

УДК 519.67

## ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ MATHCAD

Студент гр. 10306119 Науменко В. А.

*Научный руководитель – доцент Романюк Г. Э.*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Задача геометрического моделирования является важной областью машинной графики. Геометрическое моделирование широко применяется также в системах автоматизированного проектирования (САПР).

В алгоритмах геометрического проектирования фигурируют геометрические объекты, являющиеся исходными данными, промежуточными и окончательными результатами конструирования. Детали и узлы конструкции имеют самые разнообразные геометрические характеристики. Через геометрические характеристики детали вычисляются исходные геометрические параметры для функциональных моделей: масса, центр масс, моменты инерции, жесткость и демпфирование.

Геометрическая модель – совокупность сведений, однозначно определяющих форму геометрического объекта. Геометрические модели могут быть представлены совокупностью уравнений линий и поверхностей, алгебрологическими соотношениями, графами, списками, таблицами, описаниями на специальных графических языках.

При геометрическом проектировании геометрические модели применяются для описания геометрических свойств объекта конструирования (формы, расположения в пространстве); решения геометрических задач (позиционных и метрических); преобразования формы и положения геометрических объектов; ввода графической информации; оформления конструкторской документации.

Для геометрического моделирования могут применяться различные инструментальные средства. Существуют разнообразные специализированные САД-системы. Но большинство из них достаточно дороги, и не всегда требуется вся их мощность и широкий спектр возможностей.

Для моделирования относительно несложных объектов путем построения аналитических геометрических моделей с успехом можно применять средства компьютерной математики Mathcad и Matlab. Их основные достоинства при решении задач подобного рода: простота использования данных средств; легкость модификации как геометрии объектов, так и типоразмеров конкретного объекта; наглядность и быстрота представления результатов моделирования; интегрируемость этих

программных средств с другими. Систему Mathcad помимо этого отличает и удобный интерфейс. Из всех систем компьютерной математики только в ней все формулы и вычисления записываются на рабочем листе в привычном виде (не требуется использовать специальный язык).

Однако в Mathcad имеется ограничение на количество графиков, одновременно выводимых на одних координатных осях: их должно быть не более 16. То есть моделируемая деталь должна состоять не более чем из 16 графических примитивов.

Можно применить два способа параметрического описания объекта:

1) все параметры объекта выражаются через один параметр посредством математических уравнений.

Преимущества этого способа: а) быстрота изменения типоразмера объекта (достаточно изменить всего один параметр); б) при изменении размеров сохраняются пропорции объекта.

2) каждый параметр задается независимо от других.

Его преимущества: а) объект проще в описании; б) при изменении объекта (в конкретной прикладной задаче) иногда требуется изменить не все размеры объекта, а только некоторые из них.

Параметры являются изменяемыми величинами (переменными). Изменяя их, мы изменяем размеры заданного объекта.

Рассмотрим применение программного средства Mathcad для задач геометрического моделирования на конкретных примерах.

В качестве примера использования первого из вышеназванных способов параметрического описания геометрического объекта построим в среде Mathcad следующий объект (рис. 1):

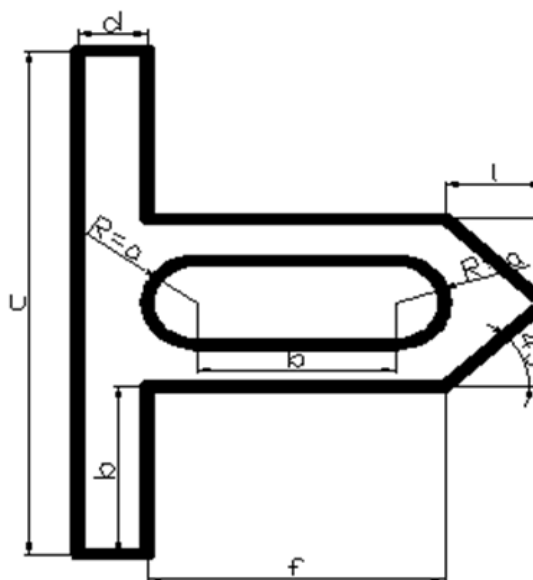


Рис. 1. Моделируемый объект

Все параметры выразим через один параметр  $a$ :  $b = 4 \cdot a$ ,  $c = 12 \cdot a$ ,  $d = 1,6 \cdot a$ ,  $e = 2 \cdot a$ ,  $f = 5 \cdot a$ .

В рабочей области Mathcad набираем изменяемый параметр  $a$ . Для построения объектов различных типоразмеров присваиваем ему необходимые конкретные значения. Под ним набираем остальные параметры, выраженные через  $a$ . Затем под параметрами задаются пределы изменения переменных, участвующих в построении детали. Далее набираются функции, описывающие конкретные участки геометрического объекта (графические примитивы). Функции также можно задавать непосредственно на осях графика.

Следующий этап – построение чертежа заданного объекта. Для этого вызываем команду меню Вставка → График → Декартов график, задаем на осях переменные и функции и получаем изображение объекта (рис. 2). На данном рисунке изображен объект, построенный при значении  $a = 15$ .

Реализацию второго способа параметрического описания объекта рассмотрим на следующем примере (рис. 3).

Придадим параметрам конкретные значения:

$a = 60$ ,  $b = 100$ ,  $c = 120$ ,  $d = 180$ ,  $e = 60$ ,  $f = 50$ ,  $g = 10$ ,  $k = 40$ ,  $m = 160$ ,  $n = 270$ ,  $s = 40$ .

Осуществляем построение данного объекта в среде Mathcad.

На рабочем листе Mathcad набираем параметры. Присваивая им конкретные значения, в результате построения получаем объект определенных размеров. Затем задаются пределы изменения переменных и далее процесс построения происходит аналогично рассмотренному выше. Результат построения представлен на рис. 4.

```

a := 15
b := 4·a    c := 12·a    d := 1.6·a    e := 2·a    f := 6·a
x := -6·a, -5.99·a.. 6·a    b := -6·a, -5.99·a.. -2·a
e := 0, 0.01·a.. 1.6·a    y := 1.6·a, 1.61·a.. 7.6·a
i := 6.6·a, 6.61·a.. 7.6·a    c := 7.6·a, 7.61·a.. 9.6·a
t := 11.5·a, 11.51·a.. 13·a    r := 2·a, 2.01·a.. 6·a
d := 0, 0.01·a.. 2.6·a    f := 2.6·a, 2.61·a.. 6.6·a

```

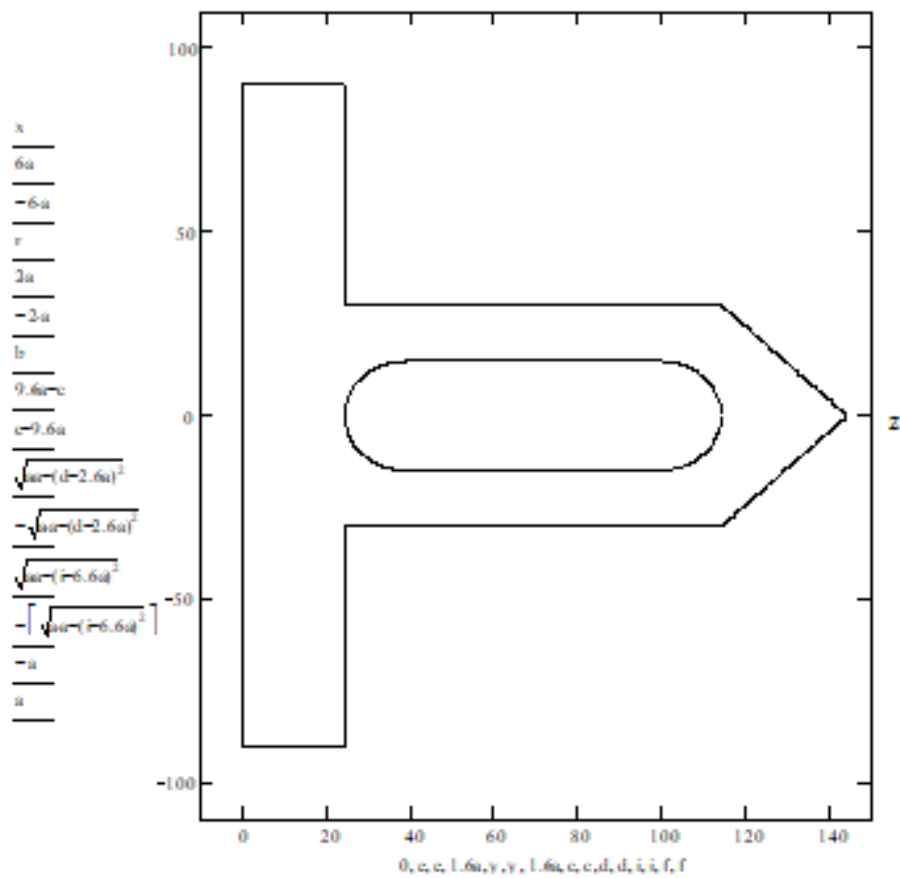


Рис. 2. Реализация первого способа

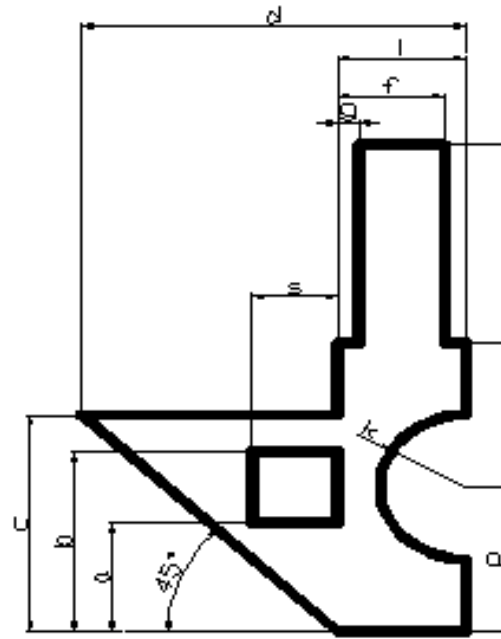


Рис. 3. Параметризованный объект

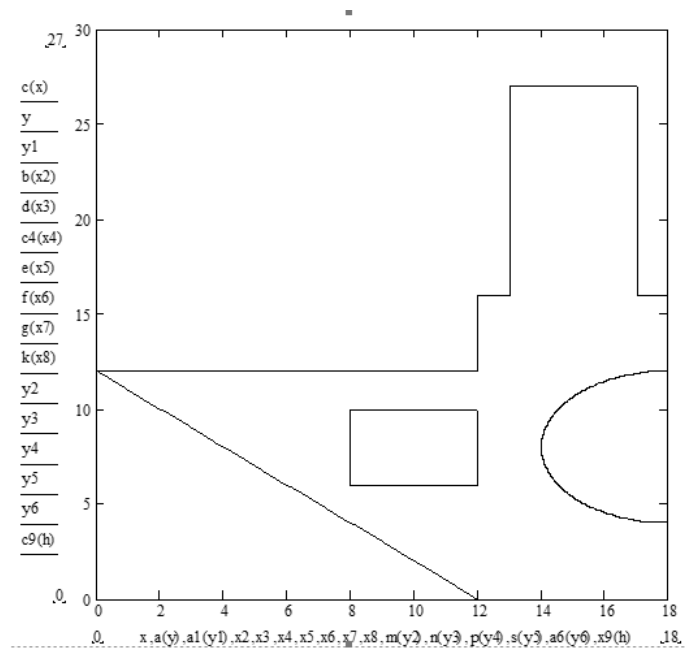


Рис. 4. Реализация второго способа

Существует еще один способ построения геометрического объекта (с помощью матриц).

Создание окружностей производится через функции  $t_{(\text{переменная})} = 2\pi * (\text{переменная}) / 360$ . Если существует необходимость в создании

обрезанной окружности (с отсутствующим сектором), то при задании переменной (по умолчанию  $0 \dots 360$ ) указывается требуемый угол, который и будет отображен (например,  $0 \dots 270$  – на графике будет отсутствовать часть окружности на промежутке с  $270$  до  $360$  градусов). Создание контуров фигур производится путем транспонирования матриц Вставка → Матрица → Транспозиция матрицы, внутри которых расписываются координаты точек контура, по которым последовательно будет проходить линия, вычерчивающая график (сами матрицы создаются Вставка → Матрица → Матрица).

Функции также можно задавать непосредственно на осях графика.

Для этого способа геометрические значения примут следующий вид:  $r=1$ ,  $b=c=10$ ,  $d=2$ ,  $f=12$ . Угол фасок не указывается, так как его значение регулируется координатами точек контура.

Следующий этап – построение чертежа заданного объекта. Для этого вызываем команду меню Вставка → График → Декартов график (X-Y График), задаем на осях переменные и функции и получаем изображение объекта (рис. 5).

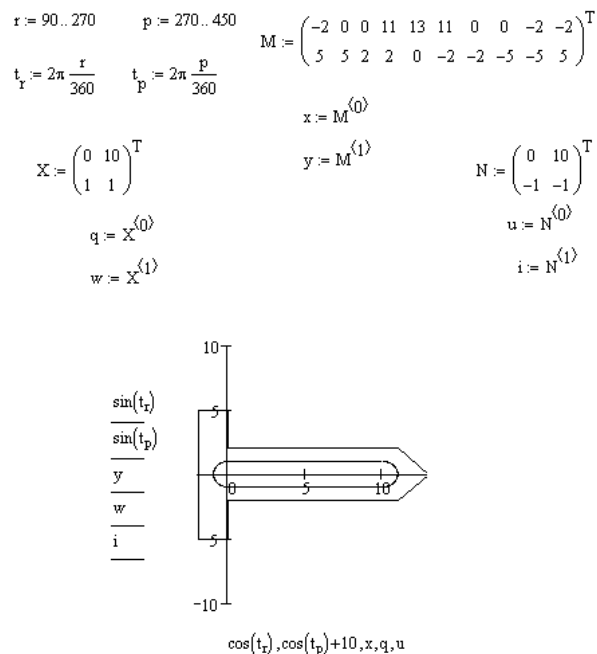


Рисунок 5 – Геометрическое моделирование матричным способом

Интегрируемость системы Mathcad с другими программными средствами позволяет использовать результаты моделирования в различных документах и программных средах. Построенные объекты можно сохранять

как графические изображения, можно помещать в другие документы, можно обрабатывать в различных графических редакторах.

*Литература*

1. Трудоношин, В.А. Системы автоматизированного проектирования, кн. 4. Математические модели технических объектов / В.А. Трудоношин, Н.В. Пивоварова - Мн., Вышэйшая школа, 1988, 192 с.
2. Ивановский, Р.И. Компьютерные технологии в науке и образовании. Практика применения систем MathCAD / Р.И. Ивановский - М., Высшая школа, 2003, 343 с.