

# Кафедра

**«НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ  
ГЕОМЕТРИИ,  
ИНЖЕНЕРНОЙ И  
КОМПЬЮТЕРНОЙ  
ГРАФИКИ»**

# Дисциплина:

«КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА»

# ЛЕКЦИЯ

Виды геометрических моделей, их свойства.

Понятия о каркасном и твердотельном моделировании.

# **УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ**

- 1. Виды геометрических моделей, их свойства.**
- 2. Понятие о каркасном моделировании.**
- 3. Понятие о твердотельном моделировании**

# УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Соколова Т.Ю. AutoCAD 2011. Учебный курс. СПб.: Питер, 2011. - 576с.
2. Омура Джордж. AutoCAD 2007. СПб.: Питер, 2007. – 432с.: ил.
3. Габидулин В.М. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2014 [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2014. — 280 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=66477](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66477)
4. Онстот С. AutoCAD ® 2015 и AutoCAD LT ® 2015. Официальный учебный курс [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2015. — 416 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=69960](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69960)

# УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

5. Компьютерная графика: методические указания по изучению дисциплины для студентов очной формы обучения направлений: 09.03.03– Прикладная информатика, 09.03.04– Программная инженерия /Сост.: А.П. Борзунов, В.В. Вязанкова; Кубан. гос. технол. ун-т. Кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики. – Краснодар, 2015- 12с. Режим доступа: <http://moodle.kubstu.ru> (по паролю).
6. Компьютерная графика: методические указания по самостоятельной работе студентов очной формы обучения направлений 09.03.03– Прикладная информатика, 09.03.04– Программная инженерия /Сост.: А. П. Борзунов; Кубан. гос. технол. ун-т. Кафедра начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графики.– Краснодар, 2015- 135с. Режим доступа: <http://moodle.kubstu.ru> (по паролю).

# **1. Виды геометрических моделей, их свойства.**

**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.

Различают следующие виды геометрических моделей по параметру их **информационной насыщенности**:

- каркасные (проволочные);
- поверхностные (полигональные);
- твердотельные (объемные).

**Каркасная модель** полностью описывается в терминах точек и линий.

Это моделирование самого низкого уровня.

**Поверхностное моделирование** определяется в терминах точек, линий и поверхностей. При построении поверхностной модели предполагается, что технические объекты ограничены поверхностями, которые отделяют их от окружающей среды. Такая оболочка изображается графическими поверхностями.

**Твердотельная модель** описывается в терминах того трехмерного объема, который занимает определяемое ею тело.

Трехмерные системы обеспечивают такую дисциплину работы с тремя координатами, при которой любое изменение одного вида автоматически приводит к соответствующим изменениям на всех остальных видах.

Трехмерное моделирование особенно успешно применяется для создания сложных чертежей, при проектировании размещения заводского оборудования, трубопроводов, различных строительных сооружений, в тех приложениях, где необходимо обеспечить адекватные зазоры между компонентами.

Возможность генерировать траектории движения инструмента и имитация функционирования роботов делает 3D моделирование неотъемлемой частью интеграции САПР/АСТПП

# **2.Понятие о каркасном моделировании**

**Каркасное моделирование** -это моделирование самого низкого уровня и имеет ряд серьезных ограничений, большинство из которых возникает из-за недостатка информации о гранях, которые заключены между линиями, и невозможности выделить внутреннюю и внешнюю область изображения твердого объемного тела.

Однако каркасная модель требует меньше памяти и вполне пригодна для решения задач, относящихся к простым. Каркасное представление часто используется не при моделировании, а при отображении моделей как один из методов визуализации.

Наиболее широко каркасное моделирование используется для имитации траектории движения инструмента, выполняющего несложные операции.

Недостатки каркасной модели:

- **неоднозначность**- для того, чтобы представить модель в каркасном виде, нужно представить все ребра (это эффект может привести к непредсказуемым результатам. Нельзя отличить видимые грани от невидимых. Операцию по удалению невидимых линий можно выполнить только вручную с применением команд редактирования каждой отдельной линии, но результат этой работы равносителен разрушению всей созданной каркасной конструкции, т.к. линии невидимы в одном виде и видимы в другом);

-**невозможность распознавания криволинейных граней** – мнимые ребра (боковые поверхности цилиндрической формы реально не имеют ребер, хотя на изображении есть изображение некоторых мнимых ребер, которые ограничивают такие поверхности. Расположение этих мнимых ребер меняется в зависимости от направления вида, поэтому эти силуэты не распознаются как элементы каркасной модели и не отображаются на них);

- **невозможность обнаружить взаимное влияние компонент** (каркасная модель не несет информации о поверхностях, ограничивающих форму, что обуславливает невозможность обнаружения нежелательных взаимодействий между гранями объекта и существенно ограничивает использование каркасной модели в пакетах, имитирующих траекторию движения инструмента или имитацию функционирования робота, так как при таком моделировании не могут быть выявлены на стадии проектирования многие коллизии, появляющиеся при механической сборке);

- **трудности, связанные с вычислением физических характеристик;**

- **отсутствие средств выполнения тоновых изображений** (основным принципом техники выполнения тоновых изображений, т.е. обеспечение плавных переходов различных цветов и нанесение светотени, является то, что затенению подвергаются грани, а не ребра.

Каркасная модель представляет собой скелетное описание 3D объекта, состоящее из отрезков и кривых.

Использование каркасных моделей позволяет:

- рассматривать модели из любой точки;
- автоматически генерировать ортогональные и дополнительные виды;
- легко генерировать расчлененные и перспективные виды.
- рассматривать взаимное расположение элементов в пространстве, оценивать кратчайшие расстояния между вершинами и ребрами и т.д.;
- сократить число необходимых исходных элементов модели.

Каркасные модели состоят только из точек, отрезков и кривых, описывающих кромки объекта. Поскольку каждый из составляющих такую модель объектов должен рисоваться и размещаться независимо от других, затраты времени на моделирование часто бывают крайне велики.

Для создания каркасной геометрии на основе областей и 3D тел и поверхностей используется команда **ИЗВЛРЕБРА**.

Команда **ИЗВЛРЕБРА** извлекает все ребра на выбранных объектах или подобъектах.

Способы построения каркасных моделей:

- ввод значений 3D точек в ходе построения объекта;
- задание плоскости построений по умолчанию (т.е. плоскости XY ПСК) для рисования объекта;
- перемещение или копирование созданного 2D объекта для задания его пространственной ориентации.

# **3. Понятие о твердотельном моделировании.**

**Твердотельное моделирование** является самым совершенным и самым достоверным методом создания копии реального объекта.

Преимущества твердотельных моделей:

- полное определение объемной формы с возможностью разграничивать внутренний и внешние области объекта, что необходимо для взаимовлияний компонент;
- обеспечение автоматического удаления скрытых линий;
- автоматическое построение 3D разрезов компонентов, что особенно важно при анализе сложных сборочных изделий;
- автоматическое построение 3D разрезов компонентов, что особенно важно при анализе сложных сборочных изделий;
- применение методов анализа с автоматическим получением изображения точных весовых характеристик методом конечных элементов;
- получение тоновых эффектов, манипуляции с источниками света.

Методы создания трехмерных твердотельных моделей подразделяются на два класса:

- метод конструктивного представления (**C-Rep**);
- метод граничного представления (**B-Rep**).

Каждый из двух названных методов имеет свои достоинства и недостатки, по сравнению с другим.

**Метод конструктивного представления** заключается в построении твердотельных моделей, из базовых составляющих элементов, называемых твердотельными примитивами, и определяемых формой, размерами, точкой привязки и ориентацией.

Модель конструктивной геометрии представляет собой бинарный древовидный граф  $G=(V,U)$ , где  $V$  – множество вершин – базовые элементы формы – примитивы, из которых конструируется объект, а  $U$  – множество ребер, которые обозначают теоретико-множественные операции, выполняемые над соответствующими базовыми элементами формы.

**Метод граничного представления** – описание границ объекта или точного аналитического задания граней, описывающих тело. Это единственный метод, позволяющий создать точное, а не приближенное представление геометрического твердого тела.

При таком подходе от пользователя требуется задание контуров или границ объекта, а также эскизы разных видов объектов, и указание линий связей между этими видами, чтобы можно было установить взаимное соответствие.

Система с **c-rep** представлением имеет преимущества при первоначальном формировании модели, так как построить объемную модель правильной формы из объемных примитивов с использованием булевых операций достаточно просто. Кроме того, этот метод обеспечивает более компактное описание модели в БД. Однако **b-rep** представление является актуальным при создании сложных форм, которые воссоздать с помощью c-rep метода очень трудоемко.

С другой стороны модели с b-rep представлением хранит точное описание границ модели, для этого нужно больше памяти, но не требуется почти никаких вычислений для воссоздания изображения.

Относительным достоинством систем с b-гер является сравнительная простота преобразования граничного представления в соответствующую каркасную модель и обратно. Причина такой простоты заключается в том, что описание границ подобно описанию каркасной модели, а это облегчает преобразование модели из одной формы в другую, и делает системы с b-гер представлением совместимыми с уже имеющимися системами.