

Управление корпоративными мастер-данными в промышленных холдингах и корпорациях

А.Н. Андриченко, к.т.н., председатель Совета директоров ЗАО "ЭсДиАй Солюшен"(Москва)



В предлагаемой статье рассмотрены вопросы внедрения систем *MDM (Master Data Management)*, предназначенных для консолидации мастер-данных, унификации сервисов по работе с этими данными, стандартизации форматов их представления и обмена на различных иерархических уровнях (корпорация – предприятие – подразделение).

В качестве решения предложен первый российский программный комплекс класса *MDM*, адаптированный к условиям промышленного производства – *Semantic MDM*.

Введение

В промышленном производстве используется большое количество прикладных информационных систем различных поставщиков, привносящих на предприятия собственные базы данных с нормативно-справочной информацией (НСИ), дублирующие друг друга.

НСИ – это условно-постоянная информация нетранзакционного характера (в зарубежной терминологии – мастер-данные), которая не претерпевает существенных изменений в процессе повседневной деятельности компании. К данному типу относятся информационно-технические справочники, классификаторы, электронные каталоги средств производства и комплектующих изделий, нормативно-техническая документация и т.д.

Каждое приложение “видит” объекты НСИ по-своему, поэтому обозначение одного и того же объекта в различных прикладных системах может отличаться. Это приводит к многократному дублированию справочных данных и необходимости синхронизировать базы данных различных поставщиков усилиями самого предприятия. Процесс сопровождения разрозненных баз данных НСИ повышает стоимость владения

программным обеспечением (ПО) и не обеспечивает достоверность и качество информации. В случае внесения изменений в описание объекта, процедуру ввода нужно произвести такое количество раз, которое соответствует числу баз данных, регистрирующих этот информационный объект. Возникает необходимость в синхронизации автономных баз данных НСИ, без чего невозможно построение консолидированной отчетности в условиях непрерывного обмена результатами работ прикладных информационных систем инженерного и экономического контура.

Для решения комплекса задач, связанных с централизованным управлением корпоративной справочной информацией, существует специализированный класс систем – *Master Data Management (MDM)*. Такие системы предназначены для консолидации мастер-данных, унификации сервисов по работе с этими данными, стандартизации форматов их представления и обмена (рис. 1).

Что такое MDM

Аналитическое агентство *Gartner* дает такое определение: “*MDM – это поддержка глобальной идентификации, связывание и синхронизация информации об объектах в гетерогенных источниках данных через семантическое согласование мастер-данных*”.

Иными словами, *MDM* – это системный подход к построению единого информационного пространства предприятия на уровне корпоративной НСИ, позволяющий связать множество версий одних и тех же данных с одной эталонной записью.

Рынок *MDM* – это новый, динамичный, наукоемкий и ненасыщенный рынок программного

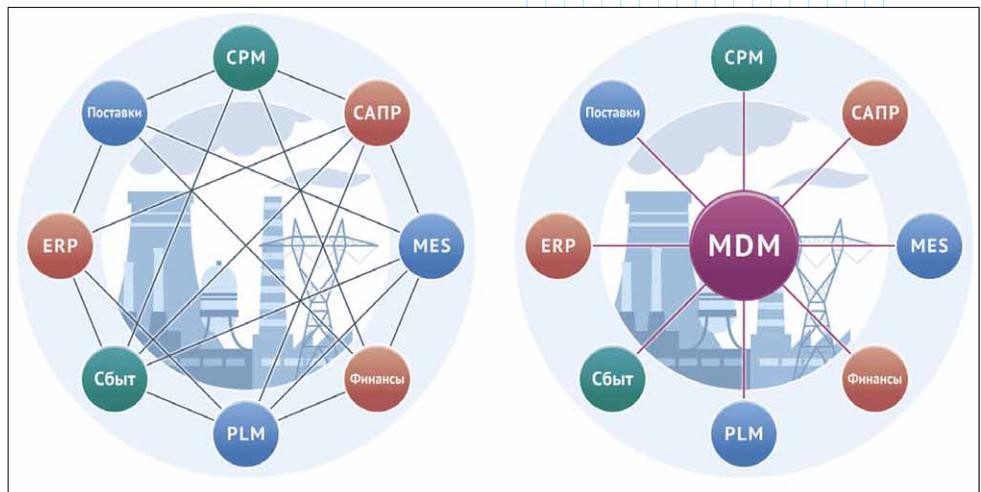


Рис. 1. Консолидации справочных данных в среде MDM

обеспечения, потребность в котором появилась относительно недавно. По оценкам аналитических агентств, глобальный рынок управления основными данными, содержащий программное обеспечение и услуги, вырастет с 9.4 млрд. долларов в 2015 году до 26.8 млрд. к 2020 году, то есть среднегодовой прирост должен составить +23.2%.

Основные решения на рынке *MDM* представлены зарубежными компаниями: *IBM InfoSphere MDM Collaboration Server*, *Informatica MDM*, *SAP NetWeaver MDM*, *Oracle Product Information Management Data Hub* и др. Ориентировочная стоимость владения таким ПО определяется схемой лицензирования: 10 тыс. записей – 100 тыс. евро.

Ключевыми функциями *MDM*-системы являются:

- глобальная идентификация информационных объектов;
- унификация описаний и форматов обмена мастер-данными;
- обеспечение качества НСИ: очистка, нормализация, поиск дубликатов;
- корпоративные регламенты управления мастер-данными;
- управление заявками на добавление и изменения эталонных записей НСИ;
- репликация мастер-данных по расписанию в подразделениях холдинга, предприятия;
- классификация, многокритериальный поиск, контекстно-зависимое представление данных и др.

В ходе полноценного внедрения системы *MDM* на предприятии необходимо добиться уникальной идентификации объектов, единой точки ввода данных, обеспечения качества и синхронизации корпоративных мастер-данных, используемых в различных подразделениях организации.

К основным бизнес-функциям *MDM*-системы относятся снижение трудоемкости формирования корпоративной отчетности за счет глобальной идентификации информационных объектов и поддержка процессов кооперации подразделений предприятия, холдинга.

Передача информации в электронном виде из одной прикладной информационной системы в другую подразумевает, что отправитель и получатель используют одни и те же справочные данные – то есть, базы данных НСИ прикладных систем должны быть либо объединены, либо синхронизированы. Данный тезис справедлив как при взаимодействии различных подразделений одного предприятия, так и при кооперации в территориально-распределенной структуре промышленного холдинга.

Так, взаимодействие территориально-удаленных конструкторского бюро и производственной

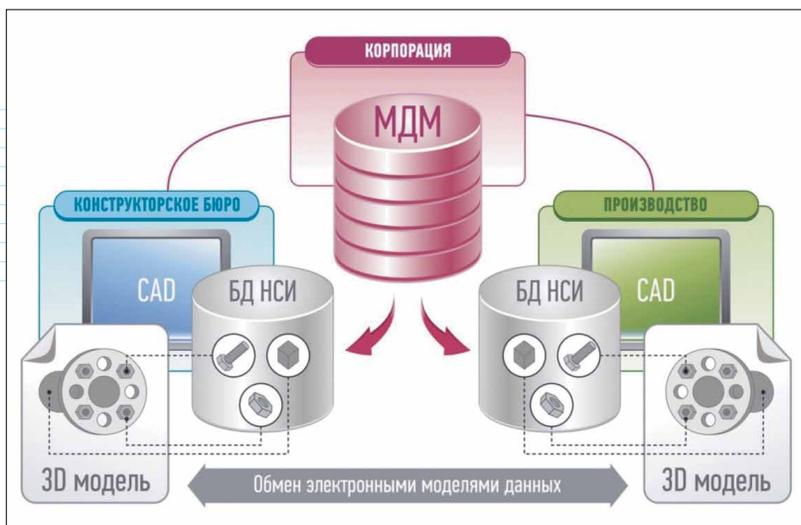


Рис. 2. Отправитель и получатель должны использовать одни и те же справочные данные

площадки предполагает, что состав изделия, *3D*-модели деталей и сборочных единиц, которыми они обмениваются, ведутся в одних и тех же *PDM*- и *CAD*-системах. При этом идентификаторы комплектующих, стандартных изделий и материалов, включенных в состав *3D*-моделей, должны быть одинаковыми и принадлежать единому первоисточнику – централизованной *MDM*-системе корпорации (рис. 2).

Существует специфика позиционирования *MDM*-систем в промышленном сегменте, которая характеризуется наличием двух отдельных и в определенной степени независимых контуров: инженерного и экономического. Конструкторско-технологические подразделения работают с подсистемами комплекса *PLM* (*Product Lifecycle Management* – управление жизненным циклом продукта), таких как *PDM*, *CAD*, *CAM*, *CAE*, *CAPP*, а финансово-экономические, снабженческие, плановые службы предприятия ориентированы на функциональность комплекса *ERP* (*Enterprise Resource Planning* – планирование ресурсов предприятия).

Область применения *MDM* шире, чем *PLM*, *ERP* и других прикладных систем для промышленных предприятий, поскольку носит инфраструктурный характер. Функциональность *PLM* и *ERP* нацелена на выполнение конкретных прикладных задач, в рамках которых управление НСИ – всего лишь вспомогательный сервис, в то время как для систем класса *MDM* – это основная бизнес-функция, включающая методики, регламенты и процессы управления корпоративными мастер-данными (рис. 3).

Проблема создания и ведения справочников корпоративного уровня выходит далеко за рамки отдельных корпораций и должна решаться с учетом отраслевых, государственных и международных стандартов. Разработка технологической

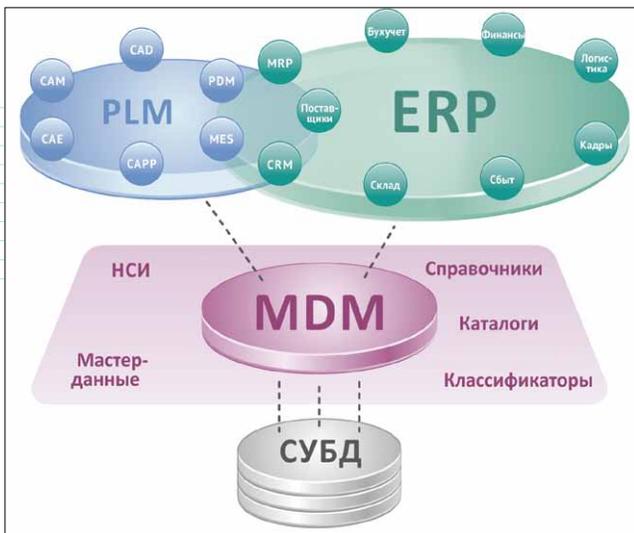


Рис. 3. Позиционирование MDM в промышленном сегменте

платформы для управления корпоративными мастер-данными является стратегической государственной задачей, реализация которой позволяет вести кооперацию и техническое перевооружение промышленных предприятий на качественно ином уровне. Организация взаимодействия промышленных предприятий в аспекте информационного обмена данными, кооперация субподрядчиков, а также поставка и продвижение продукции на отечественном и зарубежных рынках невозможны без формирования единых принципов унификации описания объектов промышленного производства на основе международных стандартов; сюда же относятся и необходимые программные средства синхронизации данных и автоматизации поиска нужных объектов.

В связи с формированием и реализацией в России государственной подпрограммы “Разработка отечественного инженерного программного обеспечения” и отраслевых планов импортозамещения ПО, особое значение приобретает разработка кросс-отраслевой отечественной системы управления корпоративной НСИ, адаптированной к условиям промышленного производства, обеспечивающей качество и унификацию представления мастер-данных на основе гармонизированных национальных и международных стандартов.

Кросс-отраслевая MDM-система может быть реализована с применением методик обеспечения качества корпоративных справочных данных на основе национальных стандартов серий ГОСТ Р ИСО 22745 “Системы промышленной автоматизации и интеграции. Открытые технические словари и их применение к основным данным” и ГОСТ Р ИСО 8000 “Качество данных”, которые позволяют точно идентифицировать информационные объекты и обмениваться данными без искажения их смысла в рамках межотраслевой кооперации предприятий.

Согласно требованиям этих 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 используются одни и те же словарные термины и обозначения.

Открытые технические словари разработаны с целью установления взаимосвязи 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 (рис. 4).

Упомянутые стандарты предполагают использование унифицированных шаблонов описания продукции и Российского открытого технического словаря **ROTD** (*Russian Open Technical Dictionary*), который, как указано в стандарте, позволяет:

- точно установить свойства товаров, работ и услуг;
- синхронизировать отраслевые базы данных, содержащие классификаторы, справочники и каталоги продукции с минимальным преобразованием;
- точно определить информацию и обмениваться данными с партнерами из других стран без искажения смысла данных;
- обеспечить прозрачность потока информации, циркулирующей между правительственными и коммерческими системами с различными форматами организации данных;

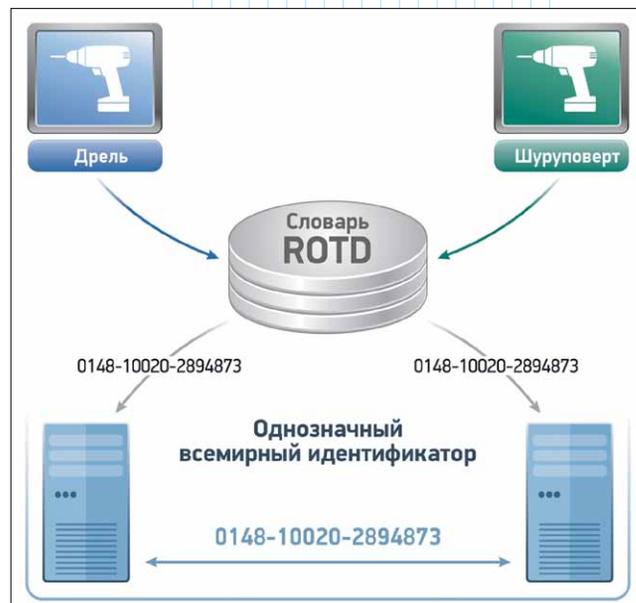


Рис. 4. Обмен мастер-данными на основе Российского открытого технического словаря (ROTD) ГОСТ Р ИСО 22745

- обеспечить своевременность и достоверность передаваемых данных для финансово-учетных процессов;
- способствовать управлению учетом и совершенствованию производства;
- содействовать ведению учета коммерческих и правительственных (государственных) снабженческих операций;
- обеспечить информацией о единицах измерений и международных денежных единицах;
- обеспечить сведениями о классификации и применении различных языков.

Для реализации проекта создания кросс-отраслевой *MDM*-системы, в июне 2016 года организациями ЗАО “ЭсДиАй Солюшен”, АО “Объединенная двигателестроительная корпорация”, ФБУ “КВФ “Интерстандарт” (структурное подразделение Росстандарта) и ассоциацией “Станкоинструмент” был создан консорциум “Современные технологии управления корпоративными мастер-данными”.

Перед консорциумом поставлены следующие задачи:

- разработка кросс-отраслевой российской системы класса *MDM*, обеспечивающей централизованное управление корпоративной НСИ в промышленном производстве;
- разработка корпоративных информационно-технических справочников и электронных каталогов отечественных средств производства, стандартных и комплектующих изделий на основе национальных и международных стандартов;
- интеграция кросс-отраслевой *MDM*-системы с компонентами комплекса *PLM*.

Применение стандартов по обеспечению качества данных и глобальной идентификации информационных объектов в кросс-отраслевой *MDM*-системе делает возможным вертикальное масштабирование проекта: предприятие – холдинг – отрасль.

Интеграция кросс-отраслевой *MDM*-системы с компонентами перспективного российского комплекса *PLM* позволит сократить сроки и трудоемкость его разработки и объединить передовые отечественные решения в области САПР в рамках единого информационного пространства хранения и обмена корпоративными мастер-данными.

Поэтапное рациональное импортозамещение (локализация) инженерного ПО может быть реализовано за счет включения в состав зарубежных *PLM*-комплексов кросс-отраслевой российской *MDM*-системы, обеспечивающей централизованное

управление НСИ, без дублирования этой функции в системах *CAD*, *CAM*, *CAE*, *CAPP* и *PDM*.

Три уровня реализации *MDM*-системы холдинга

Существует три уровня реализации кросс-отраслевой *MDM*-системы в территориально-распределенной структуре промышленного холдинга (рис. 5):

- 1 управляющая компания холдинга;
- 2 предприятия холдинга;
- 3 подразделения предприятия.

На каждом уровне *MDM*-система выполняет различные функции:

- в холдинге – способствует формированию консолидированной отчетности и проведению бизнес аналитики;
- на уровне предприятия синхронизирует мастер-данные инженерного и экономического контура;
- в подразделениях конструкторско-технологической подготовки позволяет консолидировать базы данных НСИ отдельных САПР.

Необходимо отметить, что полноценная реализация *MDM*-проекта в управляющей компании холдинга невозможна без наведения порядка в справочных данных на предприятиях и в их подразделениях.

1. Уровень управляющей компании холдинга

Корпоративная *MDM*-система холдинга представляет собой систему связанных, территориально-распределенных баз данных, взаимодействующих с головным центром ведения НСИ. Все бизнес-процессы управления мастер-данными в такой структуре подчиняются общему регламенту и обеспечиваются единой программной средой.



Рис. 5. Три уровня реализации проекта кросс-отраслевой *MDM*-системы

Центральная служба ведения НСИ в управляющей компании холдинга осуществляет разработку эталонной модели корпоративных мастер-данных, позволяющей описывать свойства информационных объектов и семантику их взаимосвязей. Ведение отдельных массивов справочных данных может быть делегировано региональным службам НСИ, которые в пределах своей компетенции осуществляют сбор, идентификацию, классификацию и ввод мастер-данных.

В задачи головного центра *MDM* входит:

- разработка бизнес-процессов и унификация регламентов ведения НСИ во всех подразделениях корпорации;
- создание корпоративной базы данных НСИ, поддерживающей механизм репликации;
- глобальная идентификация объектов НСИ с помощью **GUID** (*Globally Unique Identifier* – статистически уникальный 128-битный идентификатор);
- унификация описаний объектов (создание тезаурусов – словарей терминов предметной области);
- разработка принципов классификации и кодирования номенклатурных объектов;
- унификация форматов обмена справочными данными на основе международных стандартов.

Каждое из предприятий, подключенных к головной *MDM*-системе, может иметь собственную копию *MDM*, необходимую выборку справочников из корпоративной базы данных и возможность обмениваться информацией с центральной базой данных НСИ.

Головной центр ведения НСИ с заданной периодичностью реплицирует в локальные *MDM*-системы актуальные изменения мастер-данных и собирает заявки на ввод новых номенклатурных (эталонных) позиций со всех предприятий. Заявки на изменение объектов НСИ принимаются и обрабатываются экспертами отдела НСИ холдинга.

Территориально-распределенная схема управления НСИ оптимально подходит для организаций со сложной разветвленной структурой региональных отделений. Она позволяет, с одной стороны, централизованно обслуживать удаленные предприятия, распространяя отраслевые стандарты, осуществлять общий контроль качества и полноту данных. С другой стороны, эта схема предоставляет отдельным предприятиям определенную самостоятельность, позволяющую учитывать местную специфику. Такой подход существенно снижает риск неудачи при глобальном развертывании системы *MDM*, поскольку каждая локальная система ведения НСИ меньше по масштабу, лучше адаптирована к специфике конкретного производства и может управляться сотрудниками местного центра НСИ.

Ключевые задачи системы *MDM* в территориально-распределенной структуре – это поддержка кооперации предприятий холдинга и снижение

затрат на формирование корпоративной отчетности. Благодаря тому, что все номенклатурные объекты, представленные в *MDM*-системе, имеют уникальный идентификатор *GUID*, управляющая компания холдинга может собирать сведения о потребляемых предприятиями товарно-материальных ценностях (**ТМЦ**) и формировать сводные отчеты с целью оптимизации закупочной деятельности.

Таким образом, централизованная форма управления НСИ в холдинге позволяет снизить издержки на координацию действий участников производственного процесса и повысить эффективность принимаемых управленческих решений. Внедрение системы *MDM* позволяет:

- сократить затраты на формирование консолидированной отчетности за счет унификации описаний информационных объектов;
- снизить затраты на создание и сопровождение корпоративных справочных данных за счет их централизации;
- сократить расходы на централизованные закупки ТМЦ за счет глобальной идентификации номенклатурных позиций.

2. Уровень предприятия, подразделения холдинга

Каждое из предприятий холдинга может иметь точную копию *MDM*-системы, установленной в управляющей компании, и определенную выборку баз данных, востребованных с учетом местной специфики. Одновременно с корпоративными справочниками, в локальной *MDM*-системе могут находиться наборы данных, применяемые исключительно в пределах конкретного предприятия.

Настройка взаимосвязей объектов происходит в момент синхронизации баз *MDM* с базами данных НСИ прикладных систем. Автоматизированная процедура слияния данных идентифицирует совпадение объектов по заданным ключевым полям и относит их к категории дублирующих

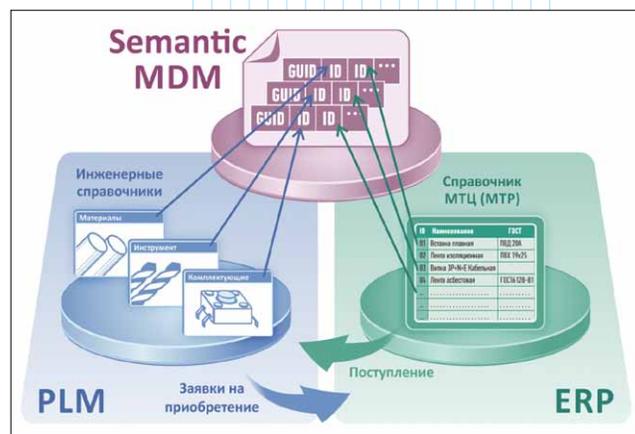


Рис. 6. Обмен справочными данными между инженерным и экономическим контурами предприятия

записей, сохраняя при этом связь с эталонной записью об объекте.

Любой информационный объект, где бы он ни находился, имеет связь с уникальным идентификатором (*GUID*) эталонной записи в базе данных *MDM*, по которому определяются эталонное название объекта, принадлежность его к определенной классификационной группе и набор унифицированных атрибутов, определяющих его свойства (рис. 6). Перемещаясь из одного приложения в другое (*CAD – CAPP – PDM – ERP*) в составе электронных документов (*3D*-модели, технологические процессы, структура изделия), справочные объекты не теряют связи с базой данных *MDM*. Любая прикладная система, оперирующая ими, всегда может обратиться к первоисточнику – *MDM*-системе – и по уникальному идентификатору *GUID* извлечь дополнительную информацию об объекте: его детальное описание, сопроводительные документы, информацию экономического характера и т.д.

Любое приложение, вносящее в информационную среду предприятия базу данных НСИ, должно либо синхронизировать свои объекты НСИ с эталонными записями в *MDM*, либо интегрироваться с *MDM*-системой, что подразумевает отказ от собственных справочных данных.

К преимуществам централизации и унификации корпоративных мастер-данных на предприятии можно отнести:

- снижение затрат на ведение НСИ путем организации единой точки входа для управления справочной информацией, используемой всеми информационными системами предприятия;
- повышение качества и достоверности НСИ за счет унификации справочных данных, устранения дублирования и разработки корпоративных регламентов ведения НСИ;
- снижение трудоемкости интеграции информационных систем за счет устранения перекрестного обмена мастер-данными;
- повышение уровня ответственности и надежность процессов управления справочной информации за счет их централизации.

3. Уровень конструкторско-технологических подразделений предприятия

Компанией ЗАО “ЭсДиАй Солошен” разработан первый российский программный комплекс класса *MDM*, адаптированный к условиям промышленного производства. Система *Semantic MDM* может поставляться заказчику как классическое *MDM*-решение и как информационно-поисковая система, реализующая функции поставщика НСИ и нормативно-технической документации внешним приложениям (*CAD, CAE, PDM, ERP* и др.). В базе данных системы содержится большое количество наполненных промышленных справочников и классификаторов: материалы и сортаменты, стандартные комплектующие изделия, оборудование,

гостируемый инструмент, приспособления, таблицы общемашиностроительных укрупненных норм времени на выполнение различных технологических операций и т.д.

История создания *Semantic MDM* насчитывает не один десяток лет. Система прошла развитие от простого справочника инженерных данных в составе САПР технологических процессов “Автопроект”, разработанной в НИАТе в 1991 году, до корпоративной системы управления НСИ предприятия и корпорации.

Эволюция модели данных – от реляционной к объектной – позволила абстрагироваться от способа представления данных в СУБД, благодаря чему *Semantic MDM* может работать с различными *SQL*-серверами. Средствами конфигурирования системы можно создавать новые и модифицировать уже существующие справочники и классификаторы, оперируя при этом классами, атрибутами и методами. Доступ к функциям модели данных реализуется с помощью 700 документированных *API*-функций, с помощью которых можно производить настройку и интеграцию системы.

Semantic MDM – это первая российская система класса *MDM*, которая интегрирована с ведущими отечественными и зарубежными *CAD/PDM*-системами, что позволяет отказаться от собственных локальных баз данных НСИ в пользу корпоративных (рис. 7). В их числе:

- *Autodesk: Vault, Inventor, AutoCAD;*
- *Siemens PLM Software: Teamcenter Engineering, NX, Solid Edge;*
- *PTC: Windchill, Creo;*
- *Dassault Systèmes: SOLIDWORKS;*
- АСКОН: КОМПАС-3D, Лодман PLM;
- Топ Системы: T-FLEX CAD и др.

Прямая интеграция *Semantic MDM* с *CAD/PDM*-системами инженерного контура дает возможность:

- обращаться из интерфейса *CAD*-системы непосредственно к инженерным справочникам



Рис. 7. Интеграция *Semantic MDM* с ведущими *PDM/CAD*-системами российских и зарубежных вендоров

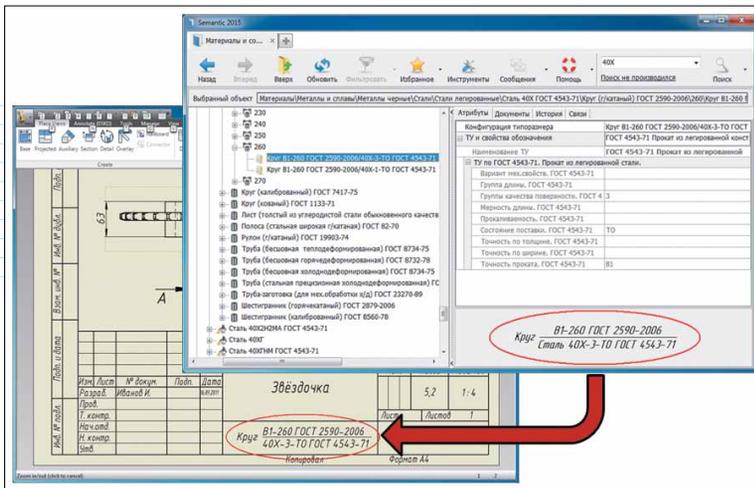


Рис. 8. Передача материала из Semantic MDM в CAD-систему Autodesk Inventor

справочника: марки материалов, сортаменты и технические условия (ТУ). Работая в среде CAD-системы, пользователь, обратившись к *Semantic MDM*, может выбрать материал, сортамент, конфигурацию его типоразмера, назначить ТУ и, в итоге, перенести двухстрочную запись о материале в шапку чертежа детали (рис. 8).

Модель данных справочника стандартных изделий (СТИ) в составе *Semantic MDM* также формируется из отдельных составных частей: классификатор СТИ, классификатор покрытий СТИ, шаблон обозначений, ограничитель материалов и классов прочности СТИ. Объекты справочника СТИ обладают функцией авторазмещения, что позволяет при вставке 3D-модели стандартного изделия из *Semantic MDM* в открытой в CAD-системе проект накладывать сборочные зависимости:

Semantic MDM и извлекать необходимые объекты НСИ для последующей их вставки в чертежи и 3D-модели;

- создавать в базе данных *Semantic MDM* библиотеки стандартных изделий, элементы которых включают чертежи в формате *DXF* и 3D-модели в формате *STEP*, что позволяет использовать их в любых CAD-системах, поддерживающих эти форматы;

- размещать в *Semantic MDM* в электронном виде нормативно-техническую документацию, ассоциированную с соответствующими объектами НСИ.

В состав *Semantic MDM* входит справочник “Материалы и Сортаменты” (МиС), в котором реализована специальная модель данных, объединяющая между собой три самостоятельных

- по отверстию и совпадению плоскости;
- по отверстию и на расстоянии от плоскости;
- по отверстию, совпадению плоскости и повороту на угол;
- по трем плоскостям;
- по цилиндрической поверхности, плоскости и ребру (оси вала);
- по отверстию и совпадению плоскости (на расстоянии) и повороту на угол.

Все информационные объекты, добавленные из *Semantic MDM* в 3D-сборку CAD-системы, автоматически попадают в спецификацию, причем наименования стандартных изделий формируются в соответствии с ГОСТ (рис. 9).

Справочные объекты, переданные CAD-системе из *Semantic MDM*, сохраняют (по уникальному идентификатору) ссылку на первоисточник – базу данных *MDM*. Таким образом, из CAD-системы всегда можно обратиться к *Semantic MDM* и получить полную информацию о ранее выбранном объекте НСИ.

Объединение функциональных возможностей *Semantic MDM* и прикладных систем (контура *PLM* и *ERP*) способствует созданию на предприятии единого информационного пространства, в котором корпоративные мастер-данные принадлежат всем пользователям: конструкторам, технологам, бухгалтерам, снабженцам и др. Так, при необходимости, эталонный объект НСИ, размещенный в *MDM*-системе, может одновременно аккумулировать в себе атрибутивный контент из прикладных систем как инженерного, так и экономического контура. Благодаря этому, при обращении из CAD-системы к определенной позиции справочника материалов и сортаментов

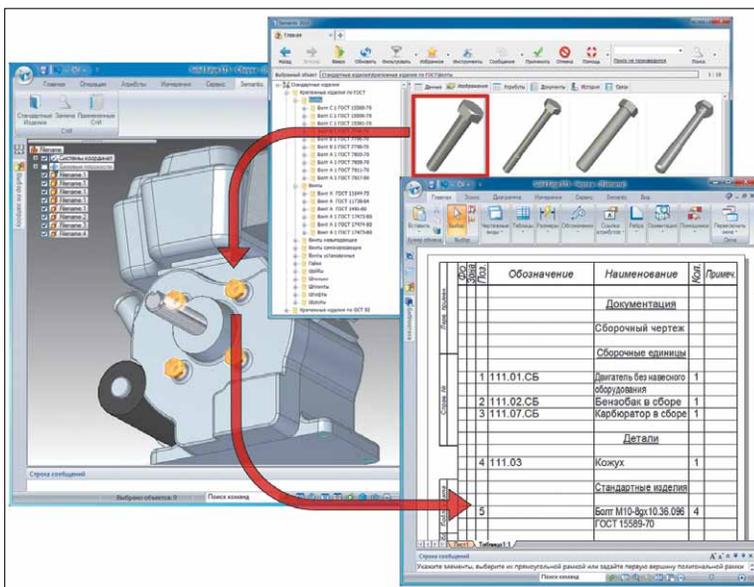


Рис. 9. Передача стандартных изделий из Semantic MDM в CAD-систему Solid Edge

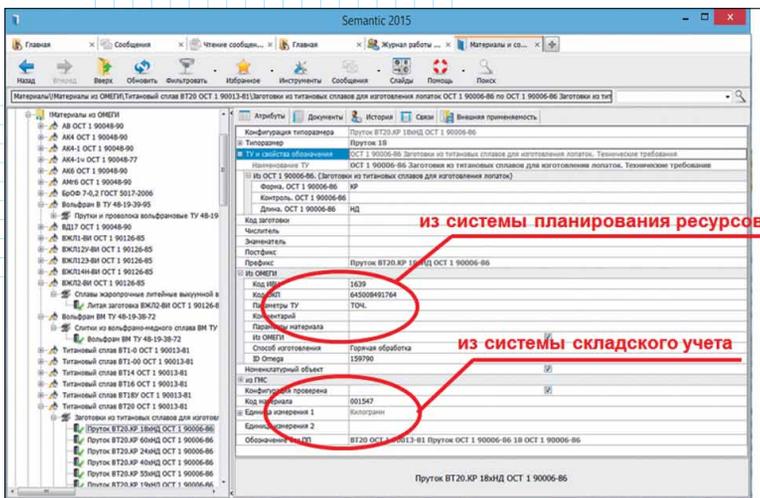


Рис. 10. Обогащение атрибутивности эталонного НСИ-объекта данными из прикладных систем

Semantic MDM, конструктор или технолог может увидеть не только характеристики материала, но и информацию из системы планирования ресурсов или складского учета – определяющую, например, наличие требуемого материала на складе (рис. 10).

Заключение

Как видно из вышеизложенного, использование кросс-отраслевой *MDM*-системы, адаптированной к условиям промышленного производства, позволяет:

- сократить затраты на формирование консолидированной отчетности за счет унификации описаний информационных объектов;
 - сократить расходы на централизованные закупки материально-технических ресурсов (МТР) на основе глобальной идентификации номенклатурных объектов;
 - снизить трудоемкость кооперации субподрядчиков за счет стандартизации форматов представления и обмена мастер-данными;
 - снизить трудоемкость разработки и интеграции компонентов инженерного комплекса ПО за счет унификации сервисов по управлению корпоративными мастер-данными.
- Таким образом, применение в промышленности систем класса *MDM* открывает предприятиям перспективу свободного участия в глобальном обмене информацией. 🗨

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆



ПЕТЕРБУРГСКАЯ
ТЕХНИЧЕСКАЯ
ЯРМАРКА

14-16 марта
2017

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ:

- ⚙ Машиностроение
- ⚙ Обработка металлов
- ⚙ Металлургия. Литейное дело
- ⚙ Крепеж. Метизы. Инструмент
- ⚙ Высокие технологии. Инновации. Инвестиции
- ⚙ Автоматизация промышленных предприятий
- ⚙ И другие

Выставочную экспозицию дополняют:

- + ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ КОНГРЕСС
- + БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ
- + КОНКУРС ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

ВАШ СТЕНД ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ЦЕНЕ – ptfair.ru



+7 (812) 320 80 92, 335 89 04
ptf@restec.ru