

№ лекции	Темы лекционных занятий
1	Методы и технологии конструирования изделий.
2	Основы геометрического моделирования деталей.
3	Поверхностное моделирование объектов.
4	Твёрдотельное моделирование объектов.
5	Моделирование объёмных сборок.
6	Инженерный анализ методом конечных элементов.
7	Методы и технологии прототипирования
8	Операционные технологические процессы для обработки на станке с ЧПУ.
9	Особенности 5-координатной обработки.

# **Основы геометрического моделирования деталей**

- Поверхностное моделирование объектов.*
- Построение каркаса модели.*
- Системы координат.*
- Способы моделирования линий в пространстве.*
- Способы моделирования поверхностей.*

# 3 Поверхностное моделирование объектов

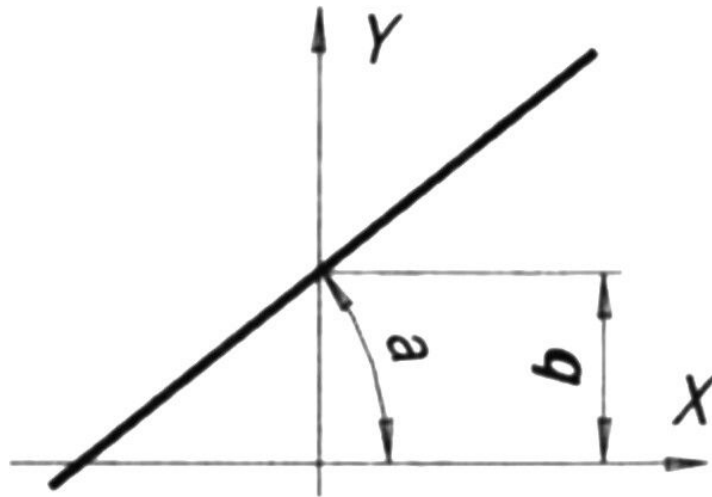
При геометрическом моделировании применяется ограниченное количество базовых элементов, называемых объектами или *примитивами*:

- **двумерные объекты** (точки, прямые, отрезки прямых, окружности и их дуги, различные плоские кривые и контуры);
- **поверхности** (плоскости, поверхности, представленные семейством образующих, поверхности движения, криволинейные поверхности);
- **объемные примитивы** (параллелепипеды, призмы, пирамиды, конусы, произвольные многогранники).

Характерные точки геометрической модели задают координатами в декартовой системе так называемой «*мировой*» (*глобальной, исходной*) *системе координат* (МСК, в англоязычных версиях — WCS), дающей начало отсчета. Относительно этой системы конструктор может задать произвольное количество *дополнительных «пользовательских» (локальных) систем координат* (ПСК— ICS).

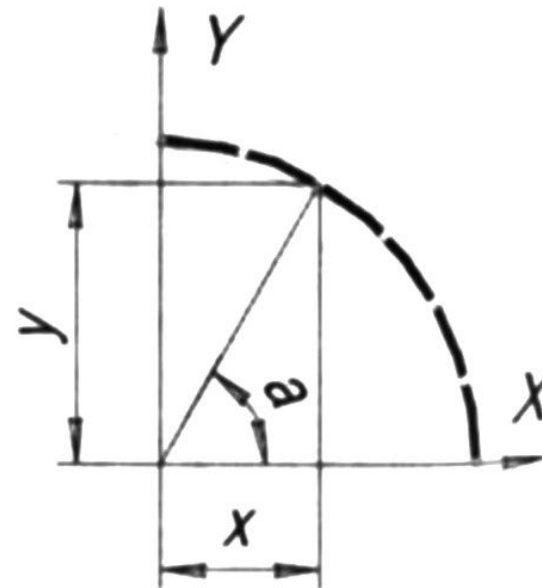
# 3.1 Моделирование линий

В геометрическом моделировании все линии принято называть обобщающим термином «*кривые*».



$$y = ax + b$$

$a$



$$x = \cos a; y = \sin a;$$
$$0 \leq a \leq \pi/2$$

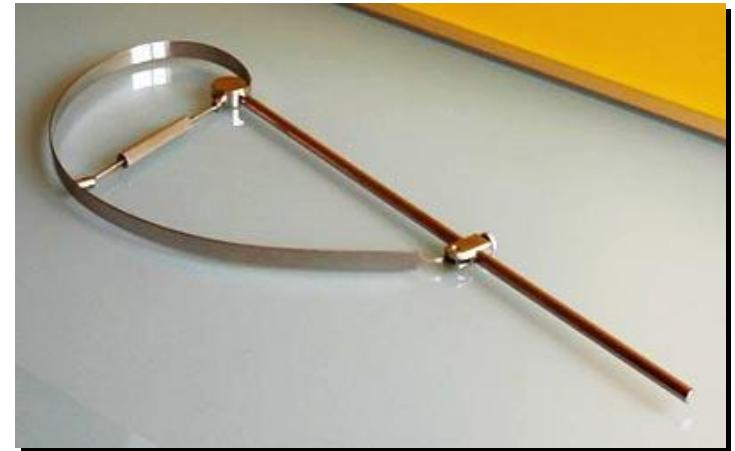
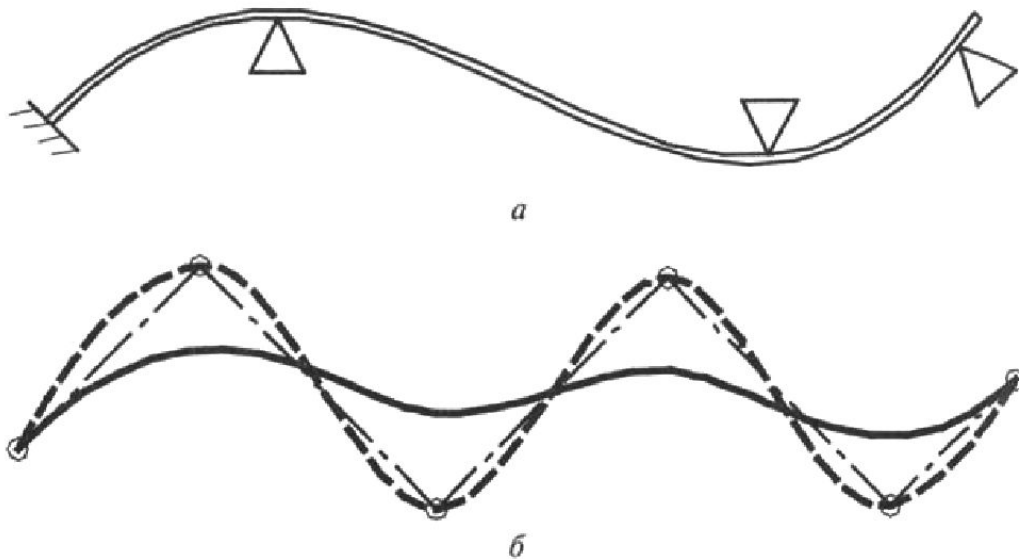
$b$

Пример задания непараметрической (а) и параметрической (б) кривых

# Произвольные кривые

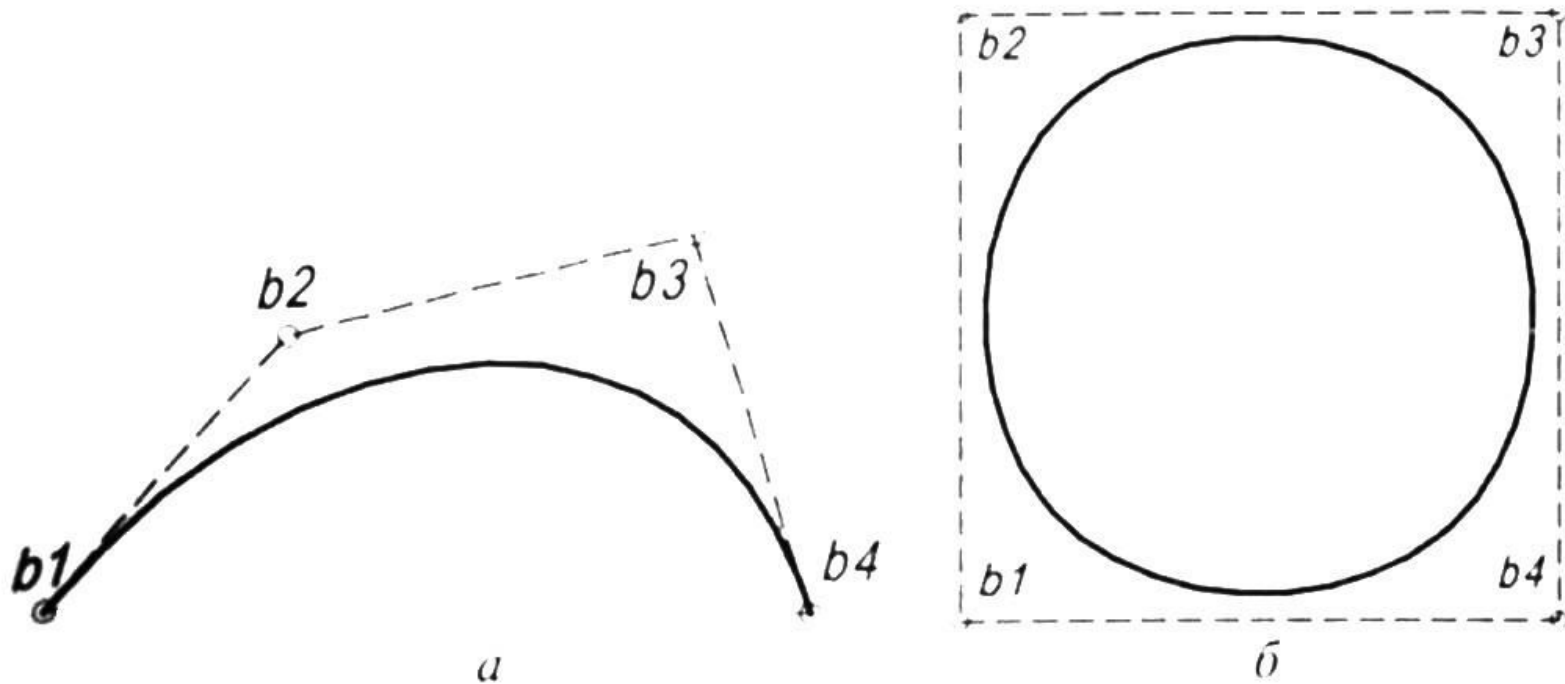
**Произвольные кривые** – линии, для которых неизвестна аналитическая формула. Для их моделирования используется специальный математический аппарат, основанный на теории *сплайнов*.

**Сплайнами** в геометрическом моделировании называют параметрические кривые, задаваемые последовательностью точек (точечно-заданные линии).

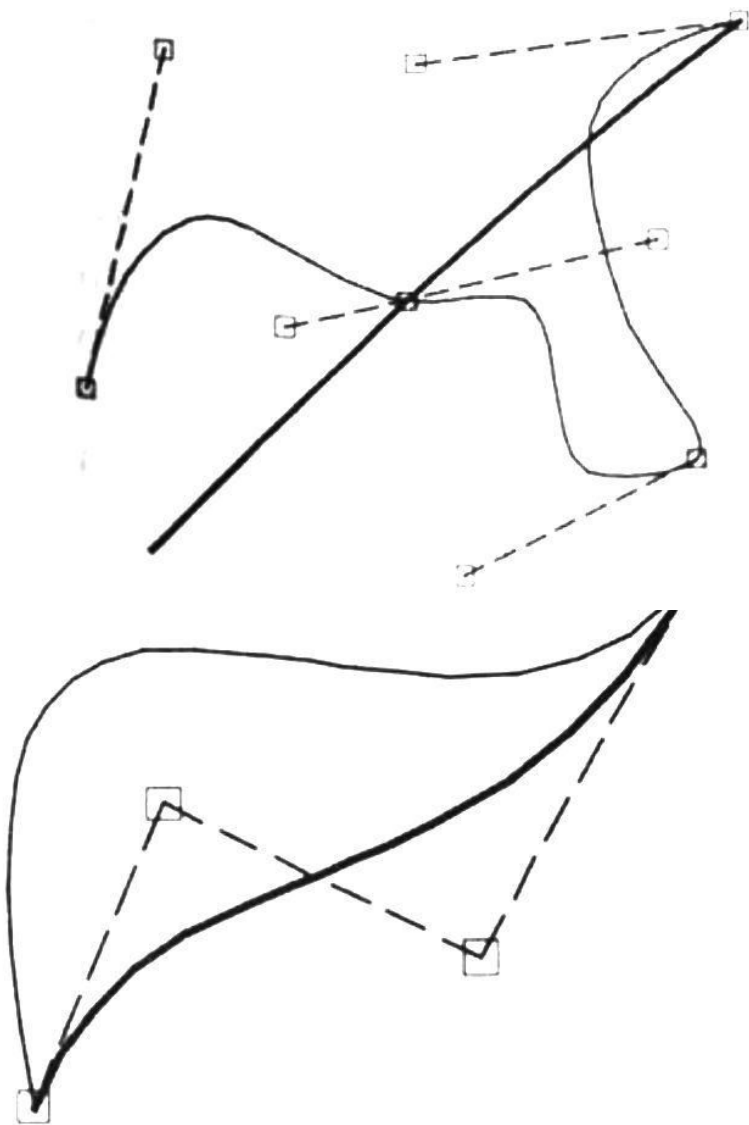


*а* – физический сплайн (гибкое лекало – полоса металла, используемая для черчения кривых линий); *б* – кубический сплайн, NURBS-кривая

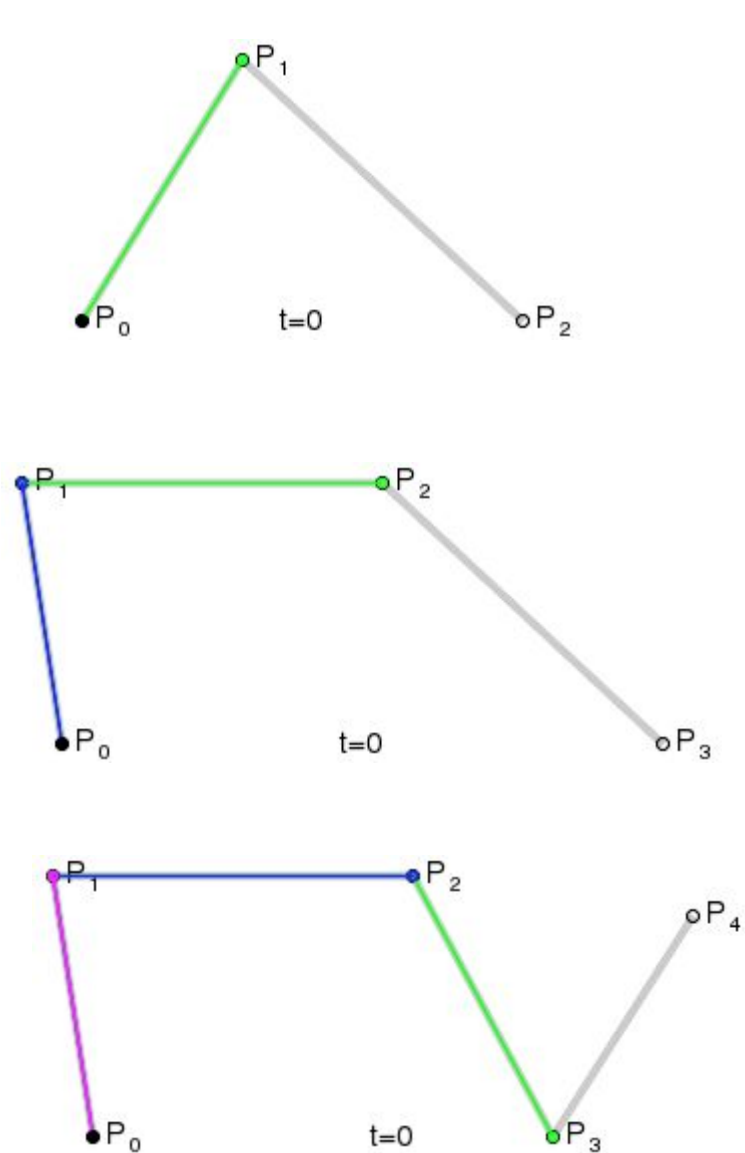
Разновидности сплайнов – кривые Безье и NURBS – обладают высокой степенью гладкости и легко вычисляются.



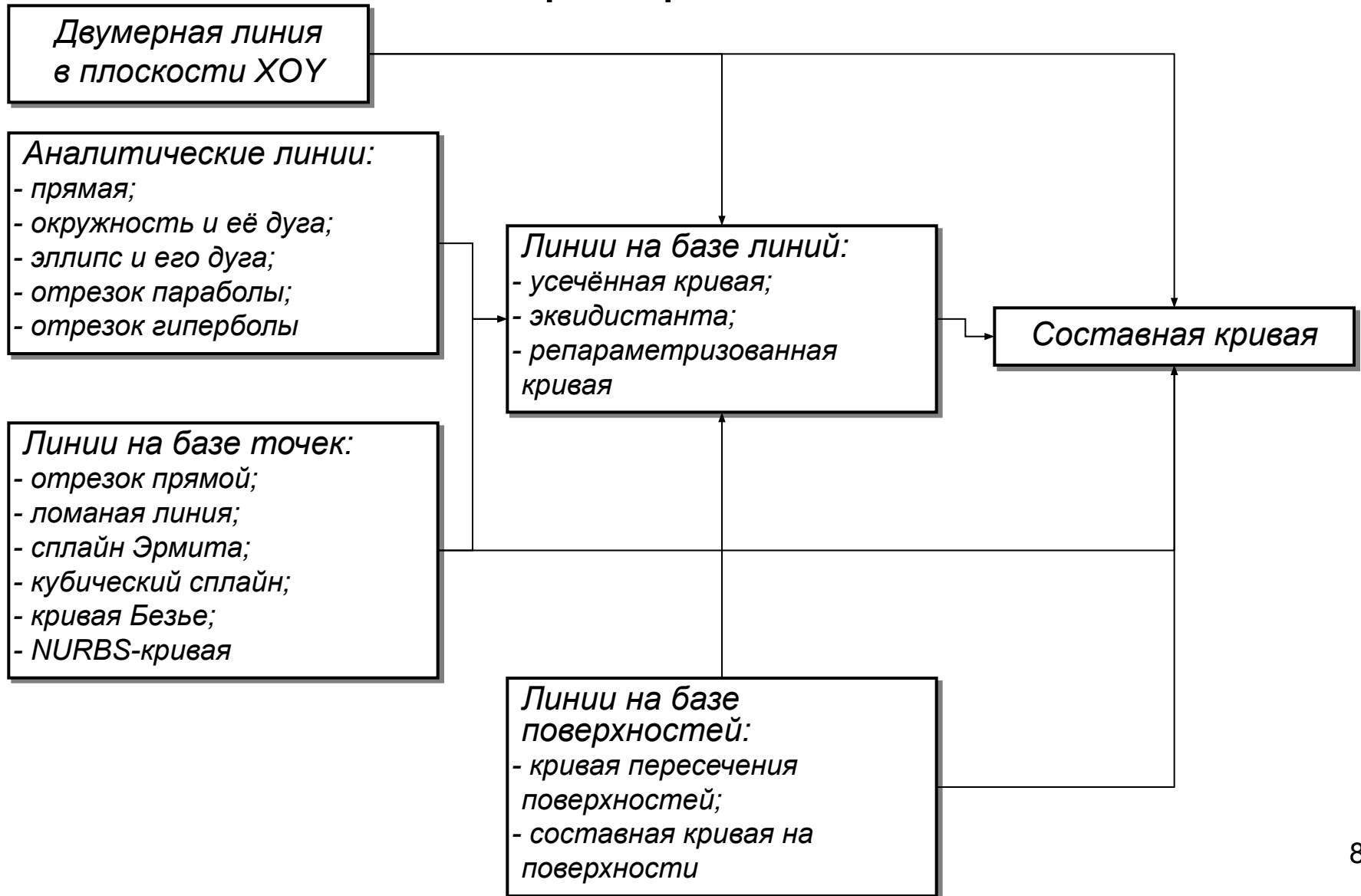
а – кривая Безье и вершины определяющего многоугольника,  
(б) – замкнутая NURBS-кривая, вписанная в прямоугольник



гладкими кривыми с помощью опорных точек («буксировщиков»)



# Классификация способов моделирования линий в пространстве

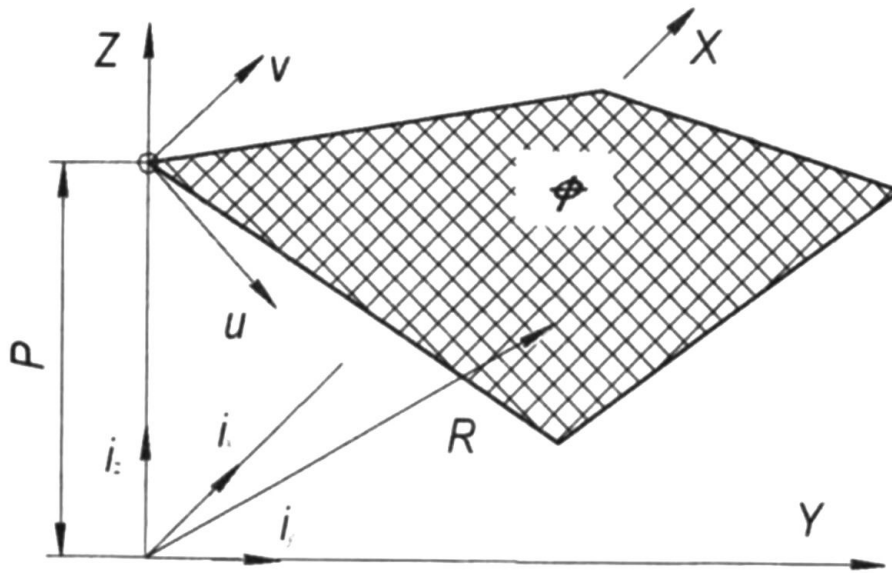




## 3.2 Построение поверхностей

**Поверхности**, как и линии, являются математическими абстракциями, необходимыми для моделирования объемных объектов.

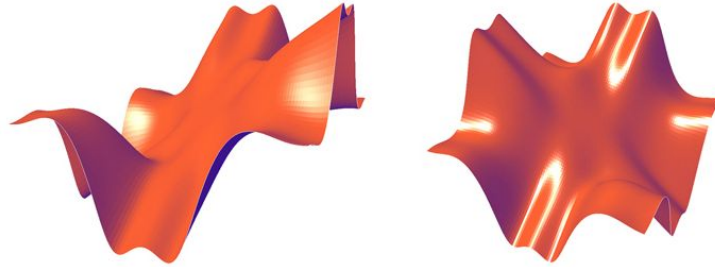
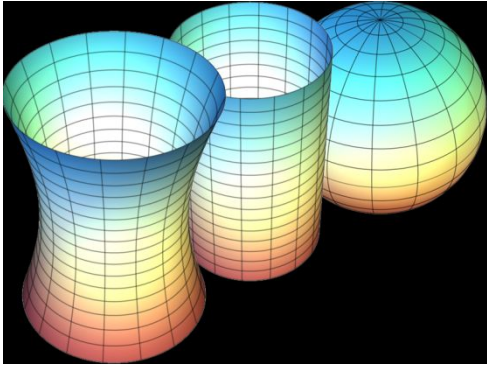
Поверхности описываются с помощью скалярных величин, векторов, линий или порождаются другими поверхностями.



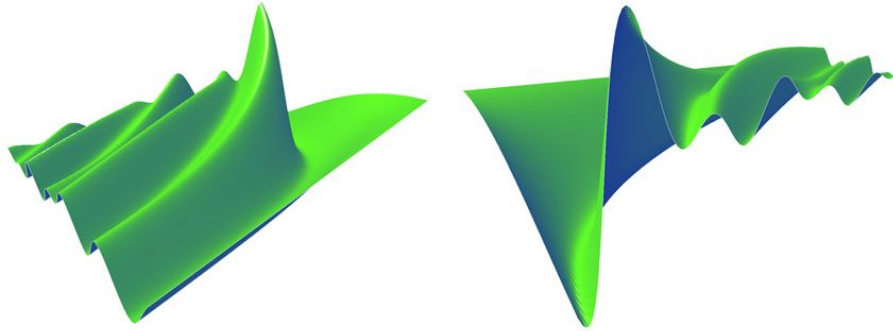
Параметрическое описание плоскости



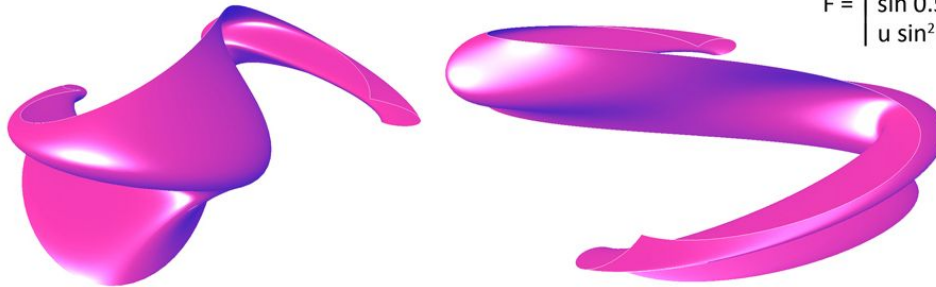
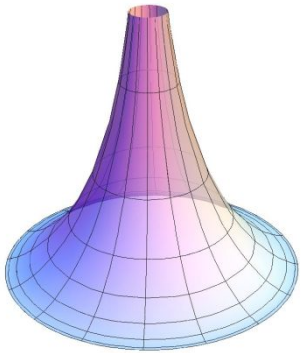
# Аналитические поверхности



$$F = \frac{x \sin 0,75 (1 + y^2)}{1 + y^4} + \frac{y \sin 0,8 (1 + x^2)}{1 + x^4}$$



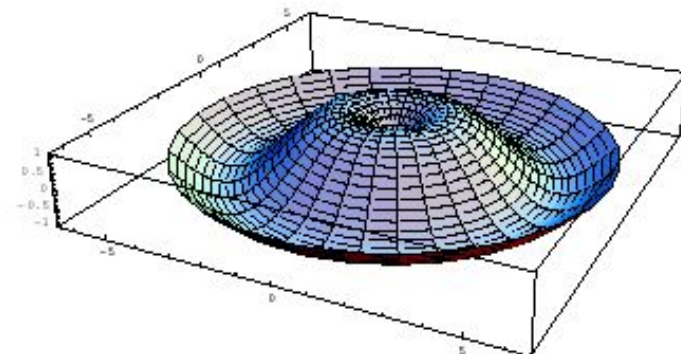
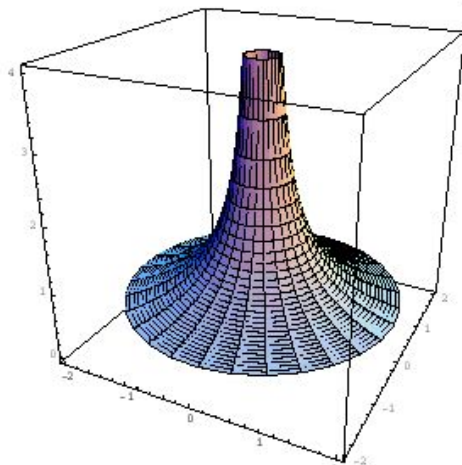
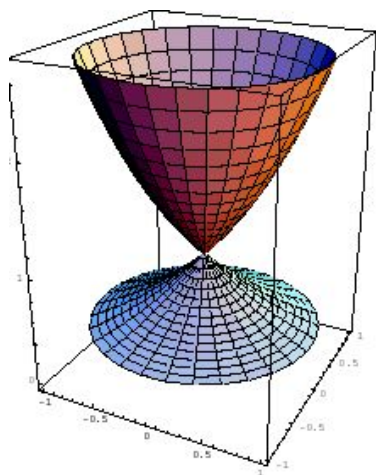
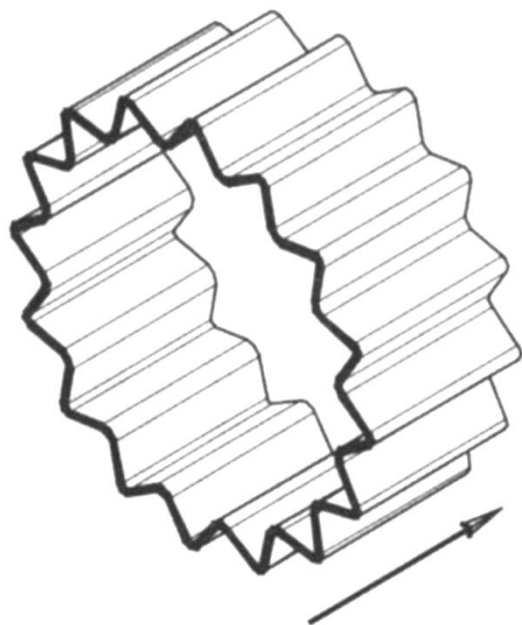
$$F = \frac{\cos(x y) \sin(x y) \sin(\Pi x^2 y)}{x y}$$



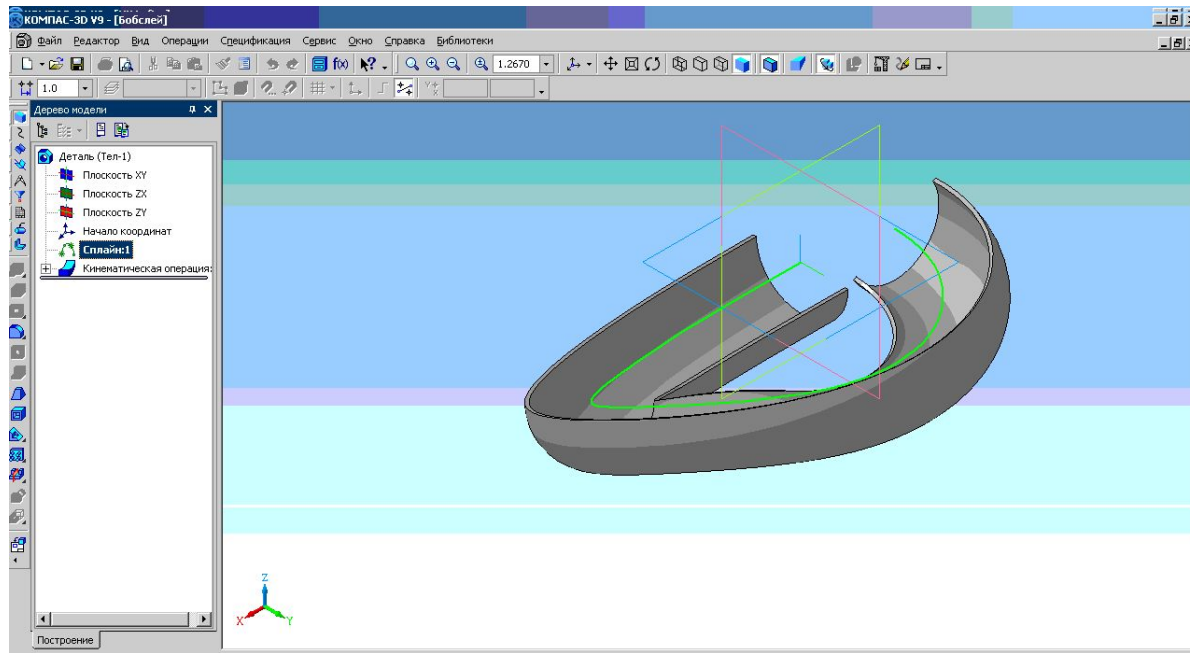
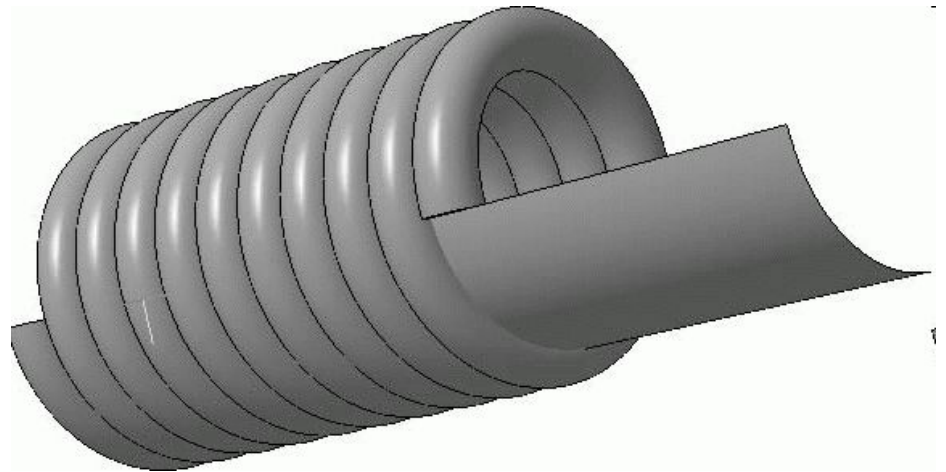
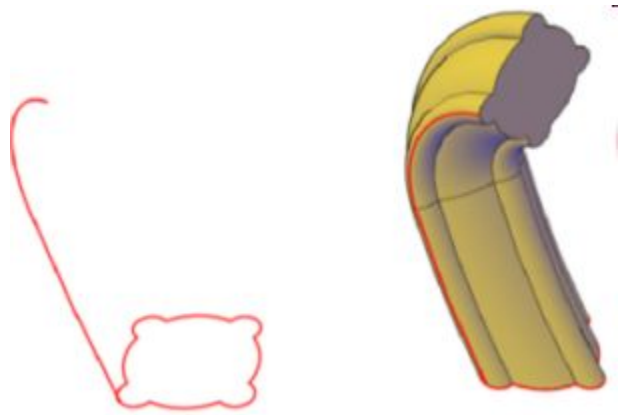
$$F = \begin{cases} \cos v \sin v (R - u \cos 0.75 u) \\ \sin 0.5v \sin v (R - u - u \sin 0.75 u) \\ u \sin^2 0.5v \end{cases}$$

Примеры аналитических поверхностей

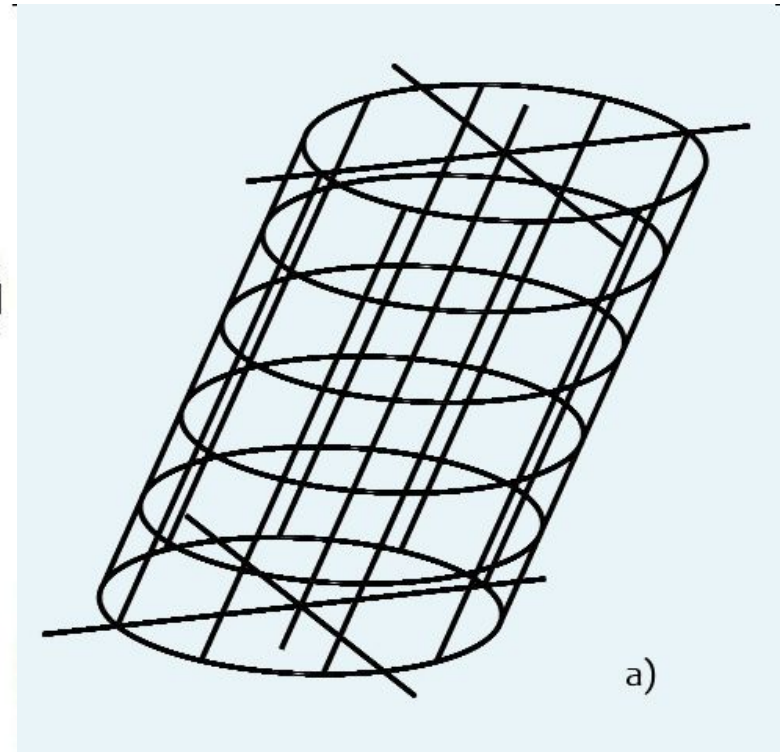
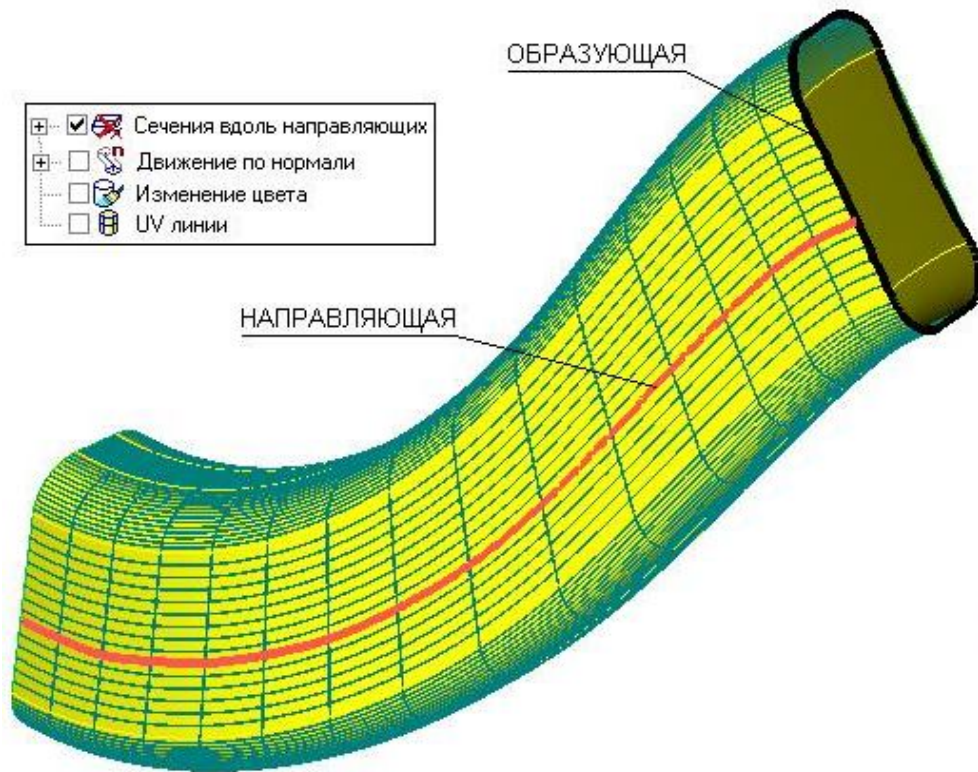
# Поверхности движения



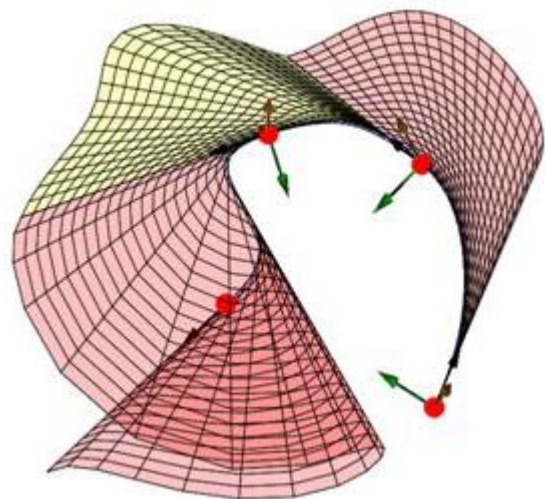
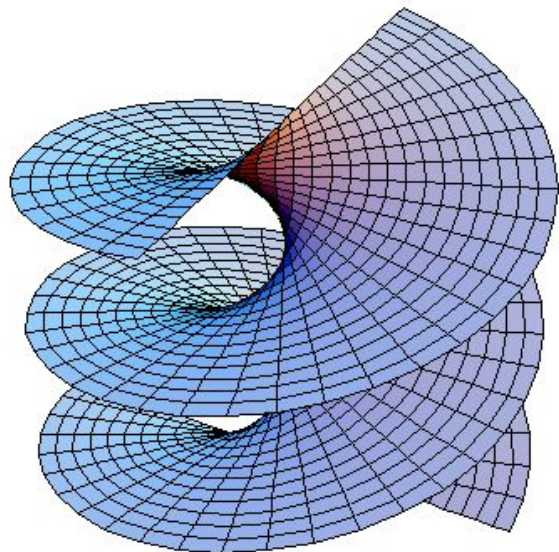
# Кинематические поверхности



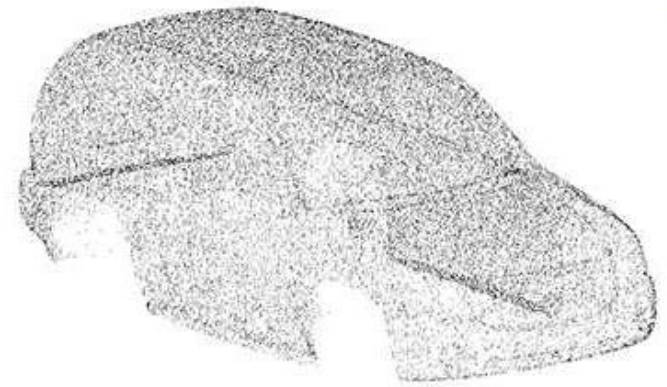
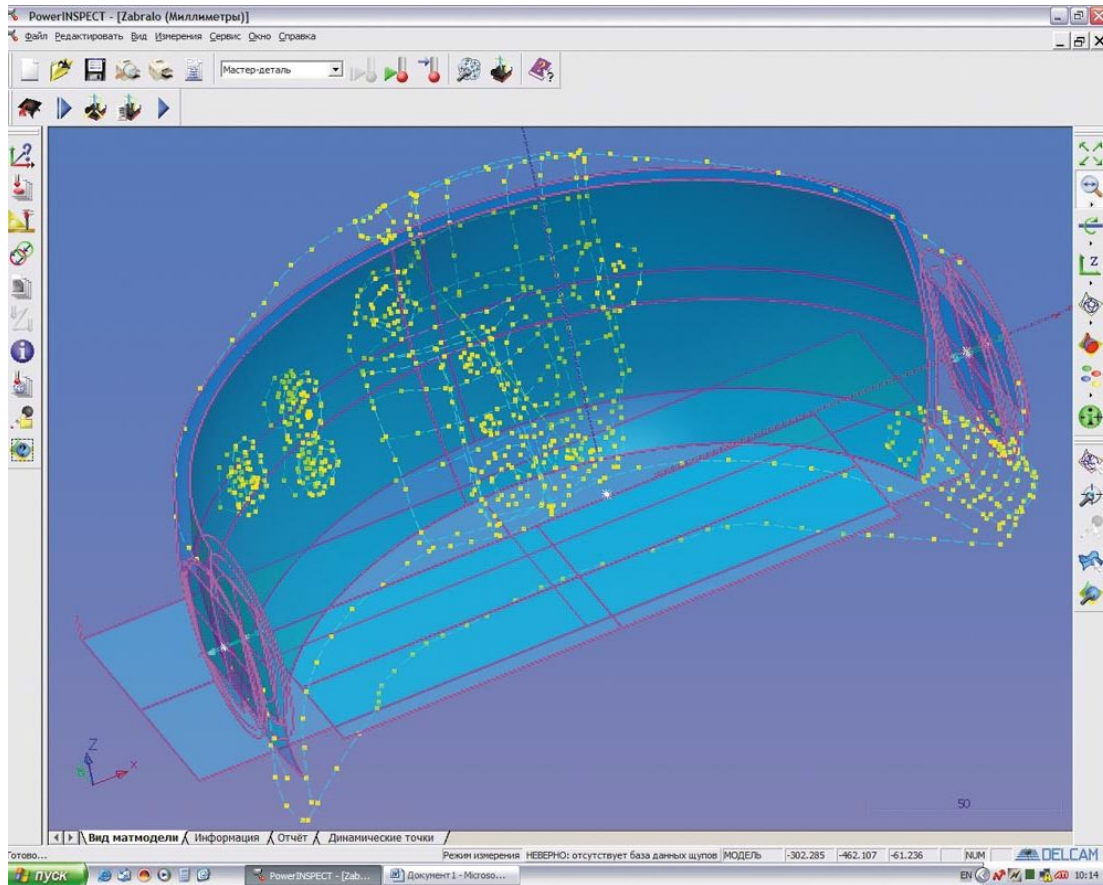
# Поверхности заметания и сдвига



# Линейчатые поверхности



# Облако точек



# Плоскогранные (фасеточные) поверхности

