

УДК 621.165

А.В. БОЙКО, д-р техн. наук, проф., Ю.Н. ГОВОРУЩЕНКО, канд. техн. наук,  
А.П. УСАТЫЙ, канд. техн. наук

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ И СРЕДСТВ  
ДИНАМИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ МОДЕЛЯМИ  
ДАНЫХ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К  
САПР «ТУРБОАГРЕГАТ»**

Виконана робота по розробці інформаційного середовища та способів динамічного управління інформаційними моделями даних для складних технічних об'єктів в пристосуванні до САПР «Турбоагрегат». Розроблена методологія створення єдиного інформаційного ядра та способів взаємодії з ним проектних процедур САПР з використанням реляційних СУБД і XML-технологій. Описана послідовність створення та ініціювання інформаційного середовища складних технічних об'єктів. Показана можливість динамічного управління та оперування інформаційним середовищем проекту, як функцій задачі проектування, стадії проекту та використаних проектних процедур.

The job on elaboration of information environment and dynamic control modes of information data models for complex technical objects as applied to turbomachinery CAD systems is carried out. The methodology of single information core creation and modes of collaboration of CAD procedures with it using DB and XML technologies is developed. The sequence of information environment creation and initiation for complex engineering objects is described. The possibility of dynamic administration and operation of project's information environment in conformity with design tasks, project stage and project procedures utilization is demonstrated.

Проектирование сложных технических объектов, состоящих из большого числа различных компонентов, требует сегодня применения адекватного инструментария, позволяющего динамически управлять огромными объемами разноплановой информации с использованием соответствующих методологий, позволяющих отслеживать причинно-следственные связи, использовать накопленные ранее знания, порождать и хранить новые.

Следует отметить, что на сегодня в области разработки методологии отдельных подсистем САПР «Турбоагрегат» и ее компонент накоплен достаточный опыт [1, 2], известны также многодисциплинарные программы моделирования различных объектов турбоагрегата на этапах анализа, проектирования, доводки и эксплуатации, в том числе и коммерческие версии, позволяющие определять различные характеристики на установившихся и переменных режимах: эффективности, массовые, геометрические, прочностные, термогазодинамические и другие показатели [3, 4]. Одним из существенных недостатков этих программ следует отметить их разноплановость и разобщенность с точки зрения формата представления информационной модели объекта проектирования и форматов ввода и вывода данных. Поэтому объединение таких программ в динамический интегрированный продукт и дальнейшее их использование зачастую наталкиваются на достаточно серьезную проблему, связанную с обменом информацией между ними. До настоящего времени, чаще всего эту проблему решали с помощью разработки препроцессорных и постпроцессорных модулей, обеспечивающих взаимный обмен данными. Вместе с тем, такой подход

существенно усложняет процессы информационных обменов между различными проектными процедурами с ростом их количества, что особенно актуально при разработке САПР. Более перспективным является подход, заключающийся в использовании проектными процедурами единого информационного ядра объекта проектирования, состоящего из пересекающихся множеств соответствующих информационных моделей проектных процедур. Для хранения данных общего информационного ядра наиболее рационально использовать реляционную базу данных, из которой каждая из проектных процедур может самостоятельно формировать свою информационную модель, причем результаты ее работы становятся доступными через сервер СУБД для любой другой, в том числе и для вновь создаваемых. Такой подход целесообразно применять при использовании ранее разработанных проектных процедур, при создании которых не стояла задача использования их в интегрированных проектных системах.

При разработке новых проектных процедур, предназначенных для использования в интегрированных пакетах САПР, наиболее эффективно и целесообразно использовать подход основанный на формировании общего информационного пространства для каждого проекта, как логическое сложение пересекающихся множеств информационных моделей проектных процедур.

Как показывает опыт, разработка различных компонент САПР сложных объектов невозможно сегодня без применения СУБД, т.к. реализация современных требований по сокращению сроков и стоимости проектирования, повторное использования накопленной информации при проектировании новых изделий, обеспечение необходимой информационной поддержки объекта на протяжении всего его жизненного цикла, невозможна без применения специальных методологий проектирования, которые должны обеспечивать не только разнородные представления данных об объекте на разных этапах жизненного цикла, но и обеспечивать при этом, соблюдения целостности данных по каждому проекту.

На современном этапе развития информационных технологий достигнуты большие успехи в получении, хранении, управлении, анализе и визуализации данных. Вместе с тем, при разработке динамических информационных моделей данных САПР сложных технических объектов, к которым безусловно относится и турбоагрегат, с организацией общего информационного пространства для каждого проекта необходимо учитывать и использовать последние достижения в области СУБД и других информационных технологий.

В настоящее время наиболее перспективным инструментом управления динамическими информационными моделями сложных объектов является т.н. – XML технология, основные особенности и возможности которой приведены ниже:

- XML – язык описания данных. (Можно описывать все традиционные структуры данных: таблицы, массивы, вложенные структуры, деревья, списки, сети и т.д.)
- XML – текстовый формат представления данных, однако, они предназначены не для чтения, а для переработки, хранения и представления данных в том числе и в WEB.
- XML не лицензируется, не зависит от платформ оборудования и ОС, достаточно просто сопровождается. Имеются сопровождаемые компоненты XML, которые обеспечивают обработку данных практически в любых языках программирования: C++, JAVA, Jscript, VBScript и др.

- XML – служит основой построения XML ориентированных баз данных и с успехом может использоваться совместно с реляционными СУБД.
- XML может служить основой для создания новых технологий, в том числе и для обмена информацией между приложениями, построения WEB и унификации форматов данных в Интернет.

Учитывая вышесказанное можно сделать вывод о высокой актуальности и перспективности использования XML-технологий не только для хранения информационных моделей наряду с традиционными реляционными СУБД [5-9], но также и для внутреннего структурированного формата представления объектов проектирования в проектных процедурах.

Принимая во внимание достоинства XML-технологий и учитывая безусловную необходимость применения СУБД, как составной части САПР сложных технических объектов, а также учитывая требование обеспечения динамического управления информационными моделями данных проектных процедур, задача разработки информационной среды САПР «Турбоагрегат» потребовала выполнения в первую очередь следующих условий:

- Информационное пространство САПР «Турбоагрегат» должно представлять собой единое информационное ядро;
- Для хранения и обработки информационных потоков использовать XML – технологии и средства реляционных СУБД;
- Обеспечить возможность работы с различными форматами СУБД;
- Унифицировать внутреннее представление информационных моделей проектов, приведя его к DOM-формату (объектная модель документа – Document Object Model, предложенного рабочей группой XML Working Group консорциума World Wide Web Consortium (W3C) в качестве стандарта для представления XML-документов);
- Структура информационной среды должна позволять изменять и модифицировать содержание и структуру всех ее составных частей без изменения кодов программного обеспечения;
- Средства динамического управления должны обеспечивать работу по организации проектного информационного пространства, изменению его структуры и содержания, управлять проектными процедурами и информационными потоками.

При оценке существующих СУБД с точки зрения возможности их использования при разработке и создании на их базе информационного пространства САПР «Турбоагрегат» выбор был сделан на сравнительно «легких» и наиболее популярных СУБД – MySQL, SQLite и MSAccess, использование которых за исключением MSAccess, к тому же не требует лицензионной поддержки.

С целью унификации алгоритмов взаимодействия с различными СУБД было принято решение об использовании свободно распространяемого драйвера ODBC, обеспечивающего обмен информацией между разноформатными источниками данных.

В общем виде разработанная структура информационной среды САПР «Турбоагрегат» и последовательность ее создания описаны ниже:

□ **Системная часть**

- Установка и настройки серверов (MySQL, MSAccess, SQLite);
- Установка и настройка драйвера ODBC и источников данных;
- Создание информационного пространства административной части в базах данных САПР «Турбоагрегат».

□ **Административная часть**

- Формирование справочника параметров общего информационного ядра;
- Формирование справочника объектов проектирования;
- Формирование справочника проектных процедур;
- Настройки структуры объектов проектирования (создание дерева подчиненных объектов);
- Формирование дисциплинарных групп параметров (определение принадлежности параметра из общего информационного ядра определенной таблице в базе данных);
- Настройки информационной среды моделей проектных процедур (формирование списка используемых параметров из соответствующих дисциплинарных групп);
- Разворачивание общего информационного ядра проектной части баз данных и информационного пространства базы знаний;
- Формирование среды пользователей и их допусков;
- Создание XML-шаблонов структур объектов проектирования, дисциплинарных групп и настроек проектных процедур.

□ **Проектная часть**

- ❖ Проект (определяется именем проекта и вариантом данных);
  - Стадия проекта (определяется поставленной задачей и соответствующей ей набором необходимых проектных процедур);
    - Структура объекта проектирования (настраиваемое дерево подчиненных объектов в соответствии с XML-шаблоном);
      - Структура дисциплинарных групп параметров объекта (зависит от информационных моделей используемых проектных процедур).

□ **База знаний**

- Атлас элементов (схемные изображения объектов);
- Атлас объектов («стандартные» проектные решения объектов);
- Справочник материалов;
- Справочник единиц измерений физических величин.

Для выполнения перечисленных выше операций была разработан интерфейс, обеспечивающий динамические манипулирования в любой части информационного пространства, что позволило выполнить операции по инициализации этого пространства.

Ниже вкратце описывается процесс инициализации информационного пространства САПР «Турбоагрегат».

Справочник параметров общего информационного ядра создается в виде таблицы в базах данных на серверах MySQL, MSAccess и SQLite, которая включает в себя информацию об общепринятом обозначении параметра, его полное наименование, код физической единицы измерения параметра (давление, энтальпия, длина, ...), тип описания переменной (int, double, varChar...) и количество значащих символов параметра. В таблицу в произвольном порядке заносятся данные о всех параметрах, описывающих объекты. Аналогично создается справочник объектов проектирования в который заносится информация о кратком и полном наименованиях перечисляемых объектов и справочник проектных процедур, где представляется информация о названии проектной процедуры, ее назначении, авторе и, при необходимости, другая сопутствующая информация.

Для хранения структуры объектов проектирования создается соответствующая таблица, куда в процессе создания и настройки структур объектов заносится информация о кодах объектов-отцов и соответствующих им кодах объектов-детей.

Перед формированием дисциплинарных групп параметров предварительно создается таблица-справочник с перечнем названий этих групп для каждого объекта проектирования, а затем в специально созданную таблицу заносится информация о коде дисциплинарной группы и соответствующие ей коды параметров из справочника параметров общего информационного ядра. Последние две таблицы вместе с таблицей параметров общего информационного ядра используются специальным алгоритмом для автоматического разворачивания баз данных и создания таблиц для каждой дисциплинарной группы с полями, соответствующими параметрам этих групп.

Наиболее интересной по своему функциональному назначению и цели здесь представляется операция настройки информационной среды моделей проектных процедур, которая заключается в создании для каждой проектной процедуры структурной связи с необходимыми для ее функционирования параметрами из таблиц, соответствующих определенным дисциплинарным группам. В этом случае каждая из проектных процедур оперирует «своими» параметрами, но вместе с тем, физически эти параметры находятся в общем информационном ядре и постоянно доступны всем проектным процедурам. Как видно такой подход позволяет формировать из пересекающихся множеств информационных моделей проектных процедур общую информационную среду проекта. При этом внутреннее представление информационной среды соответствует DOM-формату, что позволяет использовать унифицированный алгоритм-парсер, обеспечивающий доступ к «своим» параметрам любой проектной процедуре.

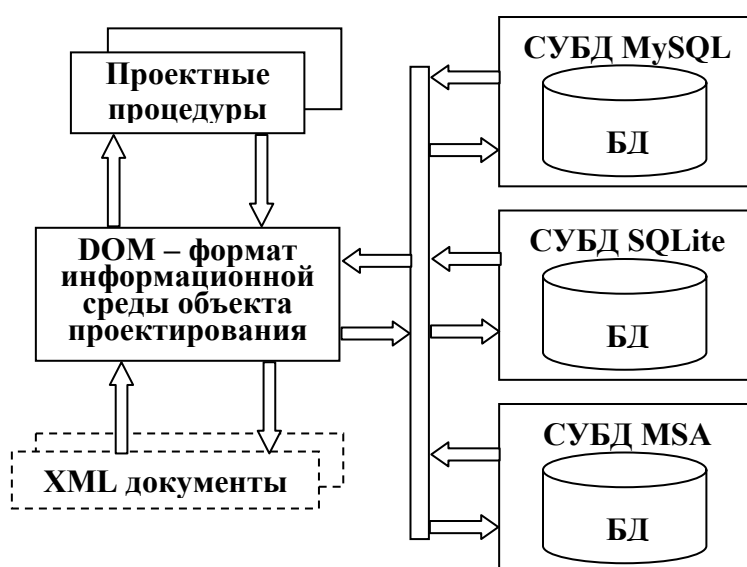
Настройки пользователей имеет общепринятую структуру и позволяют учитывать группу пользователя, его категорию, логин, пароль и тем самым осуществлять санкционированный доступ к разрешенным уровням информационной среды САПР «Турбоагрегат» и средствам взаимодействия с ней.

На последнем этапе система создает XML –шаблоны метаданных в которых дублируется информация из созданных таблиц-справочников и таблиц, описывающих структуры объектов проектирования и соответствующие настройки, описывающие информационное пространство САПР «Турбоагрега». Шаблоны метаданных используются системой при создании структуры информационного пространства новых проектов, клонируя соответствующим образом из них необходимую для этого информацию, а также для создания и инициализации новой локальной базы данных

либо при установке программного обеспечения информационной системы САПР. В момент загрузки шаблонов происходит генерация новых таблиц и проектных процедур, адаптация интерфейсов под новые структуры объекта проектирования.

Описанная выше система позиционируется, как мультиплатформенная, т.к. может функционировать в среде WINDOWS и UNIX.

Схема информационных потоков разработанной информационной среды САПР «Турбоагрега» представлена на рисунке ниже. Как видно из рисунка, применение универсального DOM-формата, описывающего XML-данные информационного ядра проекта сложного технического объекта в оперативной памяти расчетно-технического комплекса позволяет существенным образом унифицировать и упростить процедуры обмена информацией между проектными процедурами, файлами данных и серверами реляционных СУБД.



**Рис. Схема информационных потоков**

XML-представление шаблона метаданных позволяет не только создавать дистрибутив информационной среды, но и обмениваться нормативно-справочной информацией и другими настройками между несколькими копиями системы и с другими системами.

Задача интеграции новых проектных процедур является одной из ключевых для разработанной информационной среды. Возможность расширения структуры общей информационной среды и информационных моделей объектов проектирования добавляет системе гибкости и позволяет обрабатывать и хранить самые разные данные и их структуры. С этой целью был разработан гибкий механизм динамического управления информационными моделями объектов, суть которого состоит в том, что XML-шаблоны метаданных генерируются в момент изменения настроек информационной среды по заранее определенным правилам. После этого система автоматически их использует для генерации информационного ядра объекта проектирования, как функции этапов проектирования и используемых проектных процедур.

Важнейшее преимущество такого подхода состоит в том, что при этом не требуется разрабатывать или модифицировать процедуры загрузки и выгрузки информационной среды объекта проектирования.

Таким образом, разработанная информационная среда и средства динамического управления информационными моделями с учетом описанных выше качеств и возможностей могут быть использованы в качестве информационной подсистемы САПР «Турбоагрегат», как инструмент, позволяющий создавать, хранить, модифицировать, настраивать, предавать, копировать, как содержание информационного ядра объекта проектирования, так и его структуру с обеспечением полного и независимого доступа к нему различных мультидисциплинарных проектных процедур. При этом, одним из основных положительных качеств информационной среды, описанной в данной статье являются ее интеграционные свойства, позволяющие достаточно легко и относительно просто подключать к САПР «Турбоагрегат», разработанные ранее, в том числе и разными авторами пакеты мультидисциплинарных прикладных программ и использовать их в качестве проектных и экспертных процедур.

#### Литература

1. *Бойко А.В.* Оптимальное проектирование проточной части осевых турбин. – Харьков: Вища школа, 1982. – 152 с.
2. *Бойко А.В., Говорущенко Ю.Н.* Основы теории оптимального проектирования проточной части осевых турбин: [Учеб. пособие для вузов по спец. «Турбостроение»]. – Харьков: Вища школа, 1989. – 217 с.
3. *Шубенко-Шубин Л.А., Стоянов Ф.А.* Автоматизированное проектирование лопаточных аппаратов тепловых турбин. – Л.: Машиностроение, 1984. – 236 с.
4. *Палагин А.А, Лыхвар Н.В.* Система машинного проектирования тепловых схем паротурбинных установок. – Харьков, 1978. – 30 с. (Препринт / АН УССР Ин-т проблем машиностроения № 107).
5. *Braganholo V., Davidson S., Heuser C.* On The Updatibility of XML Views over Relational Databases. Proceedings of WEBDB 2003, San Diego, SA, USA. (2003)
6. *Веселов В., Долженков А.* Опыт построения XML-СУБД // Открытые Системы. – 2002. – № 06.
7. *Дейт К. Дж.* Введение в системы баз данных, 7-е издание: Пер. с англ. – М: Вильямс, 2001. – 1072 с.
8. *Афанасьев А. П., Галкин В. И., Лисов А. А., Парамонов Ф. И., Петров А. П.* Новые принципы построения и организации САПР // Автоматизация проектирования. – 1999. – № 2.
9. *Рональд Буре.* XML и базы данных // Открытые системы. – 2000. – №1 0.

© Бойко А.В., Говорущенко Ю.Н., Усатый А.П., 2006