

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»**

Институт «Информационных систем и технологий»
Кафедра «Технологии интегрированных автоматизированных систем»

**ОТЧЕТ
по практическим занятиям
по дисциплине
«Разработка САПР»**

Выполнил

Вакурин А.О

Студент группы:

ЗИВТ-ЗДБ-009

Проверил:

Цырков Г.А

Москва 2017

Содержание

Введение	3
1. Процесс обработки структурно-параметрической модели. Настройка информационного окружения	4
2. Разработка геометрического макета объекта в ПМК СПМ.....	8
3. Проектирование системы параметризации	11
4. Геометрический эскиз модели	13
5. Контур	13
6. Заключение	16

Введение.

Система автоматизированного проектирования (САПР) — это организационно-техническая система, состоящая из совокупности комплекса средств автоматизации проектирования и коллектива специалистов подразделений проектной организации, выполняющая автоматизированное проектирование объекта, которое является результатом деятельности проектной организации.

С помощью САД-средств создаётся геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах САМ и на основе которой в системах САЕ формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

Программно-методический комплекс структурно параметрического моделирования позволяет вести наращивание описания модели объекта в "глубину" по следующим шагам:

А –формирование макета объекта,

Б –построение системы параметризации,

В –определение условий работы с вариантами структурных решений, и в "ширину" –по мере детализации определения функциональных, конструктивных и технологических особенностей объекта.

Макет объекта представляет собой совокупность информации, позволяющей воспроизвести внешний облик объекта и идентифицировать иерархически связанные компоненты объекта, определяющие его функциональные (конструктивные) особенности, точно описать все информационные элементы недостаточно, необходимо определить все 4 связывающие их отношения.

1. Процесс обработки структурно-параметрической модели. Настройка информационного окружения

Объектом моделирования в процессе выполнения заданий лабораторного практикума будет являться «Деталь типа планок» (вариант No2). Эскиз данной детали приведен на рисунке 1.

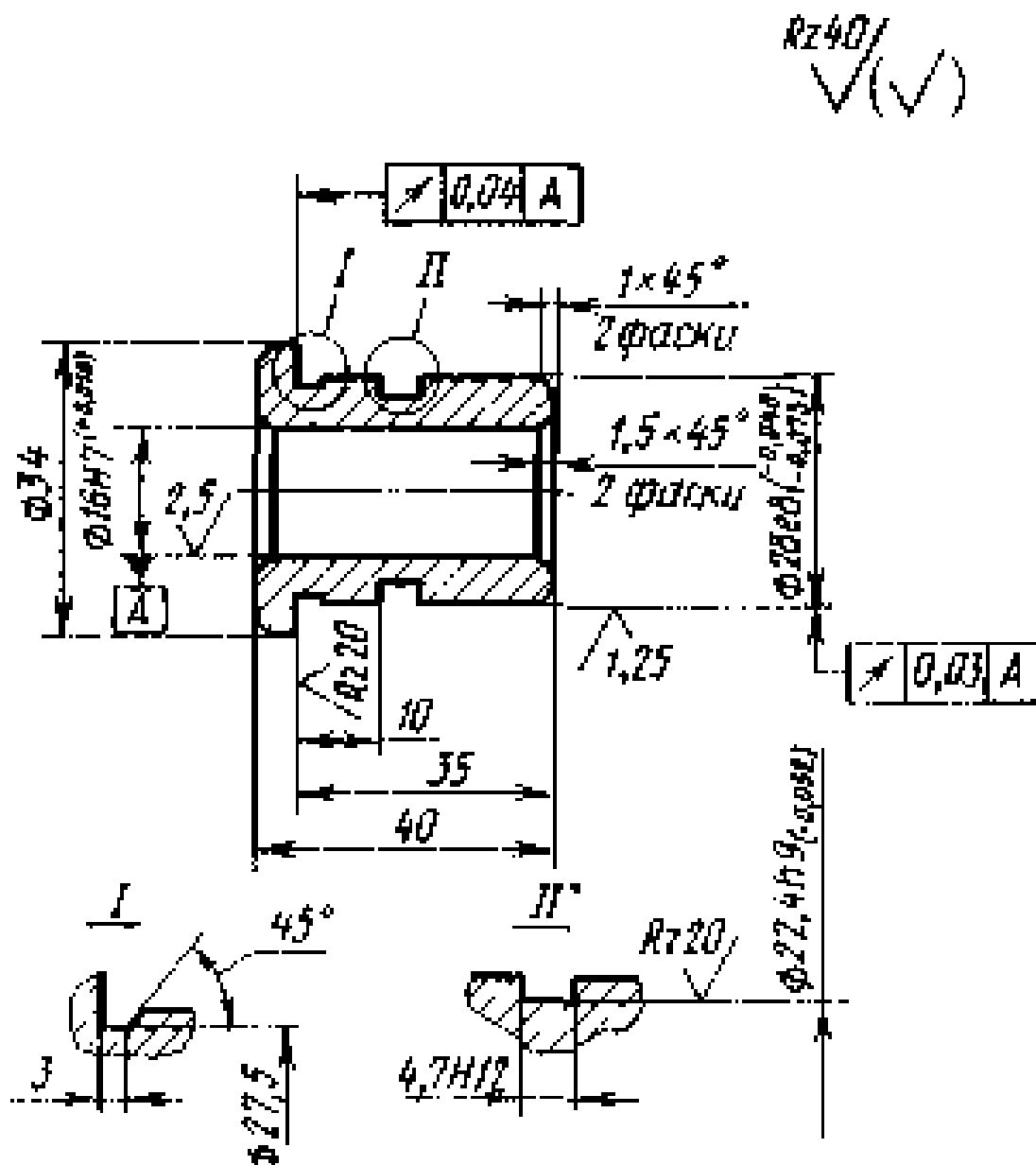


Рис1. Деталь - планка

Фрагмент технологии изготовления приведен на рисунке 2.

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Оснастка
005	Править пруток	Пресс И5526	Поддерживающее устройство
010	Отрезать групповую заготовку Ø 34 в размер 2000	Абразивно-отрезной 8Б242	
015	Заправить концы прутка фасками под угол 20°	Токарный ХС-151	
020	Центровать торец под сверление, сверлить и зенкеровать отверстие Ø16H7 до Ø15,79 + 0,11 под развертывание, точить поверхность Ø28e8 до Ø28,4 - 0,13 под шлифование, проточить канавки b = 3 и b = 4,7H12, фаску окончательно. Отрезать деталь в размер 40,5	Токарный автомат 1Е140	Наладка
025	Промыть деталь	Моечная машина 632	Патрон цанговый Вкладыш Ø 28
030	Навесить бирку с номером детали на тару		
035	Подрезать второй торец в размер 40, точить и расточить фаски. Развернуть отверстие Ø16H7(+0,018) окончательно	Токарно-револьверный 1П340ПЦ 633	
040	Шлифовать поверхность Ø28e8(-0,040/-0,073) с подшлифовкой торца окончательно	Круглошлифовальный 3М153Е	Оправка, центры хомутик, прибор активного контроля
045	Промыть деталь	Моечная машина Плита по ГОСТ 10905 - 75	
050	Технический контроль		
055	Налесение покрытия		

Неуказанные предельные отклонения размеров: валов $h14$, отверстий $H14$, остальные $\pm \frac{IT14}{2}$.

Рис2. Фрагмент технологии изготовления

В качестве инструментального средства формирования информационных моделей используется программно-методический комплекс структурно параметрического моделирования, разработаны специалистами МАТИ.

Программно-методический комплекс структурно-параметрического моделирования включает:

- программный комплекс обработки структурно-параметрических моделей (ПК SPM);
- программу визуальной обработки решения (ShowSPB);
- программу диалоговой компоновки структурно-параметрической базы (VisualSPB);

- методические материалы по разработке структурно-параметрических
- моделей;
- методические указания по построению программно-алгоритмического комплекса обработки структурно-параметрических моделей в прикладных системах проектирования.

Программный комплекс структурно-параметрического моделирования предназначен для синтеза и обработки модели порождающей среды (МПС). МПС представляет собой структуру, воспроизводящую конструктивную (либо функциональную, либо организационную) иерархию объекта проектирования и содержащую варианты возможных проектных решений. Помимо конструктивной иерархии МПС поддерживает:

- древовидную структуру взаимосвязи параметров среды;
- ориентированный граф, описывающий пространственное положение элементов среды. Проектное решение получается, как некоторое "сечение" МПС.

Состав элементов в узлах СПМ определяется с помощью аппарата типовых математических моделей проектирования. Параметрическое моделирование включает следующие процедуры:

- расчет параметров по аналитическим зависимостям;
- выбор значений параметров из таблиц;
- округление и нормализация рассчитанных значений параметров;
- распространение значений внутри структуры взаимосвязей параметров.

В процессе моделирования будет использоваться следующая настройка информационного окружен (в файле DefaultPath).

```
SPM
C:\tias\SPM\
SPB
C:\tias\SPM\spb\
SYS
C:\spm\model\stdPS\;c:\SPM\sys\;c:\SPM\sys\контур\
TAB
c:\spm\tab\
ERR
c:\spm\ERR\
GIN
c:\spm\gin\
```

Процесс обработки структурно-параметрических моделей в программно-методическом комплексе структурно параметрического моделирования имеет 4 этапа.

1. Трансляция.
2. Параметрический расчет
3. Геометрический расчет
4. Анализ результатов

Трансляция – процесс образования структурно-параметрической базы (СПБ) на основании интерпретации внешнего представления посредством пакетной или диалоговой обработки (рис. 3). Данная процедура преобразует структурно-параметрическую модель из внешнего языкового представления в машинно-ориентированное, информационно упорядоченное представление структурно-параметрической базы.

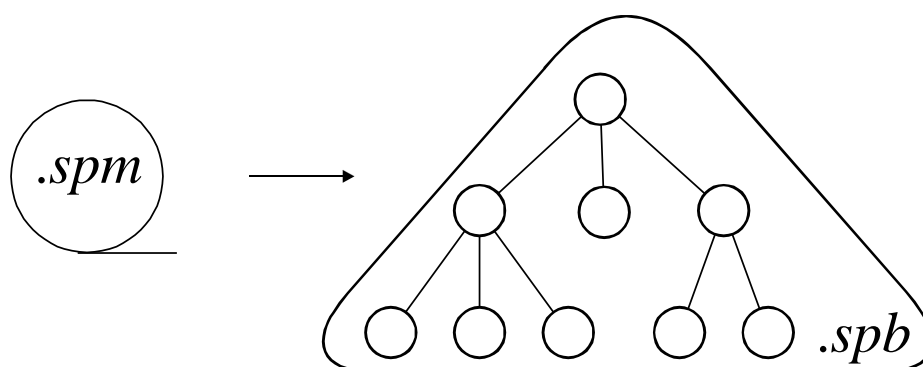


Рис3. Процесс трансляции в СПМ

Параметрический расчет – позволяет управлять определенными параметрами для подбора оптимальной конфигурации детали при определенной нагрузке.

Геометрический расчет служит для нахождения размеров (например, углов, диаметров и тд), необходимых для окончательного оформления, а также для выполнения проверочных расчетов качества по геометрическим показателям.

Анализ результатов – процедура визуализации геометрического макета в модуле «ShowSPB» со значениями параметрического и геометрического расчета, которые записались в структурно-параметрическую базу.

2. Разработка геометрического макета объекта в ПМК СПМ

Макет объекта представляет собой совокупность информации, позволяющей воспроизвести внешний облик объекта и идентифицировать иерархически связанные компоненты объекта, определяющие его функциональные (конструктивные) особенности. Для этого необходимо обобщить информацию о содержании базисных множеств, структурных взаимосвязей между элементами модели и элементах, формирующих графический образ объекта.

Базовые элементы формы (БЭФ) и конструктивы, встречающиеся в модели представлены в таблице 1.

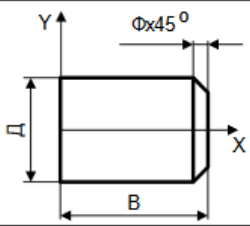
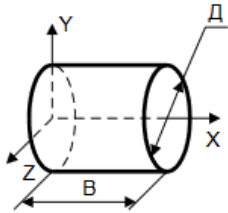
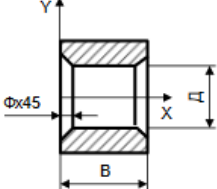
Код модели Наименование	Параметры конструктива	Эскиз
1	2	3
<i>wf</i> - вал с фаской	Д – диаметр вала В – длина вала Ф – ширина фаски	
<i>cilindr</i> - цилиндр /тело/	Д – диаметр В – высота	
<i>off</i> – отверстие сквозное с фаской	Д – диаметр отверстия В – глубина отверстия Ф – ширина фаски	

Таблица 1. Базовые элементы модели

Язык описания структурно-параметрических моделей имеет блочную структуру. Блок - это набор директив определенного функционального назначения.

1. Блок "ОБЪЕКТ" содержит информацию идентифицирующую объект, такую как наименование, код, тип, а также описание признаков, управляющих структурой объекта.
2. Блок "ЭЛЕМЕНТЫ" содержит описание состава элементов, входящих в объект, правила передачи параметров на элементы нижних уровней и условия включения элемента в решение.

3. Блок "ПОЛОЖЕНИЕ" описывает относительное положение элементов в пространстве.
4. В блоке "ПАРАМЕТРЫ" описываются параметры объекта проектирования. Блок параметры может отсутствовать в модели, если все параметры, описывающие размеры элементов и их положение в пространстве заданы константами. Однако такое задание параметров приводит к созданию трудно модифицируемых моделей.
5. Блок "ФОРМУЛЫ" необходим для задания функциональных зависимостей между параметрами. Имеется возможность описания аналитических зависимостей, определения значений параметров по таблицам, округления до нормализованных значений и вызова внешних процедур.
6. Блок "СТРУКТУРА" используется для описания функциональных взаимосвязей между элементами объекта при их моделировании с помощью сетевых и перестановочных моделей структурного проектирования.

Текст модели геометрического макета

+ОБЪЕКТ;

КОД=деталь; ИМЯ=деталь; ТИП=Д;

+ЭЛЕМЕНТЫ;

ЭЛЕМЕНТ=00;	ИМЯ=Базовая точка;	ТИП=Ф;
ЭЛЕМЕНТ=01;	КОД=wf;	ИМЯ=Элемент1; Д=34; В=5; Ф=1;
ЭЛЕМЕНТ=02;	КОД=cilindr;	ИМЯ=Элемент2; Д=27.5; Ф=3;
ЭЛЕМЕНТ=03;	КОД=cilindr;	ИМЯ=Элемент3; Д=28; Ф=7;
ЭЛЕМЕНТ=04;	КОД=cilindr;	ИМЯ=Элемент4; Д=22.4; Ф=4.7;
ЭЛЕМЕНТ=05;	КОД=wf;	ИМЯ=Элемент2; Д=28; В=20; Ф=1.5;
ЭЛЕМЕНТ=06;	КОД=off;	ИМЯ=Элемент5; Д=16; В=40; Ф=1.5;

+ПОЛОЖЕНИЕ;

СВЯЗЬ=0-01;
СВЯЗЬ=0-02; Х=5;
СВЯЗЬ=0-03; Х=8;
СВЯЗЬ=0-04; Х=15;
СВЯЗЬ=0-05; Х=19.9;
СВЯЗЬ=0-06;

Результат обработки модели после выполнения трансляции, геометрического и параметрического расчета, выводится с помощью модуля «ShowSPB». В «ShowSPB» доступно 4 режима вывода: каркас, каркас open gl, заливка open gl, каркас с удаленными невидимыми линиями (рисунок 4 и рисунок 5).

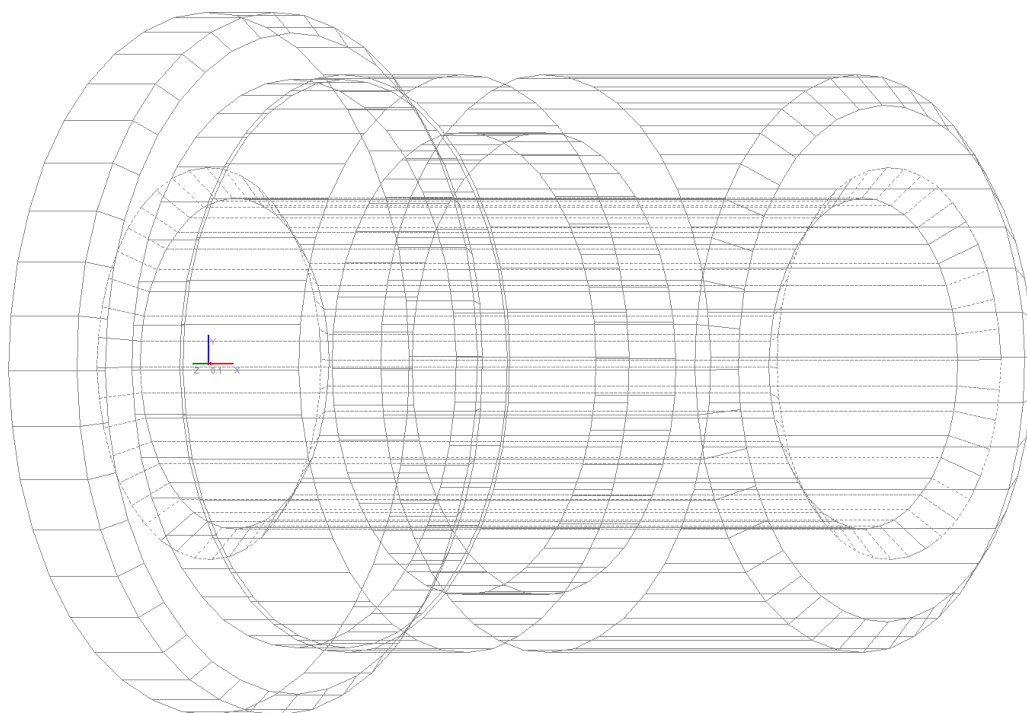


Рис4. Каркас модели

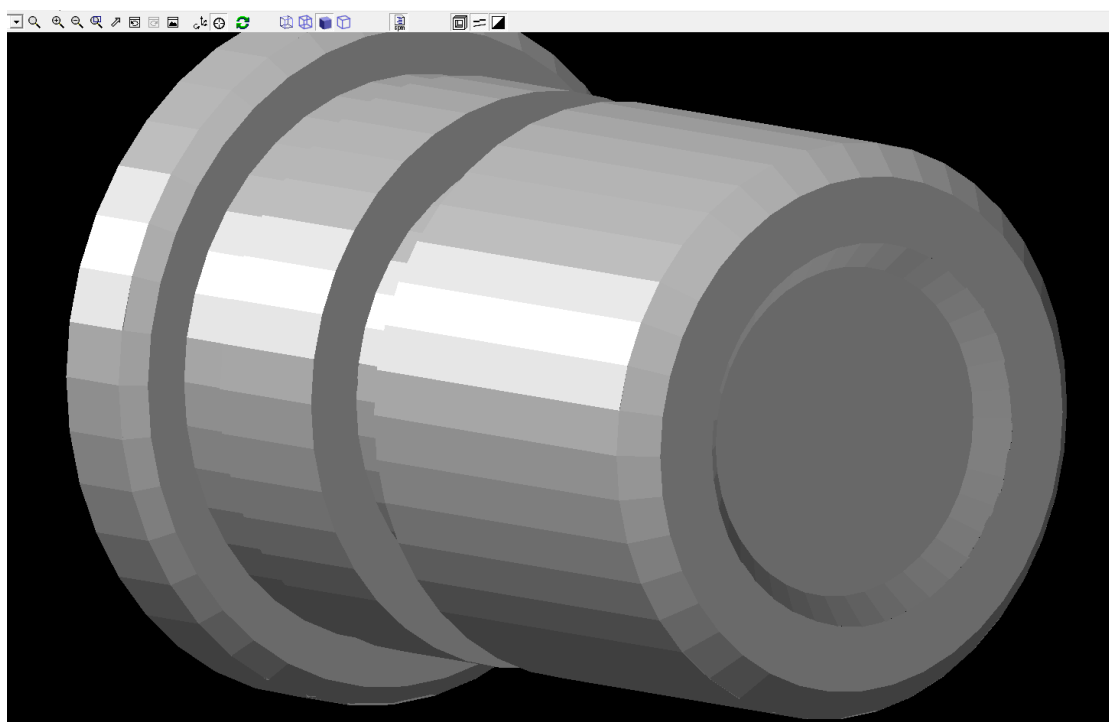


Рис5. Заливка модели с помощью OpenGL

3. Проектирование системы параметризации

Под параметризацией будем понимать процесс включения в макет объекта параметров и конструкций, позволяющих управлять значением собственных параметров объекта и параметров положения его элементов.

Информация с описанием состава параметров размещается в блоке "ПАРАМЕТРЫ".

В качестве параметров определим константой самый большой диаметр и длину самой детали; диаметр и длину для каждого отдельно взятого элемента; отступ элементов между собой. В разделе "ФОРМУЛА» зададим функциональные зависимости между параметрами.

Текст модели геометрического макета с учетом системы параметризации

```
+ОБЪЕКТ;  
КОД=деталь; ИМЯ=деталь; ТИП=Д;  
  
+ПАРАМЕТРЫ;  
    Diam=34;  
    Length=40;  
    d1=; l1=;  
    d2=; l2=;  
    d3=; l3=;  
    d4=; l4=;  
    d5=; l5=;  
    d6=; l6=;  
    deltaX2=;  
    deltaX3=;  
    deltaX4=;  
    deltaX5=;  
  
+ЭЛЕМЕНТЫ;  
    ЭЛЕМЕНТ=0;    ИМЯ=Базовая точка;    ТИП=Ф;  
    ЭЛЕМЕНТ=01; КОД=wf; ИМЯ=Элемент1; Д=d1; В=l1; Ф=1;  
    ЭЛЕМЕНТ=02; КОД=cilindr;ИМЯ=Элемент2; Д=d2; В=l2;  
    ЭЛЕМЕНТ=03; КОД=cilindr; ИМЯ=Элемент3; Д=d3; В=l3;  
    ЭЛЕМЕНТ=04; КОД=cilindr;ИМЯ=Элемент4; Д=d4; В=l4;  
    ЭЛЕМЕНТ=05; КОД=wf; ИМЯ=Элемент2; Д=d5; В=l5; Ф=1.5;  
    ЭЛЕМЕНТ=06; КОД=off;ИМЯ=Элемент5; Д=d6; В=l6 Ф=1.5;  
  
+ПОЛОЖЕНИЕ;  
    СВЯЗЬ=0-01;  
    СВЯЗЬ=0-02; x=deltaX2;  
    СВЯЗЬ=0-03; x=deltaX3;
```

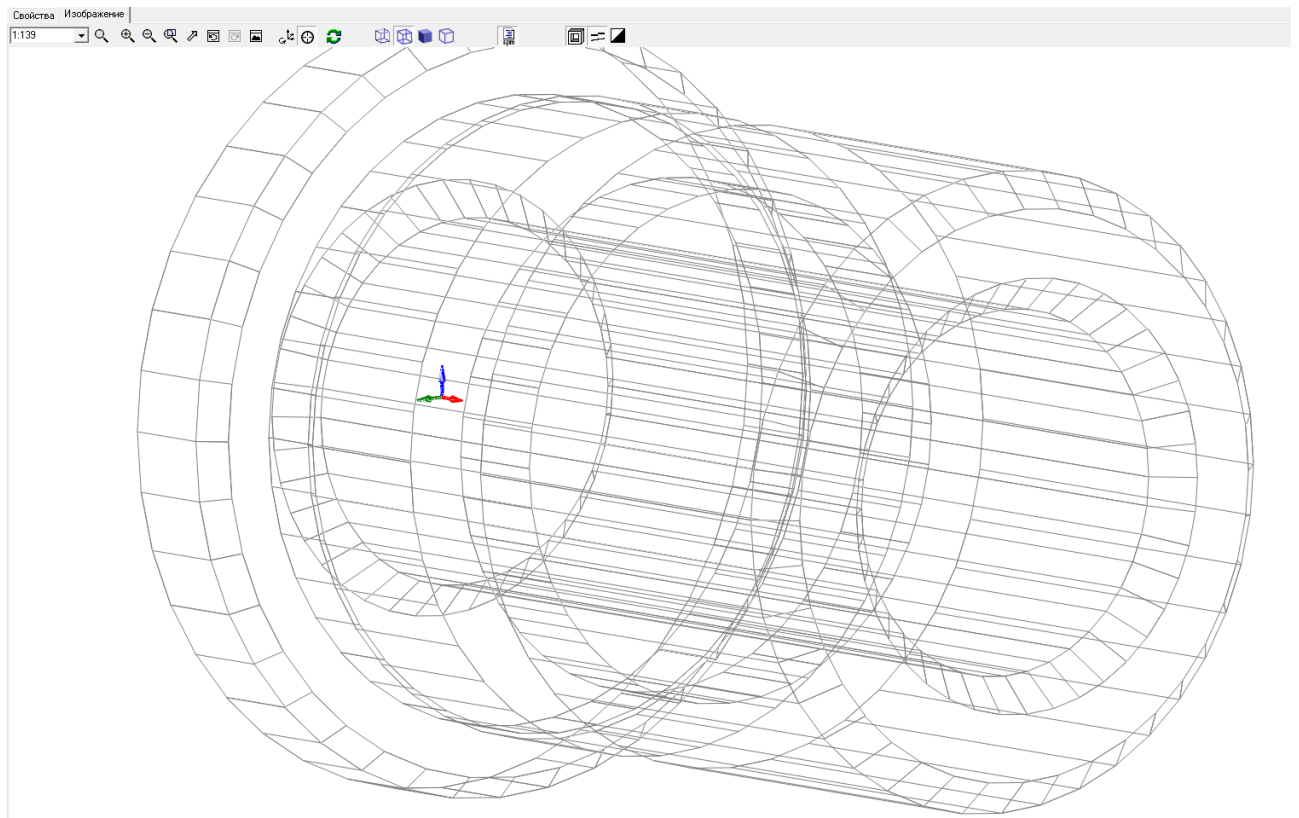
```
СВЯЗЬ=0-04; x=deltaX4;  
СВЯЗЬ=0-05; x=deltaX5;  
СВЯЗЬ=0-06;
```

+ФОРМУЛЫ;

```
d1=Diam;  
d2=(27.5/34)*Diam;  
d3=(28/34)*Diam;  
d4=(27.5/34)*Diam;  
d5=(28/34)*Diam;  
d6=(16/34)*Diam;
```

```
l1=(5/40)*Length;  
l2=(3/40)*Length;  
l3=(7/40)*Length;  
l4=(4.7/40)*Length;  
l5=(20/40)*Length;  
l6=Length;
```

```
deltaX2=(5/40)*Length;  
deltaX3=(8/40)*Length;  
deltaX4=(15/40)*Length;  
deltaX5=(19.9/40)*Length;
```



Рисб. Каркас Open GL

4. Геометрический эскиз модели

Функциональность модуля отображения геометрических данных «ShowSPB», входящего в состав ПМК СПМ, позволяет сохранять последовательной действий в пользовательском интерфейсе в отдельный протокол. Это позволяет повторить все необходимые действия в любой момент времени, даже с учетом изменений, которые могут возникнуть в процессе параметрического расчета.

Сформируем геометрический эскиз с передним и боковым видом (рисунок 7) на основе обработки структурно-параметрической геометрической модели.

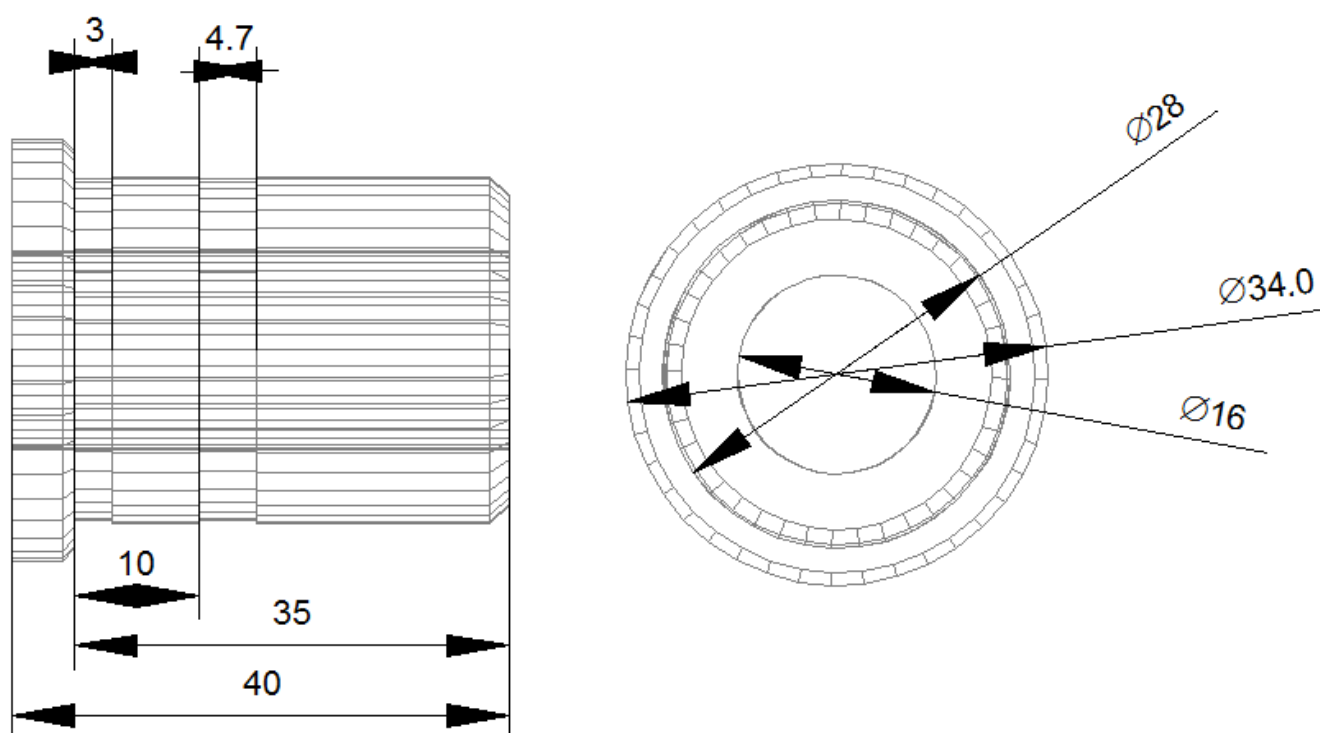


Рис7. Контроль параметров с помощью нанесения размеров

Меняем значение параметров в коррекции. Изменим размер d1 на 30 (рисунок 8).

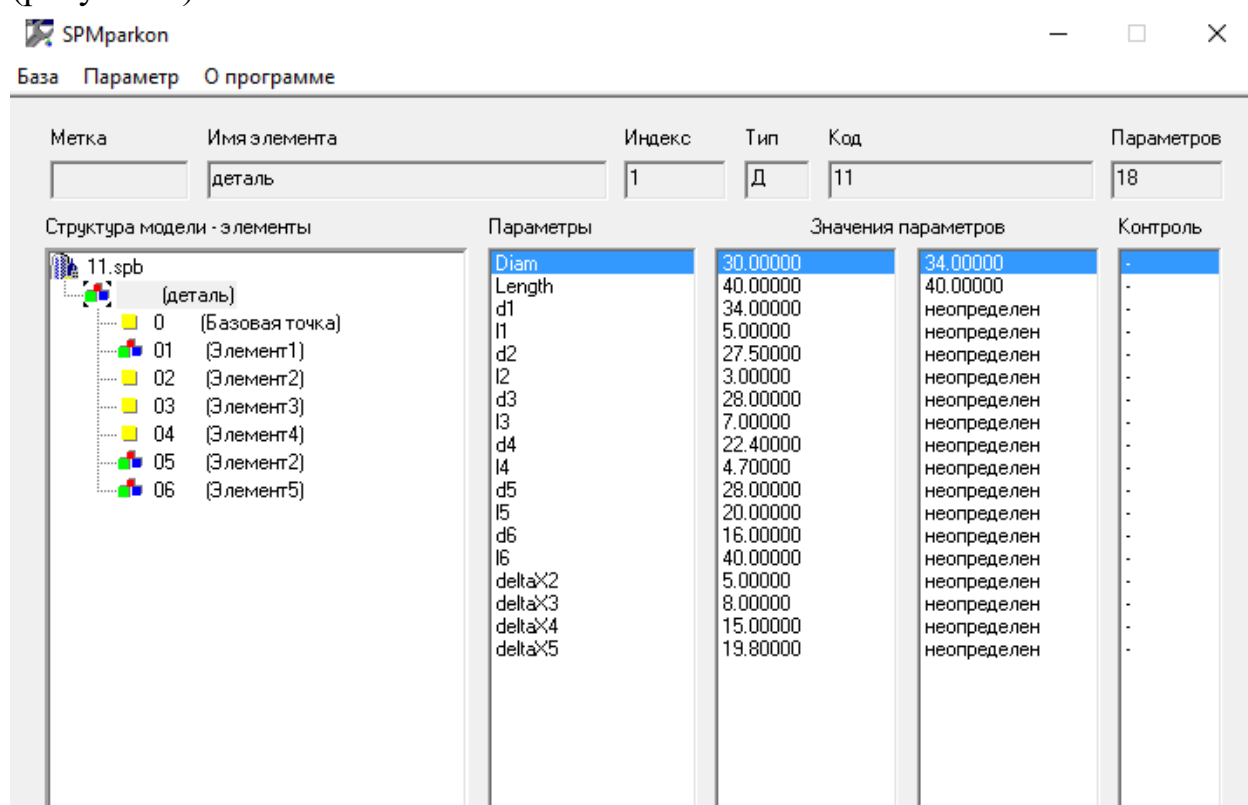


Рис8. Коррекция параметров

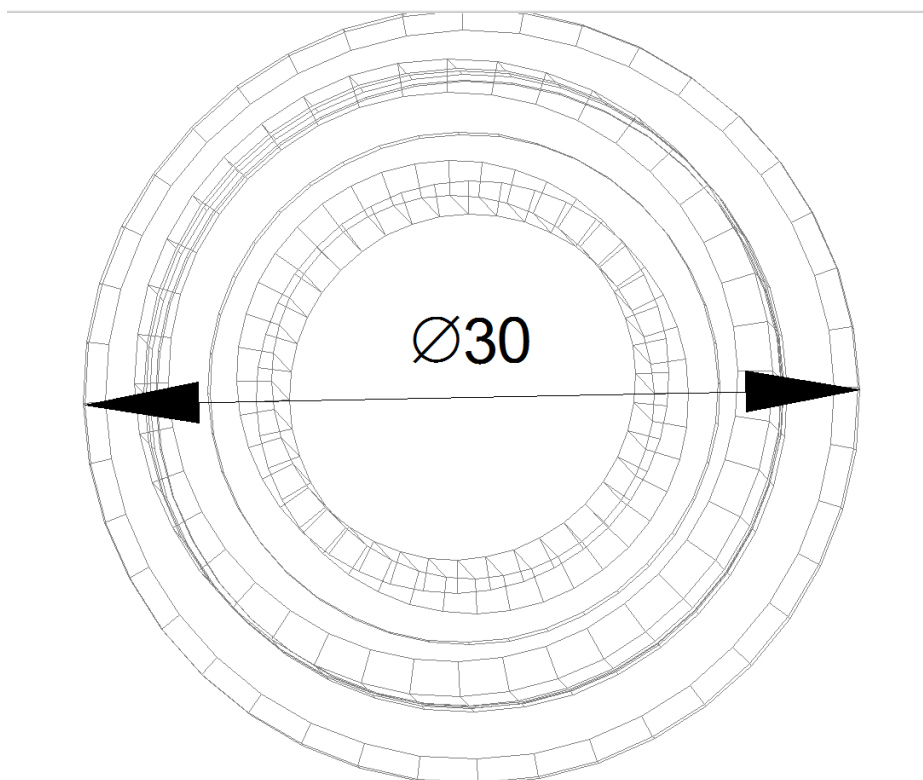


Рис9. Деталь с измененными параметрами

5. Контур

«ShowSPB», входящего в состав ПМК СПМ, позволяет сформировать плоский контур детали.

Контур — в общем случае, замкнутая линия, очертание некоторой геометрической фигуры, предмета

Построение дуги окружности с заданными центром и точкой начала обозначается: x_1, y_1 - начальная точка дуги; u - угол, (+) - против часовой, (-) - по часовой стрелке; x_c, y_c - центр окружности. Построение прямой линии обозначается с помощью координат x_1 и y_1 .

Сформируем контур детали в разрезе

+ОБЪЕКТ;
КОД=var4; ИМЯ=Контур; ТИП=1;

+ПАРАМЕТРЫ;
x1=0; y1=0;
x2=0; y2=14;
x3=2; y3=17;
x4=5; y4=17;
x5=5; y5=13;
x6=8; y6=13;
x7=8; y7=14;
x8=15; y8=14;
x9=15; y9=11;
x10=19.7; y10=11;
x11=19.7; y11=14;
x12=39.6; y12=14;
x13=40; y13=13;
x14=40; y14=0;
top1=1; top2=0;
top3=2; top4=0;
top5=3; top6=0;
top7=4; top8=0;
top9=5; top10=0;
top11=6; top12=0;
top13=7; top14=0;
top15=8; top16=0;
top17=9; top18=0;
top19=10; top20=0;
top21=11; top22=0;
top23=12; top24=0;
top25=13; top26=0;
top27=14; top28=0;
top29=1; top30=0;

N=14; Ntop=30;

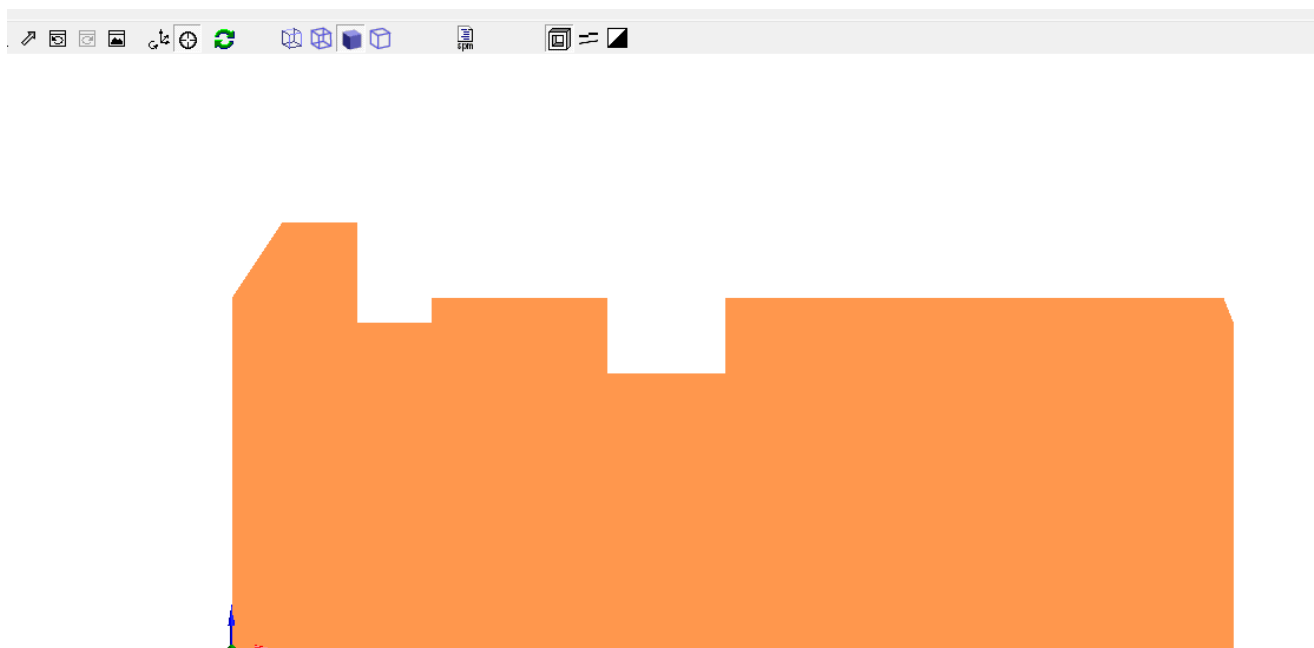


Рис10. Контур детали с заливкой Open GL

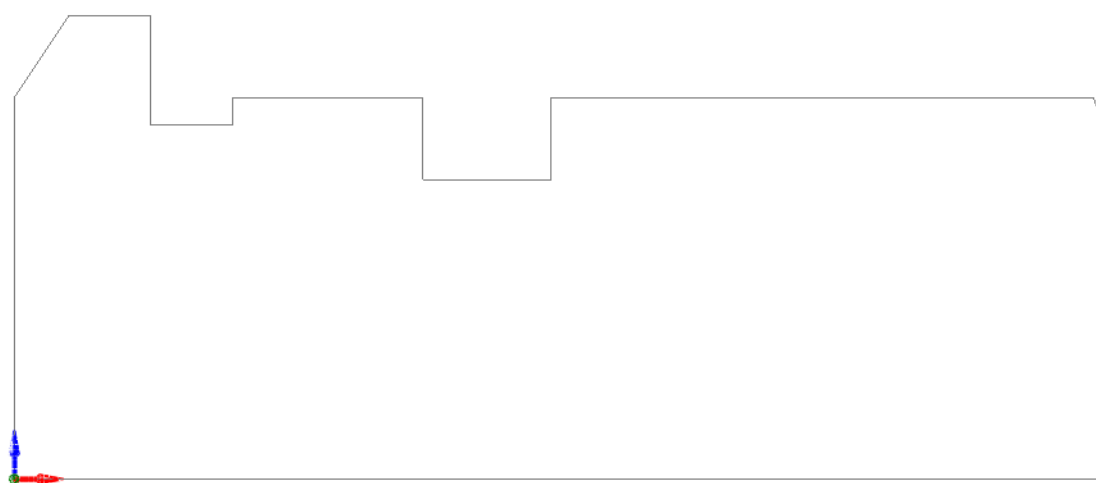


Рис11. Контур детали

Сформируем объемную деталь

```
+ОБЪЕКТ;  
КОД=var2_rotate; ИМЯ=Использование контура; ТИП=Д;  
  
+ЭЛЕМЕНТЫ;  
  ЭЛЕМЕНТ=00; ТИП=Ф;  
  ЭЛЕМЕНТ=k; КОД=var2;  
  ЭЛЕМЕНТ=t; КОД=rotate; ХС=0; УС=0; U=0; Х=0; У=0;  
u1=0; u2=360;  
  
+ПОЛОЖЕНИЕ;  
СВЯЗЬ=t-k;
```

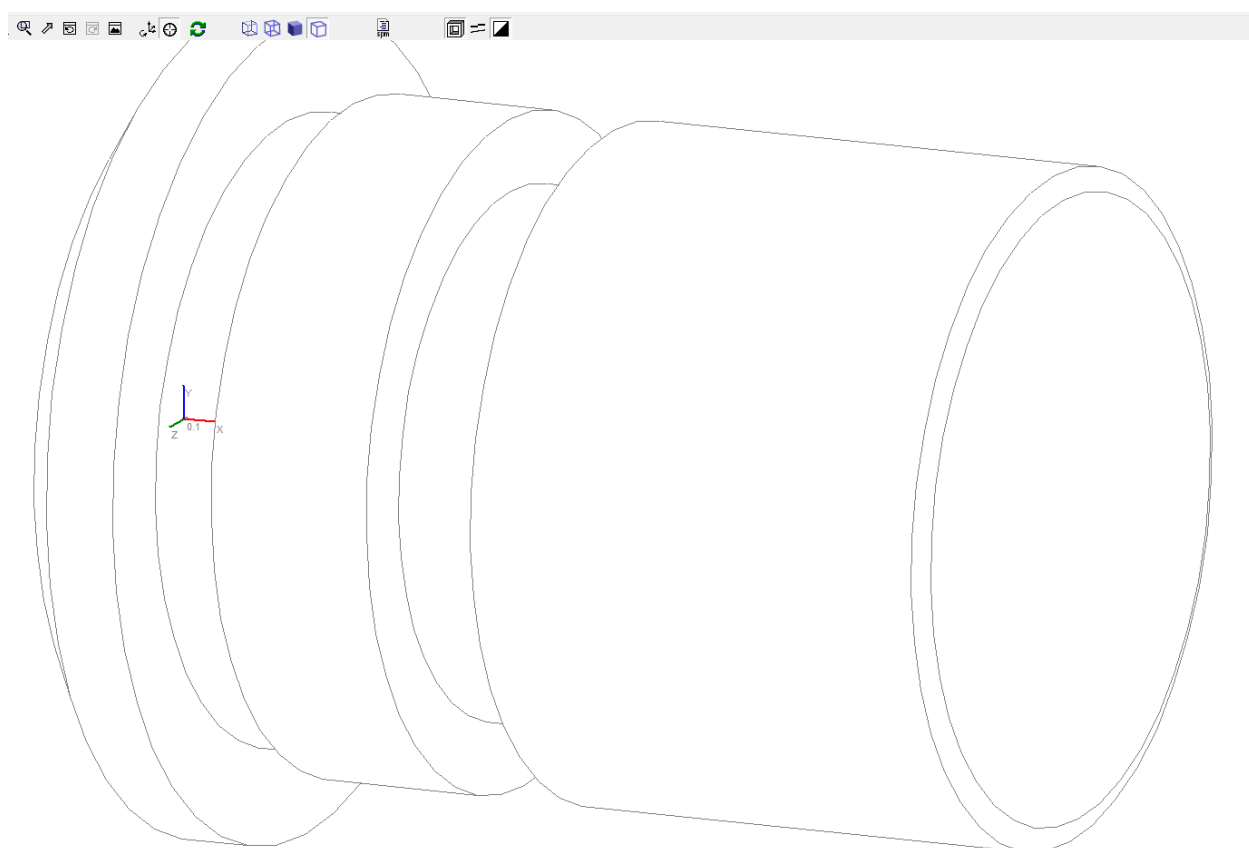


Рис10. Объемная деталь

6. Заключение

Инструментальные средства программного комплекса структурно-параметрического моделирования позволяют производить контроль параметров с помощью нанесения размеров, позволяет управлять значением параметров объекта и параметров положения его элементов, проводить параметрический анализ моделей с целью выявления рациональных сочетаний конструктивных характеристик создаваемых объектов,