

Организация единого информационного пространства для технологической подготовки производства

А.А. Арнст,
асп., arnstsasha92@gmail.com,
Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

В докладе изложена методика организации семантической интероперабельности между компонентами технологической подготовки производства (ТПП) на основании создания единого информационного пространства, описаны принципы создания онтологии и словарной системы и пример ее применения для организации совместной работы комплекса специализированных систем технологического назначения ТИС.

In the article the technique of organization of semantic interoperability between components of technological preparation of production on the basis of creation of a uniform information space is stated. Principles of creating an ontology and a dictionary system are described and an example of its application for organizing the joint work of a set of specialized systems of technological designation TIS.

В современных реалиях для повышения конкурентоспособности предприятиям необходимо выпускать продукцию за меньшее время и меньшую стоимость, сохраняя высокое качество изделий. Это приводит к усложнению этапа технологической подготовки производства. Внедрение информационных технологий является основным этапом в решении задачи сокращения себестоимости и времени производства. На данном этапе Автоматизация проектирования технологических процессов находится не на должном уровне. Это связано с недостаточной информационной совместимостью конструкторских САД-систем и систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП). Таким образом, требуется разработка комплекса методик для обеспечения использования конструкторско-технологической информации об изделии в системах САПР ТП.

На кафедре технологии приборостроения университета ИТМО ведется работа над комплексом специализированных веб-ориентированных систем технологического назначения ТИС: «ТИС-Деталь» - для создания параметрических моделей деталей, «ТИС-ТАП» - для расчета режимов резания, «ТИС-Процесс» - для проектирования технологических процессов.

Используемые для решения технологических задач в подсистемах семейства ТИС базы данных должны использовать единое информационное пространство (ЕИП). Предпосылкой создания ЕИП послужило создание словарной системы «ТИС-Словарь» - единого словаря параметров объектов (ЕСП). В какой бы базе ни находился набор данных, параметры объектов, которые он описывает, зарегистрированы в словаре параметров. «ТИС-Словарь» является вспомогательной системой.

Использование словарной системы позволяет:

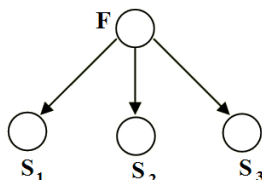
- Избежать дублирования параметров.
- Уменьшить объем хранимой информации.
- Повысить скорость работы.
- Уменьшить ошибки ввода и повысить достоверность вводимой информации.
- Повысить эффективность работы систем семейства ТИС.

Рассмотрим принцип использования словаря на основе построения параметрической модели детали (ПМД) с использованием КЭ в среде САД системы.

Деталь можно представить в виде структуры, имеющей общие характеристики и множество взаимосвязанных между собой элементов. Связи между элементами объединяют их в единую систему для выполнения основного функционального назначения детали. Элементы также могут быть рассмотрены как отдельные структуры. Поэтому, деталь рассматривается как сложный объект с иерархической переменной структурой, поэтому ее описание с использованием теории фреймов, является одним из наиболее простых способов ее описания.

Фрейм — структура данных, содержащая слоты для описания объектов.

$$F = \{S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_n\}$$



Слот — структура данных, состоящая из наименования слота (Name) и его значения (X).

$$S_i = \langle \text{Name}, X \rangle$$

Фреймы могут объединяться в структуру. С помощью фреймов мы можем выражать сложные объекты с переменной структурой. В нашем случае объектом описания является деталь, каждый конструктивный элемент детали будет представлен отдельным фреймом, слоты которого будут задавать параметры данного конструктивного элемента.

В данной работе используется подход, при котором конструктор при проектировании детали оперирует конструктивными элементами (КЭ) из библиотеки основных конструктивных элементов, которые представляют собой пространственные 3D-модели. Использование КЭ позволяет создавать параметрические модели деталей.

На рисунке 1 представлена иерархическая структура фреймов, с помощью которой предлагается описывать параметрическую конструкторско-технологическую модель детали.

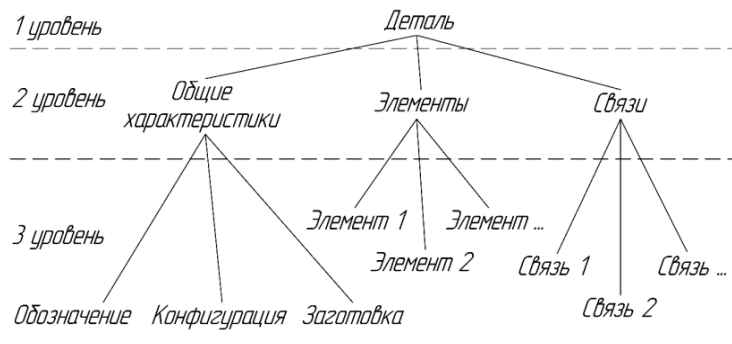


рис. 1 – иерархическая структура фреймов

Как видно из рисунка 1 в каждом слоте задаются атрибуты слота и место нахождения его в 3-х уровневом дереве, фиксирующем структуру детали. Такой подход позволяет размещать слоты в КТМ в любом порядке. В качестве примера на рисунке 2 приведена запись двух слотов, для фрейма с описанием элемента «цилиндр открытый». В этом фрагменте зафиксированы лишь параметры L и D для цилиндра (без указания точности размеров и шероховатости поверхности элемента).

```

<par>
  <lev1>3</lev1> <lev2>Э1</lev2> <lev3>102</lev3>
  <name>Длина цилиндра</name>
  <oboz>L</oboz>
  <otn>=</otn>
  <vel>200</vel>
  <razm>мм</razm>
</par>
<par>
  <lev1>3</lev1> <lev2>Э1</lev2> <lev3>102</lev3>
  <name>Диаметр цилиндра</name>
  <oboz>D</oboz>
  <otn>=</otn>
  <vel>40</vel>
  <razm>мм</razm>
</par>

```

рис. 2 – Фрагмент XML-документа с параметрами элемента «цилиндр открытый»

Параметрические модели деталей в формате XML-документа, полученные в среде САД-системы, могут быть переданы для работы в систему «ТИС-Деталь», представляющую собой web-сервис и позволяющую либо в режиме диалога, либо в автоматическом режиме выбирать информацию, необходимую для решения технологических задач. Система «ТИС-Деталь» используется при проектировании технологических процессов с помощью системы «ТИС-Процесс». Поскольку ТИС-Процесс представляет собой web-сервис и использует внутреннюю модель технологического процесса в XML-формате, возможен простой обмен информацией как между ее компонентами, так и между удаленными приложениями, обменивающимися потоками информации самой различной структуры.

«ТИС-Деталь» и «ТИС-Процесс», имеющие единый каталог, с помощью которого находится заданная КТМ детали. Таким образом, системе проектирования предоставляется возможность выбора любой информации о детали. Если для детали в базе есть технологический процесс, то модель процесса может быть вызвана из базы для ее редактирования. С помощью библиотеки процедур анализируется и выбирается из КТМ детали нужная информация. В первую очередь находится информация об исходной заготовке и заносится в модель процесса. Для ускорения процесса проектирования технологического процесса используется база знаний, доступ к которой обеспечивает система «ТИС-ТАП». С помощью этой системы создаются базы знаний, основанные на таблицах соответствий, позволяющих достаточно простыми способами выразить их в виде XML-документов.

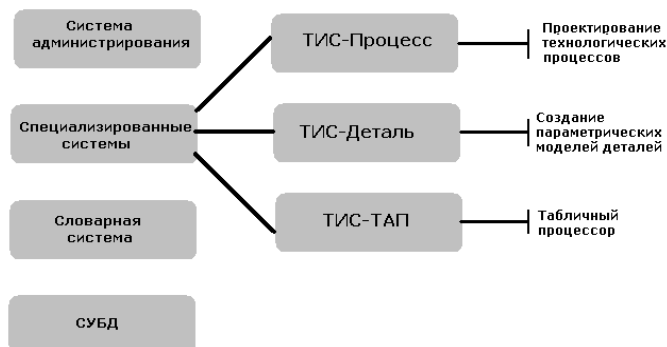


рис. 3 – Семейство подсистем ТИС

Для обеспечения семантической интероперабельности реализована интеграция указанных систем с системой «ТИС-Словарь». Наличие словаря позволяет организовать лексический контроль при вводе пользователем параметров и облегчить ввод за счёт переноса имен параметров в XML-модель детали. Кроме того, за каждым параметром в словаре закреплены тип, размерность, номер классификатора для значений параметра (если это нужно) и ряд других реквизитов параметра. Наличие словаря позволяет раскрыть семантику применяемых операторов и параметров, так как в словаре за каждым параметром закреплено его полное наименование.

Словарная система является веб-сервисом, выполняющим поддержку и сопровождение баз данных технологического назначения для подсистем ТИС.

Каждая из подсистем для работы с объектами использует множество баз данных. Объектом может быть модель техпроцесса, заготовки, детали, КЭ детали т. п. Ранее для работы с объектами каждая из подсистем использовала свой набор баз данных, которые хранились непосредственно в СУБД подсистемы. Для обмена данными между подсистемами и СУБД используется язык XML.

Использование словарной системы

Словарь реализует следующие функции:

- Организация поиска объектов, вывода форм для ввода значений параметров объектов.
- Автоматическое отслеживание правильности ввода с помощью атрибутов позволяет уменьшить ошибки ввода и повысить достоверность вводимой информации.

Возможности использования позволяют:

- Избежать дублирования параметров, снизить объем хранимой информации.
- В какой бы базе ни находился набор данных, параметры объектов, которые он описывает, зарегистрированы в словаре параметров.

«ТИС-Словарь» разделен на три части, отвечающие за работу с атрибутами параметров для шаблонов, формирование шаблонов элементов детали, гальваники, термообработки, лакокраски, техпроцессов и работу с классификаторами, такими как группа материала, виды сверл, виды операций по ГОСТ и др. Кроме этого предусмотрен интерфейс для создания таких списков как домен, тип, размерность. Список отличается от классификатора тем, что список – множество строк, имеющих обозначение и наименование, а классификатор имеет код и наименование. Список «домен» необходим для определения области применения параметра или шаблона.

Для работы с каждым из разделов реализовано два основных модуля: модуль поиска и модуль сопровождения. Модуль поиска необходим для организации поиска объектов, модуль сопровождения предусматривает наличие форм для ввода (редактирования) значений параметров объектов, создания паттернов гальваники, лакокраски, термообработки, КЭ, технологических процессов.

Работа со словарной системой реализована двумя способами: автономно (для сопровождения баз данных, вызывается администратором) или использоваться для функционирования систем технологического назначения и вызываться непосредственно через интерфейс специализированных подсистем.

Для построения словарной системы используется трехуровневая архитектура, состоящая из следующих компонентов:

- клиентская часть – веб-браузер (уровень 1 на рисунке 2);
- серверная часть - веб-сервис NodeJS (уровень 2 на рисунке 2);
- СУБД – MongoDB (уровень 4 на рисунке 2).

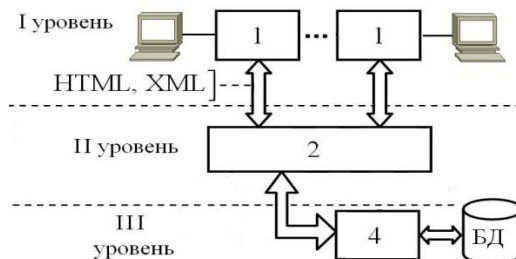


рис. 4 – Архитектура словарной системы

Данное приложение использует удаленные веб-сервисы, поэтому будем рассматривать его как сервис-ориентированное. Преимуществом такой архитектуры является то, что веб-сервисы не привязаны к операционной системе или языку программирования.

Так как у каждого элемента свой набор параметров, то программа диалогового ввода должна быть универсальной. Программа ввода исходных данных должна быть адаптивной, при этом механизм адаптации основан на использовании шаблонов, в которых фиксируется список входных параметров, а сам шаблон хранится в базе данных, поэтому добавление нового параметра (удаление параметра) сводится к корректировке шаблона, программа – неизменна.

Так как каждый объект подсистем ТИС имеет свой набор параметров, то возникает необходимость организовать паттерн, содержащий структуру для каждого объекта. Паттерн может выглядеть следующим образом:

Таблица 2

Шаблон элемента «Цилиндр открытый» в реляционном виде

Номер образца	Обозначение параметра	Отношение	Значение параметра	Способ ввода
100	P10	=	100	!
100	P11	=		
100	P170	=		?

100	P171	=		?
100	P174	=		?
100	P179	=		?
100	P172	=		?
100	P180	=		?
100	P175	=		?
100	P174	=		?

Шаблон – набор параметров объекта с атрибутами. На базе шаблона формируем заполненный блок-параметр. Используя пустой блок-параметр (прототип), шаблон и словарь, получаем шаблон, заполненный параметрами с их атрибутами.

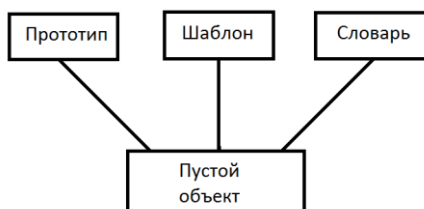


рис. 5 – Схема получения пустого объекта

Пустой объект – шаблон, с заполненными параметрами, который хранится в словаре. После заполнения значениями пустого объекта получаем заполненный объект. После заполнения в режиме диалога получаем заполненный объект (или просто объект).

Каждый объект состоит из параметров. Параметр содержит набор атрибутов, которые его характеризуют. В системе ТИС-Словарь параметр включает в себя набор следующих атрибутов: домен, системный номер, наименование, обозначение, классификатор, размерность, тип, общая длина, количество знаков после запятой, минимальное значение, максимальное значение. Домен является областью применения параметра (детали, инструменты, оснастка, техпроцессы и др). Так, параметр длина, ширина может относиться как к детали, так и характеризовать инструмент или оснастку. Домен однозначно определяет, к какой области применения относится параметр. Системный номер представляет системное обозначение и является уникальным, и поэтому является обязательным атрибутом для каждого параметра. Если пользователь не введет системный номер, система не сохранит остальные атрибуты (без указанного системного номера сохранение не может быть выполнено).

При необходимости элемент заполняется дополнительными параметрами (шероховатость, отклонения от формы, термообработки, покрытиями и т д).

Использование такой системы позволяет формировать не только шаблоны КЭ (КЭ), но и термообработки, покрытий, гальваники, лакокраски, техпроцессов, заготовок и т. п.

Результатом создания словарной системы является обеспечение информационного взаимодействия между подсистемами технологического назначения и организация семантической интероперабельности.

Конечным продуктом словарной системы является паттерн, состоящий из параметров с видимыми атрибутами. Паттерны могут быть использованы подсистемами ТИС.

Литература

1. Яблочников Е.И. Автоматизация технологической подготовки производства в приборостроении / Учебное пособие. - СПб: СПб ГИТМО (ТУ), 2002. - 92 с.
2. Яблочников Е.И. Организация единого информационного пространства технической подготовки производства с использованием PDM SmartTeam // Информационные технологии в проектировании и производстве, 2001. №3. С. 22-29.
3. Бабанин В.С. Методика создания конструкторско-технологической модели детали в среде CAD-системы // Известия Вузов – Приборостроение – СПб: СПб НИУ ИТМО, 2014. №8, С. 21-25.