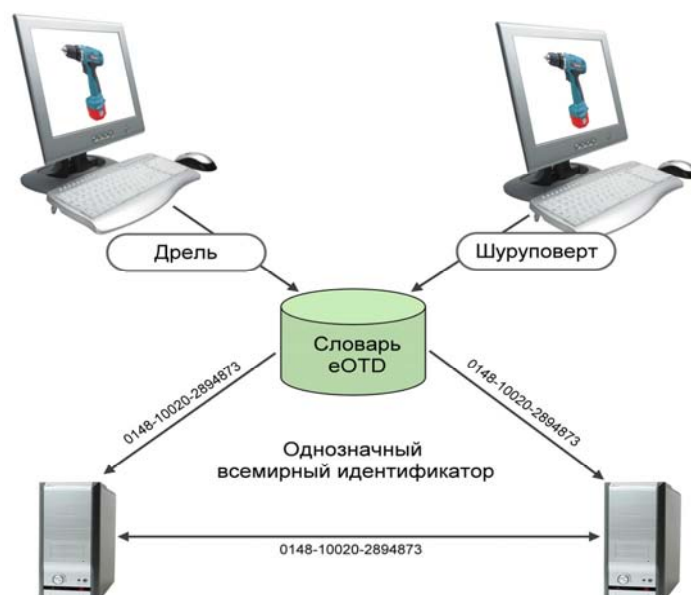


Рисунок 6 – Принцип работы Единого открытого словаря технических данных eOTD ECCMA

На сегодняшний день существуют два альтернативных варианта стандартизации форматов обмена данными.

Первый реализуется стандартом ISO 22745, который предполагает использование открытого словаря технических данных Международной ассоциации управления кодами электронной торговли (eOTD ECCMA).

Словари eOTD разработаны с целью связи терминов и определений с аналогичным семантическим содержанием. Они позволяют присваивать однозначный всемирный идентификатор любому термину, свойству или классу. На основе этих идентификаторов могут согласовываться описания материально-технических объектов в различных автоматизированных системах (рисунок 6).

В соответствии с приказом Ростехрегулирования №1921 от 19 июля 2006 г., формируется российская версия открытого технического словаря eOTD ECCMA, призванного согласовать информацию об изделиях различных поставщиков с целью сокращения затрат на разработку электронных каталогов продукции.

Второй вариант реализуется стандартом ISO 15926, который, в отличие от ISO 22745, является *онтологическим*, т.к. стандартизует структуру объектов. В нем специфицируется модель данных, определяющая значение сведений о жизненном цикле в едином контексте, поддерживающем все группы описаний, которыми могут обладать по отношению к изделиям инженеры-технологи, инженеры по оборудованию, операторы, инженеры по техническому обслуживанию и другие специалисты (ISO 15926 часть 1).

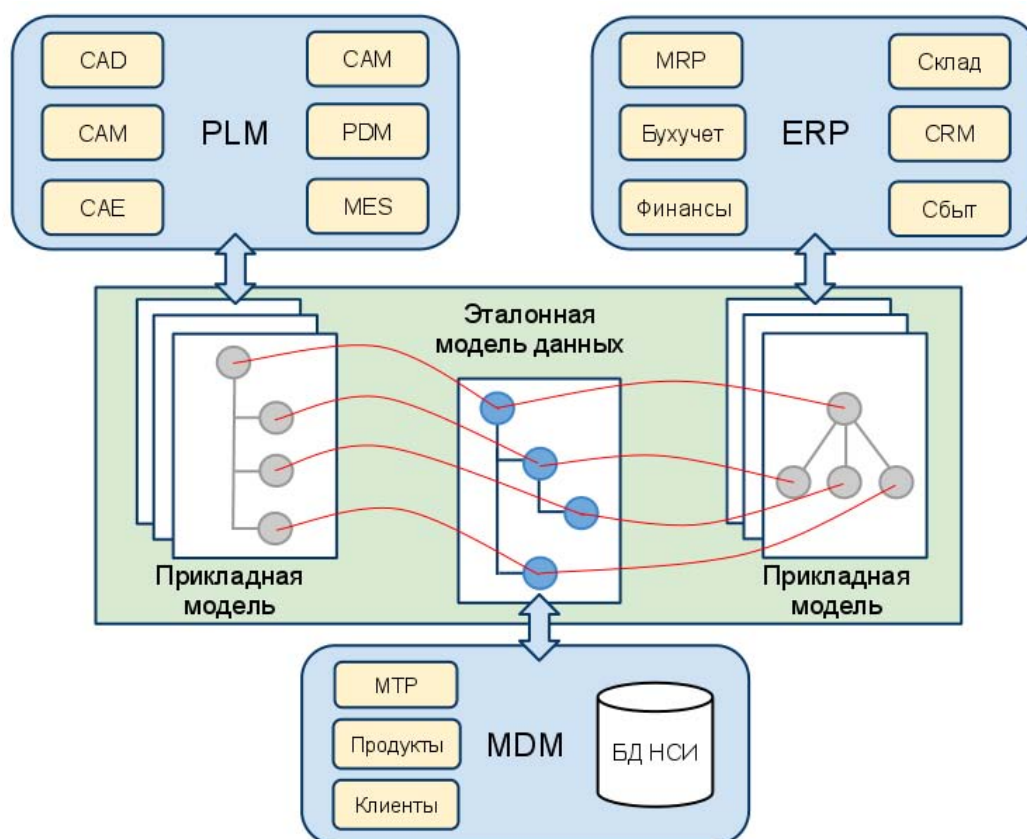


Рисунок 7 - Формализация обмена данными с помощью эталонной модели

Эталонная модель данных, на основе которой предлагается проводить синхронизацию с прикладными моделями данных, в ISO 15926 реализуется библиотекой справочных данных RDL (*Reference Data Libraries*). Поэтому интеграция любого нового приложения в единое

информационное пространство предприятия должна начинаться с приведения в соответствие классов и атрибутов прикладной модели этого приложения с соответствующими определениями эталонной модели, которая является корпоративным языком общения различных автоматизированных систем на предприятии (рисунок 7).

Реальные работы по использованию ISO 15926 в России активно ведутся ГК Росатом<sup>1</sup> и ФГУП Судозэкспорт.

## 2 Семантические технологии в САПР

Системы автоматизированного проектирования (САПР), работающие на машиностроительных предприятиях, являются основными потребителями справочной информации. Данные о материально-технических объектах – оборудовании, материалах, оснастке - нужны им в максимальной степени подробности. Интерес для САПР представляют не только технические параметры объектов, но и отношения между ними в контексте производственного процесса. Возможности семантической MDM-системы позволяют приложениям САПР реализовать «осмысленный» поиск в базе данных НСИ, в котором используются сведения, как о параметрах искомого объекта, так и правилах его взаимодействия с другими объектами.

Так, например, при поиске режущего инструмента в качестве критериев можно будет указать не только его характеристики, но и любой другой взаимосвязанный с ним объект: материал обрабатываемой детали, схему обработки, приспособление, металлорежущий станок. Система подберет требуемый инструмент, совместимый с экземплярами смежных объектов (рисунок 8).

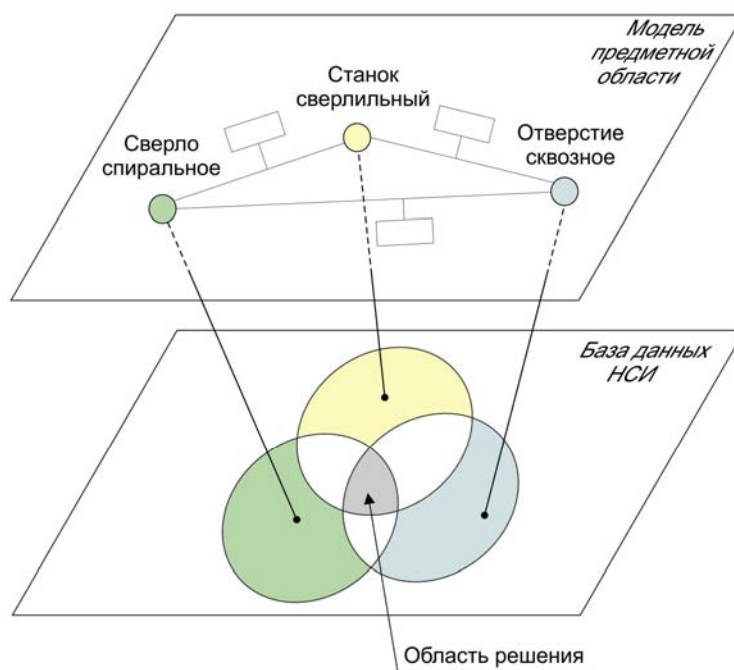


Рисунок 8 - Сужение области поиска в семантической сети взаимосвязанных объектов

<sup>1</sup> В Росатоме 26 декабря 2008 г. был издан приказ за №710, предписывающий: «Госкорпорации «Росатом» и ее организациям при создании и использовании информационных моделей производства на всех этапах жизненного цикла АЭС и топливных производств при выполнении процесса управления информацией в целях интеграции данных руководствоваться положениями международного стандарта ISO 15926, для чего разработать соответствующие корпоративные стандарты».

Семантический поиск – это ключевая потребительская ценность, способная обеспечить конкурентное преимущество САПР за счет повышения уровня автоматизации при принятия решений в процессе проектирования.

Как известно, данный подход лежит в основе технологий Semantic Web. Считается, что там семантические технологии уже прошли начальную стадию развития и всерьез рассматриваются ведущими аналитиками в качестве реальной силы: «В течение следующих 10 лет веб-технологии усовершенствуют возможности наделяния документов семантической структурой, создадут структурированные словари и онтологии для определения терминов, концепций и отношений...» [4]. Это и перспектива САПР в машиностроении.

По определению Т. Груббера [5], онтология - есть спецификация некоторой предметной области, которая описывает множество терминов, понятий и классов объектов, а также взаимосвязей между ними. Онтология призвана обеспечить согласованный унифицированный словарь терминов для взаимодействия различных корпоративных информационных систем.

Простейшим примером онтологии будет выделение в структуре осевого режущего инструмента присоединительной и режущей части как самостоятельных классифицируемых объектов, что позволяет использовать их при построении описаний схожих инструментов, типа сверло, зенкер, развертка, концевая фреза и т.д. (рисунок 9).

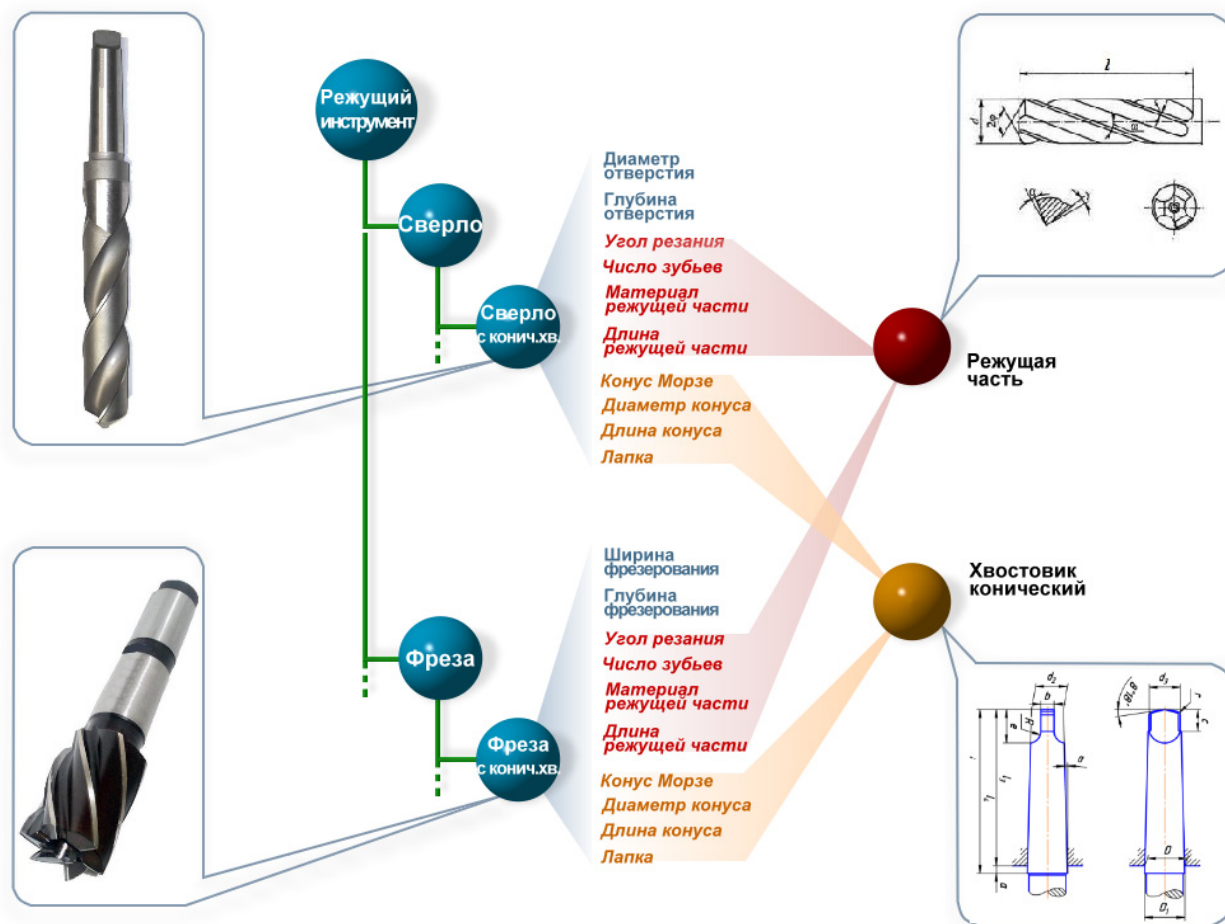


Рисунок 9 - Выделение составных частей осевого режущего инструмента

Без построения онтологической модели объекта невозможно формализовать его взаимосвязи с другими сущностями, т.к. правила совместимости двух объектов определяются по совокупной совместимости их составных частей (рисунок 10).

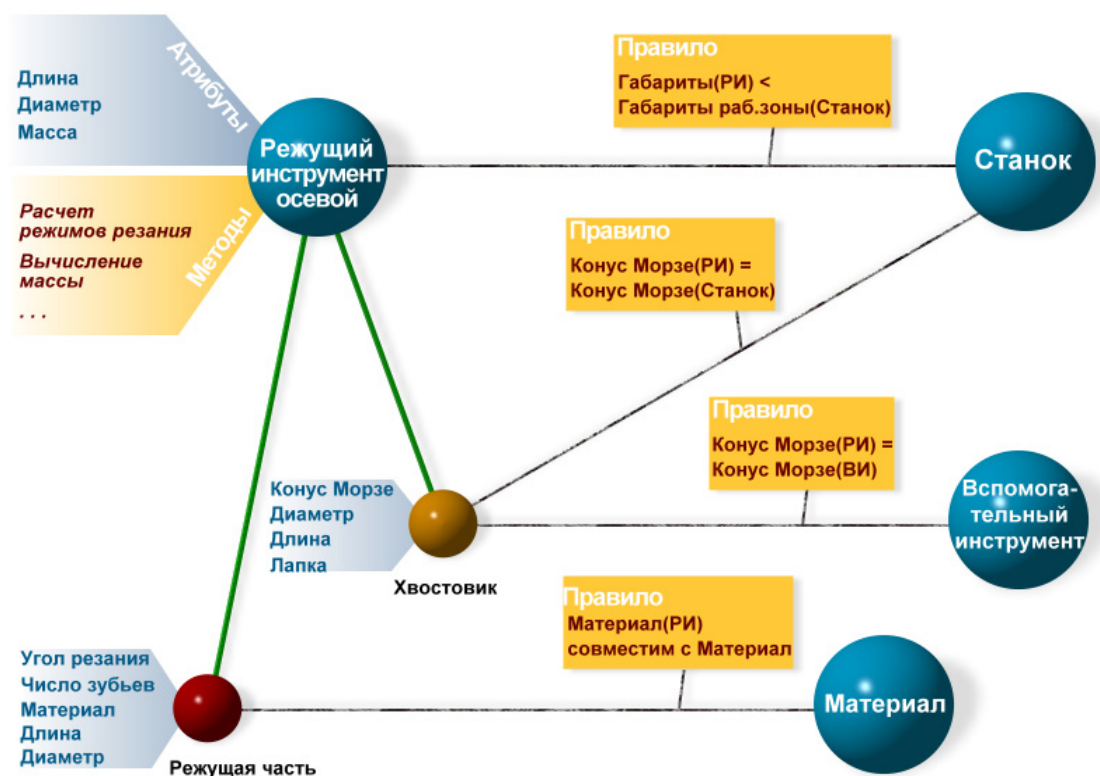


Рисунок 10 - Совместимость объектов определяется по совокупной совместимости их составных частей

Сведение унифицированных описаний объектов предметной области в общую библиотеку и предоставление к ней доступа из различных приложений решает задачу стандартизации форматов обмена данными. Размещение такой библиотеки в интернет видится решением проблемы интеграции данных на отраслевом, государственном и межгосударственном уровнях.<sup>2</sup>

### 3 Система управления справочной информацией Semantic

Первой системой класса MDM, адаптированной к условиям отечественного машиностроения, является корпоративная система управления нормативно-справочной информацией Semantic - флагманский программный продукт компании «SDI Soluition» (рисунок 11) [3].

Данная система поддерживает все основные бизнес-процессы управления НСИ: ввод данных, актуализация, утверждение и контроль, включая ведение истории изменений и использования данных. Semantic обеспечивает централизованное хранение и предоставление справочной информации в стандартизированном виде всем заинтересованным пользователям и прикладным автоматизированным системам. Semantic может поставляться и как самостоятельное приложение – интеллектуальное хранилище справочных данных с базовым наполнением, реализующее функции информационно-поисковой системы, и как поставщик НСИ внешним приложениям – САПР, PDM, ERP и др.

<sup>2</sup> Например, в рамках европейского проекта JORD (*Joint Operational Reference Data*), начиная с 2008 г., создается библиотека онтологических моделей данных на основе открытого международного стандарта ISO 15926. Каждый желающий имеет возможность разместить в этой библиотеке свои собственные онтологические модели данных. Годовая подписка на данную библиотеку в сети интернет будет стоить 25 тыс. евро.



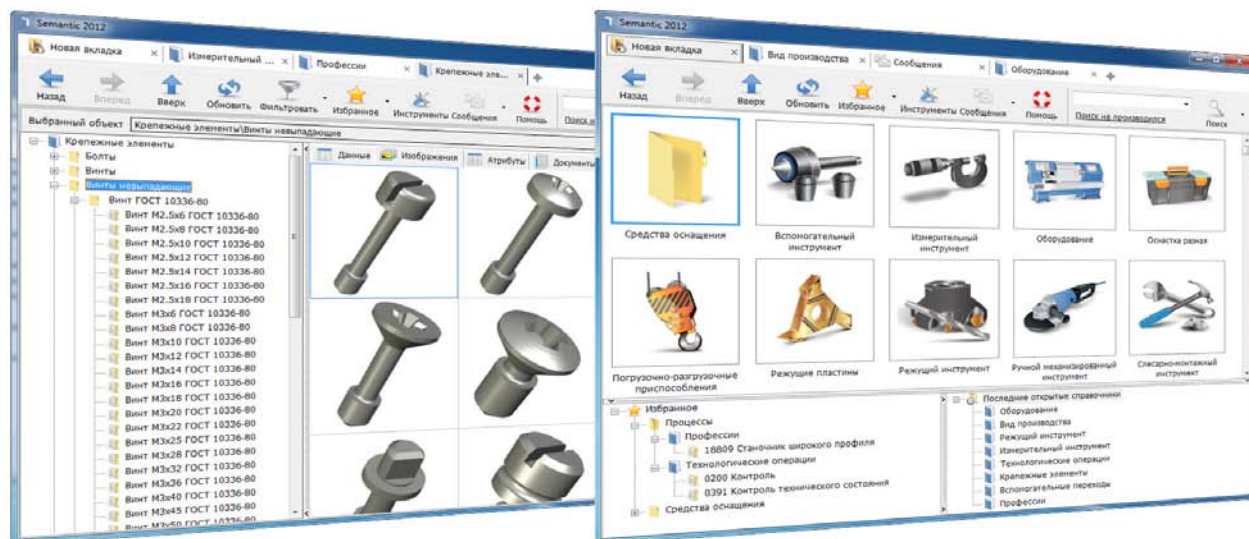


Рисунок 11 - Система управления нормативно-справочной информацией Semantic

В отличие от традиционных MDM-систем, ориентированных в первую очередь на управление данными о продукции и клиентах, система Semantic настроена на машиностроительное производство и позволяет учесть его специфику в области проектирования, управления и принятия решений.

Система управления НСИ Semantic является составной частью комплекса автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства. В базе данных Semantic содержится большое количество специализированных машиностроительных справочников: классификаторы основных и вспомогательных материалов, технологических операций и переходов, паспортные данные более 2000 моделей оборудования для механообработки, штамповки, термообработки, сварки, около 60000 типоразмеров ГОСТированного режущего, вспомогательного, измерительного инструмента и стандартные изделия. Всего более чем 200 000 иллюстрированных машиностроительных объектов НСИ. Справочники, входящие в базовую поставку, опираются на классификацию, закрепленную отечественными стандартами.

Система управления НСИ Semantic позволяет:

- обеспечивать централизованное и стандартизованное хранение и ведение НСИ;
- поддерживать бизнес-процессы управления НСИ, оперативно обновлять данные по запросам потребителей и осуществлять контроль корректности вводимой информации;
- создавать средствами администрирования собственные справочники непосредственно на предприятии;
- обеспечивать репликацию справочных данных в территориально-распределенной иерархической структуре предприятия;
- хранить данные на SQL-сервере под управление одной из следующих СУБД: Oracle, MS SQL Server, FireBird;
- производить многокритериальный и семантический поиск в массиве справочной информации;
- разграничивать ролевые права доступа, производить аутентификацию и авторизацию пользователей системы;
- поддерживать разные точки зрения на объекты НСИ в контексте подразделений, ролей пользователей и бизнес-процессов;
- вести архив нормативно-технической документации, ассоциированной с объектами НСИ;

- предоставлять сервисы внешним приложениям в виде API-функций (СOM-сервер Semantic реализует порядка 700 API-функций);
- вести журнал активности пользователей: вход, выход из системы, производимые действия;
- осуществлять поиск дубликатов и т.д.

Пользователям предоставлены гибкие инструменты настройки, с помощью которых можно вносить изменения в существующую модель данных, модифицировать уже имеющуюся и добавлять новые справочники произвольной структуры.

Система управления НСИ Semantic может использоваться в качестве электронного архива нормативно-технической документации. К каждому объекту базы данных НСИ: оборудование, оснастка или материал можно подключать документы и файлы различных типов, в любом количестве и объеме:

- инструкции, ГОСТы, паспортные данные, методики, отчеты;
- технологические процессы изготовления;
- слайды, чертежи, 3D-модели, схемы и планировки;
- аудио-, видео-, фотоматериалы и т.д.

Система позволяет просматривать и редактировать документы ассоциированными приложениями, поддерживает многопользовательский режим работы. Сохраняются копии измененных документов с возможностью вернуться к ранней версии, ведется протоколирование истории изменения.

Semantic поддерживает высокоскоростной поиск по всей базе данных, по определенному справочнику или в пределах указанной классификационной группы. Популярные варианты поиска объектов можно персонифицировано сохранять в базе данных для их последующего использования.

Импорт, экспорт данных в Semantic осуществляется на основе файлов формата XML и XLS. В случае территориально-распределенной структуры предприятия и невозможности по каким-либо причинам работы с единой базой данных НСИ, система позволяет осуществить удаленный обмен данными через указанные форматы файлов.

## Заключение

Переход к применению семантических технологий в области управления справочными данными в машиностроении - критически важная инновация, определяющая в среднесрочной перспективе основной вектор развития в этой сфере и источник конкурентных преимуществ создаваемых информационных систем.

Научное обеспечение создания отвечающих этой цели приложений класса MDM составляют, прежде всего, методы представления знаний с использованием онтологий, релевантные методы онтологического инжиниринга и семантического поиска.

Возможность создания на новых принципах надежной и полнофункциональной платформы для организации на машиностроительном предприятии единого пространства справочной информации демонстрирует пример корпоративной системы управления НСИ Semantic.

## Список источников

- [1] Андриченко А.Н. Принципы построения семантических MDM-систем // САПР и Графика. 2011. №5. – С 69-73.
- [2] Андриченко А.Н. Управление справочными данными: аналитический обзор рынка // САПР и Графика. 2011. №4. - С 100-104.

- [3] Андриченко А.Н. Корпоративная система управления нормативно-справочной информацией Semantic // САПР и Графика. 2011. №6. – С 67-71.
- [4] Finding and Exploiting Value in Semantic Technologies on the Web. - Gartner, 2007. (аналитический отчет).
- [5] Gruber T.R. A translation approach to portable ontologies // Knowledge acquisition. 1993. 5(2). - P. 506-515.
- 

### Сведения об авторе



*Андриченко Андрей Николаевич*, к.т.н., область интересов - САПР технологических процессов. В 1987-1997 гг. руководитель отдела САПР ТП в НИИ авиационных технологий (НИАТ); в 1997-2002 гг. Генеральный директор ИКЦ «Оберон»; в 2002-2011 гг. руководитель технологического направления компании АСКОН. С 2011 г. председатель Совета директоров компании SDI Solution.

*Andrichenko Andrey Nikolaevich*, Cand.Tech.Sci., area of interests is CAD in technological processes. In 1987-1997 he is the head of department of CAD in the scientific research institute of aviation technologies (NIAT); in 1997-2002 he is the General director of Company “Oberon”; in 2002-2011 he is the head of the technological direction of Company ASKON. Since 2011 the chairman of board of directors of company SDI Solution.