

# Высокоуровневая иерархическая модель элементов мебельного интерьера на примере дверных систем

Ермаков Евгений Сергеевич

Нижегородский архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

Попов Евгений Владимирович

Нижегородский архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

## Аннотация

В статье сформулированы особенности использования современных CALS-технологий при проектировании и производстве элементов мебельного интерьера. Предложена высокоуровневая иерархическая модель, позволяющая существенно повысить эффективность автоматизированного проектирования и производства мебели. Модель подробно описана на примере дверных систем и реализована в виде специализированной системы проектирования элементов мебельного интерьера.

**Ключевые слова:** CALS-технологии, Проектирование и производство мебели, Системы автоматизированного проектирования.

## 1 ОСОБЕННОСТИ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МЕБЕЛИ

В жизненном цикле любого изделия, и мебели в том числе, можно выделить несколько ключевых этапов [1] - [3]. Первый из которых – поиск потенциального клиента (целевой группы) и определение его потребностей. Применительно к мебельному производству существует двойной подход. С одной стороны, поскольку большинство мебельных фирм работают с индивидуальными заказами, действует принцип: «Клиент придет и сам скажет, что ему нужно. Тот, кто придет и является целевой аудиторией...» Такой подход, на первый взгляд, кажется вполне логичным, однако, совершенно неприемлем. На тот момент, когда клиент принял решение о покупке новой мебели, он слабо представляет, что конкретно он хочет получить. Поэтому, в задачи производителя должно входить формирование тому или иного решения клиента. Например, фирма занимается изготовлением мебели вручную из ценных пород древесины. Клиент об этом не знает и пытается заказать мебель. Цена такой мебели будет несколько отличаться от цены мебели из обычного ДСП. И наоборот, если в «обычную» фирму приходит человек и хочет мебель из красного дерева, а ему предлагают ДСП, ссылаясь на дешевизну, то клиент от услуг данной фирмы откажется. И в первом и во втором случае и фирма, и клиент тратят свое время и свои ресурсы безрезультатно. Исключение подобных ситуаций и является главной задачей первого этапа жизненного цикла изделия, «предпроектная подготовка». Производитель определяет свою целевую аудиторию и ее запросами.

Второй этап – проектирование мебели. Здесь также возможно несколько вариантов. Это может быть просто компоновка комнаты из уже готовых серийных мебельных элементов. Также, вместо серийных могут использоваться «полусерийные» - типовые решения. А может быть полностью индивидуальное проектирование мебели. При первом подходе затраты на проектирование мебели минимальны. Клиента интересует, помимо цены, так же и расположение мебели в комнате

– «красивая картинка» И ему просто предлагается на выбор ограниченное (пусть и большое) количество мебельных элементов. Комплект чертежно-конструкторской документации на такие серийные мебельные элементы уже разработан. Производство налажено. Стоимости подсчитаны. Все информационное обеспечение процесса изготовления (чертежи, расчеты и пр. документы) изменению и корректировке не подлежат. Поток информации между составителями заказа и изготовителями минимален.

Следующий подход – изготовление типовой мебели. Этот подход является промежуточным. В отличие от индивидуальной мебели, здесь могут варьироваться только несколько параметров: размеры, количество полок, открывание дверцы слева или справа и пр. Поток информации, хотя и несколько больше предыдущего случая, но все-таки не велик.

И третий подход – проектирование индивидуальной мебели каждый раз сопровождается полным изготовлением всей рабочей и конструкторской документации на каждое новое изделие. В этом случае возможно получение максимальной выгоды от внедрения CALS технологий [2]. А именно:

- Вся документация должна храниться в электронном виде, безбумажные технологии обеспечиваются использованием электронной цифровой подписи;
- Данные не дублируются и используются многократно;
- Единая информационная среда предлагает унификацию и оптимизацию данных и способов доступа к ним;
- Данные доступны всей цепочке «проектирование-изготовление-продажа-обслуживание-утилизация», что обеспечивает интеграцию их информационного взаимодействия;
- В производстве используется принцип параллельного инжиниринга;
- Происходит непрерывное совершенствование бизнес процессов.

Вся информация должна быть одновременная доступна на каждом этапе во всей последовательности «проектирование-изготовление-продажа-обслуживание-утилизация», поэтому, информация должна быть представлена в электронном виде и должно исключаться ее дублирование. Следовательно, из процесса изготовления исключается один из самых длительных этапов – изготовление бумажных чертежей. Чертежи изготавливаются в электронном виде. Однако, наиболее эффективными и перспективными являются трехмерные геометрические модели. Чертеж является двумерным носителем геометро-графической информации о трехмерном изделии. Трехмерные электронные модели изделий всю геометро-графическую информацию уже содержат. Более того, с переходом на станки с ЧПУ нет необходимости в «двойной передаче» - модель – чертеж, чертеж – программа для станка с ЧПУ. На станок с ЧПУ непосредственно поступает информа-

ция о модели изделия без промежуточных носителей информации и участия человека.

Таковы особенности процесса перехода на «безбумажную основу» в производстве элементов мебельного интерьера. Тем не менее, важнейшим вопросом при этом является эффективная организация информационных моделей мебельных элементов, от которой напрямую зависит эффективность использования CALS-технологий в данной отрасли, при поддержке всего жизненного цикла подобных изделий. Наибольший интерес представляют высокоуровневые иерархические модели, позволяющие не только легко формировать и модифицировать мебельные элементы, но так же использовать их на всех этапах жизненного цикла, включая не только проектирование, но и производство, эксплуатацию и утилизацию. Структуру подобного типа моделей рассмотрим на примере дверных систем.

## 2 СИСТЕМЫ ДВЕРЕЙ

Под системами дверей будем понимать ряд мебельных элементов, составляющих организованную структуру и выполняющих задачу обеспечить реализацию функций, накладываемых на мебельные двери. Примером системы дверей может служить любая система раздвижных дверей. Один из вариантов задания системы дверей приведен на Рис. 1. Мебельными элементами здесь будут являться профили обрамления, профили рельс, ролики, ручки, уплотнительные элементы, стопоры, замки и пр. Нужные размеры и соответствующее расположение этих элементов друг относительно друга обеспечивает работоспособность дверной системы в целом.

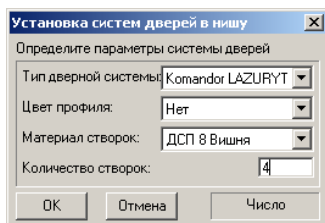


Рис. 1. Пример задания системы дверей

Расчет систем дверей имеет ряд особенностей, связанных, в первую очередь, с достаточно большим количеством мебельных элементов, из которых состоит система дверей и сложным, порой неоднозначным влиянием параметров этих мебельных элементов друг на друга.

### 2.1 Верхний уровень – система дверей

На верхнем уровне в иерархии параметрических объектов находится собственно система дверей – абстрактное понятие, включающее в себя самую общую информацию о своих составных элементах. Параметры системы дверей:

- Номер системы дверей
- Название системы дверей
- Номер типа системы дверей
- Номер направляющих систем дверей
- Номер створки систем дверей
- Зазор до створки слева
- Зазор до створки справа
- Зазор до створки сверху
- Зазор до створки снизу
- Зазор между створками

Таким образом, каждой дверной системе соответствует свои створки, свои направляющие, свой тип и пр.. При этом системы дверей соответственно изменятся и створки и направляющие, а, следовательно, параметры створок и направляющих. Все вышеперечисленные параметры могут произвольно (в разумных пределах) пользователем.

### 2.2 Второй уровень – створки и направляющие

Створки и направляющие являются объектами второго уровня параметризации. Соответственно их параметры уже можно разделить на «частные» и «общие» (“private” и “public”) [4].

#### 2.2.1 Створка системы дверей

Створка системы дверей является прототипом второго уровня. Варианты расположения створок могут быть разнообразными. На Рис.2. приведены несколько вариантов расположения створок, которые встречаются на практике. Створки имеют следующие параметры:

- Номер створки
- Название створки
- Максимальная высота
- Минимальная высота
- Максимальная ширина
- Минимальная ширина
- Допуск на вставку по высоте
- Допуск на вставку по ширине.
- Положение створки

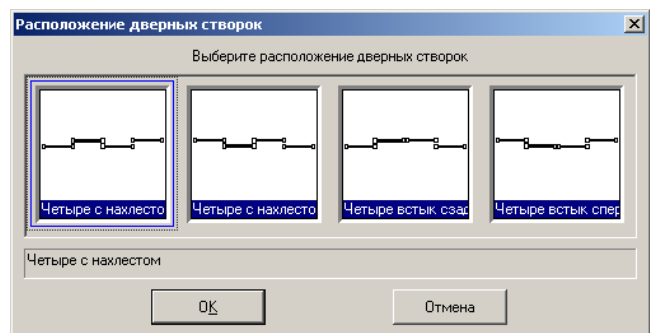


Рис. 2. Положение створок

Эти параметры, согласно принципу репараметризации [4] уже делятся на “private” и “public”. Напомним, что “public” параметрами считаем те параметры объекта, которые можно изменять «сверху» (в данном случае, изменяя параметры системы дверей). “Private” параметры – параметры, присущие только данному объекту и, в общем случае, «сверху» не изменяемые.

К “public” параметрам здесь можно отнести название створки номер, который жестко связан с названием и положение створки. Эти параметры не являются формообразующими, то есть геометрия створки не изменится от того, что мы ее переменим или передвинем. Однако, это и не простой фиктивный параметр, от которого ничего не зависит, поскольку при изменении названия створки у системы дверей, фактически создается новая система дверей. Остальные параметры створки будем считать “private”.

Створки дверей могут подвергаться редактированию. На Рис. 3 представлена форма, предназначенная для проведения подобного редактирования.

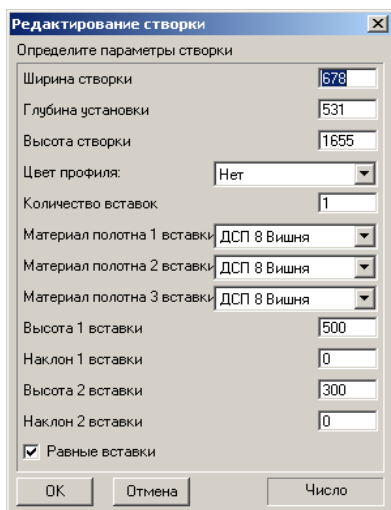


Рис. 3. Редактирование створки системы дверей

### 2.2.2 Направляющие

Направляющие систем дверей имеют следующие параметры:

- Номер направляющих
- Название направляющих
- Номер рельс
- Номер боковин
- Тип боковин

Здесь, по аналогии со створками, “public” параметрами являются номер и название направляющих. Остальные параметры - “private”.

## 2.3 Третий уровень – профили, вставки и дополнительные элементы

На третьем уровне параметризации находятся профили, вставки, боковины и некоторые виды дополнительных элементов (комплектующих), относящихся непосредственно к створкам или направляющим.

### 2.3.1 Профили

Профили – это один из основных элементов дверных систем. Профили описываются следующими параметрами:

- Номер профиля
- Название профиля
- Набор параметров, отвечающих за геометрию профиля. Типичный набор геометрических параметров профилей представлен на Рис. 4.
- Цвет профиля
- Функциональное назначение профиля

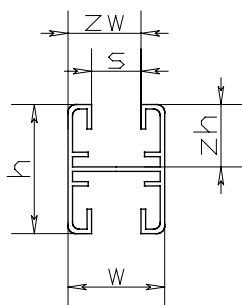


Рис. 4. Параметры геометрии профилей

К “public” параметрам относятся название профиля, его номер и цвет профиля. Эти параметры могут быть изменены при редактировании створки или направляющих. Геометрию профиля невозможно изменить, изменяя параметры створки. Эти параметры являются “private”. Также “private” параметром является назначение профиля. То есть, редактируя створку невозможно сделать так, чтобы у нее вместо «ручки» (назначение одного из профилей) стоял «рельс» (тоже назначение профиля).

### 2.3.2 Вставки

Вставка – листовый материал, возможно, обрамленный уплотнителем, который вставляется в рамку из профилей (створку). Вставки имеют следующие параметры:

- Номер вставки
- Название материала вставки
- Размеры по осям X и Y
- Толщина
- Номер(а) профилей уплотнителя
- Припуски профилей уплотнителя

К “public” параметрам относятся название материала вставки, размеры по осям X и Y. Причем, последние два параметра являются формообразующими. Изменяя их можно изменять геометрию всей створки. Если створка имеет несколько вставок, то эти параметры можно сделать «запертыми» (“locked”) [4] – то есть запретить их изменение извне. То есть, если мы запретили изменение размеров одной из вставок, а затем изменили размеры всей створки, то изменение размеров створки отразится на габаритах всех вставок, кроме той, у которой параметры “locked”. Остальные параметры - “private”.

### 2.3.3 Боковины

Боковины могут быть как листовыми материалами, так и профильными. Соответственно, в зависимости от материала их параметры совпадают либо с параметрами вставок, либо с параметрами профилей.

### 2.3.4 Дополнительные элементы

Дополнительные элементы являются элементами третьего и четвертого уровня параметризации в зависимости от того, к какому элементу более высокого уровня они «принадлежат». Например, дополнительные элементы – петли или ролики «принадлежат» створке – элементу второго уровня. Следовательно, они являются элементами третьего уровня параметризации. А дополнительные элементы – уплотнители «принадлежат» вставкам – элементам третьего уровня. То есть они являются элементами четвертого уровня параметризации.

Основные параметры дополнительных элементов:

- Номер дополнительного элемента
- Название дополнительного элемента
- Номер типа установки
- Положение

К “public” параметрам относятся номер и название дополнительного элемента, его положение, определяющееся в общем случае тремя координатами по осям и тремя углами поворота относительно осей, проходящих через базовую точку дополнительного элемента. Параметр «номер типа установки» является “private”, поскольку он индивидуален для каждого дополнительного элемента и не может быть изменен извне. Под типом установки понимается один из следующих способов. Число способов может быть увеличено.

- Одиночная установка
- Распределение с определенным шагом.

- Распределение определенного количества
- Непрерывная установка от точки до точки

Например, если петли ставятся по две на створку (снизу и сверху), для них используется способ установки «одиночная установка». Однако, при их замене на ролики (хотим из распашной двери сделать раздвижную), ролики необходимо уже ставить по четыре на створку (два снизу и два сверху). Таким образом, способ установки должен быть жестко связан с типом дополнительного элемента.

## 2.4 Критериальный способ задания параметров систем дверей.

Как видно из изложенного, системы дверей представляют собой сложную структуру. Кратко, ее можно изобразить, как это представлено на Рис.5.

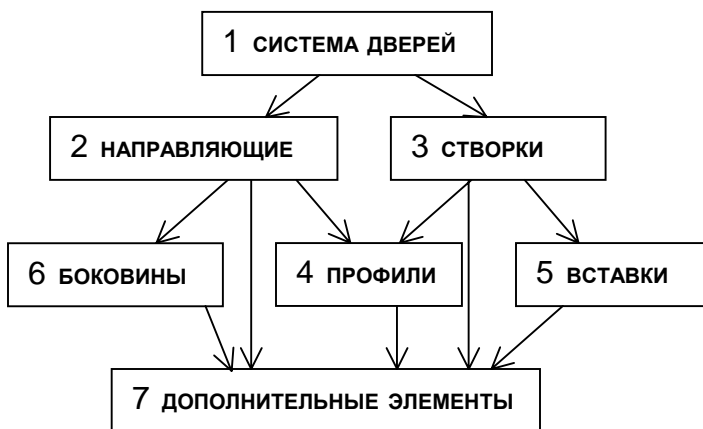


Рис. 5. Укрупненная структурная схема систем дверей

Из рисунка видно, что системы дверей – достаточно сложный параметрический объект. Принцип репараметризации позволяет достаточно гибко настраивать систему, однако он достаточно сложен с точки зрения работы с ним конечного пользователя. То есть, если пользователь хочет изменить один единственный шуруп, которым крепится ролик в створке, то он последовательно должен через всю систему дверей добраться до шурупа и запереть (сделать “locked”) один из его параметров. Параллельно пользователь «запрет» целый ряд параметров у профилей, створок и у системы дверей.

Представляется более удобным критериальный способ задания параметров. Такой способ редактирования представляет собой, что-то вроде макроредактирования, когда одному «макросу» соответствует ряд критериев задания параметров. Подобные «макросы» должны ускорять наиболее часто используемые процедуры.

При таком подходе каждый из параметрических объектов любого уровня устанавливается по одному или нескольким своим критериям. Например, при установке створки пользователь может захотеть задать только ее габариты, а все остальное взять по умолчанию, или оставить, как было до редактирования. То есть программа не должна спрашивать пользователя ни о чем, кроме как о габаритах. С другой стороны пользователь может наоборот изменить только материал вставки в одну из дверей. Тогда программа не должна спрашивать ни о чем, кроме как о материале вставки.

Реализуется это следующим образом. Каждая установка каждого элемента сопровождается заданием критерия. В зависимости от значения критерия пользователю предлагается сделать тот или иной выбор, либо не предлагается ничего. У каждого элемента свой критерий установки. В момент редактирования пользователь указывает (либо выбирает), что конкретно он хочет изменить. В соответствии с этим формируется метакритерий (макрос), который содержит информацию о том, какие значения должны принимать различные критерии.

Например, при отрисовке створки используется критерий «крит1», который может принимать значения «0» - «все по умолчанию», «1» - «спросить размеры», «2» - «спросить материал вставок» и пр. Профили имеют критерий «крит2», принимающий значения «0» - «все по умолчанию», «1» - «спросить цвет», «2» - «спросить крепеж» и т.д. Таким образом можно сформировать ряд метакритериев. Например, метакритерий «метакрит1» может принимать значения «крит1 – 0, крит2 – 0» или «крит1 – 1, крит2 – 0» и т.д. Строго говоря, сами метакритерии могут быть критериями для метакритериев более высоких уровней. Такая иерархия критериев позволяет добиться максимальной гибкости при работе системы.

## 3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многоступенчатая параметризация и репараметризация, а также критериальный подход в задании параметров систем являются достаточно гибким инструментом, позволяющим полноценно работать со сколь угодно сложными параметрическими объектами, как на уровне пользователя, так и на уровне программирования поведения систем. Отдельные составные части подобной высокоуровневой модели элемента мебельного интерьера детально отработаны в рамках системы автоматизированного проектирования «КЗ-Мебель-ПКМ» вер. 5.6 [5] и показала высокую эффективность на всех этапах жизненного цикла. На Рис. 6. представлен готовый шкаф, смоделированный в системе «КЗ-Мебель-ПКМ» вер. 5.6 с использованием описанной иерархической модели. В настоящее время промышленную отработку проходит новая версия системы проектирования элементов мебели – «Мастер-Шкаф». Предложенная высокоуровневая иерархическая модель является в этой версии основной.



Рис. 6. Готовый шкаф в интерьере комнаты

## 4 БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Е. Некрасова «Биография изделия» «ИнфоБизнес» №2 2004г.
- [2] А. Тучков, «САПР - использовать или ждать?» Официальный русский сайт компании Autodesk.

[3] А. Тучков, «САПР - вы спрашиваете, мы отвечаем»  
Официальный русский сайт компании Autodesk.

[4] Ермаков Е.И., Попов Е.В. *Репараметризация объектов в системе проектирования мебели «КЗ-Мебель ПКМ» вер. 5.5 //Интеллектуальные системы в производстве. № 2 – Ижевск: ИжГТУ, 2005.*

[5] Система «КЗ-Мебель-ПКМ» вер. 5.6 – руководство Пользователя, НПЦ «ГеоС», Нижний Новгород, 2006.

## **High-level Hierarchical Model of Furniture Interior Elements on an Example of Door Systems**

### **Abstract**

The paper is dedicated to the features of modern CALS-technologies with reference to design and manufacture of furniture interior elements. The high-level hierarchical model is offered in order to increase the efficiency of the furniture CAD and manufacture. The model is described on an example of door systems and is realized as the special CAD system.

*Keywords: CALS technologies, Furniture design and producing, CAD systems.*

### **About the authors**

Popov Eugene Vladimirovitch, Doctor of science, professor of the Descriptive Geometry and Computer Graphics Chair of the Nizhegorodsky State Architectural and Civil Engineering university.

E-mail: [popov@pop.sci-nnov.ru](mailto:popov@pop.sci-nnov.ru)

Ermakov Eugene Sergeevitch, post-graduate of the Descriptive Geometry and Computer Graphics Chair of the Nizhegorodsky State Architectural and Civil Engineering university.

E-mail: [evgeny@geos.nnov.ru](mailto:evgeny@geos.nnov.ru)