

Структура стандартов STEP. Обзор языка Express.

Автор: Крючков Л.Н.

Санкт-Петербург
2009

Оглавление:	
Введение	стр.3
Стандарт STEP	стр.4
Обзор языка Express	стр.6
Выводы	стр.10

Введение

Во времена холодной войны, шло мощное противостояние двух сверхдержав: СССР и США. Вернее сказать, что шло противостояние их военно-промышленных комплексов. Большинство передовых технологий того времени создавались в рамках военных проектов. Лучшие умы работали над созданием всё новых средств эффективного обнаружения и уничтожения “потенциального противника”. ВПК обеих сверхдержав потребляли колоссальные средства и разрослись до огромных размеров. Такие масштабы производств ясно обозначили неповоротливость всей машины, её неэффективность. Если в СССР эти проблемы решались природной славянской смекалкой, то в США, в рамках борьбы с этими проблемами были созданы, так называемые, CALS-технологии.

Заглянув на Wikipedia.org мы узнаем, что: CALS-технологии (англ. Continuous Acquisition and Life cycle Support — непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) — современный подход к проектированию и производству высокотехнологичной и наукоёмкой продукции, заключающийся в использовании компьютерной техники и современных информационных технологий на всех стадиях жизненного цикла изделия, обеспечивающий единообразные способы управления процессами и взаимодействием всех участников этого цикла: заказчиков продукции, поставщиков/производителей продукции, эксплуатационного и ремонтного персонала, реализованная в соответствии с требованиями системы международных стандартов, регламентирующих правила указанного взаимодействия преимущественно посредством электронного обмена данными.

Внедрение данного комплекса технологий позволило сэкономить значительные человеческие и материальные ресурсы, так как позволяло:

- 1) Распределить работы по конструированию, а потом легко объединять их;
- 2) Сократить объёмы работ, так как все предыдущие работы в этой области стали доступны в удобном виде;
- 3) Существенно облегчился процесс модификации изделий;
- 4) Сократить закупки ЗИП’а и ремонт оборудования;

Несмотря на ряд явных преимуществ, в последнее время, ряд военных специалистов армии США, высказывают скептическое отношение к CALS, так как в сложных проектах слишком трудозатратно передавать секретные данные работы проектировщиков из разных лабораторий/производств(принято называть такие центры – виртуальными производствами). Ярким примером является БМП последнего поколения для Морской пехоты, которую проектировали активно используя все

преимущества CALS. А в результате получили аппарат с протекающим корпусом и с неработающей системой управления. И всё это по цене 13 млрд долларов США.

CALS является лишь набором неких технологий, а их грамотное использование целиком лежит на людях.

Стандарт STEP.

Одним из наиболее распространённых форматов данных, применяющихся при интеграции CALS-технологий, является стандарт STEP(Standard for the Exchange of Product model data). Этот стандарт описан в ISO 10303. В России принят ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. В нём ни разу не упоминается STEP, но речь идёт именно о нём. Там даётся следующее описание: “Информация об изделии, формируемая при его проектировании, производстве, эксплуатации, техническом обслуживании и утилизации, используется для решения различных задач в течение жизненного цикла изделия. Данная информация может быть использована во многих вычислительных системах, включая системы, расположенные в различных организациях. Для обеспечения этого организациям необходимо иметь возможность представлять информацию о своем изделии в едином машинно-ориентированном формате, от которого требуется сохранение полноты и совместимости информации при обмене между различными вычислительными системами.

Стандарты серии ГОСТ Р ИСО 10303 распространяются на машинно-ориентированное представление данных об изделии и обмен этими данными. Целью является создание механизма, позволяющего описывать данные об изделии на протяжении всего жизненного цикла изделия независимо от конкретной системы. Характер такого описания делает его пригодным не только для обмена инвариантными файлами, но также и для создания баз данных об изделиях, коллективного пользования этими базами и архивации соответствующих данных.”

Для чего же разрабатывался стандарт STEP. В общем случае, в технических системах, при конструировании и производстве используются различные системы. А каждая система имеет свой формат данных, таким образом одна и та же информация должна быть введена много раз, а это неизбежно порождает ошибки и несогласования.

Национальный институт стандартов оценил проблему несовместимости данных в сфере производства в 90 миллиардов долларов США в 1999 (хотя, как организация заинтересованная, могли и преувеличить).

В результате был создан стандарт обмена данными STEP. Структура этого формата очень подробно описана в ISO 10303.

Она включает в себя:

- 1) Окружение – методы описания(языки Express и Express-X), методы реализации(файл формата STEP-file, структура xml, описывающая структуру формата STEP – STEP-XML и через специальный интерфейс SDAI(Standard data access interface)), операции подтверждения целостности структуры.
- 2) Комплексная модель данных – интегрированные ресурсы(общие ресурсы. Интегрированные ресурсы приложения, логическая модель выражений), встроенные в приложение структуры, встроенные в приложение модули.
- 3) Верхние структуры – протоколы приложений, наборы тестовых программ, исходный код модулей протоколов приложения;

Приведённые данные лишь общий обзор структуры этого стандарта, вообще же ISO 10303 включает в себя несколько сотен частей. Для прикладных программистов наибольший интерес представляет собой, конечно, протоколы приложений. Ведь именно с их помощью можно эффективно решить задачу обмена данными.

Сейчас любая уважающая себя CAD/CAM система содержит модуль для чтения/записи одного из протоколов приложения стандарта STEP. В США наиболее популярен AP-203(Это протокол описывает структуры данных, которые обеспечивают передачу и приём частей конструкторской документации и файлы конфигурации) . Это протокол используется для конструкторской документации и поддерживает отображения данных в качестве твердотельных 3D-моделей. Давайте обратимся к документу ISO 10303 и рассмотрим данный протокол более подробно.

AP-203 это огромная стандартизированная структура(в англоязычных документах говорится то о структуре, то о стандарте, мне показалось более логичным именно структура, для неё рассматриваем поля, хотя в спецификациях по протоколу применяется слово атрибуты), призванная решить задачу совместимости приложений от разных производителей. Любая описываемая часть вашей продукции воспринимается, как отдельное изделие. Для каждого изделия необходимо заполнить структуру данных. Эта структура создавалась с применением технологии “самокомментирующегося кода”, так что названия полей полностью соответствуют своему назначению, например:

Уникальный номер продукта хранится в поле id;

Наименование изделия или его номенклатура хранится в поле name;

Дополнительные описания можно поместить в поле description;

Все изделия должны находится в определённой группе изделий (product_category);

Доступ к файлу контролируется через поле person_and_organization;

AP-203 является базовым для стандарта STEP и не привязан к определённому роду производства. Другими известными протоколами являются, например:

AP209 – Создание и проектирование металлических и композитных структур;

AP210 – Электрические схемы, соединения и разводка;

AP236 – Изготовление и проектирование предметов мебели;

AP239 – Поддержка полного жизненного цикла;

Конечной целью стандарта STEP является покрытие полного жизненного цикла изделия, но пока это лишь мечты. Существенным достижением этого стандарта является обмен конструкторской документацией на базе твердотельных моделей и сборок. В последнее время были решены проблемы внедрения допусков и датумов (Датум (англ. Datum) — набор параметров, используемых для смещения и трансформации референц эллипсоида в локальные географические координаты).

STEP-NC является стандартом для передачи данных в сфере производства, если в нём активно используются станки с ЧПУ. Он обеспечивает передачу информации от систем управления к CAD/CAM системам, её там адекватное восприятие и обработку.

STEP-NC значительно облегчает разработку приложений для станков с ЧПУ.

Обзор языка Express

Однако обратимся к технологии, которая обеспечивает стандарт STEP. Базовый для STEP-технологий язык Express описан в стандарте ISO 10303, том 11. Язык является объектно-ориентированным, имеет универсальный характер, его можно использовать для описания статических структур и их свойств в различных предметных областях, несмотря на то, что язык разрабатывался прежде всего в качестве средства представления моделей промышленных изделий на разных этапах их жизненного цикла.

Описание некоторого приложения на языке Express в рамках стандартов STEP называют Express моделью (model). В модели декларируются множества понятий и объектов, входящих в приложение, свойства и взаимосвязи объектов.

Модель состоит из одной или нескольких частей, называемых Express схемами (schema) или просто схемами, и обменного файла. Схема — раздел описания, являющийся областью определения данных. В ней вводятся необходимые типы данных. При описании свойств типов данных могут применяться средства процедурного описания — процедуры, функции, правила, константы. Обменный файл содержит конкретные экземпляры типов данных.

Описание схемы начинается с заголовка, состоящего из служебного слова `schema` и идентификатора — имени схемы. Далее следует содержательная часть — тело схемы. Описание заканчивается служебным словом `end_schema`:

```
SCHEMA <имя_схемы>;  
<тело_схемы>;  
END_SCHEMA;
```

Вот простой пример описания модели:

```
SCHEMA Family;
```

```
ENTITY Person  
  ABSTRACT SUPERTYPE OF (ONEOF (Male, Female));  
  name: STRING;  
  mother: OPTIONAL Female;  
  father: OPTIONAL Male;  
END_ENTITY;
```

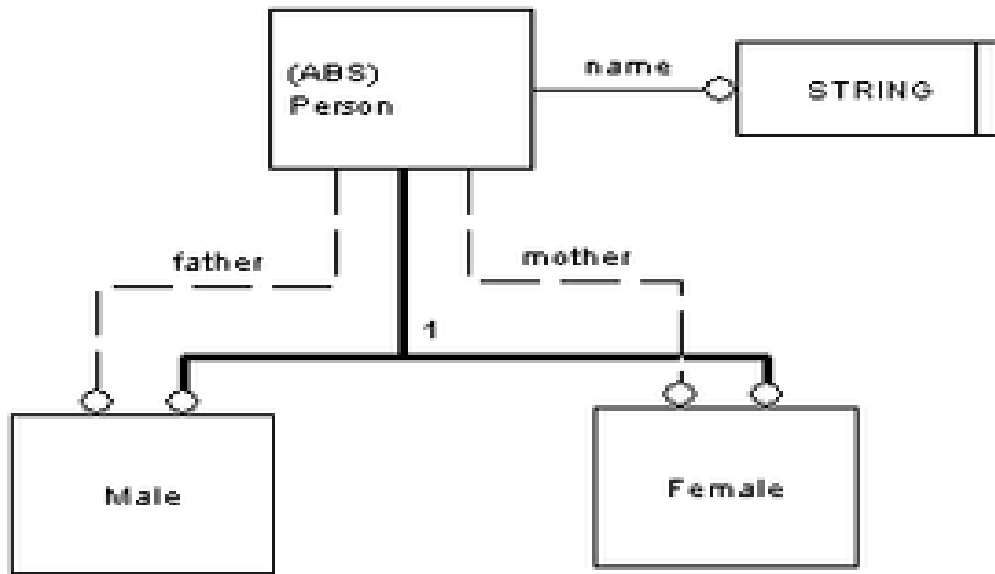
```
ENTITY Female  
  SUBTYPE OF (Person);  
END_ENTITY;
```

```
ENTITY Male  
  SUBTYPE of (Person);  
END_ENTITY;
```

```
END_SCHEMA;
```

В этом простом примере описана одна сущность-супертип `Person`, включающая в себя два подтипа `Male` and `Female`. Ключевое слово `ABSTRACT` в описании супертипа строго ограничивает нас и подтипом `Person` может быть только `Male`, `Female`. Каждая сущность `Person` имеет обязательное к заполнению поле `name` и два необязательных `mother` и `father` (необязательность заполнения полей определяется ключевым словом `OPTIONAL`). Причём эти поля будут содержать сущности `Male` и `Female` соответственно. Далее идёт описание сущностей `Male` и `Female`, как подтипов супертипа `Person`.

Так будет выглядеть описание этой модели на языке Express-G



В языке Express-G(язык графического описания информационных моделей) позволяет визуализировать схемы, написанные на языке Express. Давайте рассмотрим основные правила построения схем Express-G:

В прямоугольнике мы записываем имя сущности;

Перечисляемые типы данных записываются в прямоугольнике со штрихованными границами и небольшой линией в конце справа;



Определённые типы данных(определены пользователем), записываются в прямоугольнике со штрихованными границами;



Выборный тип данных(позволяет выбирать типы данных по некоторым опциям, заданным в программе) записываются в прямоугольнике со штрихованными границами и небольшой линией в конце слева;



Стандартные типы данных записываются прямоугольником с небольшой линией справа;



Вот некоторые стандартные типы данных используемые Express:
String – строковая переменная, любая длина и любые символы (ISO 10646/Unicode).

Boolean – может принимать два значения True и False:

Logical – аналогичен Boolean, но имеет третье значение – UNKNOWN;

Integer – целое число, в большинстве реализаций ограничено 32 битами;

Real – вещественное число, задумывалось как любое по значению и точности, но в большинстве реализаций его ограничили 64 битами.

Также языком Express поддерживаются массивы Arrays and Sets

```
ENTITY global_unit_assigned_context
```

```
  units : SET [1:?] OF unit;
```

```
END_ENTITY;
```

Вот пример сущности одним из полей которой является динамический массив уникальных, ранее описанных сущностей unit.

Тонкая сплошная линия с кружком на конце соединяет обязательные поля и сущности, штрихованная линия с кружком на конце соединяет необязательные поля и сущности, толстые линии с кружком на конце объединяют сущности-супертипы с подтипами.

В описание сущностей может быть включено ключевое слово WHERE, оно используется при описании сущностей – подтипов.

```
TYPE day_in_week_number = INTEGER;  
WHERE  
  WR1: (1 <= SELF) AND (SELF <= 7);  
END_TYPE; -- day_in_week_number
```

Как видно из кода, where условие должно принять значение TRUE. Иначе сущность перестанет существовать. В данном примере мы сознательно ограничиваем стандартный целочисленный тип integer числами от 1 до 7.

Для облегчения написания кода, две схемы могут взаимодействовать через ключевые слова use и reference.

```
SCHEMA s1;  
ENTITY par1;  
name: STRING;  
END_ENTITY;  
END_SCHEMA;  
SCHEMA s2; (* в схеме s2 в качестве параметра x используется name
```

из

```
s1.par1 *)  
USE FROM s1.par1 (name AS x);  
END_SCHEMA;
```

Ссылки типа use отличаются тем, что декларации сущностей из другой схемы используются в данной схеме как свои локальные, в то время как reference просто позволяет обращаться к декларациям другой сущности. Ограниченность reference выражается в том, что сущности из другой схемы можно использовать только в качестве типов атрибутов в сущностях данной схемы.

Выводы

Стандарт STEP и реализованный для него язык Express помогают внедрению CALS-технологий на производственных предприятиях. Их преимущества видны прежде всего в рамках разработки конструкторской документации. Системы предоставят нам лёгкий поиск, редактирование и передачу документов. Они помогут в разработке, автоматически заполняя поля, беря данные из текущего профиля пользователя.

К сожалению данные технологии имеют два существенных недостатков:

- 1) Высокая цена (она включает не только цены оборудования, программного обеспечения и внедрения, но и обучения персонала);
- 2) Сложности обеспечения сохранности данных и защиты информации (любая информационная система очень уязвима перед атаками как извне, так и изнутри, особенно перед человеческим фактором);

Перед внедрением любых информационных систем, должна быть проведена серьёзная работа с целью выяснить, а готовы ли вы заплатить за те возможности, которые получите? Ясно ли вам представляются преимущества, которые вы получите от внедрения? Если всё работает, то стоит ли трогать? Подготовлено ли ваше производство к внедрению? Ведь CALS-технологии только обеспечивают лучшую работу CAD/CAM/CAE систем.

Таким образом, CALS-технологии позволяют производству развиваться более быстро и экономить большие суммы денежных средств, но только в том случае, когда это производство высокотехнологично, взаимосвязано с другими производствами и имеет квалифицированный персонал, способный обеспечить функционирование данной системы в полном объёме.