

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ХРАНИЛИЩА ДАННЫХ О ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

© 2006 М.Е. Проданов, А.Ю. Цой

Самарский государственный аэрокосмический университет

Организация хранилища данных о газотурбинных двигателях опирается на информационную интеграцию процессов в ходе выполнения сквозного курсового компьютерного проекта. Используя иерархическую структуру процесса проектирования, можно создать информационный объект проектирования двигателя в среде системы управления данными об изделии (PDM-системе) – БД «Хранилище данных о ГТД», в которой создаются и используются специальные классы, имеющие свой собственный набор атрибутов. Нижестоящий класс наследует атрибуты от вышестоящего класса. Таким образом, в иерархической структуре данных информация описания ГТД становится более полной и специфичной.

Данная работа связана с решением проблемы информационного обеспечения сквозного компьютерного курсового проектирования (СККП) по специальности 13.02.15 (авиационные двигатели и энергетические установки, специализация «Компьютерные технологии проектирования, конструирования и производства»).

Сама концепция СККП начала разрабатываться на факультете ДЛА с 1997 г. по инициативе профессора Ермакова А.И. Первые результаты разработки этой концепции, связанные с решением методических проблем СККП, были изложены в [1]. Уже на этом этапе разработки концепции СККП стало ясно, что наряду с методическими проблемами в число важнейших входит проблема информационной поддержки СККП. В связи с этим была сформулирована концепция формирования единого информационного пространства (ЕИП) факультета ДЛА СГАУ [2].

Реализация концепции формирования единого информационного пространства факультета ДЛА СГАУ оказалась самостоятельной сложной проблемой. Для ее решения, с одной стороны, потребовалось освоение технологий информационного моделирования сложных взаимосвязанных процессов СККП для выявления структуры информационных потоков. С другой стороны, потребовалось освоение технологии хранения данных об объектах и процедурах, которая получила название PDM (Product Data Management – управление данными о продукте (изделии)).

Разработка структуры и начальное на-

полнение хранилища данных по Сквозному курсовому компьютерному проектированию (СККП) предполагает определить перечень данных, циркулирующих между участниками этого процесса.

Функция управления процессом СККП состоит в описании и разработке регламентов взаимодействия участников в рамках безбумажного документооборота. В их состав входит рабочая программа, подготовленная на основе «учебного плана», разработанного в соответствии с государственными образовательными стандартами.

Усилия мировой технической общест-венности в настоящее время направлены на создание разного уровня нормативной документации. За последние годы разработаны следующие документы: ISO 10303 (Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange), ISO 13584 (Part Library), Def Stan 00-60 (Integrated Logistic Support), MIL-STD-2549 (Configuration Management. Data Interface), MIL-HDBK-61 (Configuration Management. Guidance), AECMA Specification 2000M (International Specification for Materiel Management Integrated Data Processing for Military Equipment), AECMA Specification 1000D (International Specification for Technical Data Publications, Utilising a Common Source Data Base) и т.д.

Вопросы организации хранилища данных для СККП опираются на информационную интеграцию процессов в ходе выполнения проекта и решаются с использованием PDM-технологий. Они позволяют создать

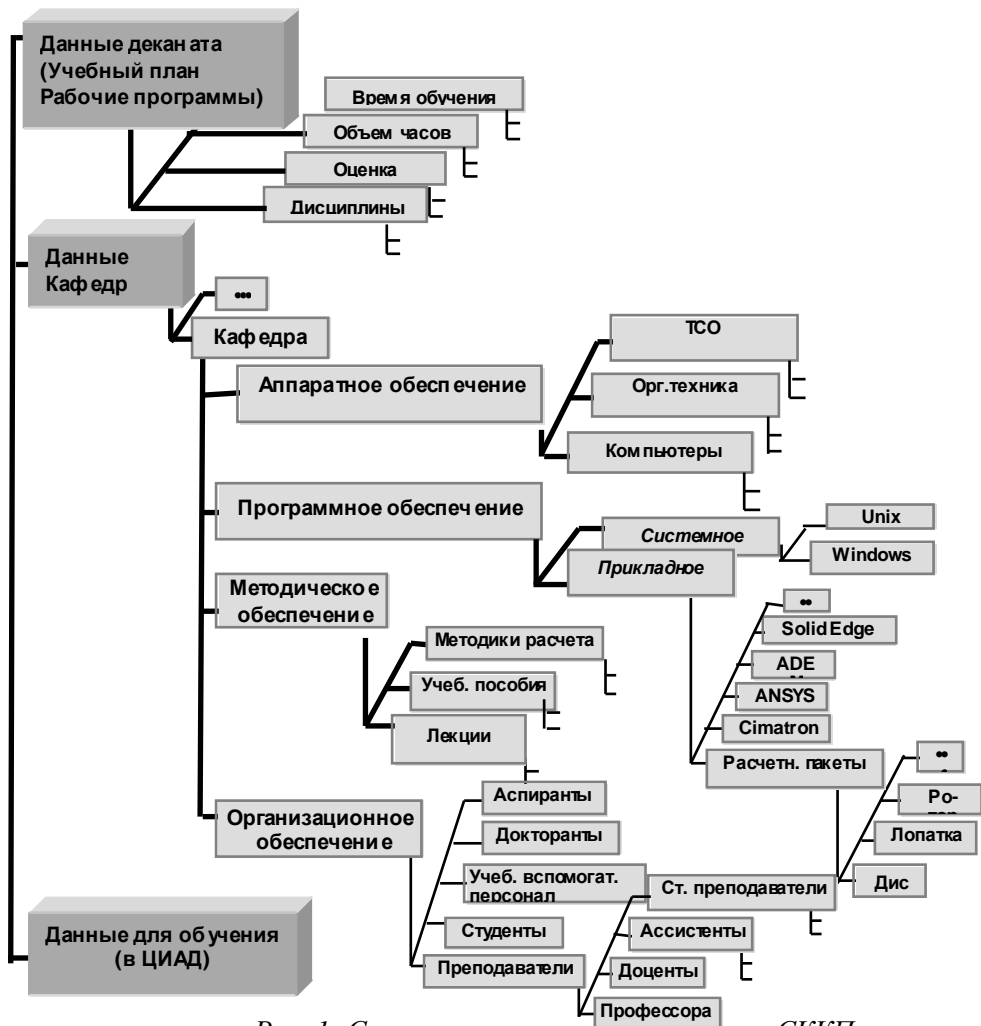


Рис. 1. Структура хранения данных по СКПИ

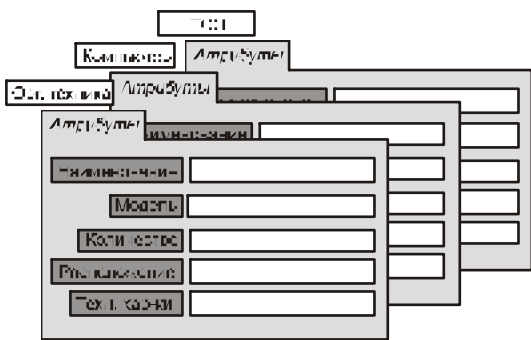


Рис. 2. Аппаратное обеспечение

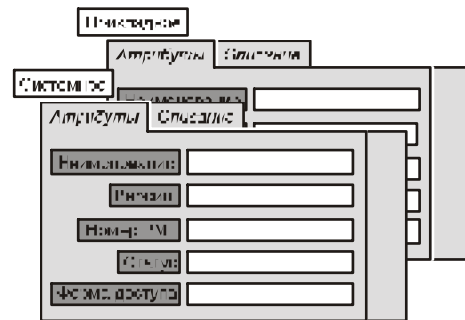


Рис. 3. Программное обеспечение

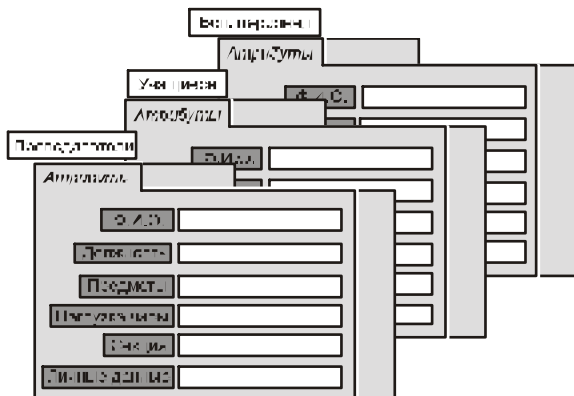


Рис. 4. Организационное обеспечение

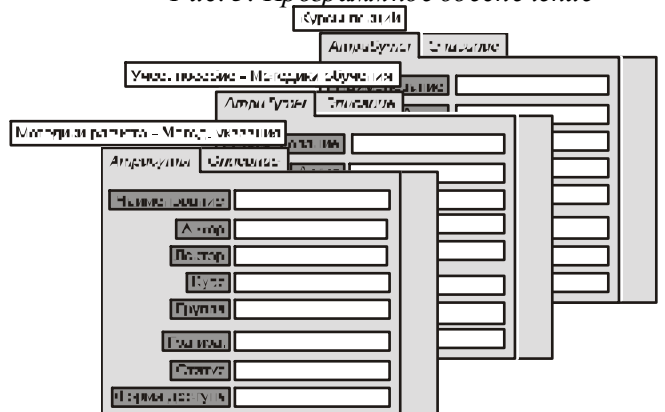


Рис. 5. Методическое обеспечение

объектно-ориентированную модель данных (ООМД) с сетевой структурой связей объектов, аналогично долговременной памяти человека. ООМД опирается на четыре основных понятия: объект, характеристики объекта, связь, характеристики связи [3].

Объект может охватывать любые проявления реального мира (предмет, действия, отношения, информацию и т.д.), имеющие смысл в данной предметной области. Для ведения инженерных проектов примерами объектов могут служить “изделия”, “документ”, “разработчик”, “станок” и действия: “взять чертеж”, “вывести на печать”, “сдать в архив” и др.

Характеристики объекта – это любая информация, необходимая для его описания в пределах выбранной предметной области. Обязательной характеристикой в пределах используемой база данных (БД) является уникальное имя объекта.

Связи между объектами всегда иерархические. PDM-системы поддерживают сетевую структуру иерархических связей, т.е. отношения “многих ко многим”. На пример, “детали” (“многие”) могут входить в различные (“ко многим”). В ООМД иерархические связи всегда двухсторонние, т.е. если объект-“деталь” входит в объект-“сборочную единицу” (“СЕ”), то значит “СЕ” владеет “деталью” и вторая связь порождается автоматически одновременно с заданием первой связи.

Характеристики связей в выбранной предметной области – любая информация, например, номер позиции и зоны на чертеже, количество входящих объектов, дата установления связи и др.

Как известно, инженерные проекты имеют обязательные состав и структуру входящих документов, поэтому для включения в проект дополнительной информации, которая не может быть включена в состав проекта, существует механизм так называемой “логической связи”. Примерами таких связей могут быть: “учебное задание Студенту Иванову на разработку чертежа детали №1” или “записка от Преподавателя Петрова по поводу ошибки в чертеже элемента №2”.

Организация “логических” связей практически осуществляется введением в ООМД нового типа объектов, так называемых объ-

ектов-связей. В приведенном примере “учебное задание” формально не является объектом-документом, аналогичным, например, объекту-чертежу, так как чертеж всегда однозначно “входит”, “принадлежит” какому-то конкретному изделию, а объект “учебное задание” не “принадлежит” ни объекту “Студент Иванов”, ни объекту “чертеж детали №1”. Объект “учебное задание” отображает временную связь между ними и может быть расписана в методике обучения и расчета. Связь между “Студентом Ивановым” и “чертежом детали №1” может быть множественной: одно учебное задание Иванову может быть на разработку чертежа, следующее на проверку и т. д.

Таким образом, при использовании автоматизированной методики обучения объект “студент Иванов” может быть неоднократно связан с объектом “чертеж детали №1” с различными характеристиками этих связей. Например, “разработать” к “дата” или “проверить” к “дата” и т.д., что дает возможность перейти к дистанционному и параллельному обучению.

Основные функции хранилища данных, реализуемые в настоящее время в рамках СККП, состоят: в переводе существующих конструкторско-технологических архивов описания прототипов ГТД в электронный вид и в обеспечении формирования технического задания на проектирование, конструирование и подготовку производства ГТД.

В СККП изучение ГТД ведется с использованием таких данных как “Конструктивные схемы”, “Продольные разрезы” и “Элементы”, для которых создается форма доступа в виде учетной карточки.

Целью проектирования является не только сам проект двигателя, куда входит техническая документация, но и сопровождающие его математические модели, используемые технические средства и технологии, обеспечивающие существование конструкции на всех последующих стадиях ЖЦ.

Естественно, что такой процесс проектирования предъявляет определенные требования к виду и характеру математических моделей различного уровня. К математическим моделям (ММ), применяемым в процессе проектирования ГТД, относятся: ММ проектирования облика двигателя и его уз-

Данные для обучения		
Атрибуты	Описание	Модель
Наименование		Тип: формула (M/M/1/∞/∞/∞)
Редиспетчеризация		Получатель: 1
Руководитель		Получатель: 1
Дата включения		Получатель: 1
Дата окончания		Получатель: 1
Статус		Получатель: 1
Форма доступа		Получатель: 1

Рис. 6. Данные для обучения

Учебный план	
Атрибуты	
Наименование	
Время обучения	
Объем часов	
Оценка	
Дисциплина	

Рис. 7. Учебный план

лов, формирующие основные данные о параметрах и характеристиках; ММ узлов и деталей.

На самом верхнем уровне описания ГТД можно представить в виде технической информации, благодаря которой становится возможным его изготовить и обеспечить функционирование как технического средства.

Используя иерархическую структуру процесса проектирования, можно создать информационный объект проектирования двигателя в среде системы управления данными об изделии (PDM-системе). В PDM-системах используется механизм наследования состава учетных данных и других атрибутов объектов среди объектов одного класса.

В PDM-системе все данные организованы вокруг проектов. Проекты используются для представления идеи или концепции и являются высшим классом в структуре данных, (например, проект «Хранилище данных о двигателях»). Проекты содержат набор классов и подклассов, которые создаются и управляются внутри PDM-системы.

Для каждого объекта в структуре данных может быть задано неограниченное количество описывающей его информации. Данные разделяются по созданным классам и подклассам и представляются в виде иерархических деревьев. Эти классы и подклассы задают тип информации, которая будет описывать объект.

Предметная область представляется в виде взаимосвязи реальных «субъектов» и «объектов» обучения проектированию и позволяет провести их структуризацию (рис.1).

В нашем случае «Субъект обучения» –

это Кафедра университета – специфическое производственное подразделение. Роль производственного процесса играет учебный процесс, а выходным продуктом является качественное образование студентов, аспирантов и докторантов. При этом класс объектов «Кафедра» можно рассматривать как инструмент автоматизации обучения. Это сложная система, объединяющая в себе подсистемы: «Аппаратное обеспечение», «Программное обеспечение», «Методическое обеспечение» и «Организационное обеспечение», традиционно являющиеся основными составляющими Систем автоматизированного проектирования (САПР).

Управление аппаратным обеспечением для организации платформы размещения программного обеспечения на кафедре удобно сосредоточить в учебных подразделениях факультета, объединяющем в зависимости от уровня задач «Учебные лаборатории разработчиков ПО» и «Компьютерные классы» для проведения занятий. Здесь необходимо создать учетные карточки аппаратных средств – «Компьютеры», «Организационная техника» и «Технические средства обучения (ТСО)», имеющие близкую структуру учетных данных: Наименование, Состав и Количество (рис. 2) (первый шаг к реализации этой задачи выполнен при проведении опроса кафедр факультета по существующей реализации локальных вычислительных сетей (ЛВС) и их загрузке).

Учетная карточка «Программное обеспечение» должна содержать такие поля – Наименование, Версия и Количество рабочих мест. Прикладное обеспечение содержит – Наименование, Версию и Номер рабочего места, Статус, Форму доступа и т.д. (рис. 3).

Организационное обеспечение – Преподаватели, Учащиеся, Учебно-вспомогательный персонал должно уметь табличную форму с полями: Ф.И.О., Должность, Предметы, Нагрузка (часы), Секция, Личные данные (рис. 4).

Методическое обеспечение подразделяется на три вида – Методики расчета (Ме-

тодические указания), Методики обучения (Учебные пособия) и Курсы лекций. Форма должна содержать поля – Наименование, Автор, Год издания, Количество, Учебный курс, Группа. Кроме названных, вид Курсы лекций будет иметь поле Лектор – т.е. исполнитель (рис. 5).

Таблица 1. Класс «Двигатели»

Главный класс	Класс	Под класс
Двигатели	ГТД	ТВ(В)Д/ТВаД
		ТРД(Д)/ТРД(Д)Ф
		ВСУ
	Конструктивно-силовая схема	
	Винт	
	Входное устройство	
	Канал наружного контура	
	Компрессор	Вентилятор
		Компрессор СД
		Компрессор ВД
	Камера сгорания	
	Турбина	Турбина НД
		Турбина СД
		Турбина ВД
		Турбина свободная
	Камера смешения	
Сопло		
Элемент ГТД		

Предметной областью – “Объектом обучения” на выбранной кафедре традиционно являются такие сложные технические объекты как: Газотурбинные двигатели (ГТД); Ракетные двигатели (РД); Двигатели внутреннего сгорания (ДВС); Лазеры и Агрегаты с присущей им иерархической структурой от сборочных единиц до деталей. Эти объекты представляют подсистему "Специальная информация", которая наряду с подсистемой "Общая информация" ("Справочники" и т.д.), составляет класс объектов "Данные для обучения" (рис. 6).

Еще один класс объектов – "Учебный план" характеризует процесс обучения и является описанием детального выражения во времени всех процессов жизненного цикла (ЖЦ) обучения. Он связывает между собой в гибридную систему модели двух классов "Данные для обучения" и "Кафедра". Эта связь осуществляется посредством таких описаний как: Время обучения, Объем часов. Оценка и Дисциплина (рис. 7)

В разрабатываемой БД «Хранилище данных о ГТД» создаются следующие классы:

- Двигатели (таблица 1),
- Летательные аппараты

В классе «Летательные аппараты» создаются классы: «Летательный аппарат», «Расположение двигателя на ЛА», «Крепления двигателя к ЛА».

В классе «Проект» создаётся класс «Сквозные проекты», а в нём подклассы: «СККП», «Задание на СККП» и «Техническое задание на проектирование двигателя».

Когда в «Хранилище данных о ГТД» добавляется новый документ или новая деталь, их имена появляются в виде объекта в иерархическом дереве. К этим объектам логически привязывают объекты класса «Конструкторская документация» – Чертеж сборочной единицы, Схемы, Таблицы, Текстовые документы.

К соответствующим объектам привязываются файлы задания на СККП, технического задания на проектирование двигателя, основных элементов и соединений ГТД, конструктивно силовые схемы двигателя и схемы валов для проверки на статическую неопределимость, файлы таблиц основных данных о самолёте, ГТД и его основных узлах, текстовые файлы краткого описания двигателя и летательного аппарата и пояснительная записка по СККП.

В PDM-системе каждый класс имеет свой собственный набор атрибутов, которые отображаются в «карточках учета» объектов данного класса. Нижестоящий класс наследует атрибуты от вышестоящего класса и может иметь свои собственные атрибуты. Таким образом, если спускаться от вышестоящего класса в структуре данных вниз к нижестоящему классу, информация описания становится более полной и специфичной. Это свойство может быть использовано для представления таблицы атрибутов (BOM – Bill of Materials), которая может быть передана в среду системы управления предприятием класса MRP-2.

Создание такого хранилища данных позволяет

- ◆ индивидуализировать процесс обучения студентов,
- ◆ обеспечить их конкретной и точной информацией для обучения,
- ◆ моделировать реальные процессы и ситуации, встречающиеся в практике проектирования и обслуживания ГТД, систем и агрегатов в составе летательного аппарата,

◆ вести постоянную работу по совершенствованию информационного макета двигателя, модернизируя его по мере совершенствования вычислительной техники, методов, моделей и программ, сопровождающих процесс проектирования.

Список литературы

1. Ермаков А.И., Иванов Г.В., Кузьмичев В.С., Кулагин В.В., Мусаткин Н.Ф., Старцев Н.И., Шустов С.А. Некоторые проблемы компьютерной технологии сквозного курсового проектирования на факультете ДЛА СГАУ. Сборник трудов «Научно-методические проблемы высшего образования на рубеже XXI века», СГАУ, Самара, 1998, с.46-64

2. Безменова Н.В., Ермаков А.И., Кузьмичев В.С., Проданов М.Е., Шустов С.А. Концепция формирования единого информационного пространства факультета ДЛА СГАУ.//Тезисы докладов научно-методической конференции «Развитие и совершенствование учебного процесса в техническом ВУЗе на современном этапе», Самара, СГАУ, 1999 г, с.157-158.

3. Цой А.Ю., Проданов М.Е. Организация информационного пространства кафедры с помощью средств управления данными о продукте. Тезисы докладов Объединенной Международной научно-технической конференции, посвященной памяти Генерального конструктора аэрокосмической техники академика Н.Д. Кузнецова Проблемы и перспективы развития двигателестроения в Поволжском регионе, Проблемы конструкционной прочности двигателей – Самара: СГАУ, 1999. с. 258-259

DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF GAS TURBINE ENGINES' DATA STORAGE STRUCTURE FORMING

© 2006 M.E. Prodanov, A.Yu. Tsoy

Samara State Aerospace University

The organization of gas turbine engines data storage leans on information integration of processes during the through course computer project execution. Using hierarchical structure of design process, it is possible to create information object of the engine designing in the product data management (PDM) system environment – a «GTE data storage» database, in which the special classes, having there own set of attributes are created and used. The subordinate class inherits attributes from a higher class. Thus, in hierarchical structure of data the description information of GTE becomes fuller and specific.