

№ 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

- Понятие геометрической модели.
- Исторический обзор систем геометрического моделирования.
- Современные концепции геометрического моделирования.
- Математические основы геометрических моделей.
- Классификации геометрических моделей.

# ***Геометрическая модель***

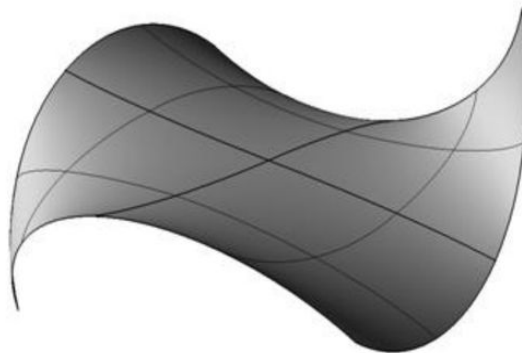
***Модель*** – такое представление данных, которое наиболее адекватно отражает свойства реального объекта, существенные для процесса проектирования.

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

# Основные вехи в создании математических основ современных геометрических моделей

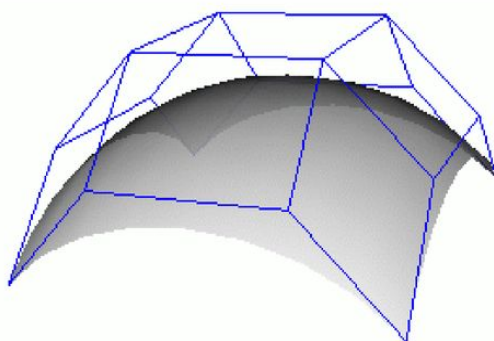
- Изобретение станка с ЧПУ – начало 50-х годов (Массачусетский технологический институт - MIT) – **необходимость создания цифровой модели детали**
- Создание «**скульптурных поверхностей**» (потребности авиа и автомобилестроения) – для **Citroen** математик **Поль де Кастельжо** предложил построить гладкие кривые и поверхности по набору контрольных точек – будущие кривые и поверхности Безье – **1959г.** Результаты работы опубликованы в **1974г.**

- **Билинейный лоскут** (*bilinear patch*) – гладкая поверхность, построенная по 4-м точкам.
- **Билинейный лоскут Кунса** (поверхность Кунса – *Coons patch*) – гладкая поверхность, построенная по 4-м граничным кривым – автор **Стивен Кунс** – профессор MIT – 1967г. **Кунс** предложил использовать рациональный полином для описания конических сечений



- **Сазерленд** – ученик **Кунса** разработал **структуры данных** для будущих геометрических моделей, предложил ряд алгоритмов, решающих задачу визуализации

- Создание поверхности, контролирующей гладкость между граничными кривыми, **поверхность Безье – автор *Пьер Безье*** – инженер компании Renault – 1962г. Основой для разработки таких поверхностей были кривые и поверхности **Эрмита**, описанные французским математиком - ***Шарлем Эрмитом*** (середина 19 века)



- **Использование сплайнов** (кривые, степень которых не определяется числом опорных точек, по которым она строится) в геометрическом моделировании. **Исаак Шенберг(1946г.)** дал их теоретическое описание. **Карл де Бур и Кокс** рассмотрели эти кривые применительно к геометрическому моделированию – их название B-сплайны – **1972г.**

- **Использование NURBS** (рациональные B-сплайны на неравномерной сетке параметризации) в геометрическом моделировании – **Кен Версприл** (Сиракузский Университет), затем сотрудник **Computervision -1975г.** NURBS впервые использовал **Розенфельд** в системе моделирования **Alpha1** и **Geomod – 1983г.**
- Возможность описания всех типов конических сечений с помощью рациональных B-сплайнов – **Юджин Ли – 1981г.** Данное решение найдены при разработке САПР **TIGER**, используемой в авиастроительной компании **Boeing**. Этой компанией было предложено включить **NURBS** в формат **IGES**
- Разработка **принципов параметризации** в геометрическом моделировании, введение понятия **фичерс** (future) – **С. Гейзберг**. Первопроходцы – **PTC (Parametric Technology Corporation)**, первая система, поддерживающая параметрическое моделирование – **Pro/E -1989г.**



# Математические знания, необходимые для изучения геометрических моделей

- Векторная алгебра
- Матричные операции
- Формы математического представления кривых и поверхностей
- Дифференциальная геометрия кривых и поверхностей
- Аппроксимация и интерполяция кривых и поверхностей
- Сведения из элементарной геометрии на плоскости и в пространстве

# Основные концепции моделирования в настоящее время

## 1. *Flexible engineering (гибкое проектирование):*

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

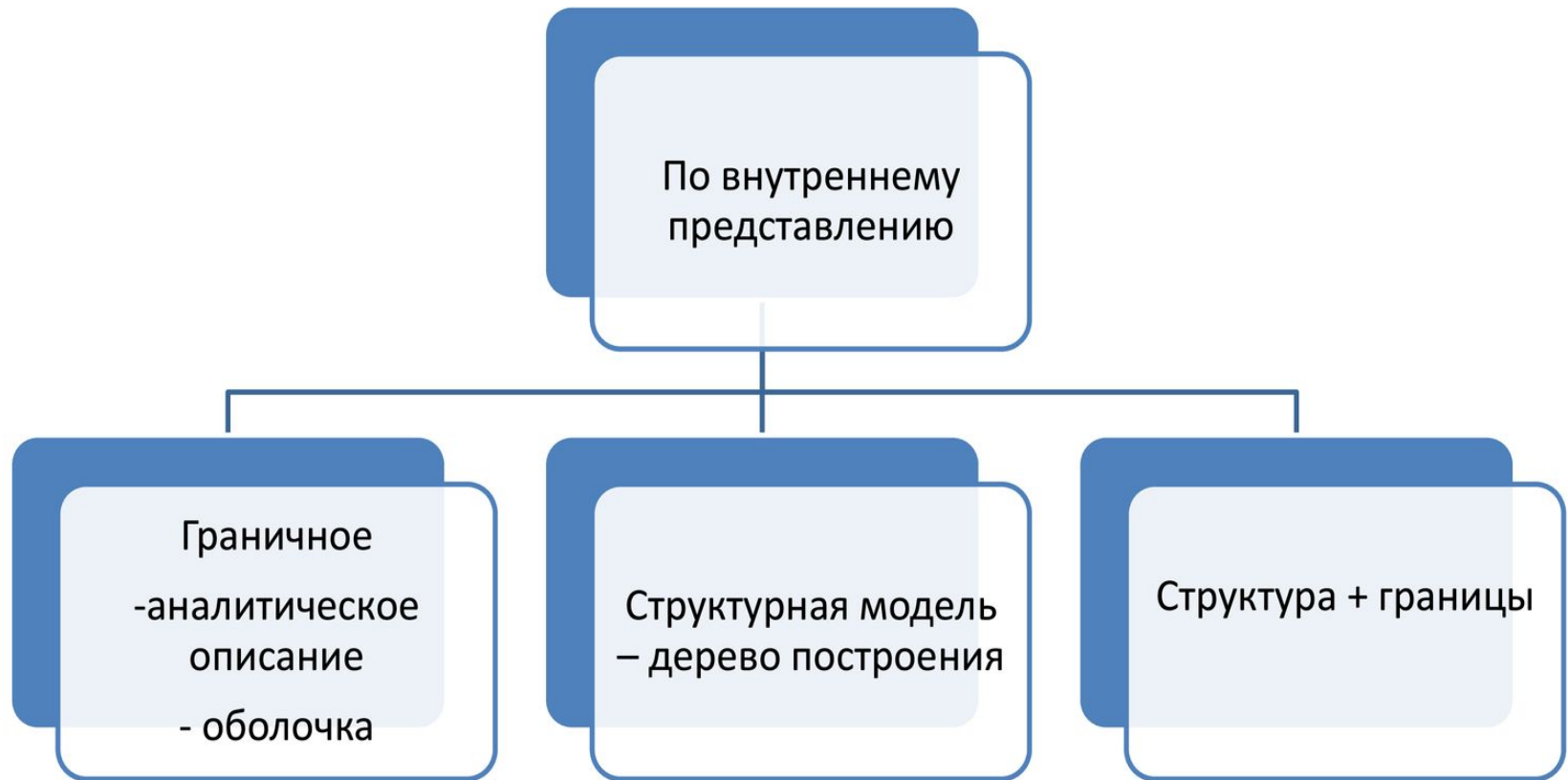
## 2. *Поведенческое моделирование*

- ✓ 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

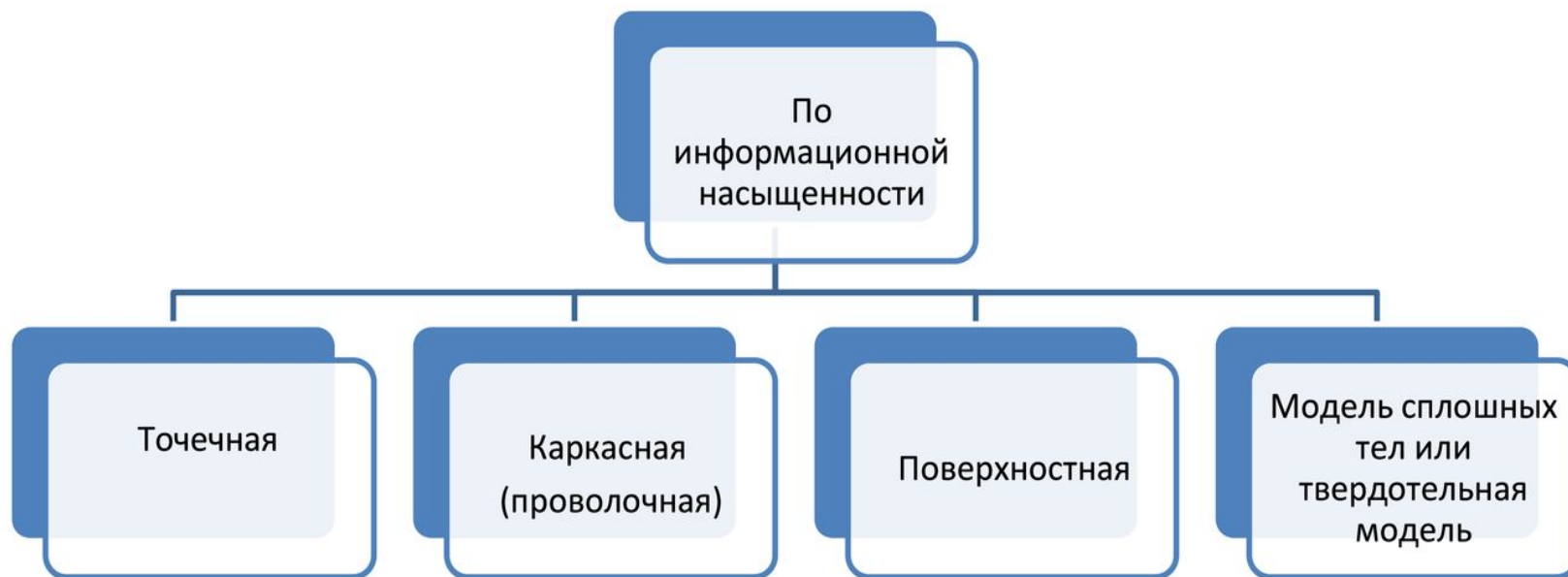
# Классификация геометрических моделей по внутреннему представлению



# Классификация по способу формирования

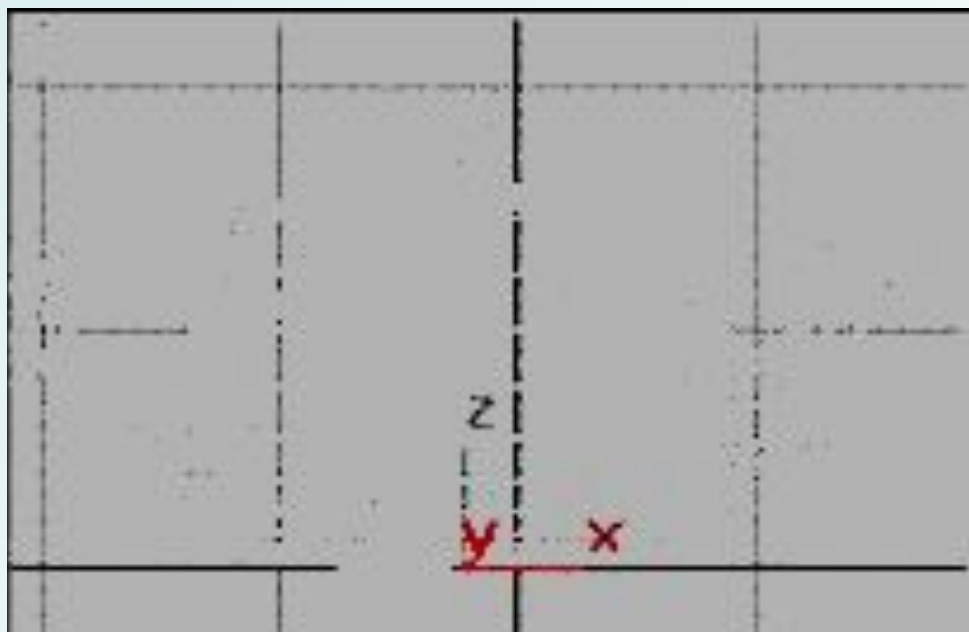


# Классификация геометрических моделей по информационной насыщенности

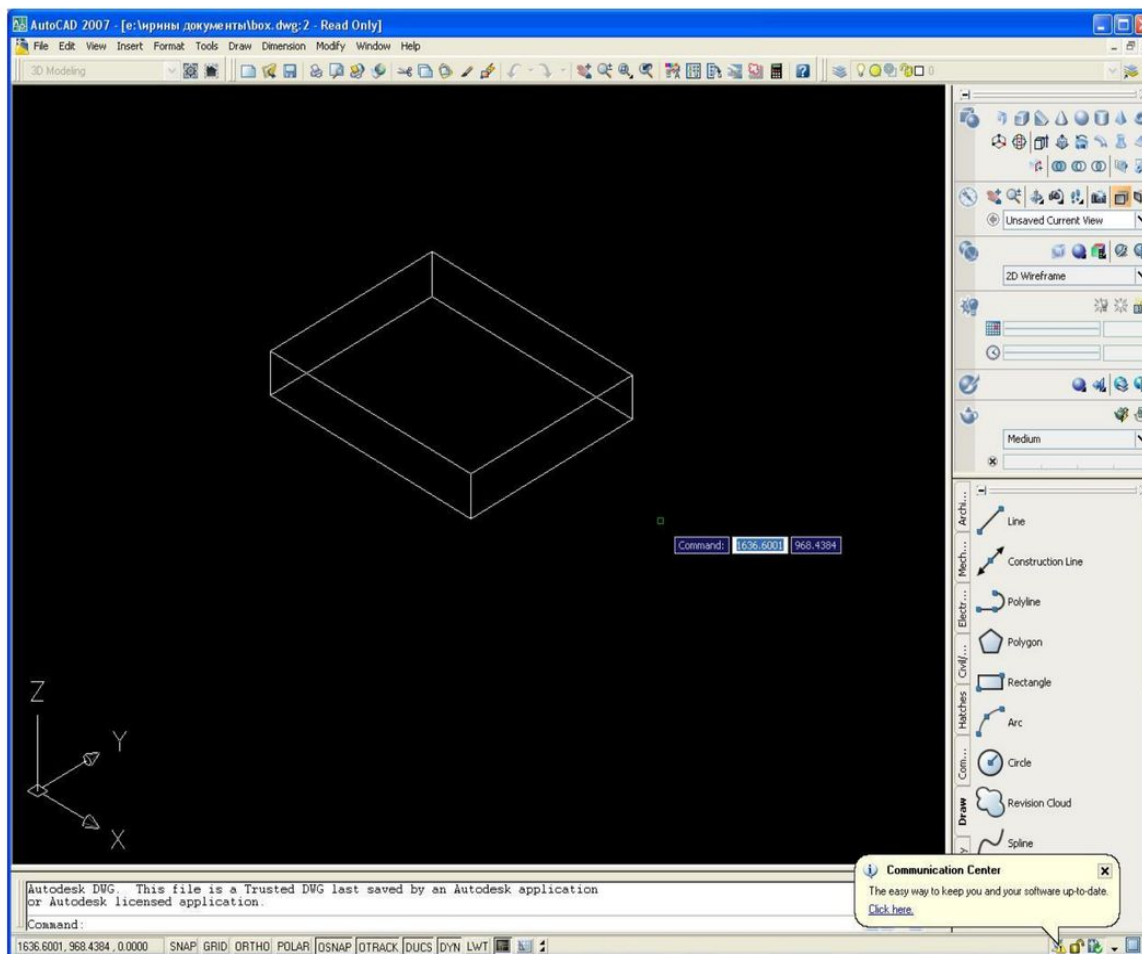


# Способы описания геометрии

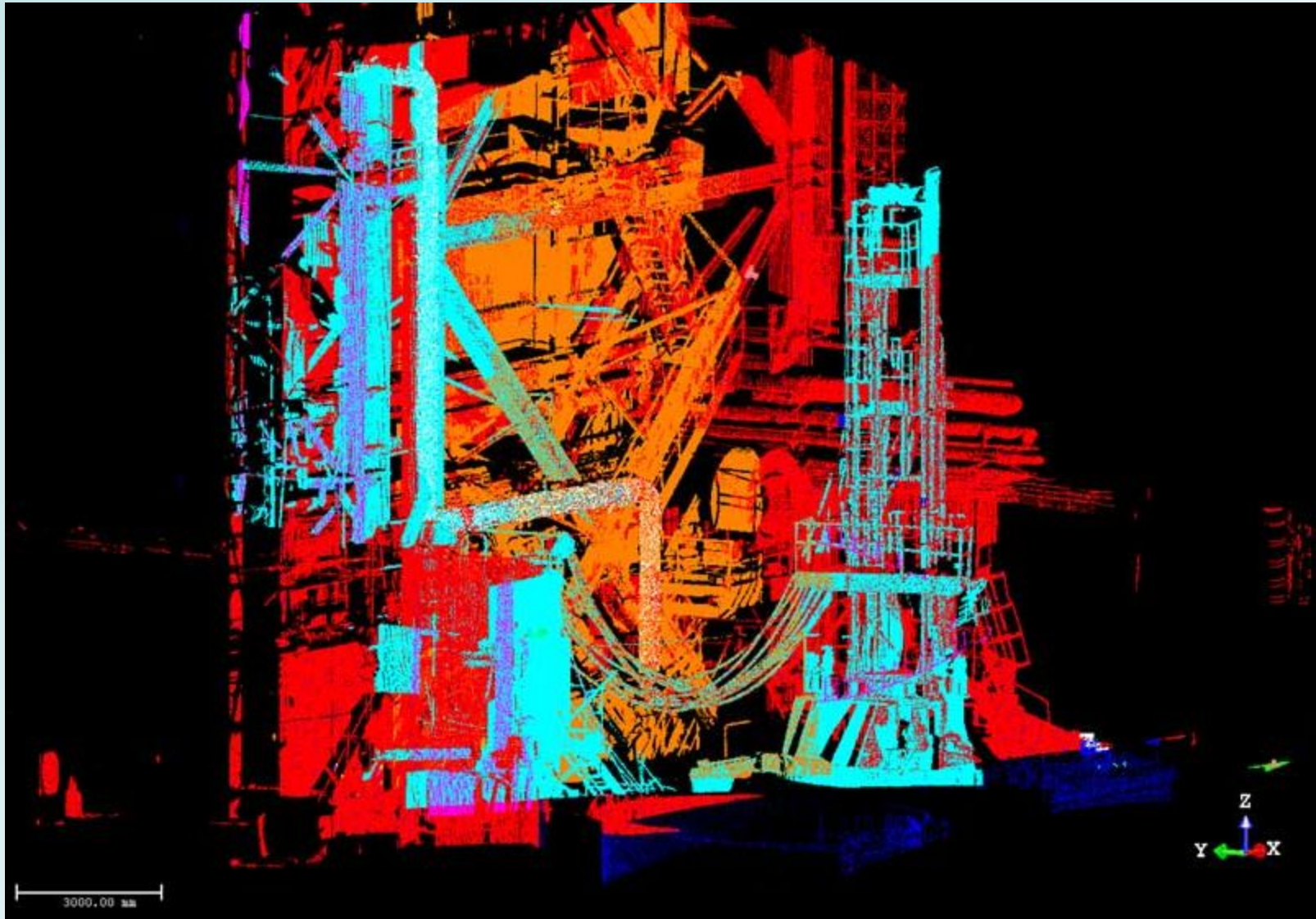
## 1. Проволочная (каркасная) модель.



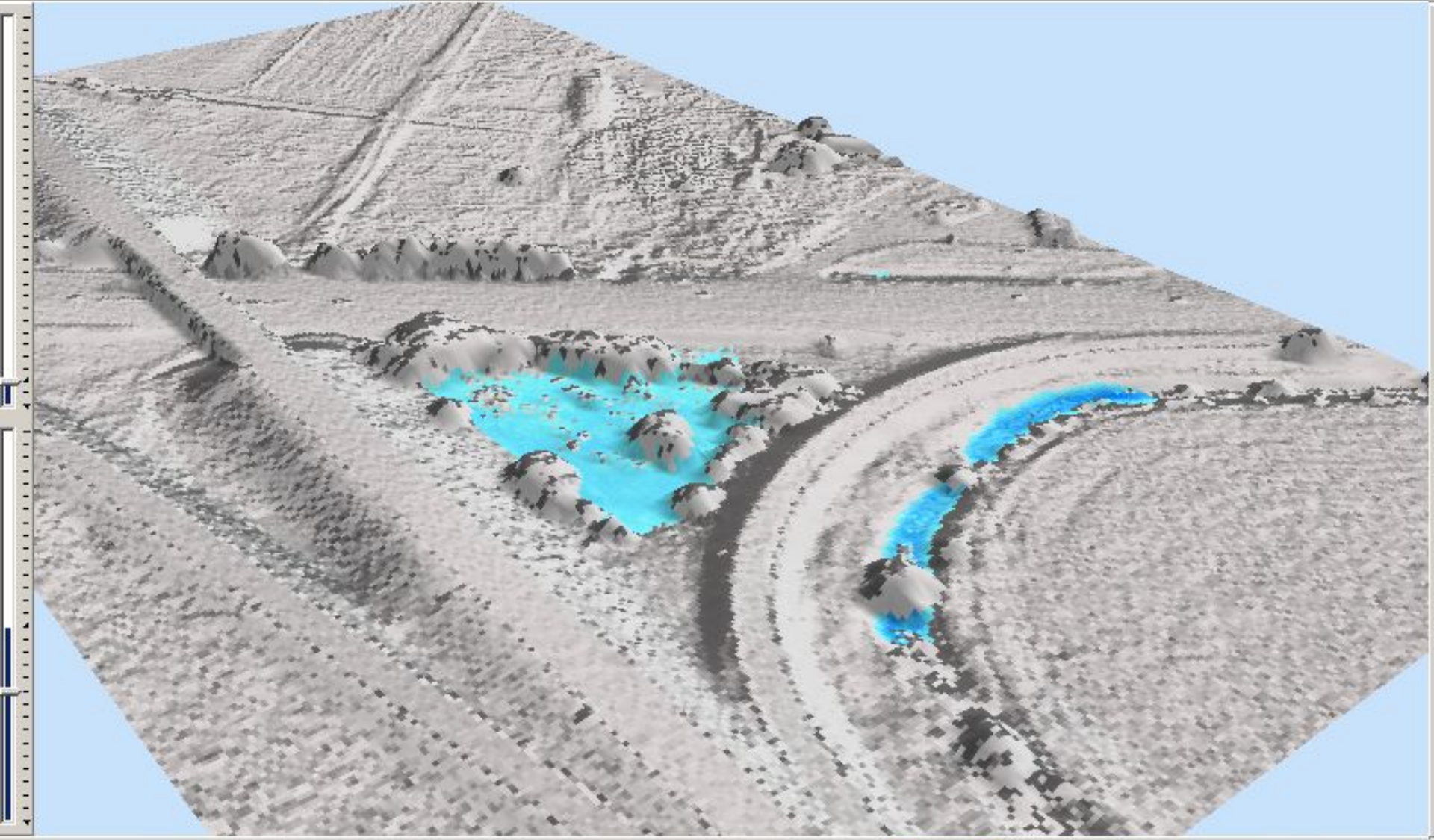
# Пример каркасной модели



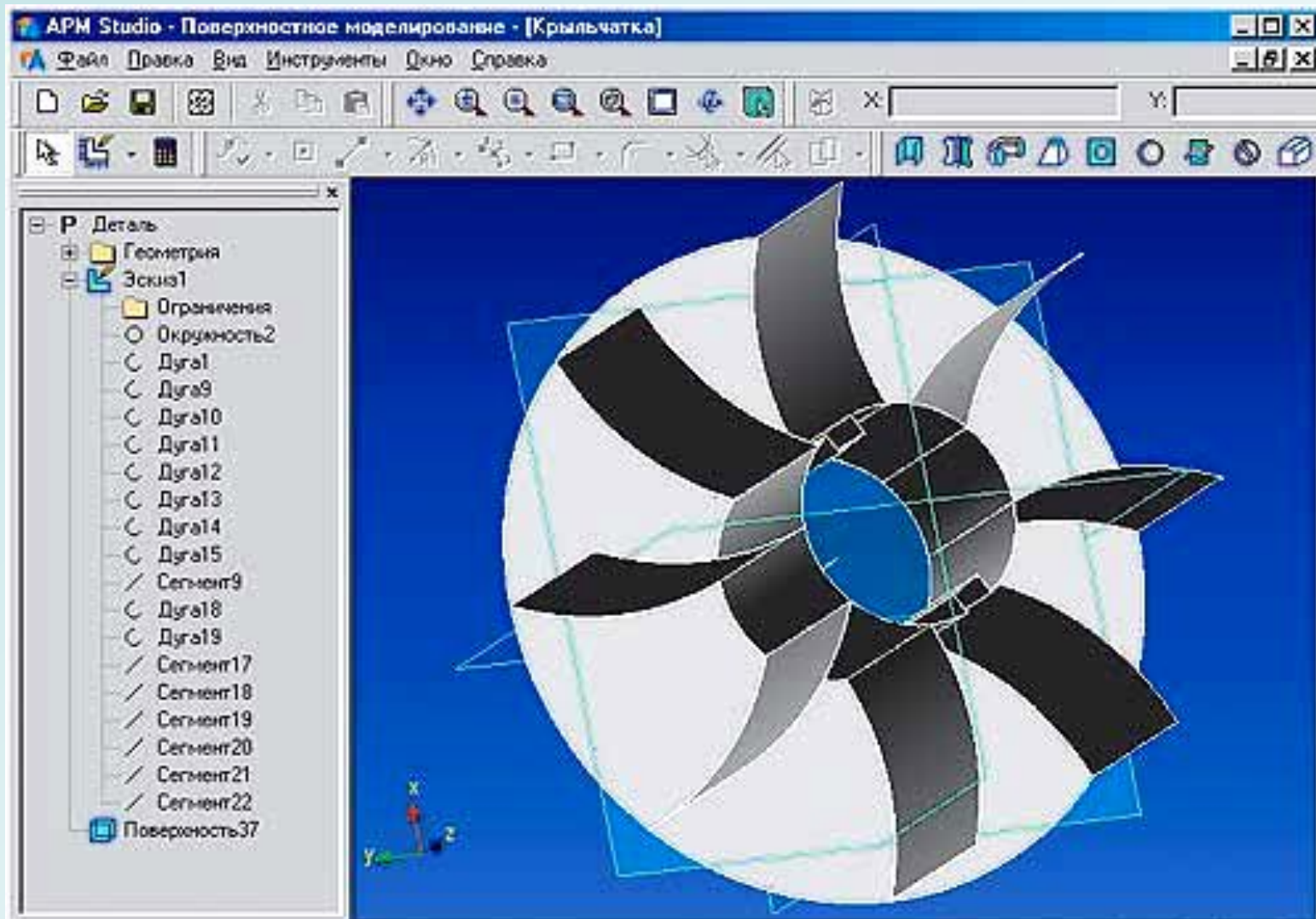
## 2. Точечная модель.



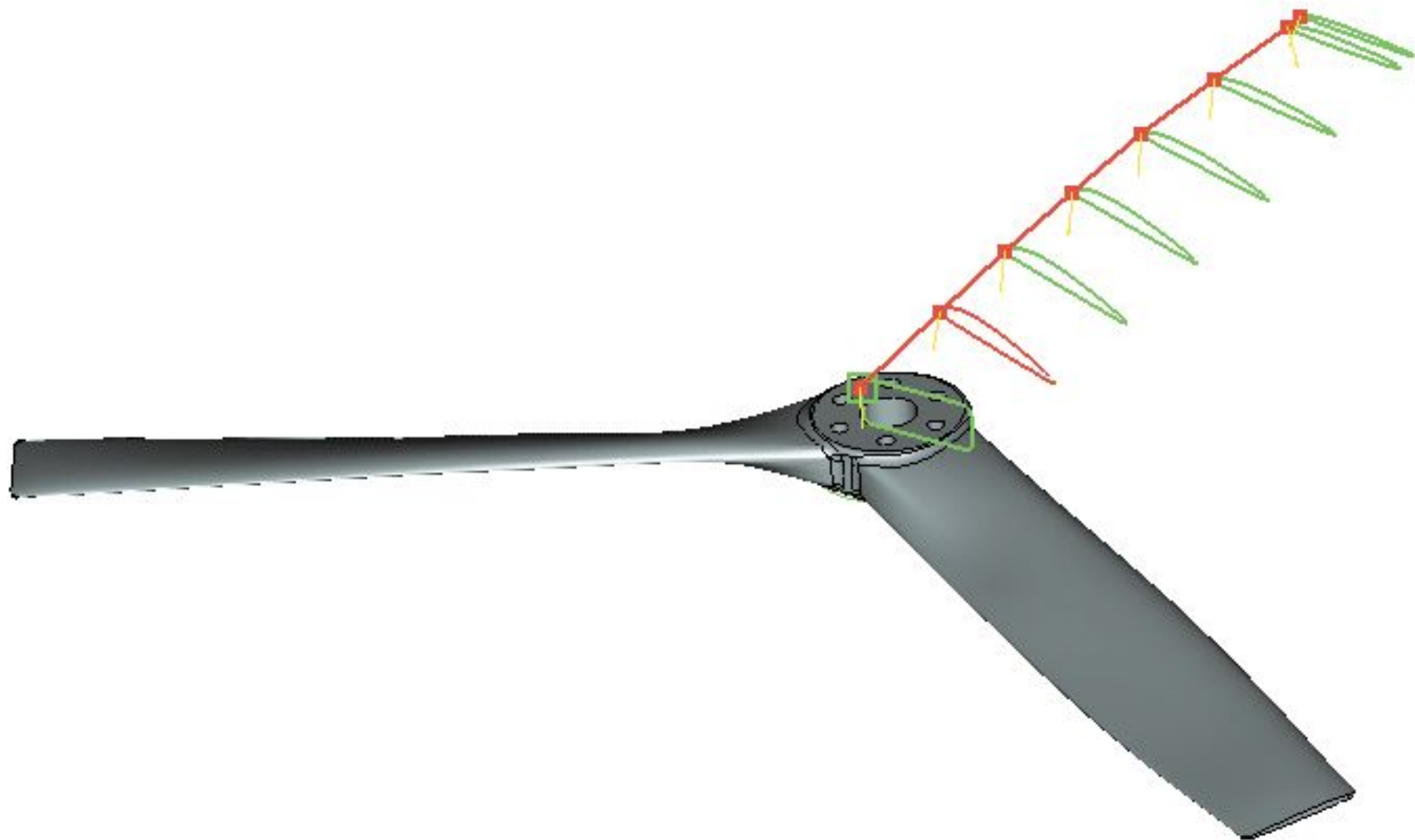




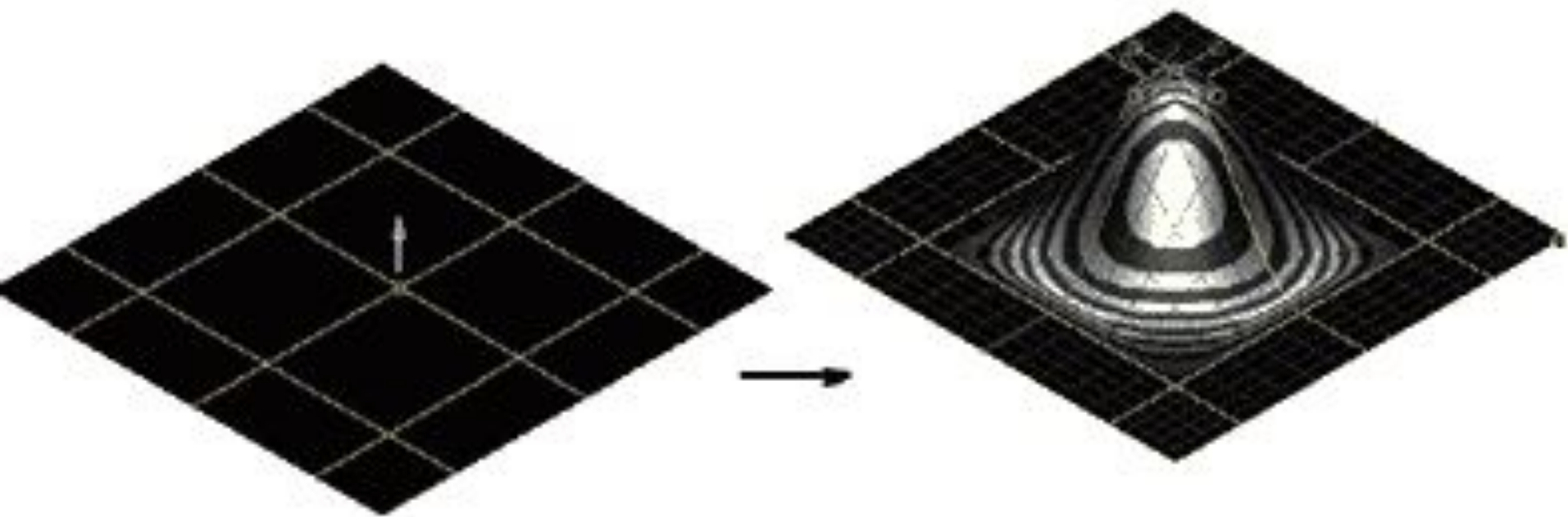
### 3. Поверхностная модель.



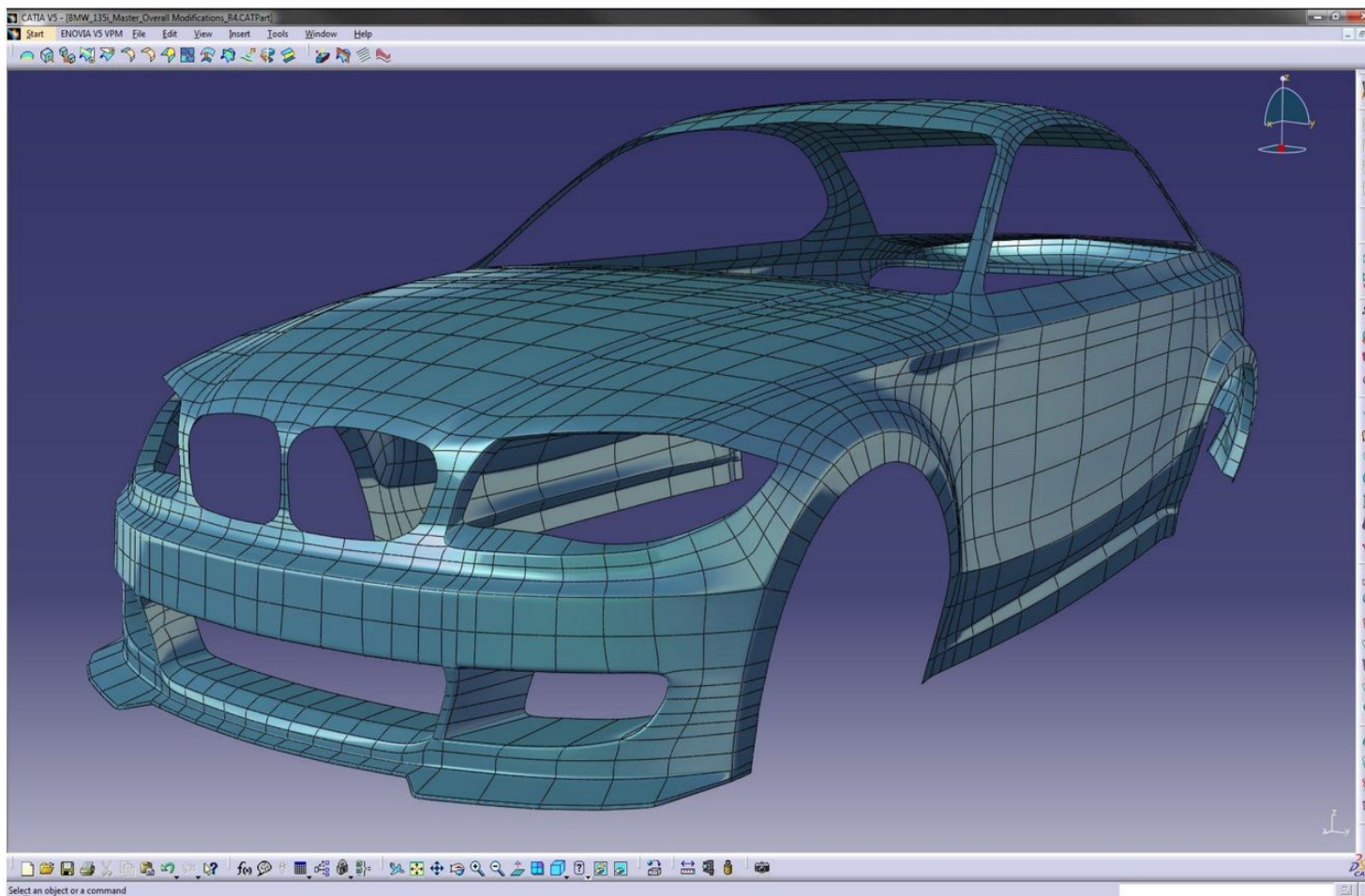
# Поверхностная модель.



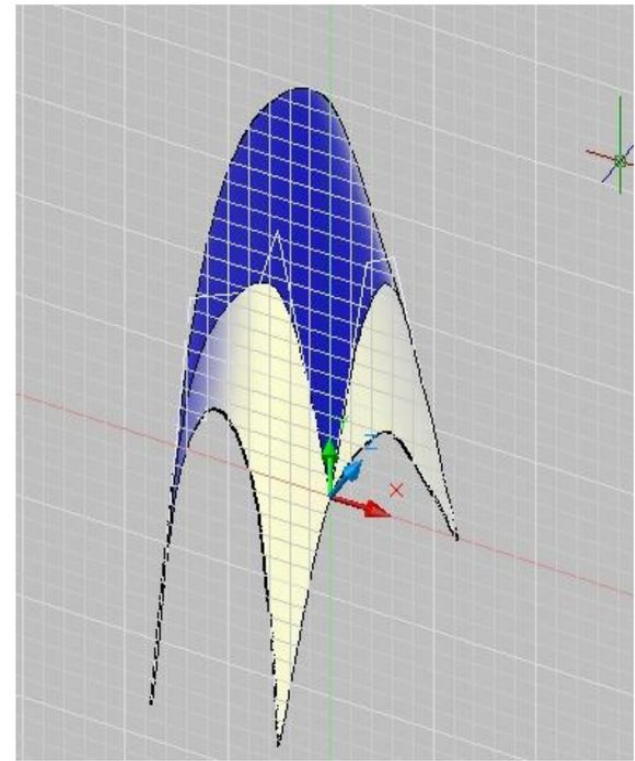
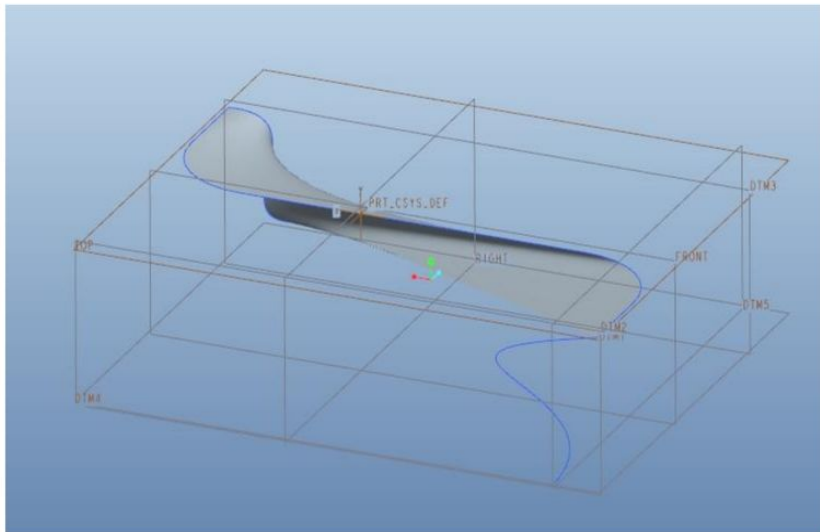
# Поверхностная модель.



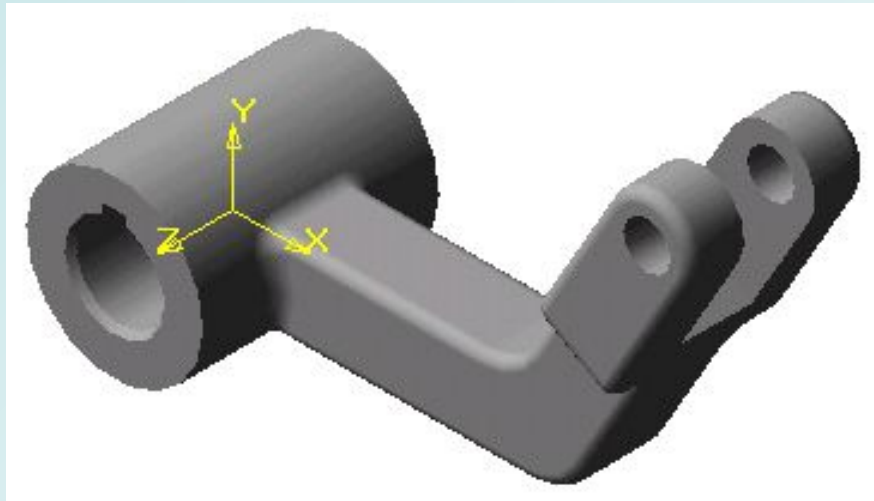
# Пример создания поверхности с помощью полигональной сетки



# ***Пример поверхностной модели, построенной по кривым***



## 4. Твёрдотельная модель.



# Пример твердотельной модели

