

Проблемы интеграции САПР и ERP систем. Возможные способы решения.

В.Е. Поливянный

В статье предлагается модель построения корпоративной информационной системы предприятия при помощи интеграции систем автоматизированного проектирования изделий с системами управления ресурсами предприятия через систему управления данными о проекте. Подобная модель позволяет управлять жизненным циклом изделия от этапа проектирования до этапа выпуска готовой продукции. Предложены возможные способы интеграции систем, а также модель внедрения интегрированной корпоративной информационной системы.

1. Введение.

Актуальной задачей на сегодняшний день для крупных предприятий и корпораций в информационном плане является обеспечение надежного управления всем объемом разнородных данных, которые порождаются, хранятся и используются в различных информационных системах, существующих на предприятии и связанных с информационной поддержкой продукции в течение ее жизненного цикла. Рассмотрим проблему интеграции систем управления проектированием и конструкторско-технологическими данными с системами автоматизации управления производственными и административными данными для крупного предприятия.

Предприятия в процессе построения собственной корпоративной информационной системы (КИС) выбирают каждое свой путь. Естественно, что на предприятиях образовалась смесь унаследованных АСУ (системы автоматизации управленческой и финансово-хозяйственной деятельности) и САД (системы автоматизированного проектирования) с программами для решения бухгалтерских, кадровых, складских, финансовых и других задач

До настоящего времени три типичные уровня автоматизации промышленных предприятий АСУ, САД и АСУТП (системы автоматизации технологических и производственных процессов) развивались обособленно и независимо друг от друга. Они проектировались и создавались, исходя из требований разных подразделений предприятия и в соответствии с различными правилами, автономно обслуживая разные органы единого организма, которым, по сути, и является предприятие. И, несмотря на то, что полноценное функционирование всякого предприятия требует взаимосвязанной работы всех его частей, изначально они не были подчинены единым целям и задачам, оставались слабо связанными физически и информационно, а чаще не связанными вовсе. К тому же, каждая из этих систем традиционно строилась по своим внутренним законам. Поэтому они практически не могли общаться между собой, так как разговаривали на разных языках, не понимая друг друга. Ситуация осложнялась еще и тем, что каждая из систем часто реализовывалась на основе различных аппаратных, программных и информационных стандартов.

2. Процесс построения КИС.

Интеграция различных систем автоматизации предприятия - это не разовая операция, а серьезный и длительный процесс. Требуется целая последовательность шагов. И хотя их результат для каждого предприятия уникален, в целом их вполне можно формализовать.

В машиностроительной отрасли, как правило, на предприятии присутствует КБ, которое и создает для всех подлинник конструкторской документации. Согласно рекомендации группы «Кодасил» 1971 г., переносить данные в электронный вид следует в месте их возникновения. На машиностроительных предприятиях помимо САД-систем используются системы автоматизированного проектирования и технологической проработки, а также системы хранения данных об изделиях и управления данными об изделиях (*Product Data Management, PDM*). Поскольку на предприятиях со значительным объемом разработок, конструкторская и технологическая информация создается прежде всего в этих системах, для избежания двойного ввода информации, при построении и использовании КИС, необходимо обеспечить интеграцию указанных систем с АСУ (*Enterprise Resource Planning, ERP*-системой).

Приведение многообразия используемых на предприятии систем автоматизации в стройную форму КИС, которая должна управлять ресурсами и обеспечивать эффективность производства, начинается, как правило, с САД-системы. Без конструкторской и технологической документации в цифровом виде выходить на информатизацию всех процессов производства нельзя.

Жесткую последовательность выполнения проектных работ трудно организовать и выдержать. Нужно как-то объединить исследование и моделирование операций при проектировании, инструменты, человеческий фактор и все вытекающие последствия. Поэтому возникает потребность в системе управления инженерными данными об изделиях. В роли такой системы и выступает PDM-система, которая, как правило, внедряется после САД-системы на втором этапе. PDM-система осуществляет управление проектом, процессом и продуктом.

В машиностроении классическая схема обмена данными между ERP и САД осуществляется именно через решения класса PDM. При построении КИС необходимо четко показать разграничение функций - что должно делаться в ERP, что в PDM, что в САД. В качестве системы первоначального ввода информации об изделии используется PDM-система.

На третьем этапе внедряется ERP-система. Система ERP - это внешняя оболочка, которая объединяет остальные функции КИС.

Большой проблемой на сегодняшний день остается то, что в стандартах нет таких понятий как математическая модель и подлинник технологической документации в цифровом виде. Существующие правила и стандарты предприятия, которые регламентируют взаимоотношения различных отделов, а так же схема поступления документации должны быть проработаны заново с учетом требований к документации в цифровом виде.

Если взять за основу математическую модель изделия, то возможна следующая сквозная технология проектирования от чертежа до готового изделия в цехе. Чертеж и трехмерная модель изделия разрабатывается в САД-системе. Коллективная работа над изделием, отслеживание версий и состава изделия а также технологическая проработка осуществляется в PDM-системе. Далее КТС (конструкторско-технологическая спецификация) изделия передается в ERP-систему, где на ее основе рассчитывается потребность в материалах, производственных мощностях, график загрузки оборудования, формируются заказы на закупку и производство и т.п. Если еще реализовать разработку управляющей программы для ЧПУ (САМ), и интегрировать АСУТП с ERP – системой, то мы получим систему сквозного проектирования и производства, с возможностью контроля каждого этапа.

Рассмотрим возможные подходы к выбору систем.

2.1. Подход к выбору САД-системы

Одну САД-систему, так же как и большой спектр систем использовать не имеет смысла. Они все развиваются, появляются новые версии, модернизации, что приводит к избыточным затратам. Основным требованием к САД-системе выступает следующее: она в обязательном порядке должна быть тесно интегрирована с PDM-системой, т.к. в САД-системах без PDM нет возможности работать на «дереве» изделия, есть только спецификация сборки. Так как мы рассматриваем построение КИС для производственного предприятия, имеет смысл обратить внимание при выборе САД-системы на поддержку ею возможности технологической проработки изделия, а не только конструирования.

2.2. Подход к выбору PDM-системы

PDM-система должна обеспечивать основные PLM (Product Life Management – управление жизненным циклом изделия) функции:

- Управления хранением документов по изделиям и доступом к ним.
- Управления составом изделия и структурами изделий (поддержка цифровой модели).
- Поддержки логических связей и ассоциативности.
- Обеспечения многофункциональной среды проектирования.
- Обеспечения быстрого, легкого и надежного обмена проектными данными.
- Стандартизации рабочих процессов.
- Управление инженерными изменениями.
- Интеграции с различными САД-системами.
- Наличие XML адаптеров для обмена с XML совместимыми системами.

Требуется поддержка PDM-системой поколений состава изделия, т.к. в ходе подготовки производства детали изделия могут меняться, а так же возможность работы на «дереве» состава изделия с поколениями состава. Модель данных, основанная на древовидной структуре объектов данных, трактуется, как классическая иерархия объектов суперклассов, подклассов, атрибутов и методов. «Дерево» содержит отношения между объектами, а методы могут использовать атрибуты и информацию о классах для определения того, как обрабатывать объекты. Доступ к информации осуществляется путем формирования запросов, просмотра профильных карт или перемещением по «дереву». Объекты в «деревьях», каков бы ни был их тип, могут быть визуализированы, отмечены, аннотированы, опубликованы, выпущены путем релизов или иным способом, либо экспортированы.

2.3. Подход к выбору ERP-системы

Использование стандартных ERP-систем по принципу коробочного внедрения не принесет ожидаемого эффекта. Основной недостаток этих систем заключается в том, что они были изначально слишком сильно ориентированы на поддержку бизнес-процессов и не могут оперативно реагировать на реальные внутризаводские проблемы производства, которые обычно на предприятии непредсказуемы. ERP-системы развивались из бухгалтерских систем, они хорошо выполняют учетную роль, регистрируя издержки, но не показывают пути совершенствования производства. А именно эта задача стоит перед большинством отечественных предприятий. ERP-системы должны использоваться там, где приносят большую пользу в составлении более эффективных планов, графиков производства, определении правил ведения хозяйственной деятельности и т.д.

Если же ERP-система используется не только как учетная система, но и как управляющая производством система, то вопрос о своевременном получении конструкторско-технологических изменений из PDM-системы становится очень актуальным.

Одной из основных задач, требующих интеграции всех систем предприятия, является необходимость создания, хранения и обеспечения доступа ко всем типовым моделям продукции и технологических процессов, например, к технологическим картам.

Необходимым (но не достаточным) условием эффективного функционирования любой КИС прежде всего является качество и своевременность исходной технологической информации: классификаторов операций, оборудования, материалов, баз данных по составу изделий и, в особенности, технологических маршрутов.

Фреймовое представление знаний можно сопоставить с групповой моделью человеческой памяти, которая предполагает, что семантические понятия представлены в виде групп элементов

или скоплений информации. Определенный концепт представляется не только своими образами, но и соответствующими атрибутами. Фреймы содержат «образцы» для сравнения в виде ограничений на значения слотов, значения по умолчанию и т.д. [14], что позволяет представлять знания в форме, более защищенной от ошибок реализации. В большинстве последних исследований, касающихся представления знаний, предпочтение отдается фреймам, однако подобный метод позволяет представить только статические знания о предметной области.

3. Формулировка и описание задачи

В условиях ограниченных финансов, какая подсистема должна стать ядром, вокруг которого можно будет наращивать постепенно автоматизацию исполнения функций предприятия? Каждый поставщик систем стремится заявить в поставляемой системе как можно больше функциональных возможностей, чтобы получить преимущество перед конкурентами на рынке. Зачастую заявленные возможности имеют ограниченную функциональность и слабо встраиваются в общую структуру системы. Поэтому имеет смысл опираться на базовую функциональность системы, а для дополнительных функций (например, реализация PDM в ERP-системах) использовать отдельные системы.

Предлагается использовать в качестве проектной системы PDM-систему, а в качестве системы управления производством ERP-систему.

Основная идея построения КИС основывается на том, чтобы не интегрировать разрозненные системы автоматизации различных аспектов деятельности предприятия, с помощью, например, Microsoft BizTalk Server, а использовать уже интегрированные системы: ERP и PDM. И с помощью этих систем автоматизировать весь процесс от конструирования до сбыта готовой продукции и послепродажной поддержки.

Остановимся поподробнее на проблеме построения интерфейсных решений между PDM и ERP-системами.

Основными задачами интерфейса ERP-системы с PDM-системой являются: обеспечение передачи конструкторской информации (минимизация промежуточной проработки, автоматизация транзакций), а также обеспечение доступа технологов и других производственных специалистов к конструкторской документации из ERP-системы.

Общая схема взаимодействия CAD, CAM, PDM, ERP систем приведена на Рис. 1.

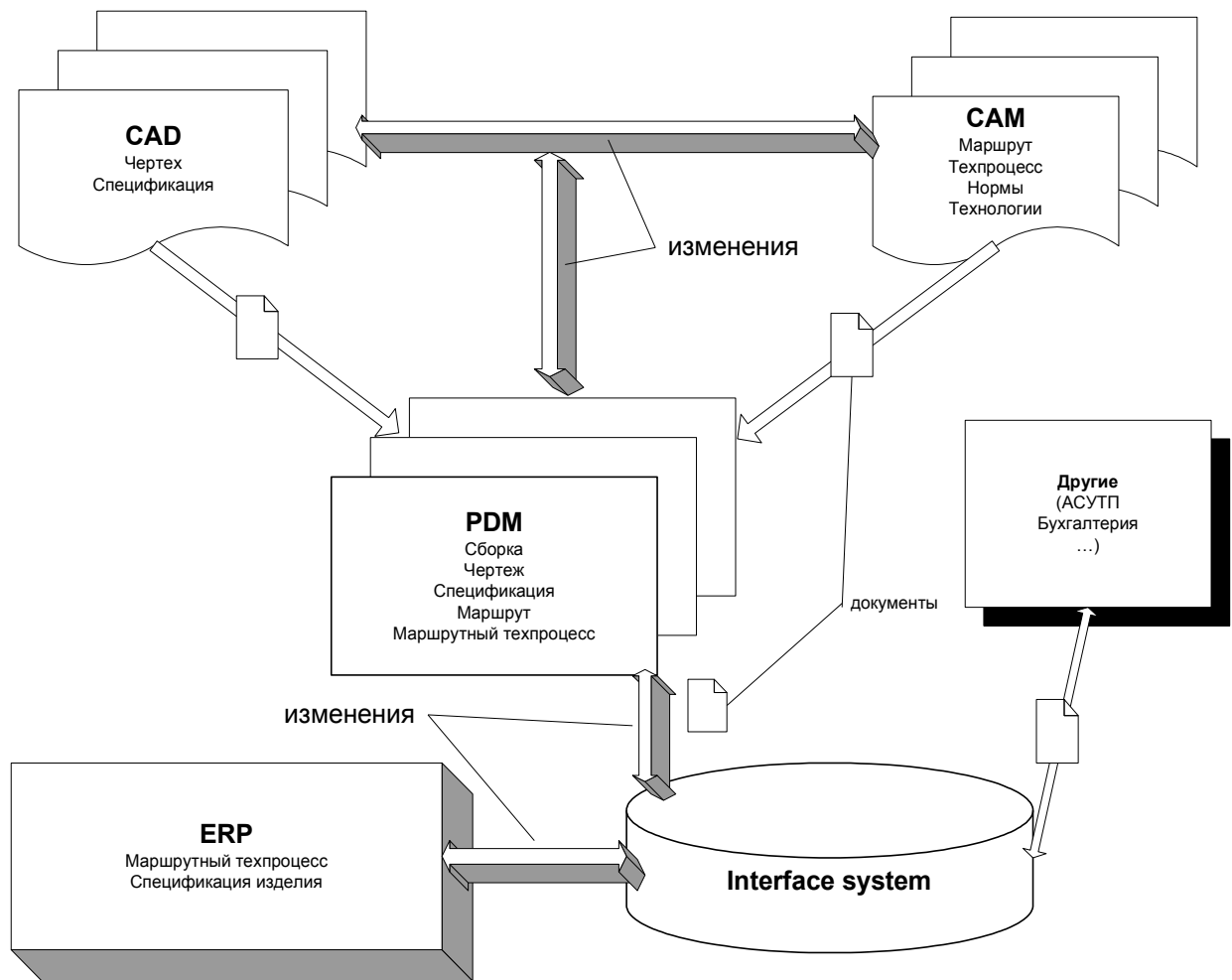


Рис.1 Схема взаимодействия систем

Из PDM-системы в ERP передаются следующие данные:

- обозначение детали;
- наименование детали;
- применяемость в сборке;
- единица измерения;
- номер операции;
- временные данные об операции;
- номер чертежа;
- сборочный чертеж (в виде отдельно файла);
- тип продукции (заготовка, материал, покупное изделие и т.п.);
- склад (отдел, сектор и т.п.);
- подразделение (цех);
- рабочий центр;
- прочие необходимые данные.

Также требуется:

- приведение в соответствие полей и атрибутов PDM и ERP-систем;
- приведение событий в PDM-системе к операциям в ERP-системе;
- привязка выполнения скриптов PDM –системы к установке значений по умолчанию в ERP-системе.

В результате обмена данными в ERP-системе создается пооперационный технологический маршрут с привязанной к нему спецификацией изделия. Пооперационные технологические маршруты должны быть снабжены обоснованными нормами времени. Кроме того, для повышения степени оптимизации при расчете производственного расписания операции должны быть связаны с группами единиц оборудования.

4. Предлагаемые методы решения поставленной задачи

4.1. Общие требования для интерфейсного решения

Интерфейсная система должна осуществлять

- сохранение целостности баз данных и рабочего модуля;
- извлечение правильных данных, в нужное время;
- передачу данных между системами безопасно;
- преобразование структуры данных, если это необходимо;
- уведомление о сбоях;
- перезагрузку данных в случае ошибки;
- защищенный доступ к данным.

Такие вопросы, как:

- является ли интерфейсная система системой реального времени или пакетной системой;
 - является ли передача данных между системами однонаправленной или двунаправленной, синхронной или асинхронной;
 - насколько требуется участие пользователя в работе интерфейсной системы
- должны решаться для каждого конкретного внедрения отдельно, исходя из начальных данных и общей постановки задачи.

Проблема интеграции систем может решаться различными методами, начиная от создания специальной рабочей группы сотрудников, которые будут время от времени переносить требуемые данные вручную. Такой подход малоэффективен и не обеспечивает целостность данных, не говоря уже об отсутствии каких-либо механизмов защиты данных.

4.2. Реализация интерфейсного решения на базе адаптера

Другой метод связывания систем – использование специальной интерфейсной программы (адаптера), для прямой передачи данных из СУБД PDM-системы в СУБД ERP-системы. В данном

случае на первое место выходят проблемы механизмов защиты СУБД и соблюдение всех правил защиты систем и контроля доступа.

Специальные адаптеры обеспечивают доступ к информационным ресурсам на нескольких уровнях:

- на уровне прикладных программных интерфейсов (API), например, BAPI for SAP R/3;
- на уровне СУБД – протоколов, например, ODBC/JDBC.

Адаптеры поддерживают широкий набор средств для двунаправленного взаимодействия систем. Однако реализация интерфейса между системами с помощью специального адаптера имеет свои характерные недостатки.

Так, использование встроенных API систем ведет к дополнительным трудностям в реализации адаптера. В связи с этим время внедрения данного решения, а главное цена значительно возрастают.

Далеко не каждое предприятие способно разработать интерфейсное решение собственными силами, или имеет достаточно средств, чтобы заказать разработку у сторонней фирмы. Поэтому предлагается в качестве адаптера использовать стандарт XML. Тем более, что основные системы PDM и ERP поддерживают экспорт и импорт данных в XML формат.

4.3. Реализация интерфейсного решения на основе сервера XML

Для реализации интерфейсного решения можно использовать язык XML (Extensible Markup Language - расширяемый язык разметки). С помощью XML очень удобно описывать сложные структуры данных в виде XML-объектов. В случае с КИС роль таких объектов играют универсальные бизнес-объекты, которые в большинстве случаев имеют древовидную структуру. Описанные на XML бизнес-объекты также являются удобным средством для обмена информацией между различными приложениями.

Построение общей информационной структуры

Структура информационной системы представляется в виде дерева, например

- Сборка изделия
 - Справочники
 - Справочник деталей
 - Справочник операций
 - Справочник рабочих центров
 -
 - Документы
 - Чертежи
 - Вхождения
 -

Так как вся информация об изделии в PDM-системе представлена также в виде «дерева», то она легко переносится в XML-формат. Для древовидной структуры задается список XML-тэгов, описывающий основные элементы системы. В результате получаем описание структуры информационной системы до уровня конечных объектов.

Для каждого объекта описываются его свойства и методы.

Описание свойств объектов

Для каждого объекта делается его описание на языке XML. Например, для справочника деталей возможно следующее описание:

```
<Parts>Набор деталей
  <Part uid="">Обозначение
    <FullName>Полное наименование</FullName>
    <Type>Тип</Type>
    < delCenter='PO'>Рабочий центр</Adr>
    <Opr delCenter='Рабочий центр' >Операция</Opr>
    ....
  </ Part>
</ Parts>
```

Для каждого XML-тэга может быть задан набор атрибутов (в примере delCenter-тип рабочего центра).

Описание методов объектов

Любой объект должен обладать как минимум 4 методами:

- формирование списка элементов, входящих в объект
- формирование информации по конкретному объекту
- добавление/изменение объекта
- удаление объекта.

Помимо этого может быть любое количество дополнительных методов.

Реализация сервера XML-данных

Сервер XML-данных предназначен для представления информации, хранящейся в базах данных в виде объектов и реализации бизнес-логики приложения. Другими словами, он обеспечивает объектный интерфейс к данным, обработку таких данных и реализацию определенных алгоритмов интерфейсной системы. XML-объект может включать информацию, не являющуюся частью базы данных, например иллюстрации или материал, получаемый из другого приложения. Сервер может быть реализован на базе WEB-сервера (MS IIS, Netscape или Apache) или в виде отдельного приложения, написанного, скажем, на C++ или Java

5. Заключение.

В последнее время все более отчетливо проявляется логическое и информационное взаимопроникновение различных уровней автоматизации бизнес-уровня (ERP), уровня проектирования (CAD) и производственно-технологического уровня (АСУТП). Интеграция этих систем позволяет автоматизации стать реальной производительной силой и охватить предприятие в целом, от технологов-операторов до высшего руководства. Предприятие едино и должно функционировать в едином информационном пространстве, только в этом случае появляется возможность оптимального и оперативного управления его финансово-хозяйственной и производственной деятельностью.

Для ведения инженерных разработок традиционным способом необходим большой объем своевременной и достоверной информации. Большая ее часть нужна для решения промежуточных целей и для ориентирования в процессе разработки изделия. Традиционные системы осуществляют поддержку указанных процессов, но практически не достаточно полно и надежно учитывают достоверность содержания, своевременность состояния компьютерной информации об изделии. Управление электронным описанием изделия и работа с ним, а также динамичный и своевременный параллельный доступ к нему позволяют собирать и многократно надежно использовать информацию об изделии.

Создание в рамках предприятия единого хранилища сведений о продукции, процессах и прочих производственных данных снижает степень дублирования информации и обеспечивает стандартизацию всей деятельности предприятия. Вследствие чего снижается уровень издержек производства, повышается качество продукции и, как правило, ускоряется оборот капитала. Кроме того, достигнутая стандартизация обеспечивает возможность оперативного внедрения на предприятии всех современных технологических достижений.

Таким образом, использование систем управления PDM и ERP в рамках интегрированной системы управления предприятием обеспечит ритмичное, своевременное, взаимосвязанное и достоверное функционирование процессов проектирования и производства, что позволит при этом повысить эффективность процесса управления и получить экономический эффект от сокращения сроков проектирования и подготовки производства.

Список литературы.

1. Балахонова И. В., Волчков С. А., Капитуров В. А., Обухов И. А., Румянцев С.В. Лекции по ERP. – http://it.mzarsenal.spb.ru/it_docs.html
2. Верников Г. М. Основы систем класса MRP-MRP II. – М.:Высшая школа, 1998. –431с.

- 3 Верников Г. М. Стандарт MRPII: Структура и основные принципы работы систем поддерживающих этот стандарт. – М.:Высшая школа, 1999. – 489с.
4. Волчков С.А. Мировые стандарты управления промышленным предприятием в информационных системах (ERP-системы) <http://www.interface.mfg.ru/>
5. Гаврилов Д. А. Управление производством на базе стандарта MRP II. – СПб.: Питер, 1997. – 362с.
6. Гайфуллин Б. Внедрение ERP-системы: оценка окупаемости инвестиций – <http://www.interface.ru/>
7. Колесников С. Н. Производственное и функциональное управление: от MRP к ERP и CSRP. Стратегии бизнеса: управление ресурсами и запасами. – М.: Статус-Кво 97, 2000. – 474с.
8. Кузнецов Ю .Н., Кузубов В. И., Волощенко А. Б. Математическое программирование: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1980. – 300с.
9. Мазур И. И., Шапиро В.Д. и др. Реструктуризация предприятий и компаний. – М.: Высшая школа, 2000. – 587с.
10. Orlicky, J. Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management. – N.Y.: McGraw-Hill, 1975. – 630p.
11. Goodfellow R. Manufacturing Resource Planning. – N.Y.:A Pocket Guide, 1993.– 694p.
12. APICS Dictionary, American Production and Inventory Control Society, 6th ed. – N.Y.: APICS, 1987. – 935p.
13. Информационная система «Navision» - <http://www.navision.ru/>
14. Информационная система «Oracle Application» - <http://www.oracle.com/>
15. Информационная система «SAP/R3» - <http://www.sap.com/>
16. Информационная система «Галактика» - <http://www.galaktika.ru/>
17. Информационная система «1С-Предприятие» - <http://www.1c.ru/>

Сведения об авторе.

Полывянный Вадим Евгеньевич, аспирант кафедры вычислительной математики и программирования Московского авиационного института (государственного технического университета).