

Геометрическая модель

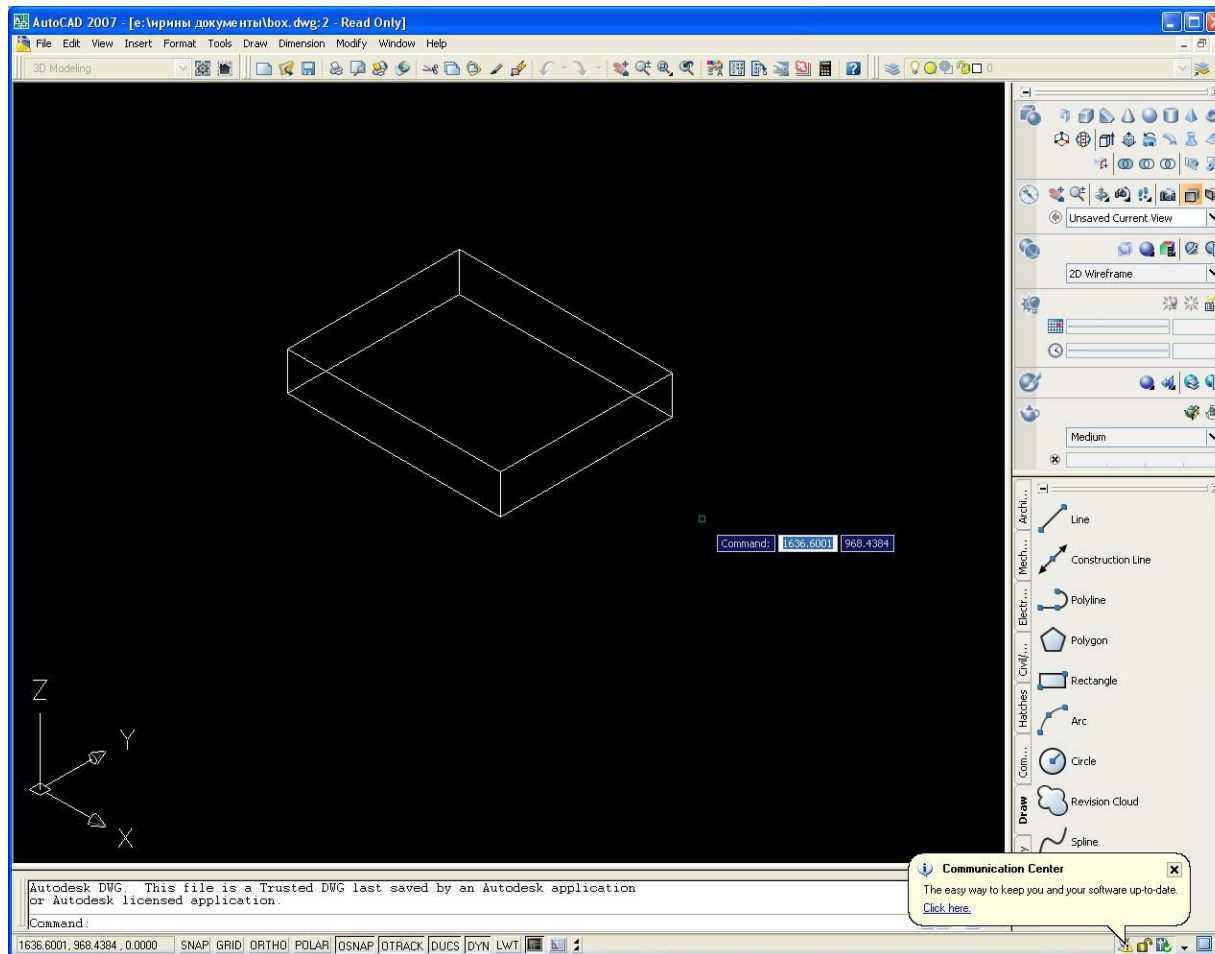
Модель – такое представление данных, которое наиболее адекватно отражает свойства реального объекта, существенные для процесса проектирования.

Геометрические модели описывают объекты, обладающие геометрическими свойствами. Таким образом, ***геометрическое моделирование*** – это моделирование объектов различной природы с помощью геометрических типов данных.

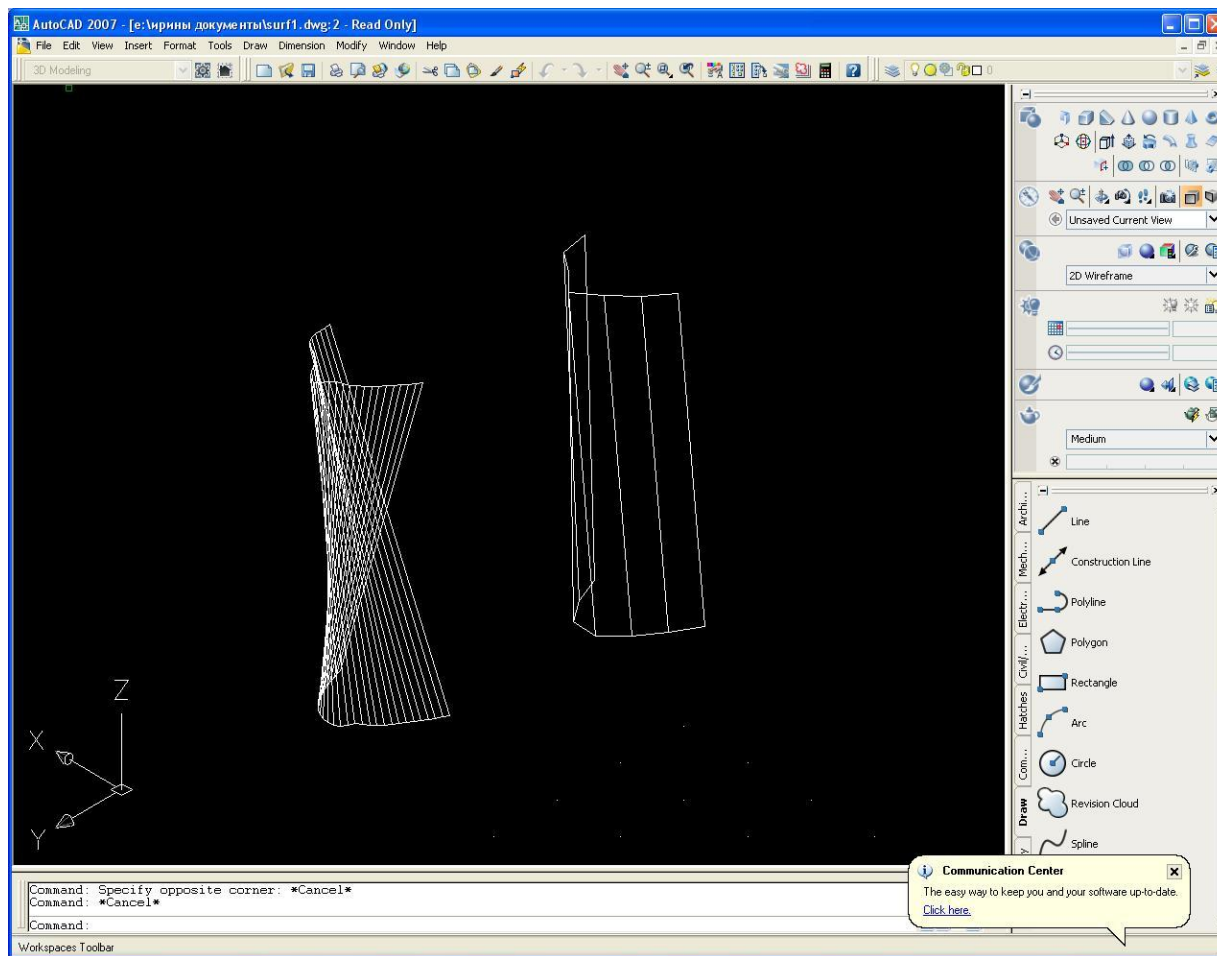
Классификация геометрических моделей по информационной насыщенности

- По информационной насыщенности
 - Каркасная
 - (проволочная)
 - Каркасно-поверхностная
 - Поверхностная
 - Модель сплошных тел или твердотельная модель

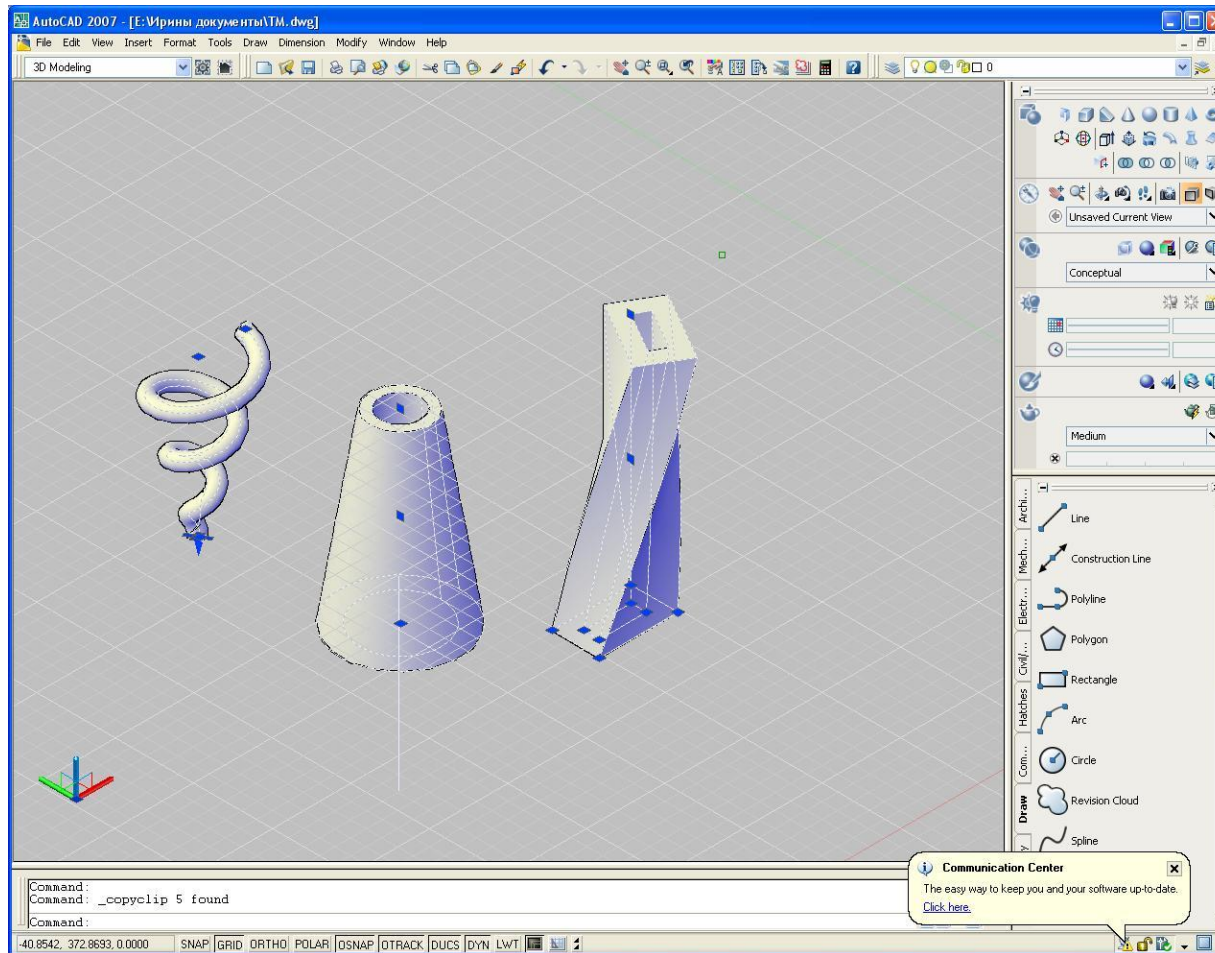
Пример каркасной модели



Пример поверхностной модели



Пример твердотельной модели



Классификация геометрических моделей по внутреннему представлению

- По внутреннему представлению
 - Граничное
 - -аналитическое описание
 - -координаты вершин
 - Структурная модель – дерево построению
 - Структура + границы

Классификация по способу формирования

- По способу формирования
 - Жестко-размерное моделирование или с явным заданием геометрии
 - (аналитические модели)
- Параметрическая модель
- Кинематическая модель(lofting, sweep, Extrude, revolve, протяннутая, заметающая)
- Модель конструктивной геометрии (использование базовых элементов формы и булевых операций над ними –пересечение, вычитание, объединение)
- Гибридная модель

Параметрические модели

Параметрическая модель – это модель, представленная с помощью совокупности параметров, устанавливающих соотношение между геометрическими и размерными характеристиками моделируемого объекта.

- Типы параметризации
 - Иерархическая параметризация
 - вариационная (размерная)
 - параметризация
- Геометрическая параметризация
- Табличная параметризация

Геометрия, базирующаяся на конструктивно-технологических элементах (фичерсах)

- **ФИЧЕРСЫ – одиночные или составные конструктивные геометрические объекты, содержащие информацию о своем составе и легко изменяемые в процессе проектирования (фаски, ребра и т.п.)**
- **ФИЧЕРСЫ помнят свое окружение не зависимо от внесенных в геометрическую модель изменений.**
- **ФИЧЕРСЫ – параметризованные объекты, привязанные к другим элементам геометрической модели.**

Иерархическая параметризация

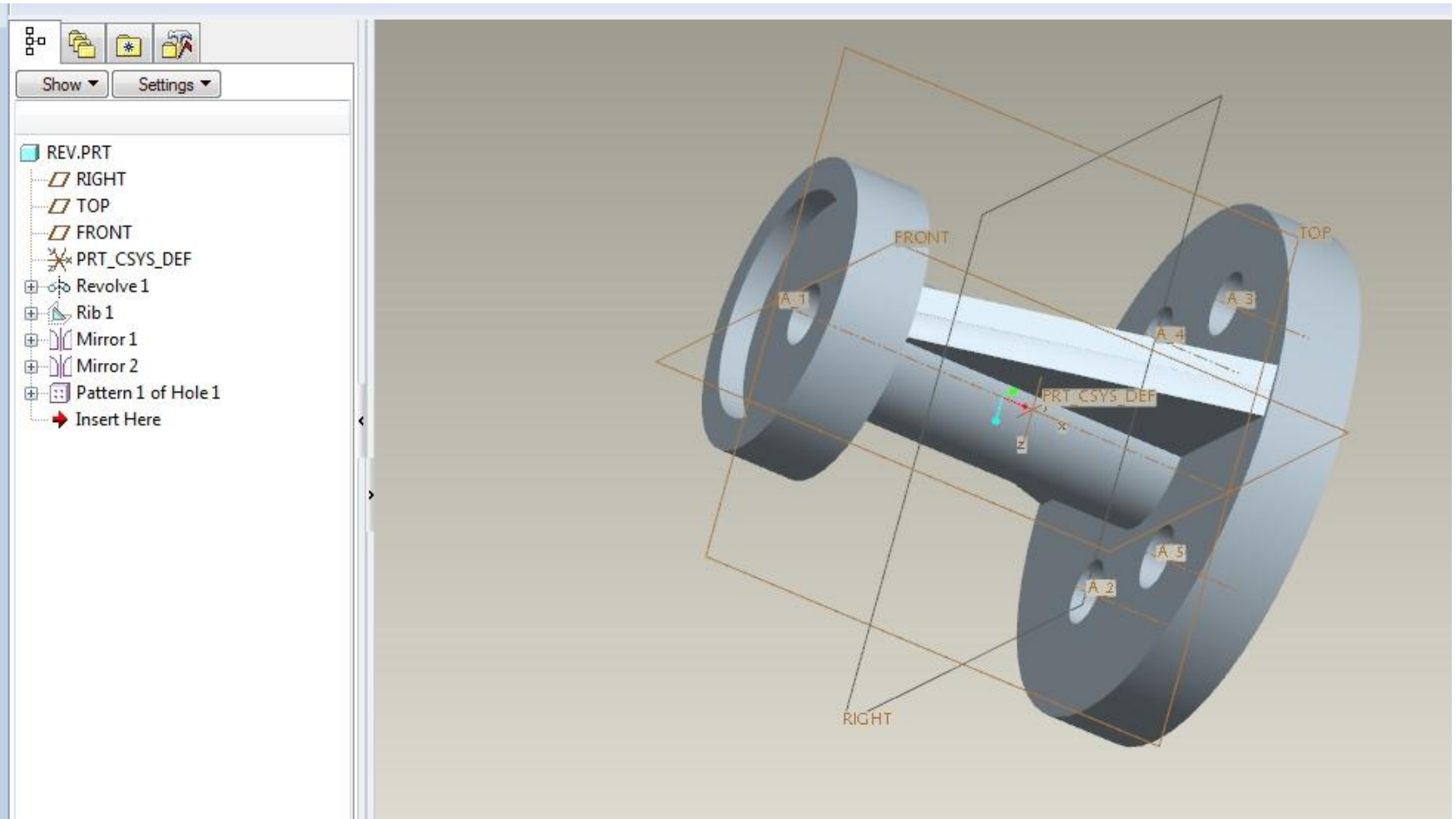
Параметризация на основе истории построений. В ходе построения модели вся последовательность построения, например, порядок выполненных геометрических преобразований, отображается в виде ***дерева построения***.

- ✓ Внесение изменений на одном из этапов моделирования приводит к изменению всей модели и дерева построения.
- ✓ Введение циклических зависимостей в модели приведет к отказу системы в создании такой модели.
- ✓ Ограничены возможности редактирования такой модели из-за отсутствия достаточной степени свободы (возможность редактирования параметров_каждого элемента по очереди)

Иерархическую параметризацию можно отнести к жесткой параметризации.

- При *жесткой параметризации* в модели полностью заданы все связи.
- При создании модели с помощью *жесткой параметризации* очень важным является порядок определения и характер наложенных связей, которые будут управлять изменением геометрической модели. Такие связи наиболее полно отражает **дерево построения**.
- Для *жесткой параметризации* характерно наличие случаев, когда при изменении параметров геометрической модели решение вообще не м.б. найдено, т.к. часть параметров и установленные связи вступают в противоречие друг с другом.
Тоже самое может возникнуть при изменении отдельных с этапов дерева построения

Пример иерархической параметризации в Pro/E



Отношение Родитель/Потомок.

Основной принцип иерархической параметризации – фиксация всех этапов построения модели в дереве построения. Это и есть определение отношений ***Родитель/Потомок***. При создании нового конструктивного элемента, все другие элементы, на которые ссылается создаваемый конструктивный элемент, становятся его ***Родителями***. Изменение родительского конструктивного элемента приводит к изменению всех его потомков.

Пример построения твердотельной модели

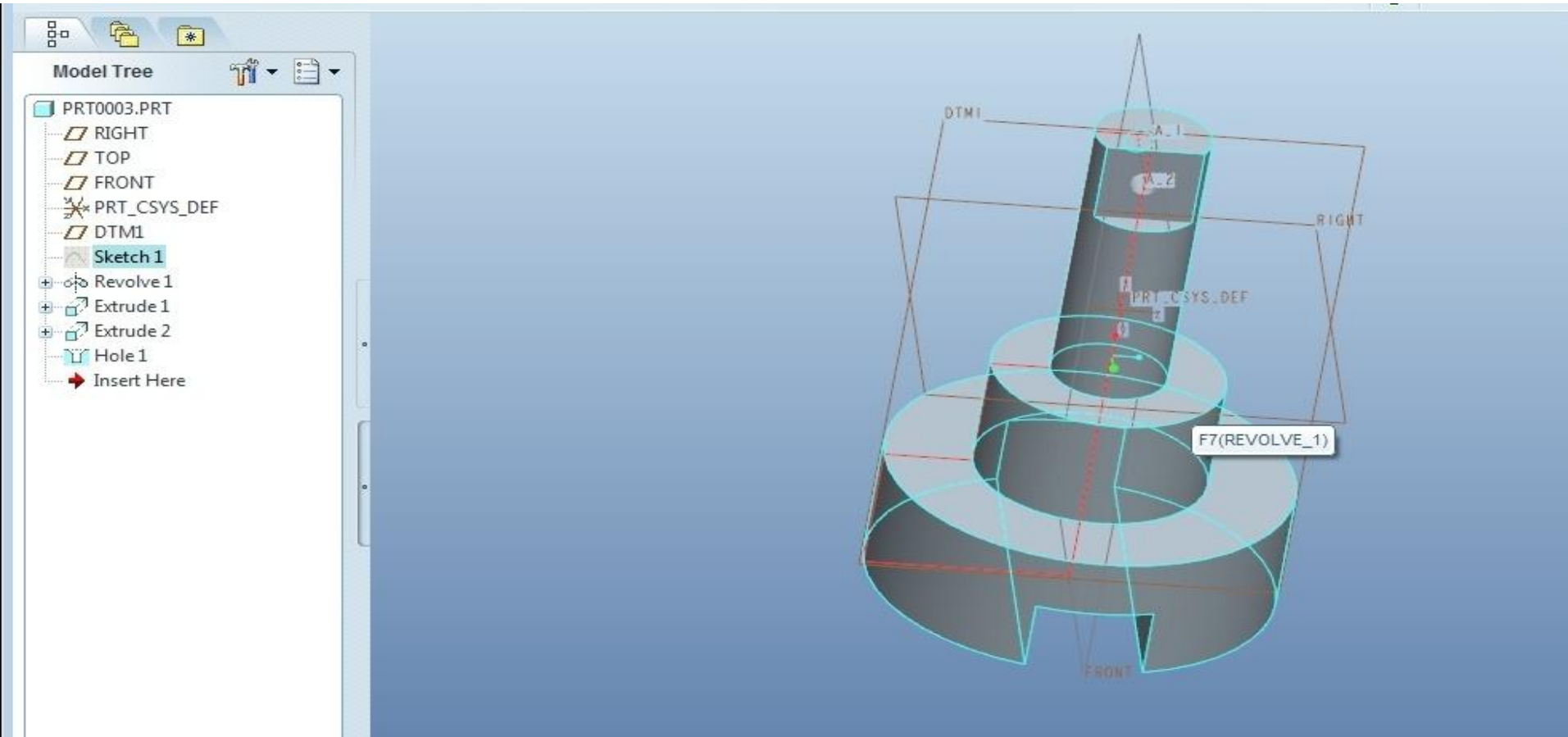
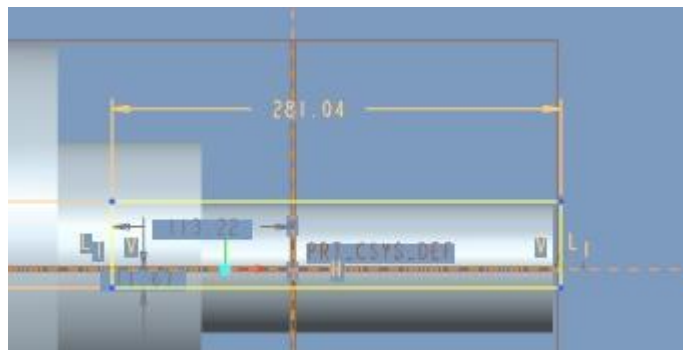
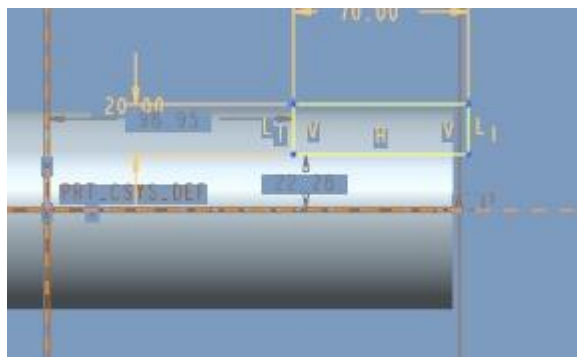
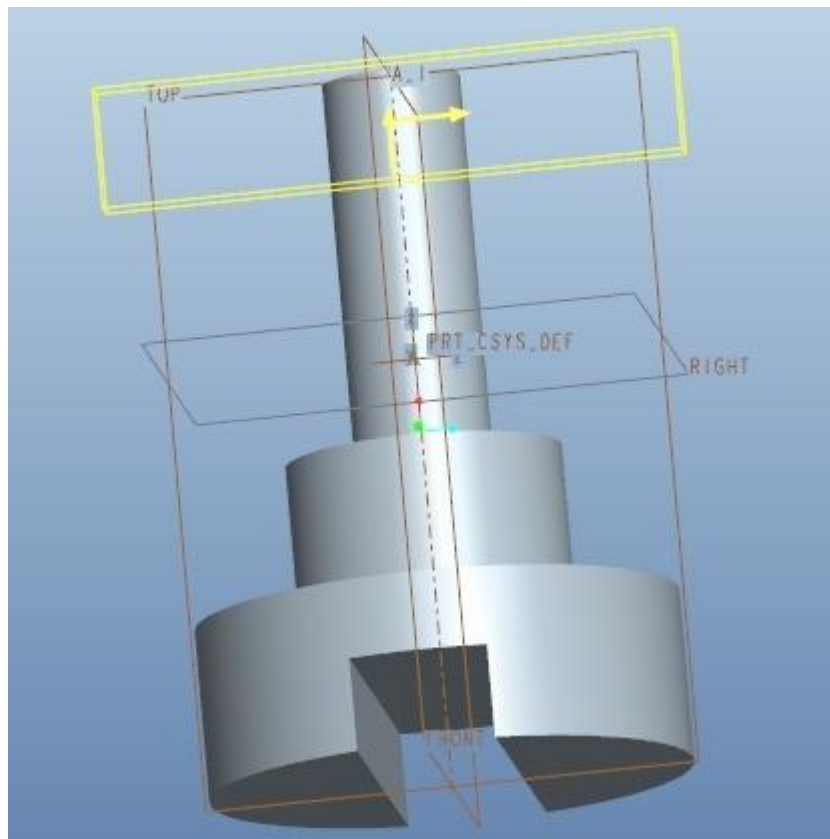


Иллюстрация отношений Родитель/Потомок



Результат изменения модели после редактирования элементов детали

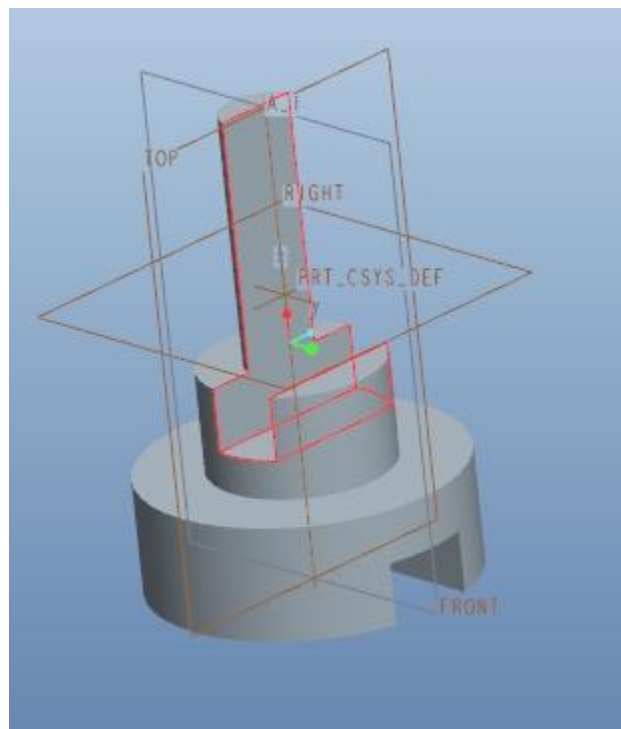
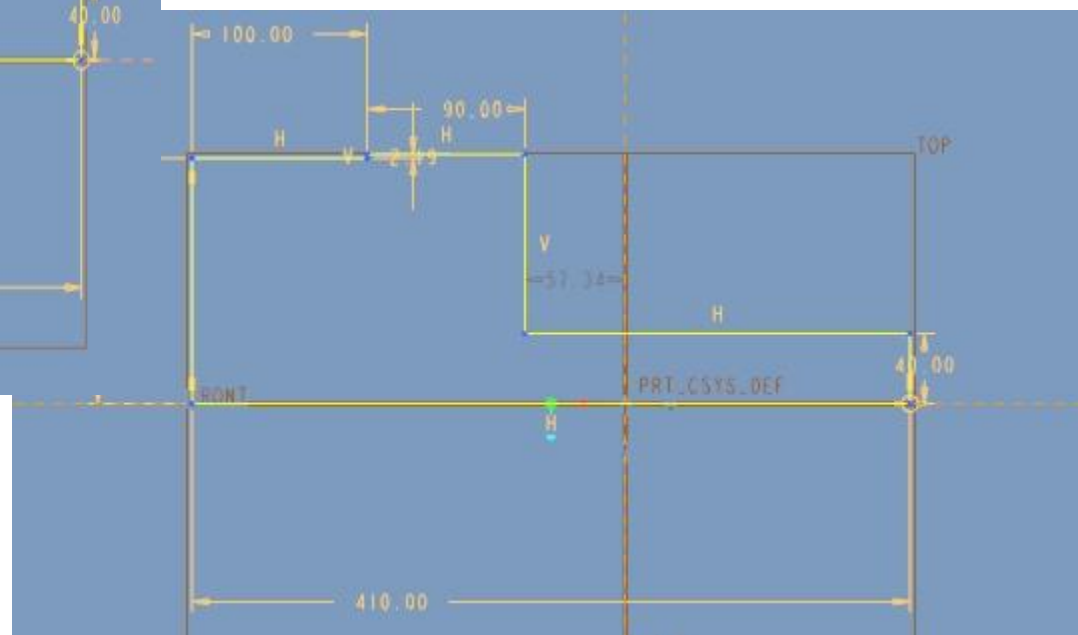
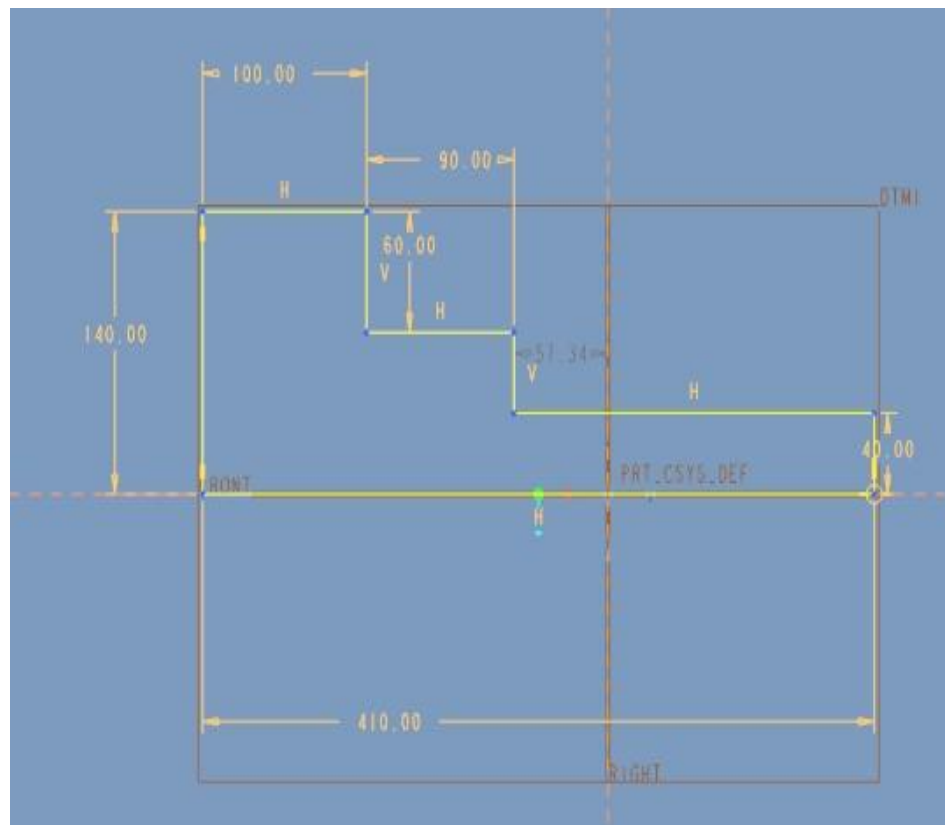
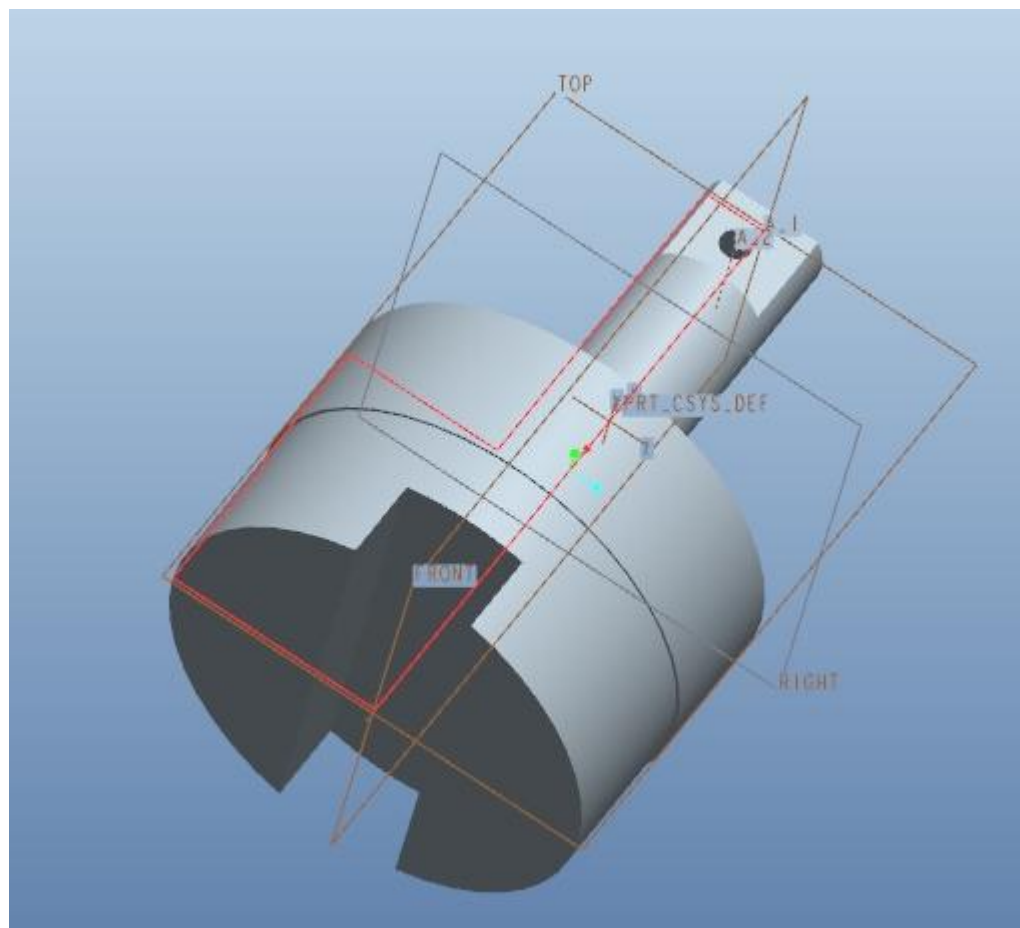


Иллюстрация влияния изменения размеров на результирующую модель твердого тела.



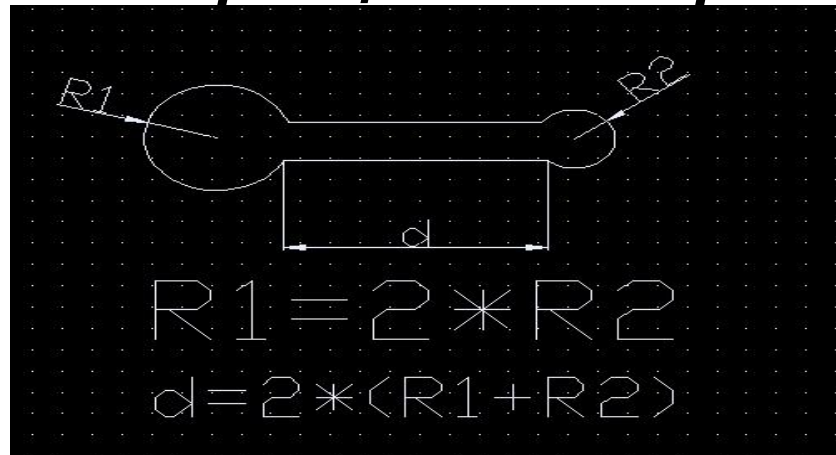
Изменение модели после редактирования эскиза



Вариационная параметризация

Создание геометрической модели с использованием ограничений в виде системы алгебраических уравнений, определяющей зависимость между геометрическими параметрами модели.

***Пример геометрической модели, построенной
на основе вариационной параметризации***



Геометрическая параметризация

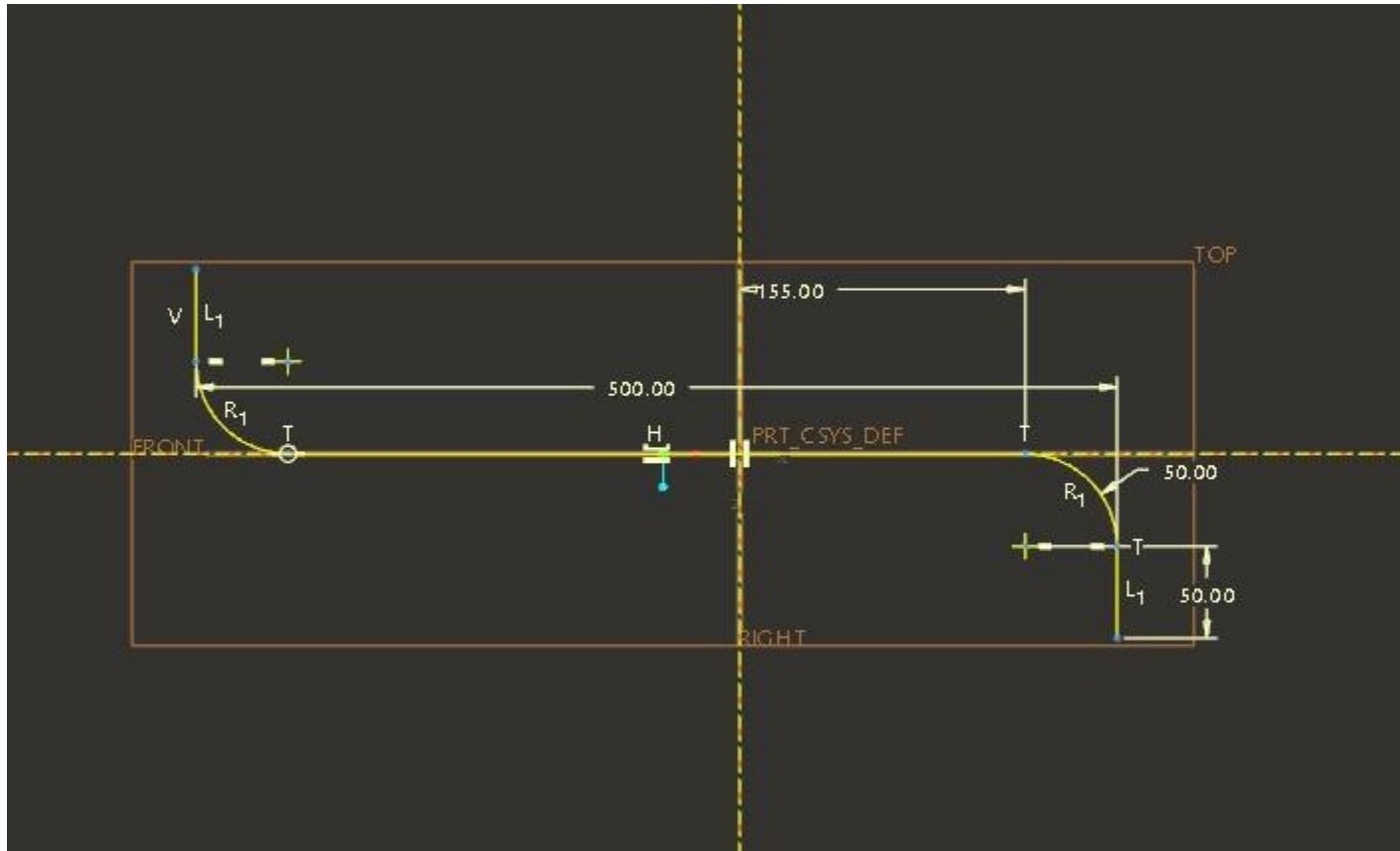
Геометрическая параметризация основана на пересчете параметрической модели в зависимости от геометрических параметров родительских объектов.

***Геометрические параметры, влияющие на модель,
построенную на основе геометрической
параметризации***

- ✓ Параллельность
- ✓ Перпендикулярность
- ✓ Касательность
- ✓ Концентричность окружностей
- ✓ И т.п.

В геометрической параметризации используются принципы ***ассоциативной геометрии***

Пояснения к геометрической параметризации



Геометрическую и вариационную параметризацию можно отнести к мягкой параметризации

Почему?

мягкая параметризация — это метод построения геометрических моделей, в основе которого лежит принцип решения нелинейных уравнений, описывающих связи между геометрическими характеристиками объекта. Связи в свою очередь задаются формулами, как в случае **вариационных параметрических моделей**, или геометрическими соотношениями параметров, как в случае моделей, созданных на основе **геометрической параметризации**.

Табличная параметризация

Создание таблицы параметров типовых деталей.

Генерация нового типового объекта производится путем выбора из таблицы типоразмеров.

Пример таблицы типоразмеров,

| Имя экземпляра | d16 ДЛИНА_БОЛТА | d17 ДИАМЕТР_БО... | F199 ШЕСТИГРАНН... | F248 ЗВЕЗДОЧКА | F372 [ФАСКА_1] | ПРИМЕЧАНИЕ | СТАНДАРТ |
|-------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|--------------|----------|
| BOLT | 15.0000 | 4.5000 | Y | Y | Y | Шестигранник | БОЛТ5x15 |
| BOLT_5_28 | 28.0000 | 5.0000 | N | Y | N | Звездочка | БОЛТ5x28 |
| BOLT_5_24 | 24.0000 | 5.0000 | N | Y | N | Звездочка | БОЛТ5x24 |
| BOLT_5_18 | 18.0000 | 5.0000 | N | Y | N | Звездочка | БОЛТ5x18 |
| BOLT_6_50 | 50.0000 | 6.0000 | Y | N | Y | Шестигранник | БОЛТ6x50 |
| BOLT_6_40 | 40.0000 | 6.0000 | Y | N | Y | Шестигранник | БОЛТ6x40 |
| BOLT_6_30 | 30.0000 | 6.0000 | Y | N | Y | Шестигранник | БОЛТ6x30 |
| BOLT_6_30_ | 30.0000 | 6.0000 | Y | N | Y | Шестигранник | БОЛТ6x30 |
| BOLT_4_15 | 15.0000 | 4.0000 | Y | N | Y | Шестигранник | БОЛТ4x15 |
| BOLT_5_50 | 50.0000 | 5.0000 | Y | N | Y | Шестигранник | БОЛТ5x50 |

Методы создания геометрических моделей в современных САПР

- Методы для создания моделей на основе трехмерных или двухмерных заготовок (**базовых элементов формы**) –создание примитивов, булевы операции
- Создание объемного тела или поверхностной **модели по кинематическому принципу** –заметание, lofting, sweep и т.п. Часто используется принцип параметризации
- Изменение тел или поверхностей путем плавного **сопряжения, скругления, вытягивания**
- **Методы редактирования** границ – манипулирование составляющими объемных тел (вершинами, ребрами, гранями и т.п.). Используются для добавления, удаления, изменения элементов объемного тела или плоской фигуры.
- Методы для моделирования тела при помощи свободных форм. **Объектно-ориентированное моделирование.** Использование конструктивных элементов формы – **фичерсов** (features) (фаски, отверстия, скругления, пазы, выемки и т.п.) (пример, сделать такое-то отверстие в таком-то месте)

Классификация современных САПР

Параметры классификации

- степень параметризации
 - Функциональная насыщенность
 - Области применения (авиа-, автомобиле-, приборостроение)
-
- Современные САПР
 - 1. Низкого уровня (малые, легкие): AutoCAD, Компас и т. п.
 - 2. Среднего уровня (средние): Pro Desktop, Solid Works, Power Shape и т.п.
 - 3. Высокого уровня (большие, тяжелые): Pro/E , Creo (PTC), Catia, Solid Works (Dassault Systemes), Siemens PLM Software (NX - Unigraphics)
 - 4. Специализированные: СПРУТ, Icem Surf

Задачи, решаемые САПР различного уровня

1. Решение задач базового уровня проектирования, параметризация или отсутствует, или реализована на низком самом простом уровне
2. Имеют достаточно сильную параметризацию, ориентированы на индивидуальную работу, невозможна совместная работа разных разработчиков над одним проектом одновременно.
3. Позволяют реализовать параллельную работу проектантов. Системы строятся по модульному принципу. Весь цикл работ производится без потери данных и параметрических связей. Основной принцип – сквозная параметризация. В таких системах допускается изменение модели изделия и самого изделия на любой стадии работ. Поддержка на любом уровне жизненного цикла изделия.
4. Решаются задачи создания моделей узкой области использования. Могут быть реализованы все возможные способы создания моделей

Основные концепции моделирования в настоящее

Время

1. *Flexible engineering (гибкое проектирование):*

- ✓ Параметризация
- ✓ Проектирование поверхностей любой сложности (фристайл поверхности)
- ✓ Наследование других проектов
- ✓ Целезависимое моделирование

2. *Поведенческое моделирование*

- ✓ Создание интеллектуальных моделей (smart модели) - создание моделей, адаптированных к среде разработки. В геометрическую модель м.б. включены интеллектуальные понятия, например, фичерсы
- ✓ Включение в геометрическую модель требований к изготовлению изделия
- ✓ Создание открытой модели, позволяющей ее оптимизировать

3. *Использование идеологии концептуального моделирования при создании больших сборок*

- ✓ Использование ассоциативных связей (набор параметров ассоциативной геометрии)
- ✓ Разделение параметров модели на различных этапах проектирования сборки