



КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

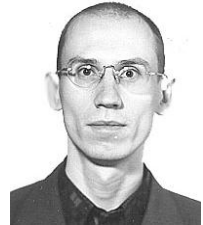
УДК 004.422:630

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 Архангельского государственного технического университета, 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.



МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИНТЕГРАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ ЛЕСНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Разработан программный комплекс для интеграции и работы участников жизненного цикла изделий лесного машиностроения с общими базами данных.

Ключевые слова: ИПИ - технологии, PDM – системы, информационная интеграция, формат STEP, язык EXPRESS, технология CORBA, гетерогенная среда, интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР).

Современные тенденции развития машиностроения, в том числе и лесного, предполагают создание интегрированной информационной среды, обеспечивающей поддержку жизненного цикла изделий. Большое количество участников взаимодействующих процессов конструкторско-технологического проектирования, производства и эксплуатации продукции машиностроения определяют высокие требования к достоверности и согласованности данных, обеспечение которых может быть достигнуто за счёт использования общей модели интеграции процессов жизненного цикла изделий.

Целью публикации является определение способов и методов повышения эффективности лесозаготовительной техники за счет информационной интеграции процессов при ее проектировании, производстве и эксплуатации.

При проектировании машиностроительной продукции лесного комплекса в качестве исходных данных об изготовляемом изделии используют сведения, учитывающие условия его применения (природно-производственные условия эксплуатации, сезонность работ и т.д.). Эти сведения имеют условно-постоянный характер и зависят во многом от террито-

риального расположения предприятия-потребителя. На этап проектирования информация поступает либо за счет анализа прототипов и аналогичного оборудования, либо в процессе эксплуатации нового изделия при дальнейшей его модернизации.

Нами предлагается модель данных (рис. 1) для информационной поддержки процессов конструкторско-технологического проектирования, производства и эксплуатации на основе объектно-ориентированного подхода. В общем виде модель предметной области можно формализовать в виде

$$M = \{C, E\}, \quad (1)$$

где C – множество классов объектов,

E – множество экземпляров объектов, принадлежащих классам C .

Если элементы множества остаются статичными C_0 , то при использовании $C = C_0$ модель приобретает универсальный вид.

Класс объектов $c_k \in C$ модели данных представлен как набор характеристик:

$$c_k = \{q_k, A_k, R_k, M_k\}, \quad (2)$$

где q_k – уникальное имя класса;

A_k – множество атрибутов класса, $A_k = \{q_{ki}', T_{ki}', V_{ki}'\}$;

q_{ki}' – множество имен атрибутов класса;

T_{ki}' – множество типов атрибутов класса;

V_{ki}' – множество значений атрибутов класса;

R_k – множество связей между классами, $R_k = \{q_{ki}'', T_{ki}'', V_{ki}''\}$;

q_{ki}'' – множество имен связей класса;

T_{ki}'' – множество типов связей класса;

V_{ki}'' – множество значений связей класса;

M_k – множество связей между классами, $M_k = \{q_{ki}''', PIN_{ki}', POUT_{ki}'\}$;

q_{ki}''' – множество имен методов класса;

PIN_{ki}' – множество входных параметров методов класса;

$POUT_{ki}'$ – множество выходных параметров методов класса.

В множества A_k, M_k могут входить как собственные атрибуты класса и методы, так и элементы соответствующих множеств других классов одной модели предметной области. Выявлено, что с классами объектов оперируют на этапах конструкторско-технологического проектирования, производители и потребители оперируют с экземплярами объектов (или объектами) $e_i \in E$. Каждое изделие может иметь несколько реальных воплощений, каждое из которых может отличаться от задуманного конструктором. Описание экземпляра изделия может содержать информацию о создании и использовании, включая сведения о проведенном техническом обслуживании и ремонте, и служить паспортом и формуляром изделия.

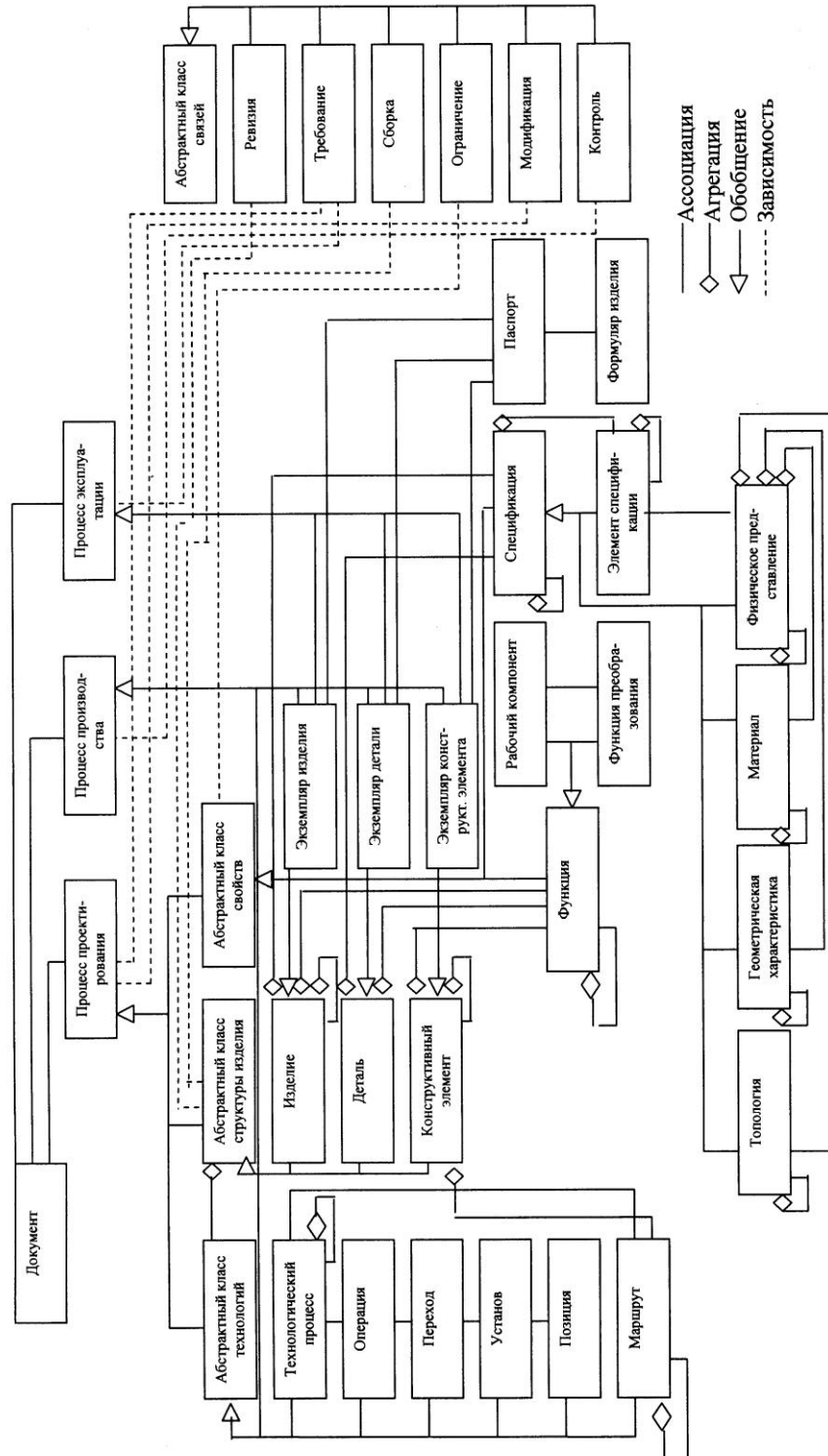


Рис.1. Интегрированная модель данных для представления информации об изделии

В процессе работы с экземплярами объектов определяются значения элементов множеств A_k , M_k и создается множество экземпляров отношений классов R_k . Таким образом, каждый объект описывается следующим образом:

$$e_j = \{n_j, q_j, A_j, M_j, R_j\}, \quad (3)$$

где n_j – уникальный идентификатор (серийный номер).

На основе проведенного анализа выявлены классы объектов и объекты, входящие в состав предлагаемой модели данных об изделии. Модель данных обеспечивает: целостность данных, представление информации на различных уровнях абстракции, расширение иерархии классов, задание ограничений, различные представления данных. Данные об изделии объединяются в единое хранилище для дальнейшего использования. Это могут быть и отдельные базы данных, но с точки зрения удобства ведения и контроля информации их следует сосредоточить в одном месте.

В качестве современного средства использования ИПИ-технологий для интеграции процессов жизненного цикла изделий предприятий производителей и потребителей продукции лесного машиностроения применяют системы управления данными об изделии (PDM – Product Data Management). Их задачей является сбор в одном месте всей информации, создаваемой прикладными системами, и предоставление доступа к этой информации участникам жизненного цикла. Работа таких систем строится при использовании СУБД масштаба предприятия для накопления и применения данных на всех этапах жизненного цикла продукции. Сама же система представляет собой клиентское приложение, которое в понятном пользователю виде отображает информацию об изделии.

Процесс взаимодействия PDM-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 (ISO 10303 STEP); стандарты на программную архитектуру – задают архитектуру программных систем, необходимую для организации взаимодействия без участия человека (CORBA); коммуникационные стандарты – указывают способ физической передачи данных по локальным и глобальным сетям (Internet-стандарты).

На рис. 2 представлена концептуальная схема интегрированной информационной среды взаимодействия производителя и потребителя изделий лесного машиностроения.



Рис. 2. Схема интегрированной информационной среды

Использование Internet-технологий – наиболее перспективная форма совместной работы участников жизненного цикла изделий лесного машиностроения, разобщенных территориально. Как видно из рис. 2, такой способ позволяет организовать двустороннюю связь между производителем и потребителем продукции в виде ИЭТР (интерактивные электронные технические руководства) [1, 2] и WEB-сервисов, что повышает конкурентоспособность продукции за счет минимизации времени отклика на выпускаемые изделия. Использование данных в формате STEP позволяет обмениваться данными об изделии между производителем и производителями комплектующих изделий.

Прикладные программы в стандарте CORBA могут использовать данные, получаемые через Internet/Intranet в формате STEP.

Все данные в STEP представляются в текстовом формате на языке EXPRESS. Доступ к EXPRESS-данным может быть обеспечен за счет специальных методов доступа. Эти методы могут быть реализованы с помощью интерфейсов к существующим языкам программирования. Из EXPRESS-данных создаются интегрированные ресурсы, из которых складываются информационные модели предметных областей. STEP обеспечивает однородность информационной модели, а наследование протоколов обеспечивается однородностью самого стандарта.

Современные PDM-системы поддерживают технологию и используют прикладные протоколы STEP AP-200 - 299 для взаимодействия производителей, применяющих как различные CAD/CAM/CAE-системы, так и ERP-системы. Данные об изделии хранятся как в формате STEP, так и в форматах соответствующих систем проектирования (AutoCAD, SolidWorks, КОМПАС и т.д.). Прикладные протоколы полностью обеспечивают обмен геометрии топологии и структуры сборочных единиц между различными CAD-системами. PDM-системы дополняют эту информацию новыми свойствами: материалы, допуски и т.д.

Технология CORBA осуществляет взаимодействие объектов распределенных приложений, реализованных в различных средах и платформах (рис. 3.), что особенно важно при интеграции процессов жизненного цикла изделий в гетерогенной среде.

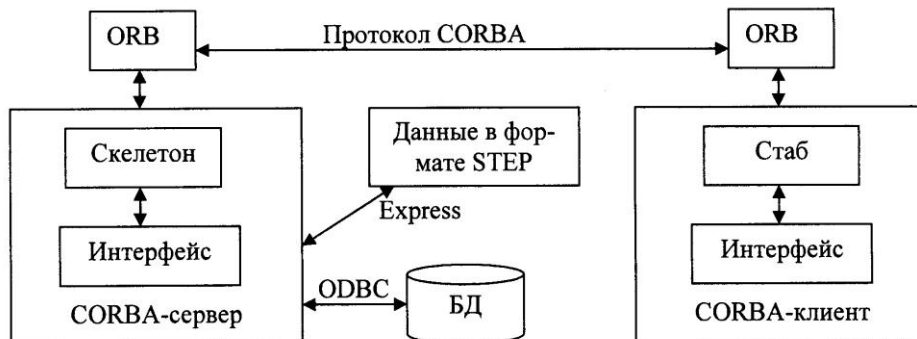


Рис. 3. Архитектура программного комплекса интеграции процессов жизненного цикла на основе спецификации CORBA

Приложения CORBA используют интерфейсы для доступа к данным в формате STEP. Ниже изображен фрагмент файла обмена для изделия (гидроцилиндр манипулятора).

ISO-10303-21;

HEADER;

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;

DATA;

#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_MEASURE(0.017453292500000),#8);

#14=(CONVERSION_BASED_UNIT('DEGREE',#10)NAMED_UNIT(#9)PLANE_ANGLE_UNIT());

#18=(NAMED_UNIT(*)SI_UNIT(, .STERADIAN.)SOLID_ANGLE_UNIT());

#22=(LENGTH_UNIT()NAMED_UNIT(*)SI_UNIT(.MILLI.,METRE.));

Эти данные могут быть получены путем экспорта информации из PDM-системы. Обмен файлами между производителями изделий лесного машиностроения может осуществляться при помощи Internet-технологий: e-mail, ftp, http и др.

Нами разработаны алгоритмы и программная реализация интеграции процессов жизненного цикла изделий предприятий производителей и потребителей продукции лесного машиностроения с использованием PDM-системы [4, 5]. В настоящее время существуют множество различных PDM-систем. Среди них был выбран программный продукт российских компании

АСКОН – «ЛОЦМАН», имеющий в своём составе WEB-сервер и обеспечивающий интеграцию с системами конструкторско-технологического проектирования: КОМПАС, АВТОПРОЕКТ, AutoCad, Unigraphics, SolidWorks, «Прикладная логистика» – PDM Step Suite.

Клиентская часть программного комплекса для потребителя

Особенностью изделий лесного машиностроения является разнообразие среды использования. Сведения, учитывающие условия и характер их применения (природно-производственные условия эксплуатации, сезонность работ и т.д.), сообщают конструктору с помощью «тонкого» клиента – Интернет-браузера (Internet Explorer, Netscape, Opera, Mozilla и др.), не зависящего от платформы. В дальнейшем на основании этих данных конструктор принимает решение о модификации изделия с целью повысить качество продукции. Пример заполнения потребителем данных об отказах изделия представлен на рис. 4.

Рис. 4. Реализация клиентского приложения для потребителя

Обеспечение достоверности данных реализуется путем авторизации потребителя на сайте или посредством передачи сообщения заверенного цифровой подписью. На рис. 5 показан пример работы программного комплекса, позволяющего в оперативном режиме производить закупку необходимых комплектующих взамен вышедших из строя изделий. Для этого пользователю-потребителю необходимо выбрать наименования изделий и их количество. На основании этих данных формируется заявка – счет-фактура, в которую необходимо занести банковские реквизиты.

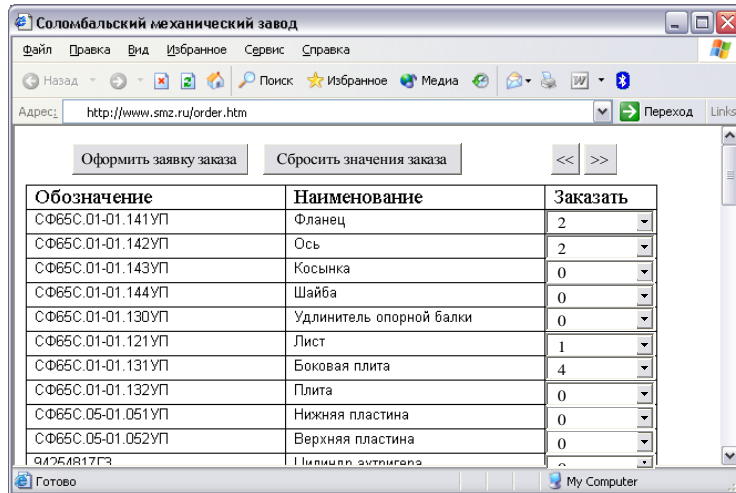


Рис 5. Заполнение формы заявки на отказавшие изделия для манипулятора СФ-65С

Клиентская часть программного комплекса для производителя

Сведения, заносимые потребителем, находятся в специальной таблице в базе данных изделий и просматриваются из программной системы поддержки жизненного цикла изделий. На рис. 6 изображен пример программного модуля реализованного для «ЛОЦМАН:PDM».

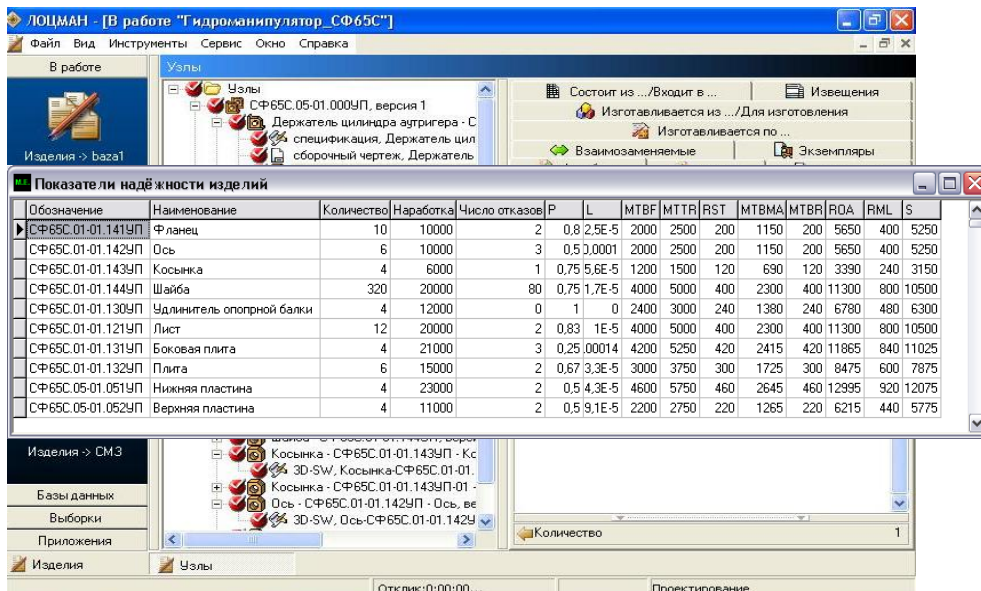


Рис. 6. Реализация клиентского приложения для производителя

Для хранения информации используют таблицу, в которую заносят разнообразные сведения, в том числе об отказах и времени наработки для указанных изделий, все остальные поля являются вычисляемыми и определяют показатели надежности элементов изделия.

В качестве возможности сопровождения техническими руководствами выпускаемых изделий были разработаны ИЭТР, которые представляют собой структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных, предназначенных для использования в интерактивном режиме справочной и описательной информации об эксплуатационных и ремонтных процедурах, относящихся к конкретному изделию. База данных ИЭТР имеет структуру, позволяющую потребителю быстро получить доступ к нужной информации, может содержать текстовую и графическую информацию, а также данные в мультимедийной форме (аудио и видео данные). Элементы данных в ИЭТР логически взаимосвязаны для быстрого доступа к нужной информации [3].

Для создания ИЭТР – использована программа Technical Guide Builder 2.1. TG Builder – система автоматизированной подготовки интерактивных электронных технических руководств, соответствующая классу интерактивных баз данных, позволяющая создавать руководства большого объема. Функциональность TG Builder обеспечивает возможности работы коллектива авторов, планирования работ и обмена данными между разработчиками. Использование СУБД Oracle для хранения исходной информации и документации обеспечивает возможность подготовки руководств большого размера. Это тесная интеграция с PDM-системами и различными офисными приложениями, используемыми на предприятии. Возможность синхронизации между PDM и TG Builder позволяет в значительной степени уменьшить объем работ и вероятность внесения в руководство некорректных данных.

С помощью программы TG Builder нами была разработана структура руководства, которая представляет собой совокупность иерархически структурированных разделов, содержащих главы руководства. Интерфейс программы при создании и редактировании структуры изделия при опытном внедрении представлен на рис. 7.

В категории технического руководства занесена информация, которая должна содержаться в руководстве по эксплуатации, в соответствии с требованиями и стандартами предприятия. Навигация по руководству проходит при помощи механизма ссылок, осуществляющих связь между разделами. Встроенный интерфейс доступа к данным API позволил импортировать данные из уже созданной базы данных PDM-системы.

После разработки всех разделов руководство было подготовлено к публикации, которая осуществляется при помощи функции экспорта документации. Экспортировать техническое руководство в системе TG Builder можно либо в формате HTML, либо в бинарном формате. В результате этого оно будет скопировано в целевой каталог вместе со средством автономного просмотра. Отдельная страница руководства представлена на рис. 8.

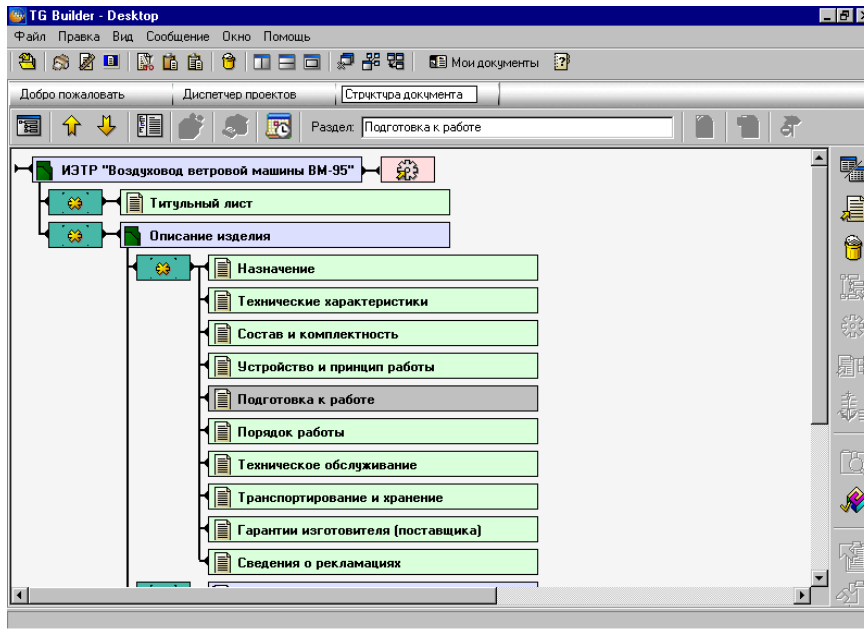


Рис. 7. Формирование и изменение структуры изделия

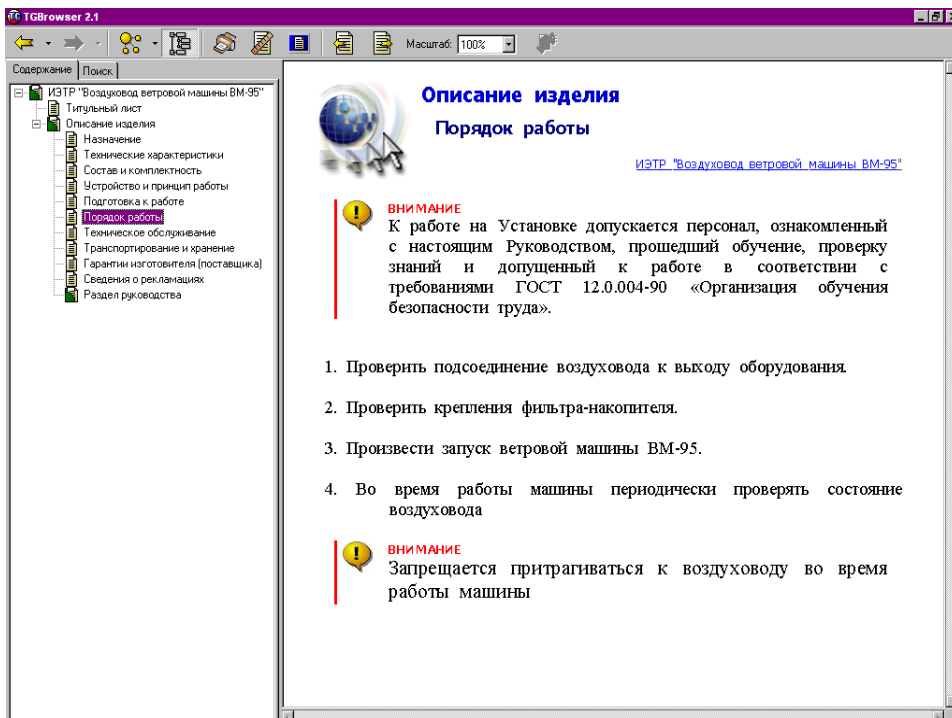


Рис. 8. Фрагмент ИЭТР для машиностроительного изделия

Исходя из полученных результатов можно сделать следующие выводы: разработан программный комплекс на основе PDM-системы для интеграции и работы участников жизненного цикла изделий лесного машиностроения с общими базами данными; обоснованы подходы к интеграции этапов жизненного цикла изделий предприятий лесного машиностроения, которые будут способствовать созданию единого информационного пространства производителей и потребителей техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурьев А.Т. Интеграция информационных процессов жизненного цикла изделий лесного машиностроения с использованием PDM-систем. / А.Т. Гурьев, М.Е. Деменков // Лесн. журн. – 2003. – № 6. – С. 125-135. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Гурьев А.Т. Интеграция информационных процессов жизненного цикла изделий лесного машиностроения: учеб. пособие / А.Т.Гурьев, М.Е.Деменков, В.В. Павлов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2005. – 208 с.
3. Жирков А. Интерактивные электронные технические руководства. / А. Жирков, [и др.] // САПР. – 2002. – № 47. – С. 44–48.
4. Норенков И.П. Информационная поддержка наукоемких изделий CALS-технологий / И.П. Норенков, П.К. Кузьмин. – М.: Изд-во. МГТУ. – 2002. – 320 с.
5. Соломенцев Ю.М. Информационно-вычислительные системы в машиностроении CALS-технологий / Ю.М. Соломенцев [и др.]. – М.: Наука, 2003. – 292 с.

АГТУ

Поступила 11.01.05

A.T. Gurjev, M.E. Demenkov

Models and Methods of Integration of Life Cycle Processes in Forest Engineering Items

Software complex is developed for the integration and work of the participants of the life cycle for forest machine-building items with common databases.
