

УДК 62-523.8

**А.Т. Гурьев, М.Е. Деменков**

Гурьев Александр Тимофеевич родился в 1949 г., окончил в 1971 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры информационных технологий, проректор по информационным технологиям АГТУ, директор Института информационных технологий АГТУ. Имеет более 50 работ в области исследования процессов лесного комплекса.



Деменков Максим Евгеньевич родился в 1974 г., окончил в 1996 г. Архангельский государственный технический университет, старший преподаватель кафедры вычислительных систем и телекоммуникаций АГТУ. Область научных интересов – интеграция информационных процессов.



### **ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ PLM-СИСТЕМ**

Рассмотрены вопросы информационной интеграции процессов жизненного цикла (ЖЦ) машиностроительной продукции с использованием системы управления ЖЦ изделия.

*Ключевые слова:* ИПИ-технологии, CALS-технологии, PDM, PLM, интеграция, жизненный цикл изделия, машиностроение.

Одним из наиболее перспективных средств повышения эффективности работы предприятий, в том числе и предприятий лесного машиностроения, в настоящее время следует считать CALS-технологии [1, 3–5].

Предметом CALS являются технологии совместного использования и информационной интеграции процессов, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта. Совместное использование информационных моделей, являющихся единым источником информации и стандартизованных методов доступа к данным, – основа эффективной информационной кооперации всех участников жизненного цикла. На рис. 1 показан жизненный цикл машиностроительной продукции.



Рис. 1.

Для интеграции всех данных в рамках единой информационной системы предприятия применяют системы управления данными о жизненном цикле изделий. Их задача – аккумулировать всю информацию, создаваемую прикладными системами, в единую модель.

Процесс взаимодействия PLM-системы и прикладных систем строится на основе стандартных интерфейсов, которые можно разделить на четыре группы:

функциональные стандарты – отслеживают организационную процедуру взаимодействия компьютерных систем, например IDEF0;

информационные стандарты – предлагают модель данных, используемую всеми участниками жизненного цикла, например ISO 10303 (STEP);

стандарты на программную архитектуру – задают архитектуру программных систем, необходимую для организации взаимодействия без участия человека, например CORBA;

коммуникационные стандарты – указывают способ физической передачи данных по локальным и глобальным сетям, например Internet-стандарты.

На сегодняшний день на рынке PLM-систем существует достаточно большое количество разработок [2], среди которых можно отметить как зарубежные (EDS – Teamcenter, IBM – Smart Team, PTC – Windchill, Baan – iBaan PDM, SAP – my SAP PLM), так и отечественные («Прикладная логистика» – PDM Suite Site, «Аскон» – Лоцман PLM, «Люция Софт» – Party Plus) разработки. Эти системы должны обеспечивать использование структуры данных, регламентированной стандартами группы ISO 10303 (STEP); управление конфигурацией изделий и внесением изменений; управление ролевыми функциями персонала предприятия, по крайней мере, в процессе технической подготовки и управления производством; управление документацией, в том числе эксплуатационной и ремонтной; информационное обеспечение логистической поддержки изделий на стадиях эксплуатации и утилизации жизненного цикла; генерирование и сопровождение разнообразных спецификаций, ведомостей и т. д; управление данными не только об изделии, но и о предприятии; управление потоками заданий при разработке технической документации и внесении изменений в документы (Workflow).

Цель статьи – апробация современных методов интеграции информационных процессов жизненного цикла продукции лесного машиностроения на стадиях проектирования и производства для снижения суммарных затрат времени и средств при выпуске новых изделий.

Нами в качестве полигона для опытной эксплуатации PLM-системы использован Архангельский механический завод (АМЗ), который выпускает машиностроительную продукцию, в том числе и для лесного комплекса.

Для этого на предприятии были обследованы основные процессы в каждом подразделении. В ходе бесед с сотрудниками был выяснен состав и последовательность выполняемых действий. По результатам обследования построен набор функциональных диаграмм деятельности АМЗ, одна из которых приведена на рис. 2.

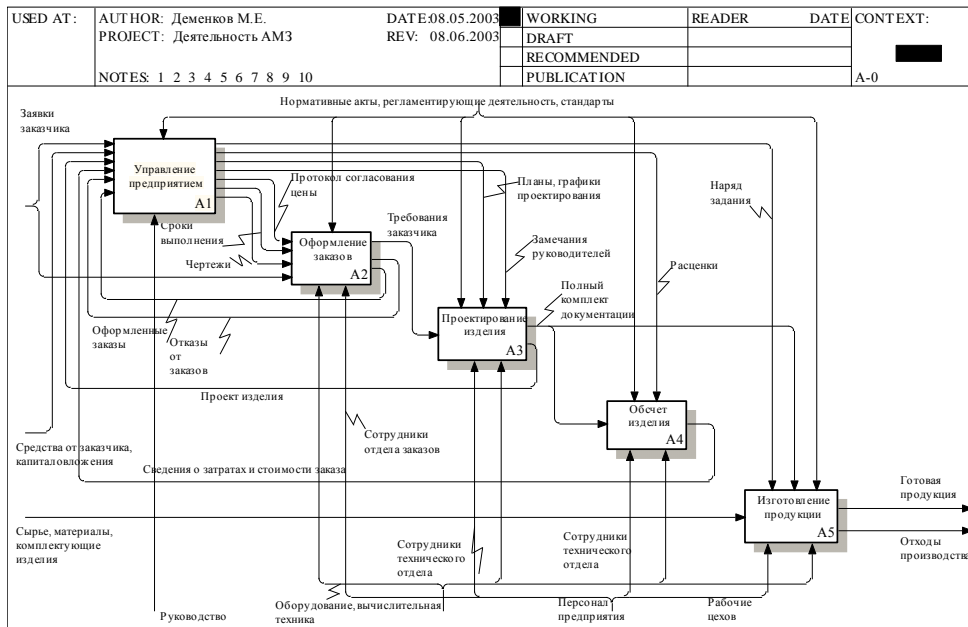


Рис. 2

С учетом перечисленных выше требований к PLM-системам для внедрения нами выбран программный продукт PSS (PDM STEP Suite) [6, 7].

Внедрение PLM-системы в техническом отделе АМЗ проходило в несколько этапов:

- 1) настройка системы;
- 2) создание базы данных;
- 3) разграничение доступа;
- 4) ввод информации;
- 5) категорирование данных;
- 6) задание характеристик;
- 7) интеграция с программными средствами.

На начальном этапе проведены установка системы на все имеющиеся компьютеры технического отдела; адаптация программы; обучение сотрудников технического отдела, которые стали первыми пользователями системы; настройка словарей базы данных и апробация системы в работе с конкретным изделием, заказанным на изготовление.

Определены характеристики изделий, изготавливаемых на предприятии. Их перечень отражен на рис. 3.

Для каждого изделия установлен перечень документов (рис. 4), описывающих разрабатываемое изделие, приведены сведения о выполненных действиях, характеристики.

Рабочая группа использовала PLM-систему для работы над воздуховодом ветровой машины, над которым завод работал в момент внедрения системы.

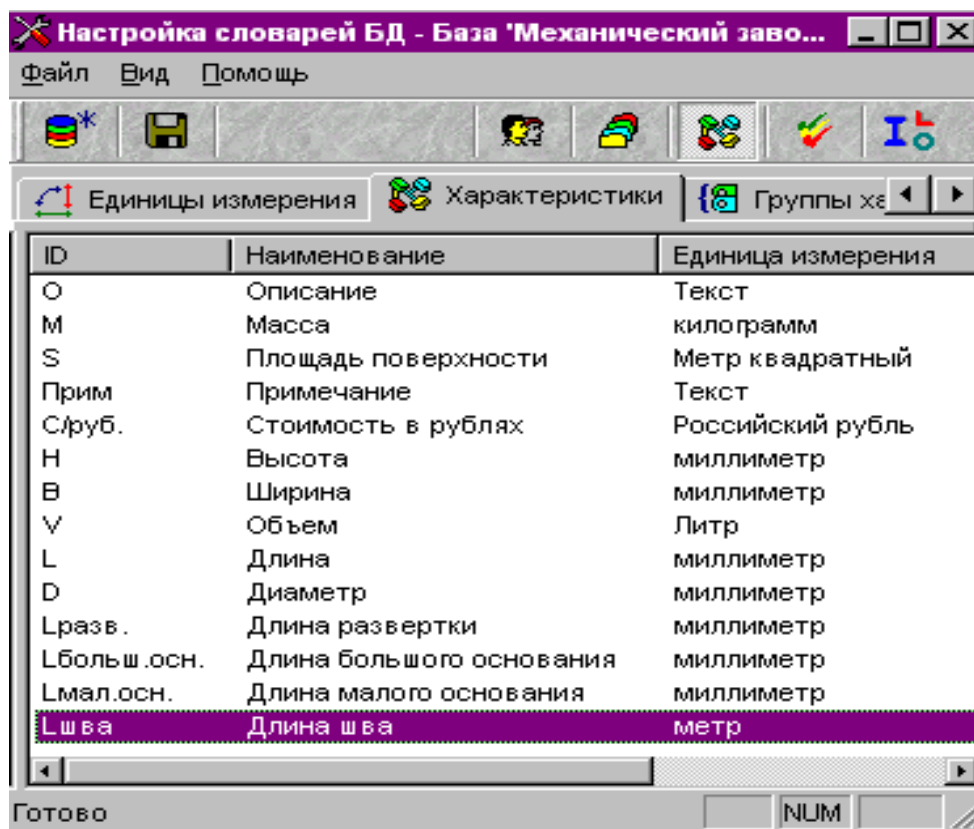


Рис. 3.

Обозначение	Наименование	Тип
02.171.00.00 KB	Воздуховод	Калькуляционная ведомость
02.171.00.00 ЛЗВ	Воздуховод	Лимитно-заборная ведомость
02.171.00.00 CB	Воздуховод	Чертеж
02.171.00.00 CB	Воздуховод	Сводная ведомость
02.171.00.00 Спе	Воздуховод	Спецификация

Рис. 4.

Интеграция программного обеспечения (ПО) при внедрении PLM-системы базируется на идеях объектно-ориентированного программирования. Следует различать синтаксический и семантический аспекты интеграции.

Синтаксическая интеграция реализуется с помощью унифицированных языков и форматов данных, технологий типа ODBC для доступа к об-

щему банку данных или компонентно-ориентированных (CBD – Component-Based Development) технологий.

Семантическая интеграция подразумевает автоматическое распознавание разными системами смысла передаваемых (и получаемых) данных и достигается значительно труднее.

При создании ПО САПР, как и других сложных автоматизированных информационных систем, определяющее значение имеют вопросы интеграции ПО. Теоретической базой для разработки технологий интеграции ПО являются:

1) методология автоматизированного проектирования, в соответствии с которой осуществляют типизацию проектных процедур и маршрутов проектирования в различных предметных областях, выявление типичных входных и выходных данных процедур, построение информационных моделей приложений и их обобщение, сравнительный анализ альтернативных методов и алгоритмов выполнения типовых процедур;

2) объектно-ориентированная методология, в соответствии с которой множества сущностей, фигурирующих в процессах проектирования, подразделяются на классы, где появляются свои процедуры и типы данных с отношениями наследования.

Эти классы могут быть инвариантными и прикладными. Их обобщение и унификация приводят к появлению таких понятий и средств, как интегрированные ресурсы и прикладные протоколы, фигурирующие в стандартах STEP, или унифицированные программные компоненты типа графических ядер конструкторских САПР. Именно наличие типовых процедур и единообразное толкование атрибутов объектов в рамках конкретных протоколов позволяют разным программным системам «понимать» друг друга при взаимодействии.

В программных комплексах конструирования происходит обработка графической информации. Содержательная часть сообщений относится к геометрическим элементам, их размерам и положению в пространстве. В программах технологической подготовки механической обработки деталей наряду с геометрической информацией о конструкциях заготовок передаваемые сообщения могут содержать сведения об инструменте, технологической оснастке, оборудовании, режимах обработки, нормах времени, траекториях движения инструмента и рабочих органов оборудования и т. п.

Таким образом, в каждом приложении совокупность используемых при обменах понятий, предметных переменных и числовых параметров существенно ограничена и достаточно определена для того, чтобы можно было ставить вопрос о типизации моделей и языка взаимодействия. Такие вопросы решают в рамках технологий STEP/CALS. Число приложений, нашедших свое описание в прикладных протоколах STEP, ограничено, но совокупность таких протоколов может расширяться.

Прикладные протоколы STEP представляют семантическую сторону интеграционных технологий. Для интеграции нужна унификация не только моделей приложений, но и механизмов взаимодействия, примерами которых

являются технологии OLE, DDE, а также компонентно-ориентированные технологии ActiveX.

Существует множество форматов унифицированного представления данных, предназначенных для обмена между системами, например APT, CGM, CL-Data, DXF, IGES, SAT, STEP, WMF и т.д. Различные форматы относятся к различным предметным областям, при этом большую часть форматов относят или к одной предметной области, или к их ограниченному набору. Каждый из форматов содержит описание, структуру и типы данных.

Первоначально унифицированный формат представления данных использовали в схеме П-УФ-П, приведенной на рис. 5:

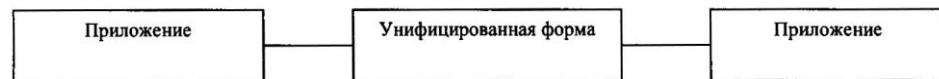


Рис. 5.

Очевидно, что при такой схеме каждая из прикладных программных систем имеет свой набор данных, хранимый в ее внутреннем формате, а данные в унифицированном формате существуют только в момент обмена между системами.

Возможна и другая схема УФ-П-УФ обмена данными между прикладными программными системами (рис. 6):

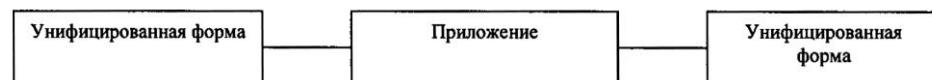


Рис. 6.

В этой схеме данные постоянно хранят в унифицированном формате, прикладные программные системы используют их в качестве исходных, создают новые или модифицируют старые данные, возвращая их для дальнейшего хранения в унифицированном формате.

Применение той или иной схемы определяет метод интеграции данных. Естественно, что можно интегрировать только те данные, которые хранятся постоянно: при схеме П-УФ-П – в формате приложений, при схеме УФ-П-УФ – в унифицированном формате.

В рамках внедрения на АМЗ были реализованы обе схемы интеграции. Схему УФ-П-УФ использовали для прямой интеграции, когда информацию об изделии можно передавать в другую систему благодаря единому стандарту описания информации STEP, а схему П-УФ-П – для высокоуровневой интеграции между приложениями, поддерживающими только свой формат представления информации. Рассмотрим подробнее каждую схему.

Как следует из анализа особенностей построения интегрированной модели воздуховода, она должна отражать множество аспектов изделия, относящихся к различным предметным областям. Следовательно, построение интегрированной модели по методу преобразующей интеграции требует

применения такого унифицированного формата данных, который охватывал бы большинство или все предметные области, отражаемые этой моделью.

Универсальным является только формат ISO 10303 STEP (STandard, Exchange, Product), который возник как ответ на потребность обмена данными между приложениями. Среди форматов обмена данными STEP занимает особое место в силу следующих обстоятельств:

его официальный статус – это утвержденный международный стандарт ISO;

широта охвата предметных областей – широкий список «Прикладных протоколов», соответствующих предметной области;

наличие формального, доступного для компьютерной интерпретации описания типов данных средствами языка EXPRESS, который является составной частью стандарта STEP и имеет обозначение ISO 10303-11 (в других форматах, например IGES или SAT, типы данных описаны в текстовом виде), т.е. STEP в наибольшей степени пригоден для формирования словарных метаданных;

наличие интеграции между смежными предметными областями за счет наследования типов данных (например, в формате IGES механизм наследования отсутствует, в формате SAT – присутствует, но ограничен только чисто геометрическими типами данных).

Стандарт STEP обеспечивает средства описания единых моделей изделия. Международный стандарт ISO 10303 организован в серии томов. Тома распределены по следующим сериям: методы описания; интегрированные ресурсы; протоколы приложений (прикладные приложения); наборы абстрактных тестов; формы реализации (обменный файл и интерфейс доступа к данным); тестирование соответствия.

В рамках внедрения системы управления жизненным циклом на АМЗ были использованы два способа интеграции информационных процессов: с помощью обменного файла, прямая интеграция между приложениями.

Обменный файл – это некий транспортный формат, в котором можно передавать данные между различными системами. Он предназначен для передачи данных между различными прикладными системами, совместимыми с ISO 10303 STEP. Обменный файл – символьный и не зависит от конкретного программного обеспечения и используемых платформ. Формат обменного файла регламентирован стандартом ISO 10303, том 21, что гарантирует его совместимость с любым программным обеспечением, совместимым со стандартом STEP. Это позволяет применять обменный файл для связи неинтегрированных приложений STEP, использующих одинаковые схемы. Ниже представлен фрагмент обменного файла, показывающий структуру изделия воздуховода ветровой машины.

```
ISO-10303-21; – код обменного файла
HEADER; – начало заголовочной секции
FILE_DESCRIPTION( (' '),2;1');
FILE_NAME('teststep',
'20033T13:06:43+03:00',
```

```
(' '), (' '),  
'Crossing v.1.0',  
'T-Flex Parametric Pro v.5.2',' ');  
FILE_SCHEMA(('CONFIG_CONTROL_DESIGN'));  
ENDSEC; – конец заголовочной секции  
DATA; – начало секции данных  
#8=(NAMED_UNIT(*)PLANE_ANGLE_UNIT()SI_UNIT($,RADIAN.));  
#9=DIMENSIONAL_EXPONENTS(0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0,0.0);  
#10=PLANE_ANGLE_MEASURE_WITH_UNIT(PLANE_ANGLE_M  
EASURE(0.017453292500000),#8);  
#14=(CONVERSION_BASED_UNIT('DEGREE',#10)NAMED_UNIT(#  
9)PLANE_ANGLE_UNIT());  
#18=(NAMED_UNIT(*)SI_UNIT($,.STERADIAN.)SOLID_ANGLE_U  
NIT());  
#22=(LENGTH_UNIT()NAMED_UNIT(*)SI_UNIT(MILLI,METRE.));  
ENDSEC; – конец секции данных  
END-ISO-10303-21; – код конца файла
```

Предполагается, что при передаче обменный файл не сопровождается никакой дополнительной информацией и должен содержать все необходимые для своей интерпретации данные. В обменном файле отсутствуют ссылки на какие-либо данные, не содержащиеся в нем (за исключением имени схемы).

Как было показано ранее, обменный файл содержит не только структуру изделия, но и различные характеристики, которые были необходимы для занесения в единое хранилище данных (PLM-система).

Процесс экспорта информации из PDM STEP Suite в обменный файл имеет интерактивный интерфейс, облегчающий работу пользователя.

В связи с тем, что при импорте обменного файла STEP происходит не просто конвертация файла из одного формата в другой (как в CAD-системах), процесс загрузки выполняется в несколько этапов. Основной сложностью является наличие противоречивой информации в обменном файле и базе данных.

Использование высокоуровневого интерфейса представляет собой более гибкий способ интеграции. В рамках внедрения этот способ был использован для передачи данных из PLM-системы в лимитно-заборную ведомость, формируемую в Microsoft Excel. Использование обменного файла в данном случае было невозможно, так как компания «Microsoft» не предлагает подобного решения.

Одной из важнейших особенностей системы PDM STEP Suite является возможность доступа к ее базе данных с помощью высокоуровневых функций (высокоуровневого API). Использовать этот набор функций можно из любых современных средств разработки – Visual Basic, Visual C++, Delphi, Borland C++ Builder и др. Причем использование этого набора функций не требует знания стандарта STEP и умения работать с объектно-ориентированными базами данных.



Наименование детали	Обозначение	Материал	Кол-во	Ед. и...
Опора	02.171.01.00	Уголок 90°90°6 Уголок	4	кг
		Кислород	3,25	кг
Лист	02.171.01.01-02	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	7	кг
Лист	02.171.01.02-03	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	4,84	кг
Лист	02.171.01.02-04	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	4,5	кг
Опора	02.171.02.00	Уголок 90°90°6 Уголок	4	кг
		Сварочная проволока	30,39	кг
Лист	02.171.01.01-01	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	8,2	кг
Лист	02.171.01.02-02	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	5,03	кг
Лист	02.171.01.02-01	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	5,2	кг
Обечайка	02.171.03.00	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	1	кг
Лист	02.171.03.01-01	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	49,5	кг
Лист	02.171.03.01-02	Лист 6 Ст 3 ГОСТ 380-94	85	кг

Рис. 7.

Нами с помощью элемента ActiveX, входящего в состав PDM STEP Suite и среды разработки Borland Delphi, разработан мастер создания ведомостей, с помощью которого информация из системы управления жизненным циклом передается в редактор электронных таблиц Microsoft Excel. На рис. 7 приведен пример программы с высокоуровневым интерфейсом.

Опытное внедрение PLM-системы на АМЗ выявило ряд проблем:

- сложность формирования и подготовки квалифицированной рабочей команды на предприятии;
- недооценка (при планировании) сложности и трудоемкости работ;
- отвлечение рабочей команды на решение производственных задач, не связанных с внедрением PLM-системы;
- противоречия между подразделениями.

Анализируя результаты внедрения PLM-системы можно сделать следующие выводы.

1. Система позволяет эффективно интегрировать различными способами разнородные информационные объекты и способствует созданию единого хранилища электронно-технической документации.

2. Снижаются непроизводительные затраты времени, связанные с поиском данных, изменением конструкции изделия, улучшением взаимодействия участников проектирования и изготовления изделий лесного машиностроения.

3. Дальнейшее развитие интеграции процессов и внедрения систем управления жизненным циклом изделий лесного машиностроения должно идти по пути создания единого информационного пространства и организации взаимодействия через Web-портал.

4. Использование приведенной технологии позволит снизить себестоимость выпускаемой продукции лесного машиностроения, сократить время на ее проектирование и производство.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдов А.Н., Барабанов В.В., Шульга С.С. CALS – поддержка жизненного цикла продукции. Руководство по применению – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 1999. – 44 с.
2. Краюшкин В. Современный рынок систем PDM // Открытые системы. – 2000. – № 9. – С. 67.
3. Левин А.И. Концепция применения CALS-технологий на машиностроительном заводе – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2001. – 36 с.
4. Норенков И.П., Кузьмин П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий CALS-технологий. – М.: Изд-во МГТУ, 2002. – 320 с.
5. Соломенцев Ю.М. и др. Информационно-вычислительные системы в машиностроении CALS-технологий / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, В.В. Павлов, А.В. Рыбаков. – М.: Наука, 2003. – 292 с.
6. PDM STEP Suite. Руководство пользователя. Часть 1. Настройка системы. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2001. – 69 с.
7. PDM STEP Suite. Руководство пользователя. Часть 2. Менеджер структуры изделия – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2001. – 121 с.

Архангельский государственный  
технический университет

Поступила 21.01.04

*A.T. Gurjev, M. E. Demenkov*

### **Integration of Information Processes for Life Cycle of Forest Machine-building Products Based on PLM-systems**

Problems of information integration for the life cycle processes of machine-building products based on the life-cycle management system are considered.

