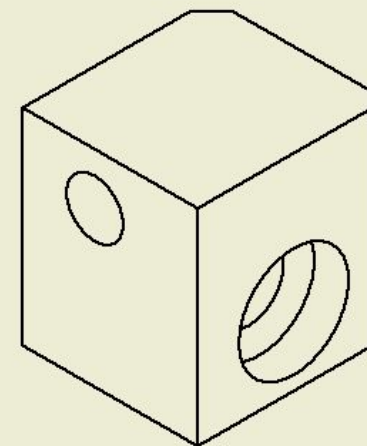
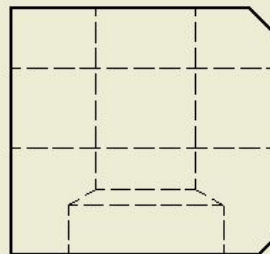
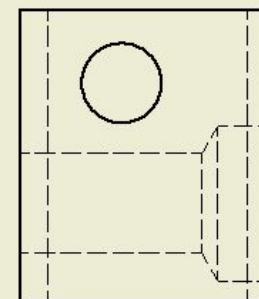
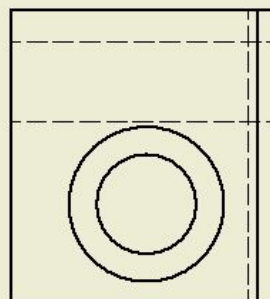
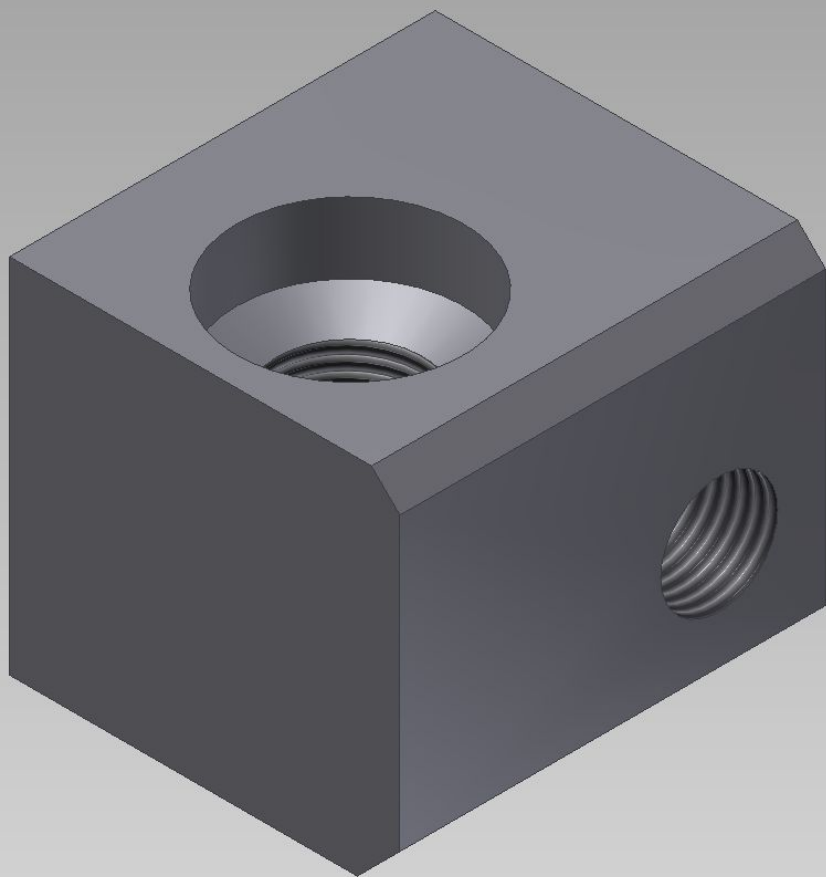


# Геометрические модели. 3D модели

Трёхмерные системы (3D-САПР) обеспечивают такую дисциплину работы с тремя координатами, при которой любое изменение одного вида автоматически приводит к соответствующим изменениям на всех остальных видах.



# Геометрические модели. 3D модели

Последовательность построения может быть разной.

Последовательность построений может быть следующей: сначала строится 3D вид, а затем автоматически генерируются 2D виды.

Некоторые системы способны преобразовывать сборочные чертежи механизма ортогональной проекции в 3d вид этого изделия в разобранном состоянии.

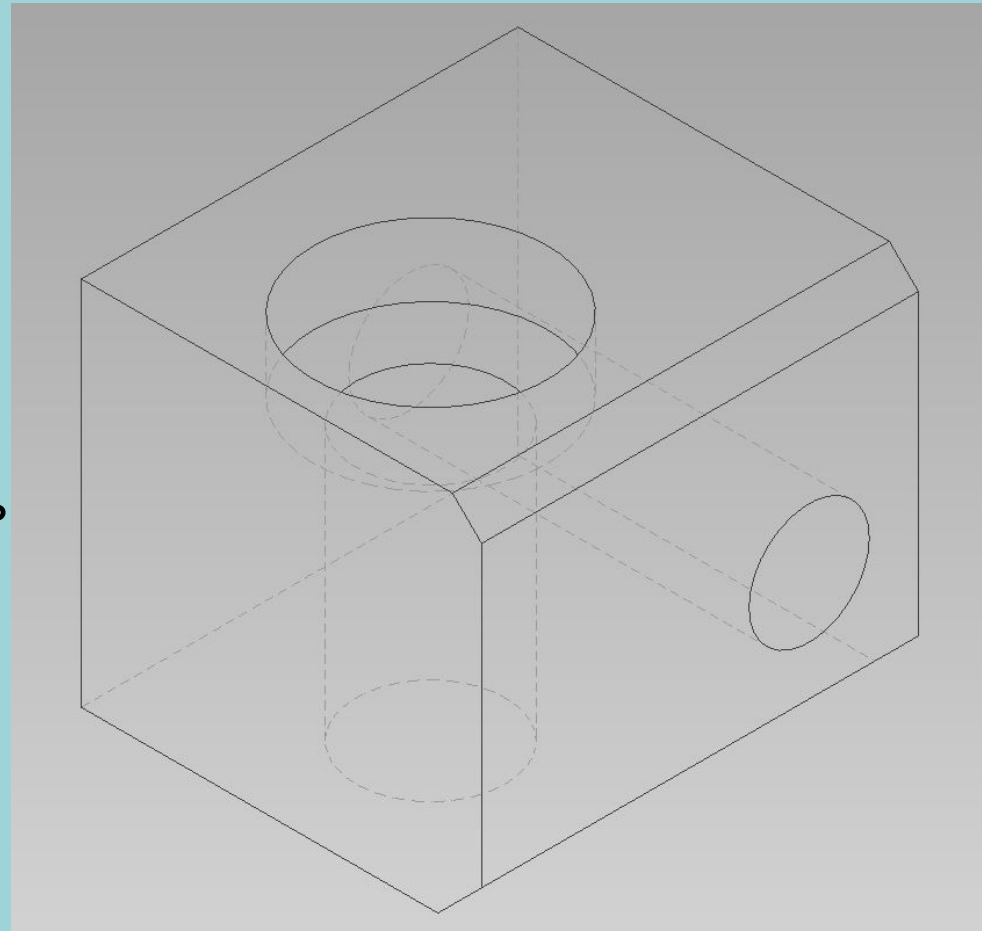
Возможность генерировать траектории движения инструмента и имитация функционирования роботов делает 3D моделирование неотъемлемой частью интеграции САПР/АСТПП.

В некоторых системах 3D имеются средства автоматического анализа физических характеристик, таких как вес, моменты инерции и средства решения геометрических проблем сложных сопряжений и интерпретации. Поскольку в 3D системах существует автоматическая связь между данными различных геометрических видов изображения, 3D моделирование полезно в тех приложениях, где требуется многократное редактирование 3D образа на всех этапах процесса проектирования.

# Геометрические модели. Методы моделирования

## КАРКАСНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Каркасная модель полностью описывается в терминах точек и линий. 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.



# Геометрические модели. Методы моделирования

**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 по 2.5 или 3 осям.

## **Недостатки каркасной модели:**

- Неоднозначность – для того, чтобы представить модель в каркасном виде, нужно представить все ребра. Трудно отличить видимые грани от невидимых;
- Невозможность обнаружить взаимное влияние компонент - каркасная модель не несет информации о поверхностях, ограничивающих форму, что обуславливает невозможность обнаружения нежелательных взаимодействий между гранями объекта. При таком моделировании не могут быть выявлены многие коллизии, появляющиеся при механической сборке);

# Геометрические модели. Методы моделирования

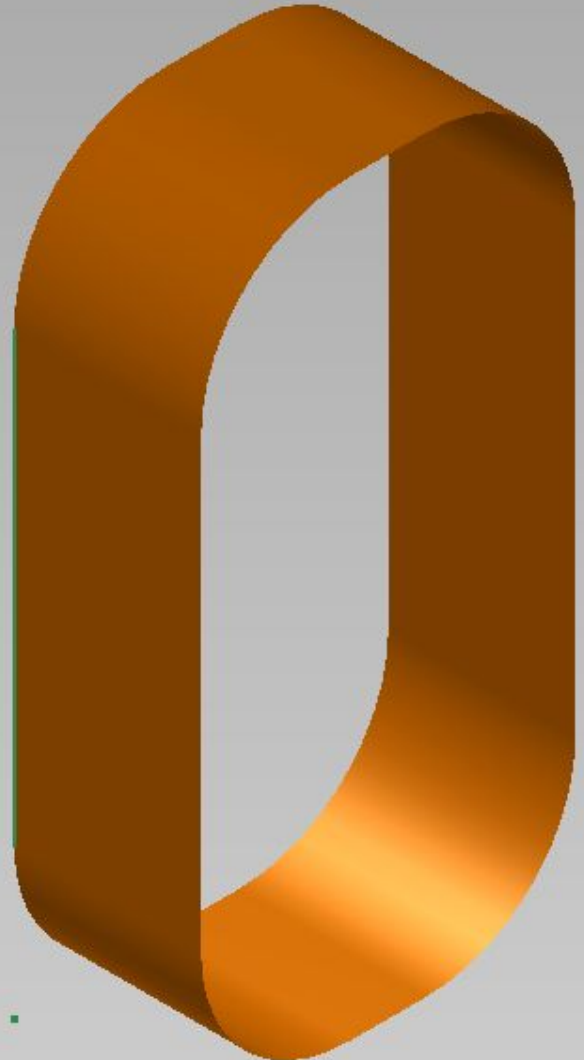
- Трудности, связанные с вычислением физических характеристик;
- Отсутствие средств выполнения тоновых изображений (основным принципом техники выполнения тоновых изображений, т.е. обеспечение плавных переходов различных цветов и нанесение светотени, является то, что затенению подвергаются грани, а не ребра).

# Геометрические модели. Методы моделирования

## ПОВЕРХНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

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

Поверхность объекта снова становится ограниченной контурами, но эти контуры уже являются результатом 2-х касающихся или пересекающихся поверхностей. Точки объектов - вершины, могут быть заданы пересечением трех поверхностей.



# Геометрические модели. Методы моделирования

Поверхностное моделирование имеет следующие преимущества по сравнению с каркасным:

- способность распознавания и изображения сложных криволинейных граней;
- изображение грани для получения тоновых изображений;
- особые построения на поверхности (отверстия);
- обеспечение более эффективных средств для имитации функционирования роботов.

В основу поверхностной модели положены два основных математических положения:

- Любую поверхность можно аппроксимировать многогранником, каждая грань которого является простейшим плоским многоугольником;
- Наряду с плоскими многоугольниками в модели допускаются поверхности второго порядка и аналитически неопределяемые поверхности, форму которых можно определить с помощью различных методов аппроксимации и интерполяции.
- В отличие от каркасного моделирования каждый объект имеет внутреннюю и внешнюю часть.

# Геометрические модели. Методы моделирования

## ТИПЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ

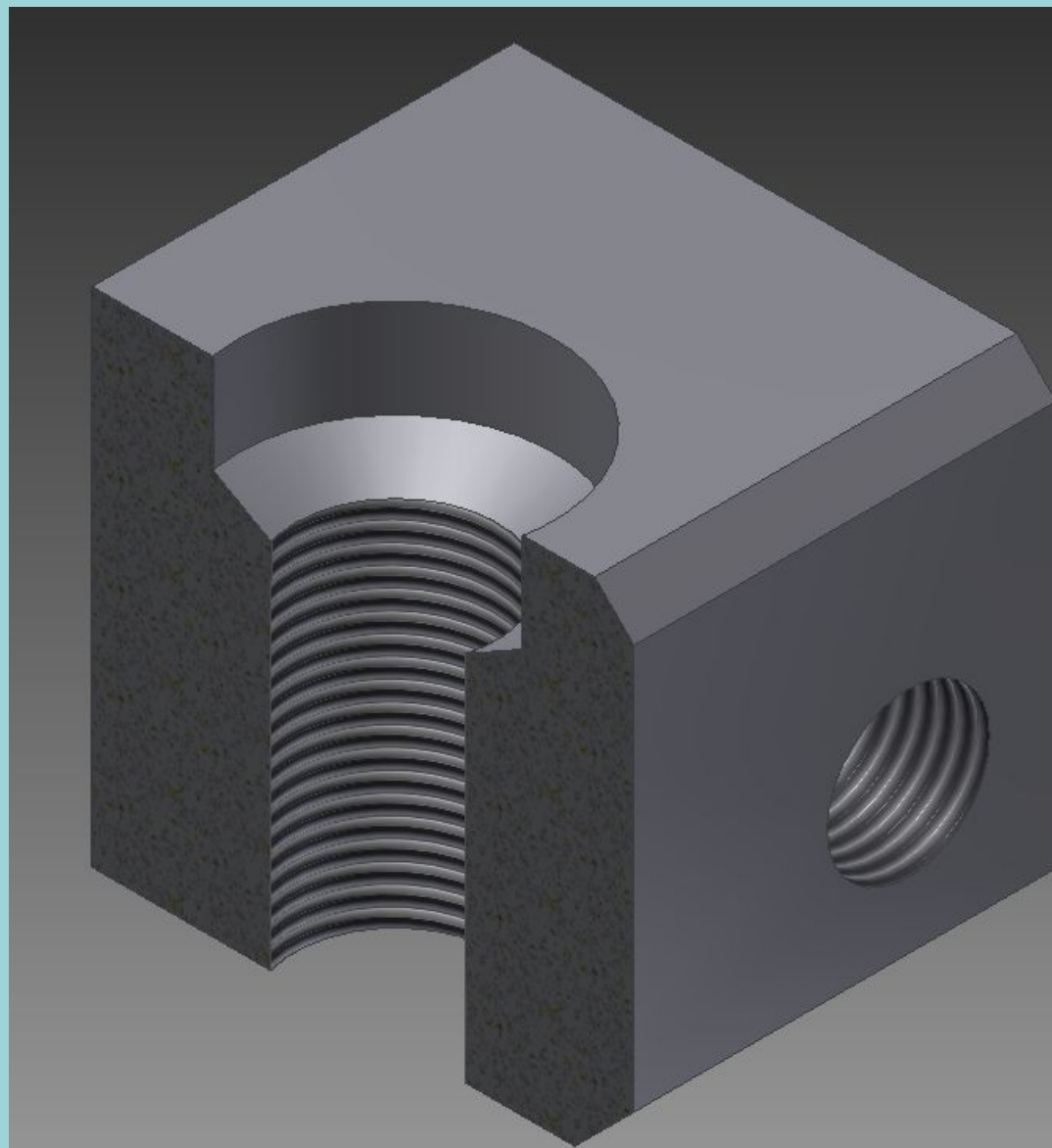
- Базовые геометрические поверхности (к этой категории относятся плоские поверхности, которые можно получить, начертив сначала отрезок прямой, а затем применить команду, которая разворачивает в пространстве образ этого отрезка на заданное расстояние; таким же образом можно разворачивать и поверхности);
- Поверхности вращения, которые создаются вращением плоской грани вокруг определенной оси;
- Поверхности сопряжений и пересечений;
- Аналитически описываемые поверхности (каждая такая поверхность определяется одним математическим уравнением с неизвестными  $X, Y, Z$ , обозначающими искомые координаты поверхности);
- Скульптурные поверхности (поверхности свободных форм или произвольные поверхности). Методы геометрического моделирования скульптурных поверхностей сложной технической формы применяют в областях, в которых проектируются динамические поверхности или поверхности, к которым предъявляются повышенные эстетические требования;
- Составные поверхности (сетка четырехугольных кусков).



# Геометрические модели. Методы моделирования

## ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Твердотельная модель описывается в терминах того трехмерного объема, который занимает определяемое ею тело. Твердотельное моделирование является самым совершенным и самым достоверным методом создания копии реального объекта.



# Геометрические модели. Методы моделирования

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.
- Применение методов анализа с автоматическим получением изображения точных масс-инерционных 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).

# Геометрические модели. Методы моделирования

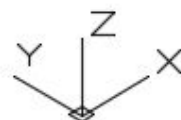
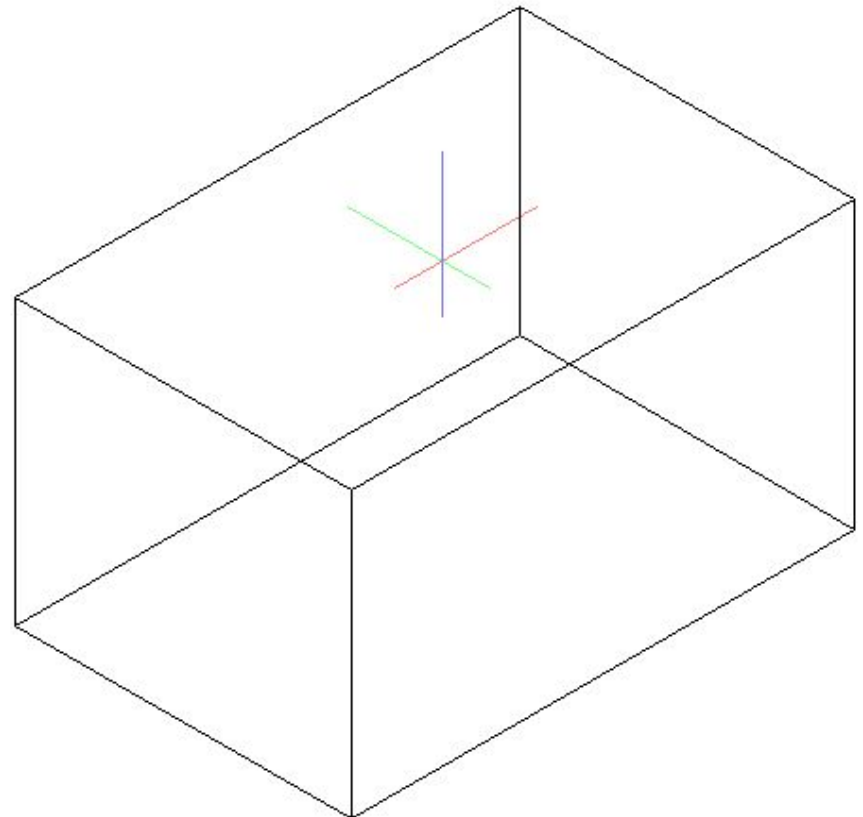
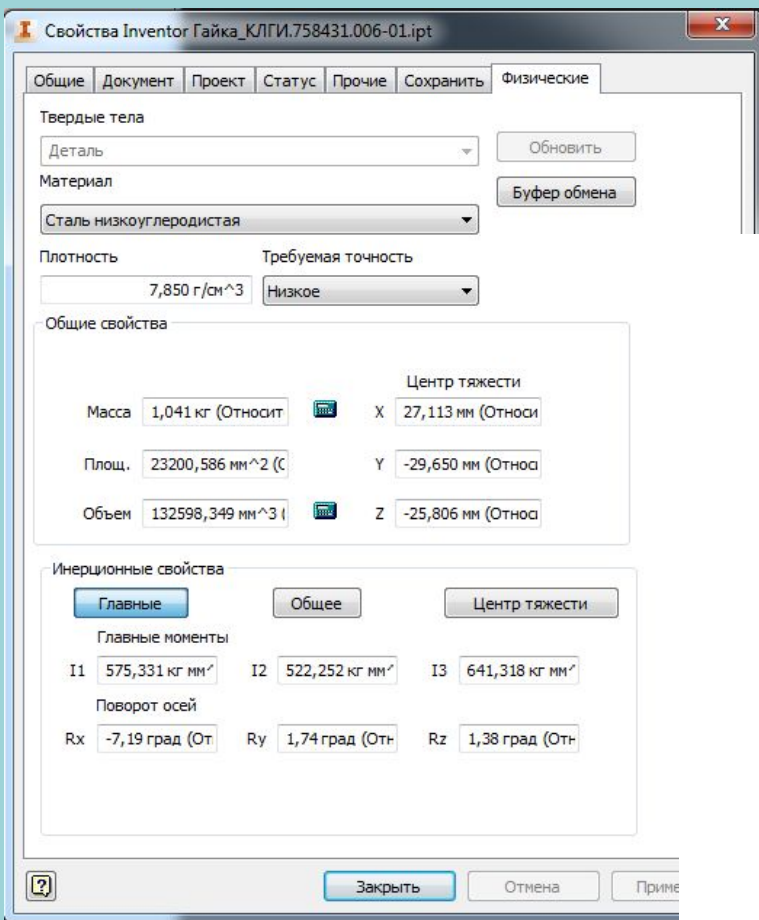
Модель тела формируется путем добавления и удаления материала, а не отдельных элементов (линий, поверхностей). Технология ее создания напоминает технологию создания реального объекта: к объекту добавляются или из объекта вырезаются куски материала. Результатом выполнения любой функции синтеза тела является его компонент (feature) - составная часть объекта.

Построение тела обычно производится в 2 этапа:

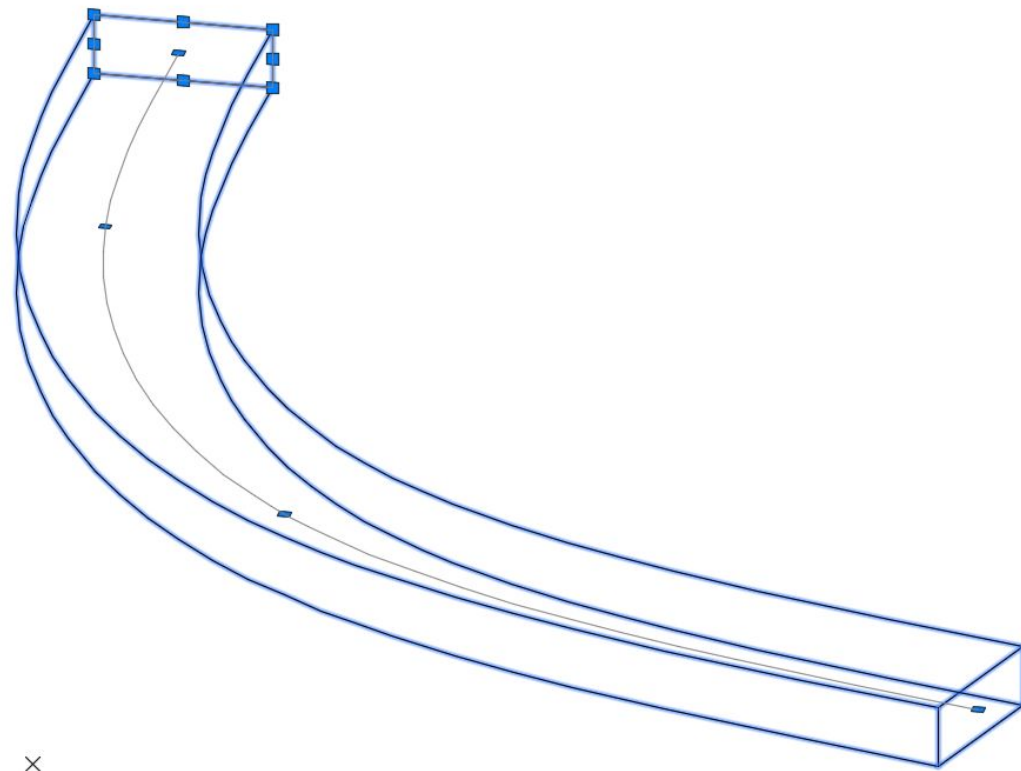
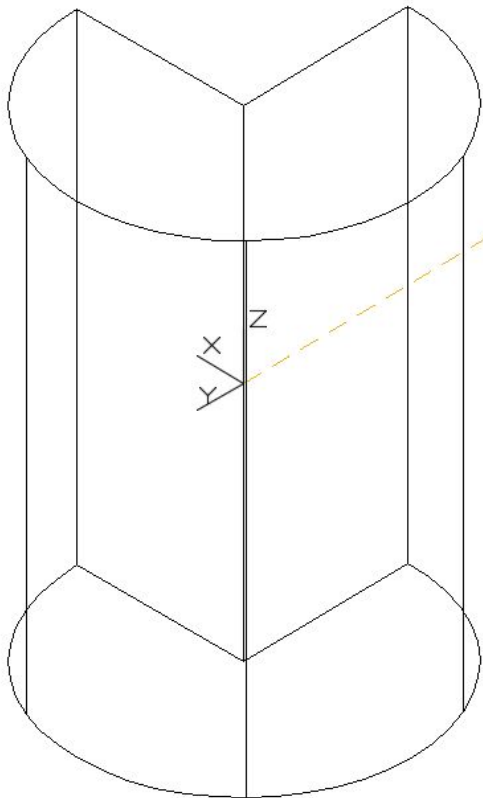
- Сначала строится грубая модель тела, состоящая из основных его элементов
- Затем редактируются и детализируются основные элементы: вводятся округления, фаски, сопряжения, уклоны.

Существование сценария создания (дерева компонентов) тела позволяет многократно воспроизводить процесс создания модели и производить вставки в сценарии на любом его шаге.

# Геометрические модели. Способы моделирования

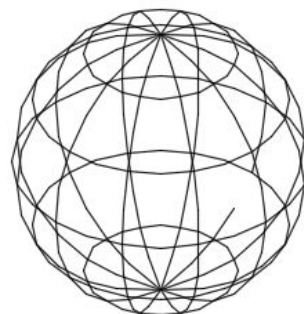
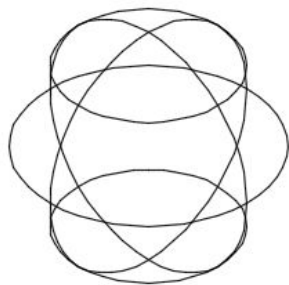
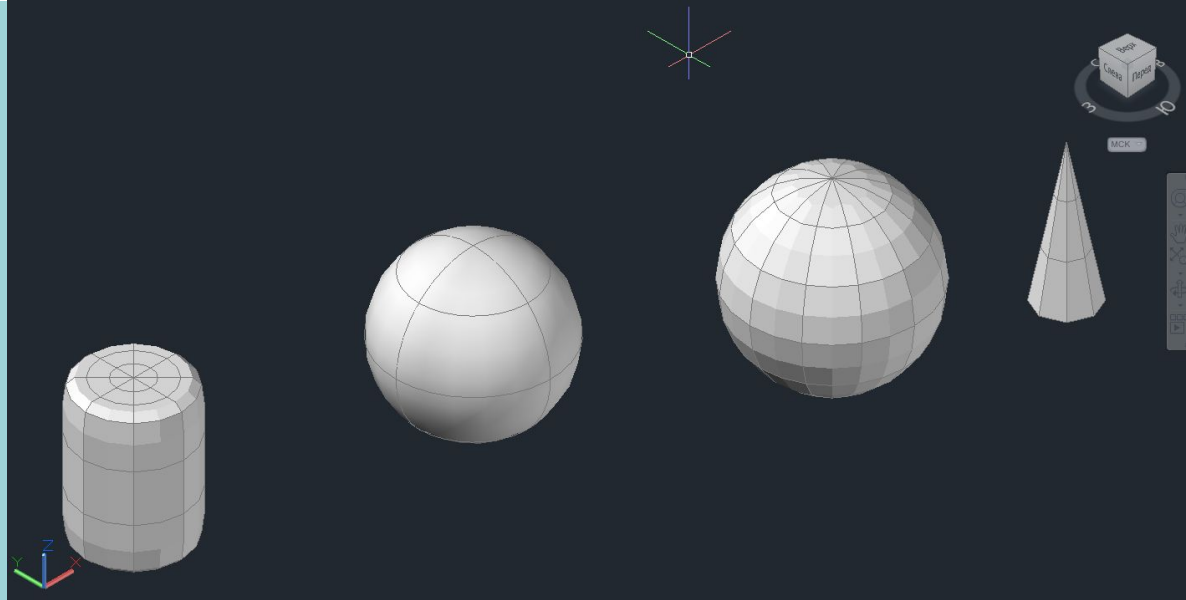


# Геометрические модели. Способы моделирования



Возобновляется команда ВРАЩАТЬ.  
ВРАЩАТЬ Угол вращения или [Начальный угол Обратить Выражение] <360>: <Шаг откл> <<

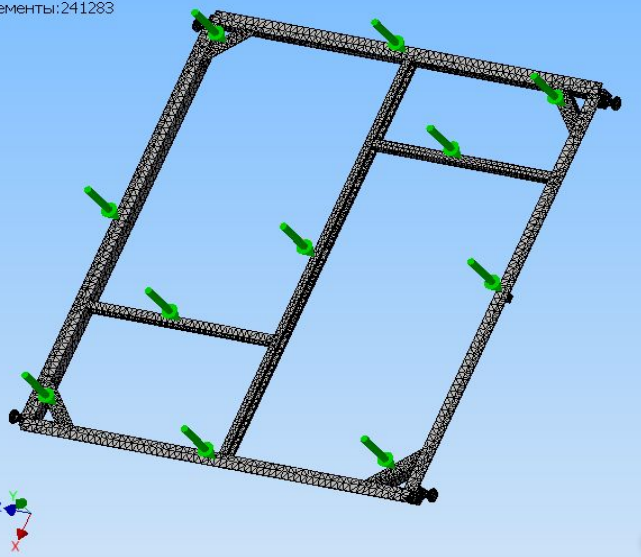
# Геометрические модели. Способы моделирования



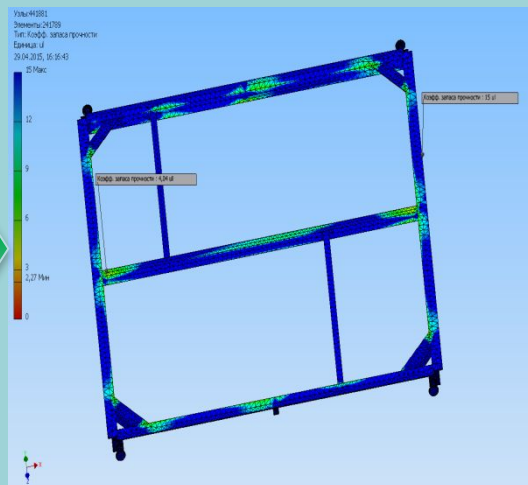


# Геометрические модели. Инженерный анализ

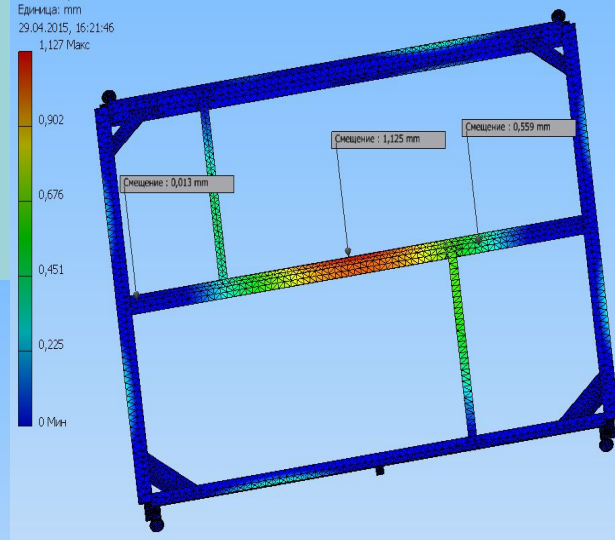
Узлы:441106  
Элементы:241283



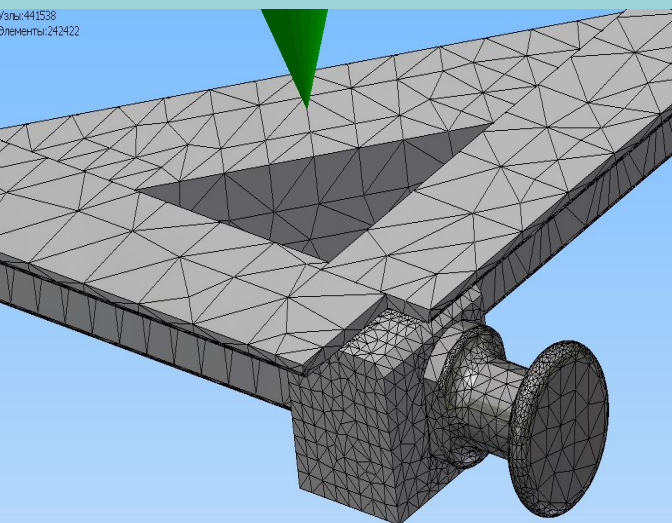
*Получение значений напряжений, формы и величины деформации, коэффициента запаса прочности.*



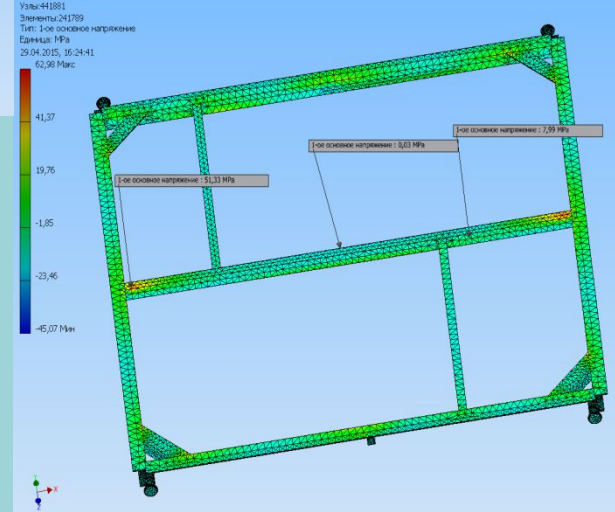
Узлы:441881  
Элементы:241789  
Тип: Смещение  
Единица: mm  
29.04.2015, 16:21:46  
1,127 Макс



Узлы:441538  
Элементы:242422



Узлы:441881  
Элементы:241789  
Тип: 1-ое основное напряжение  
Единица: MPa  
29.04.2015, 16:24:41  
62,98 Макс



# Геометрические модели. Методы моделирования

## 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.

Каждый примитив модели задан множеством атрибутов

$A=\langle X,Y,Z,Lx,Ly,Lz,Sx,Sy,\dots Sn,\rangle$  где  $X,Y,Z$  - где координаты точки привязки локальной СК к системе целого объекта;  $Lx,Ly,Lz$  - углы поворота,  $Sx,Sy,\dots Sn$  - метрические параметры объекта.

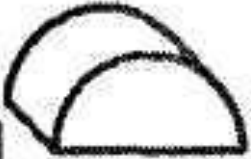
Булевы операции являются инструментарием для построения модели с-гер при определении взаимоотношений между соседними примитивами.

Булевы операции базируются на понятиях алгебраической теории множеств, и имеют обычный смысл, когда применяются к твердотельным объектам. Наиболее часто следующие операции: пересечение, объединение и разность.



# Геометрические модели. Методы моделирования

## МЕТОД КОНСТРУКТИВНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Твердотельные примитивы	Булева операция		
	объединение ( $\cup$ )	разность ( $-$ )	
 <p style="text-align: right;">B</p>  <p style="text-align: right;">A</p>	<p style="text-align: center;"><math>A \cup B</math></p> 	<p style="text-align: center;"><math>A - B</math>      <math>B - A</math></p> 	<p style="text-align: center;"><math>A \cap B</math></p> 

# Геометрические модели. Методы моделирования

## МЕТОД ГРАНИЧНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Граничное представление – 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.

# Геометрические модели. Методы моделирования

## ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

Каждый из двух названных методов имеет свои достоинства и недостатки, по сравнению с другим. Система с *s*-гер 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*-гер представление является актуальным при создании сложных форм, которые воссоздать с помощью *s*-гер метода очень трудоемко. В *s*-гер методе модель хранится в виде комбинации данных и логических процедур, при этом требуется меньше памяти, но большим оказывается объем вычислений при воспроизведении модели. С другой стороны модели с *b*-гер 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.

# Геометрические модели. Методы моделирования

## ГИБРИДНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В виду относительного характера преимуществ и недостатков методов c-гер и b-гер были разработаны гибридные системы, которые сочетают в себе оба метода. Гибридное моделирование, позволяет сочетать каркасную, поверхностную и твердотельную геометрию и использовать комбинации жестко размерного моделирования (с явным заданием геометрии) и параметрического моделирования.

Идеально бы использовать единственную стратегию моделирования, но, во-первых, часто приходится использовать ранее наработанные данные, либо данные, импортируемые из других систем, а они могут иметь разные представления. Во-вторых, в какие – то моменты эффективнее работать с проволочными моделями или 3D геометрией, описанной поверхностью. И наконец, часто бывает проще иметь различные представления для разных компонентов. Например, листовое покрытие выгоднее моделировать поверхностью, а для трубопроводов использовать осесимметричное представление.

# Геометрические модели. Параметризация

Параметризация - средство быстрого редактирования и создания «похожих» геометрических объектов. При параметризации устанавливаются зависимости размеров элементов как функции параметров. Параметрами могут быть независимые величины или размеры элементов геометрического объекта. Размеры как функции параметров могут устанавливаться в форме таблиц или задаваться в виде функций параметров.

При концептуальном геометрическом моделировании размеры геометрических объектов могут явно не задаваться, а пользователь создает объекты как эскизы («от руки»). При этом последующий объект может быть построен на основании построенного ранее, используя его размеры (геометрически привязываясь к нему). При последующем образмеривании или параметризации ранее построенных объектов автоматически изменяются размеры связанных с ними размеров объектов, построенных на их основе (ассоциативность).

# Геометрические модели. Сборки

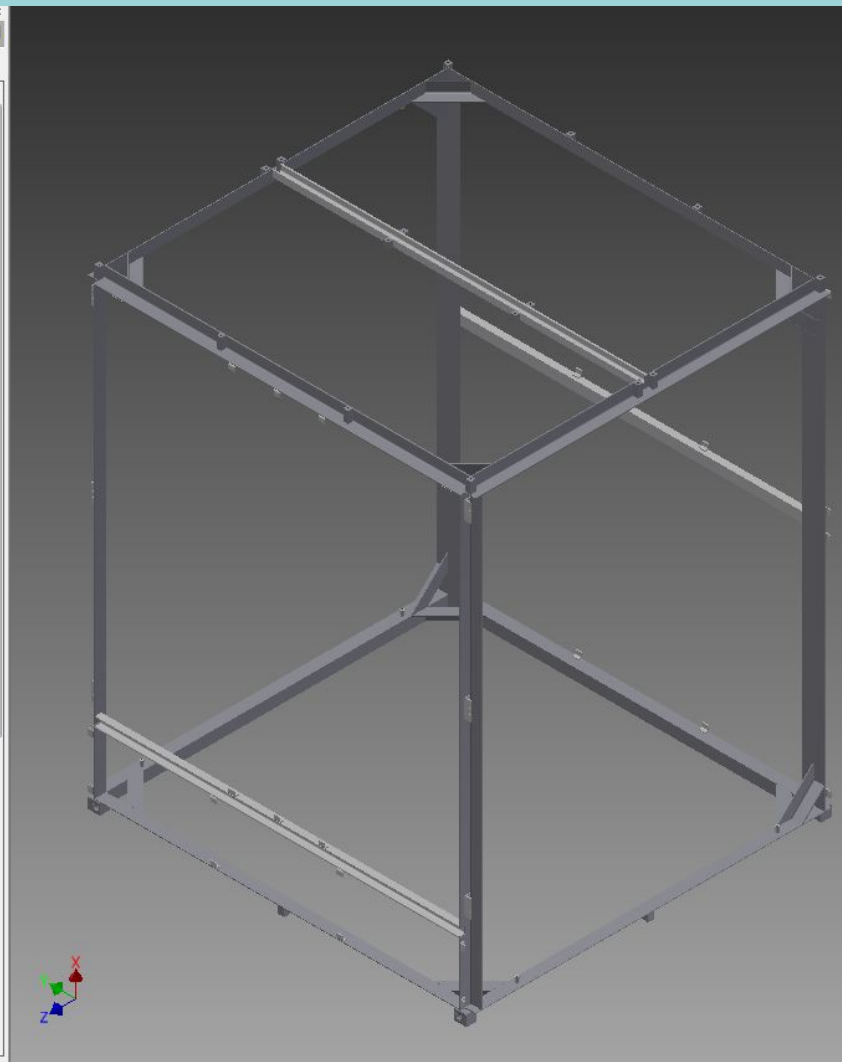
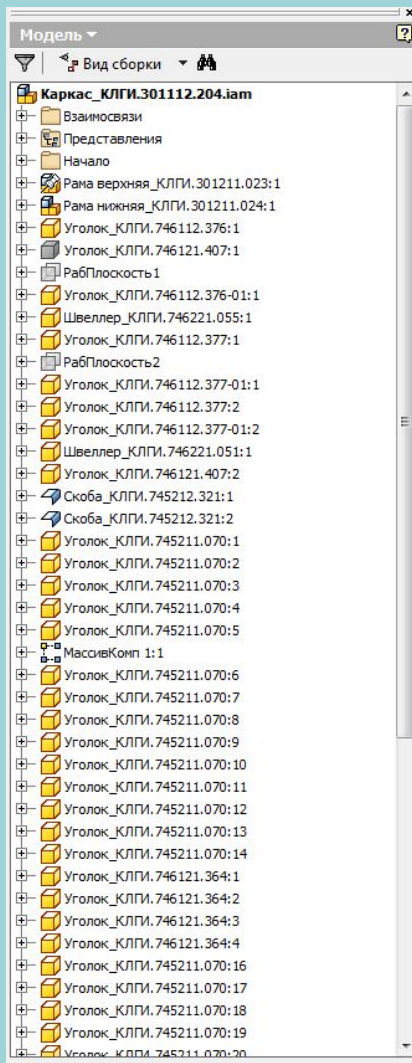
В САПР встроены средства проверки моделей посредством измерения ее геометрических размеров и параметров. Из них наиболее распространены средства измерения расстояний, координат, углов, радиусов кривизны кривых и поверхностей в заданных точках, максимального и минимального радиусов кривизны.

Машины, аппараты и приборы собираются из функционально и конструктивно законченных частей, которые называют сборками. В них могут входить составные части – под сборки. Последние, в свою очередь, состоят из деталей. Таким образом, можно создавать и использовать базу данных стандартных и нестандартных деталей (в том числе и параметризованных) и использовать ее при создании различных сборок.

Для создания сборок многие САПР имеют специальные среды, которые поддерживают средства создания и редактирования сборок. В таких САПР файл сборки содержит совокупность ссылок на файлы моделей деталей, а также данные по ориентации входящих в сборку деталей.

# Геометрические модели. Сборки

Твердотельные сборки включают в себя совокупность ориентированных друг относительно друга тел, которые создаются заранее как стандартные или нестандартные детали. В сборки могут включаться новые тела, создаваемые в процессе их синтеза. При этом любая модификация деталей в базе данных автоматически отразится на компонентах всех сборок. Однако все ограничения, наложенные на расположение деталей в сборках при синтезе сборок, сохраняются.





# Геометрические модели. Сборки

**Проектирование сборки "снизу вверх"** представляет собой последовательное добавление в сборку готовых деталей (компонентов), сопровождающееся установлением их взаимного расположения. Такой порядок проектирования используется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что для моделирования отдельных деталей с целью последующей их "сборки" требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять и специально записывать размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей

**Проектирование сборки "сверху вниз"** характеризуется тем, что компоненты сборки можно моделировать непосредственно в самой сборке. Причем такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием "снизу вверх", так как он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

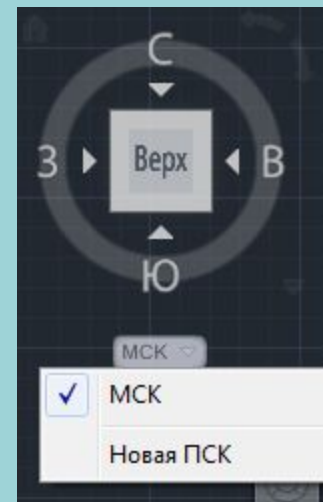
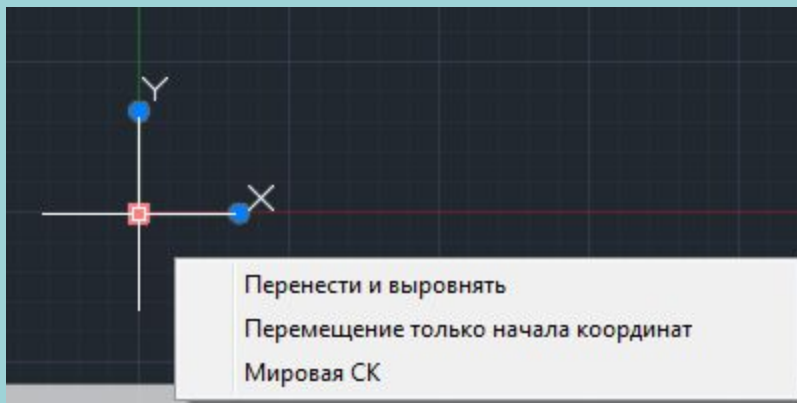
Однако на практике чаще всего используется **смешанный способ проектирования**, сочетающий в себе приемы проектирования "сверху вниз" и "снизу вверх".



# Системы координат

## Пространство модели

- *трехмерное пространство* (мир, космос), в котором строятся геометрические модели объектов, составляющих конструкцию.
- *безразмерное пространство* (в машинных единицах, которым можно сопоставить единицы определенного набора линейных и угловых единиц).
- *практически бесконечно* по размерам
- *начало отсчета* мира модели определено мировой системой координат (принадлежность системы, ее нельзя уничтожить или изменить, индикатор текущей мировой системы координат- W)



# Системы координат

## Способы ввода координат:

Способ	Формат	Описание
Абсолютные декартовы координаты	X,Y	Декартовы координаты относительно точки 0,0 текущей ПСК
Относительные декартовы координаты	@X,Y	Декартовы координаты относительно последней точки
Абсолютные полярные координаты	расстояние<угол	Расстояние и угол относительно точки 0,0 текущей ПСК
Относительные полярные координаты	@расстояние<угол	Расстояние и угол относительно последней точки
Координатные фильтры	.x или .y или .z или .xy или .yz или .xz	Задание координат с использованием одной или нескольких координат других точек
Направление-расстояние	Переместить курсор, ввести расстояние	Направление на следующую точку и расстояние до нее

# Системы координат

- **Пользовательская система координат**

*Необходимость ПСК-*

- построение плоских примитивов не в плоскостях мировой системы координат
- получение нового направления выдавливания
- получение нового начала отсчета координат и ориентации координатных осей

*Способы создания ПСК (по меню, панель ПСК)*

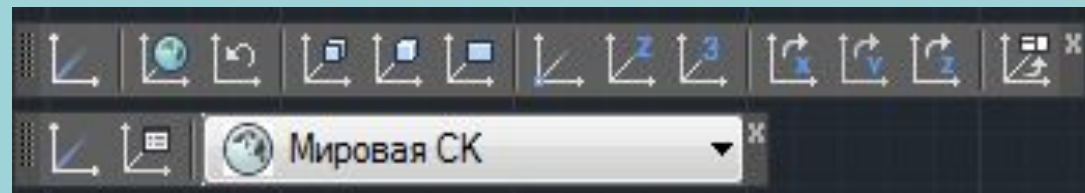
- Задание ПСК на основе выбранного объекта. Направление выдавливания выбранного объекта определяет положительное направление оси Z новой ПСК.

*Плоскость построения* - плоскость, в которой можно указывать точки маркером (мышью). Совпадает с плоскостью XY текущей системы координат или параллельна ей. (В AutoCAD положение плоскости построений плоского объекта или контура вдоль оси Z относительно нуля можно определить значением системной переменной ELEVATION, а также командой ELEV.)

# Системы координат

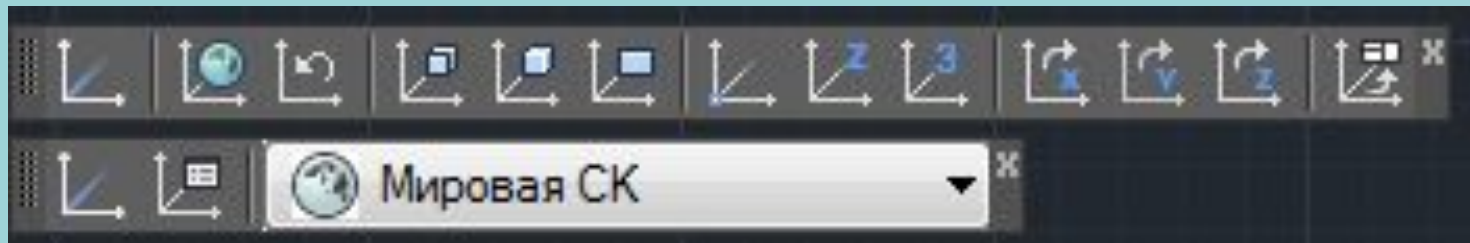
В панели инструментов ПСК собраны кнопки, которые соответствуют различным вариантам (комбинациям опций) команды ПСК. Поэтому щелчок по любой кнопке этой панели инструментов почти всегда означает, что вызывается команда ПСК с некоторой опцией или опциями:

- вызывает выполнение команды ПСК без автоматического выбора опций (далее их задает пользователь);
- вызывает диалоговое окно (ПСК) для управления именованными системами координат;
- восстанавливает МСК;
- восстанавливает предыдущую ПСК;
- устанавливает ПСК по объекту;
- совмещает ПСК с выбранной гранью трехмерного тела;

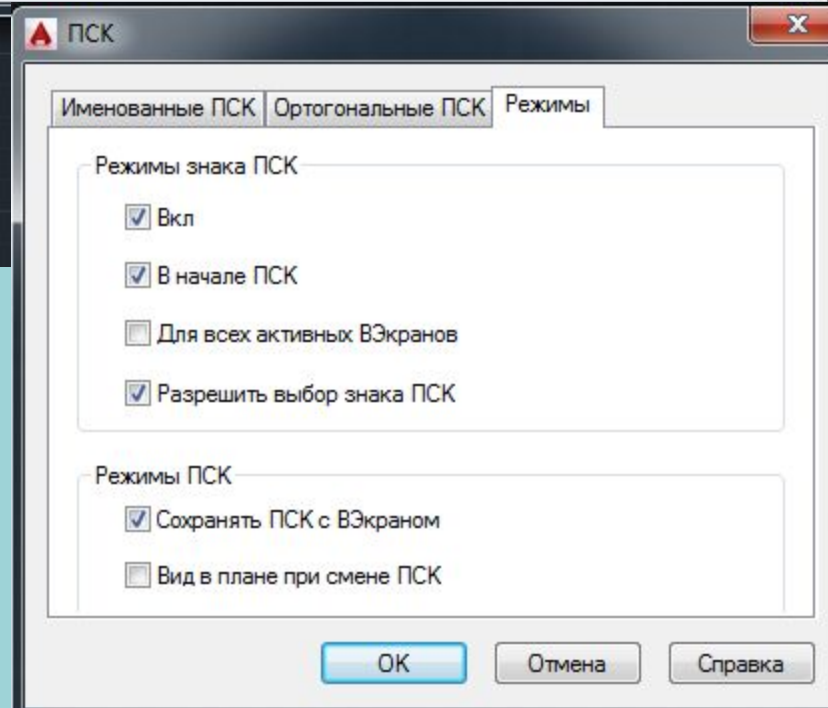
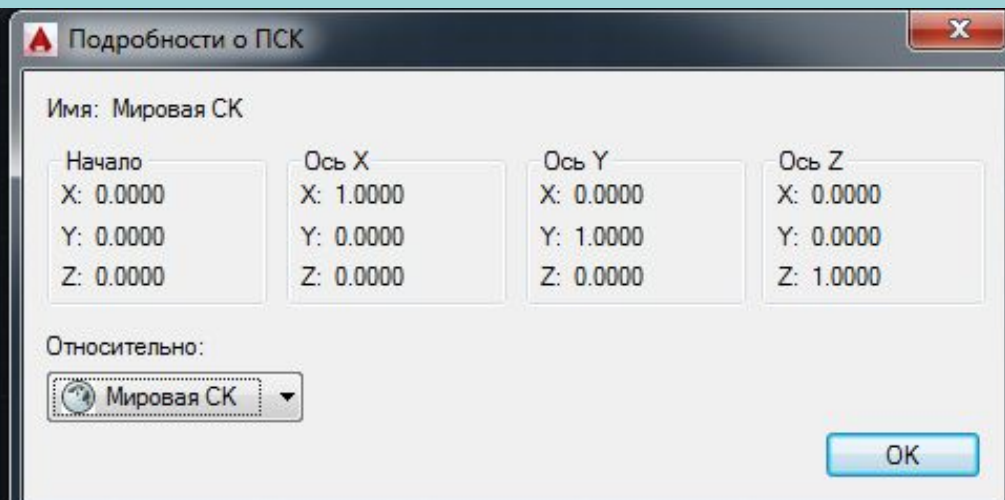
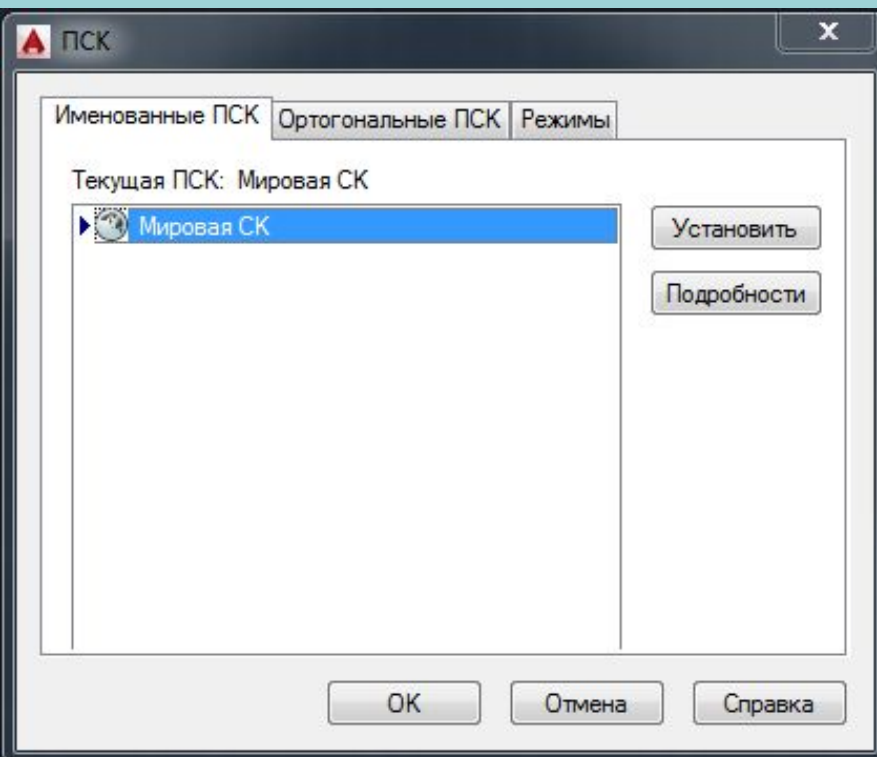


# Системы координат

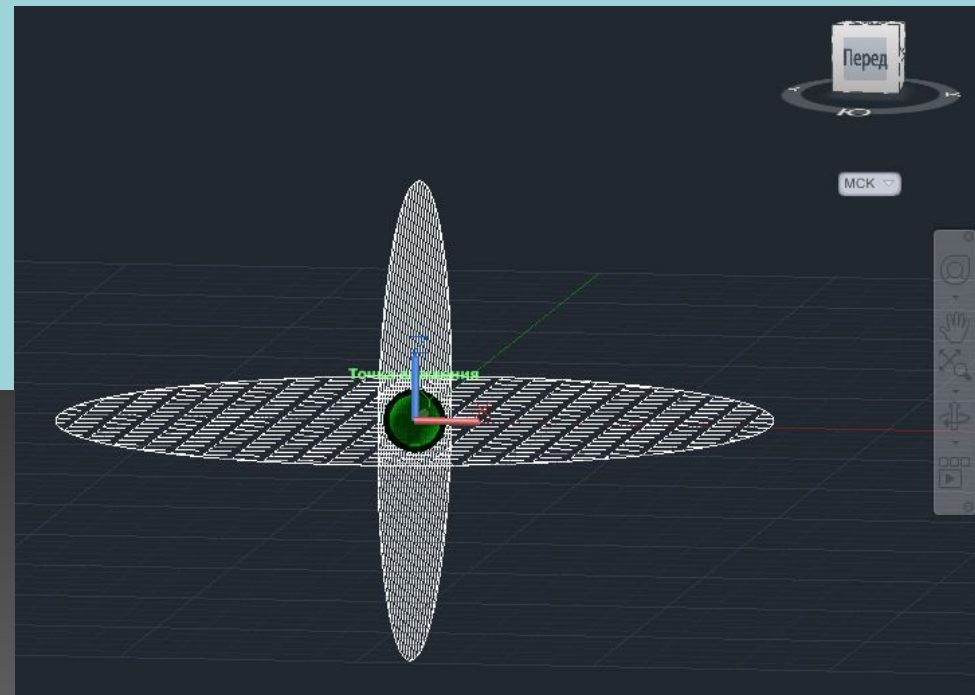
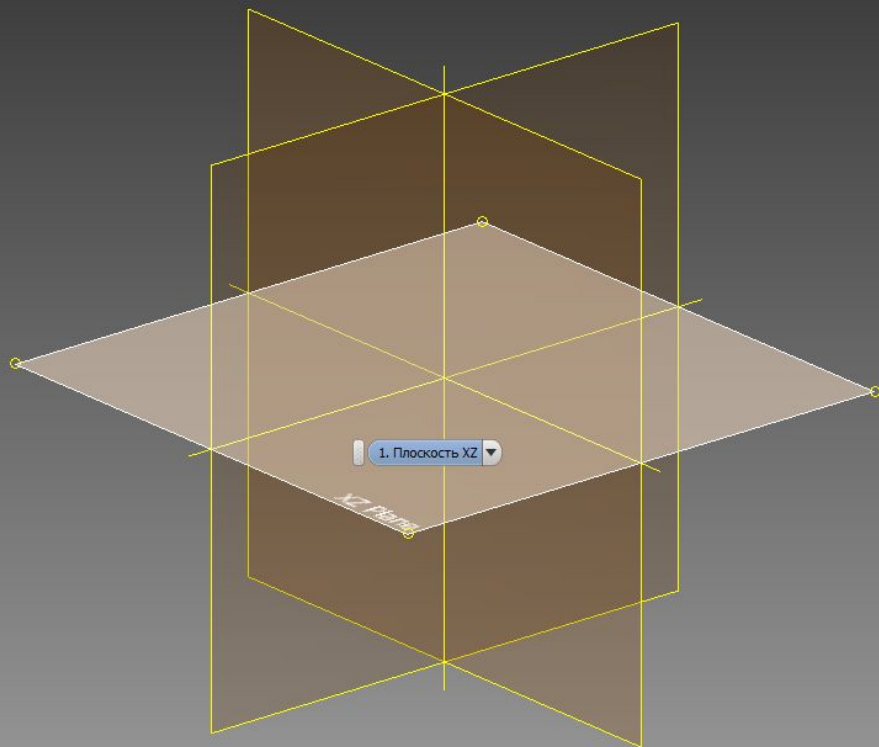
- устанавливает новую систему координат с плоскостью XY, параллельной экрану (виду);
- устанавливает новую ПСК путем переноса начала системы координат;
- устанавливает ПСК путем указания точки на положительном участке новой оси Z;
- устанавливает новую ПСК с помощью трех точек (начала координат и направлений осей);
- выполняет поворот текущей ПСК вокруг оси X;
- выполняет поворот текущей ПСК вокруг оси Y;
- выполняет поворот текущей ПСК вокруг оси Z;
- применяет текущую ПСК к выбранному видовому экрану.



# Системы координат

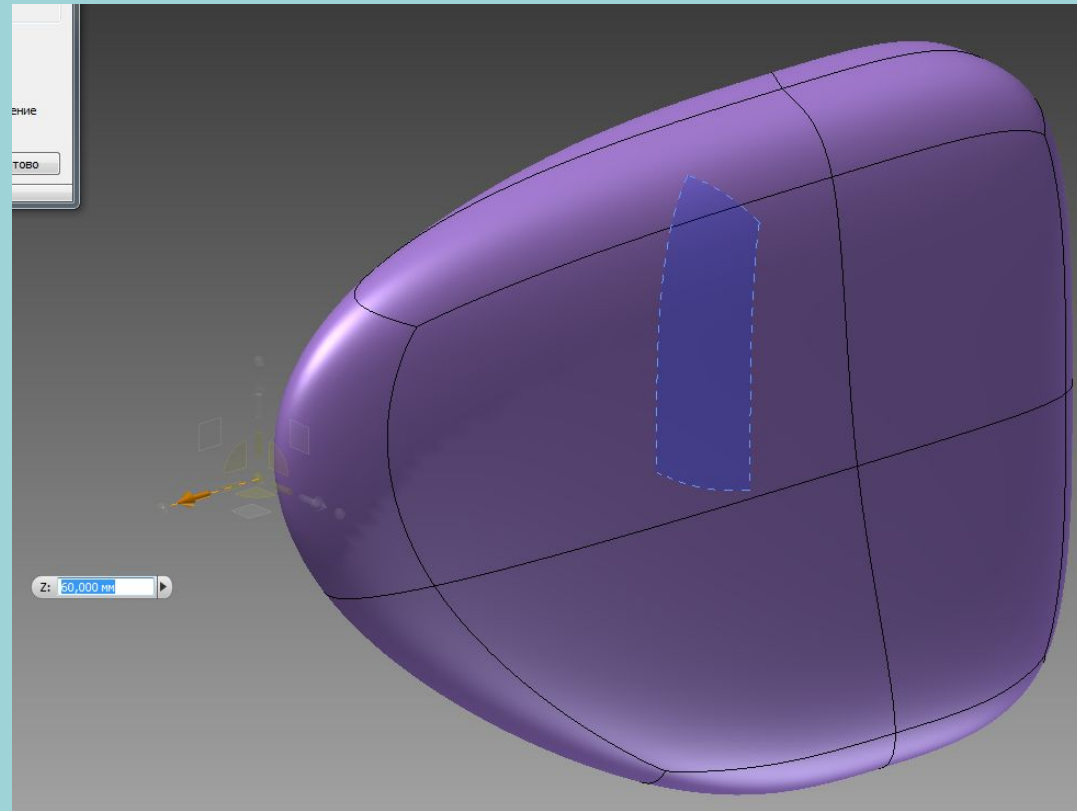
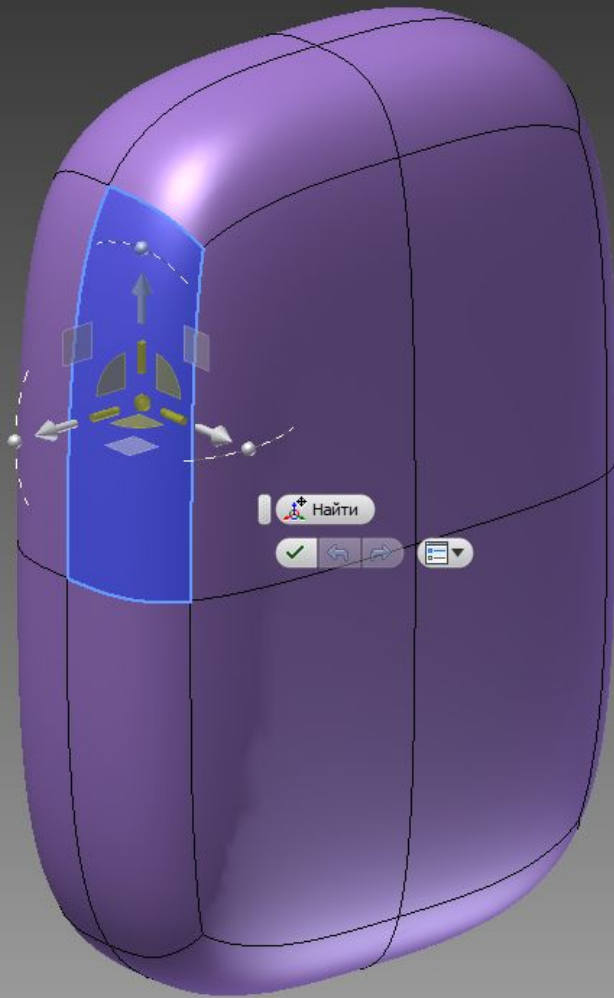


# Плоскости построений





# Свободное построение





# Стандарты

**ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронные документы. Общие положения.**

**автоматизированная система:** Система, состоящая из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию выполнения установленных функций.

[[ГОСТ 34.003-90](#). статья 1.1]

**информационная единица:** Файл или набор взаимосвязанных файлов, рассматриваемый как единое целое.

# Стандарты

**ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронные документы. Общие положения.**

ДЭ состоит из двух частей: ***содержательной и реквизитной***.

Содержательная часть состоит из одной или нескольких ИЕ (файлов), содержащих необходимую информацию об изделии. Содержательная часть может состоять отдельно или в любом сочетании из текстовой, графической, мультимедийной информации.

Реквизитная часть состоит из структурированного (сгруппированного) по назначению набора реквизитов и их значений. Номенклатура реквизитов ДЭ - по [ГОСТ 2.104](#). В реквизитную часть ДЭ допускается вводить дополнительные реквизиты с учетом особенностей применения и обращения ДЭ.

ЭП - неотъемлемая часть реквизитной части ДЭ, предназначенная для удостоверения и подтверждения его подлинности и целостности.

# Стандарты

**ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронные документы. Общие положения.**

ДЭ подразделяют на простые, составные и агрегированные в зависимости от состава и способа организации содержательной части:

- в простом ДЭ содержательная часть реализована в виде одной ИЕ (файла);
- в составном ДЭ содержательная часть реализована в виде нескольких ИЕ (файлов), связанных друг с другом ссылками;
- в агрегированном ДЭ содержательная часть реализована в виде нескольких ИЕ (файлов), логически связанных друг с другом.

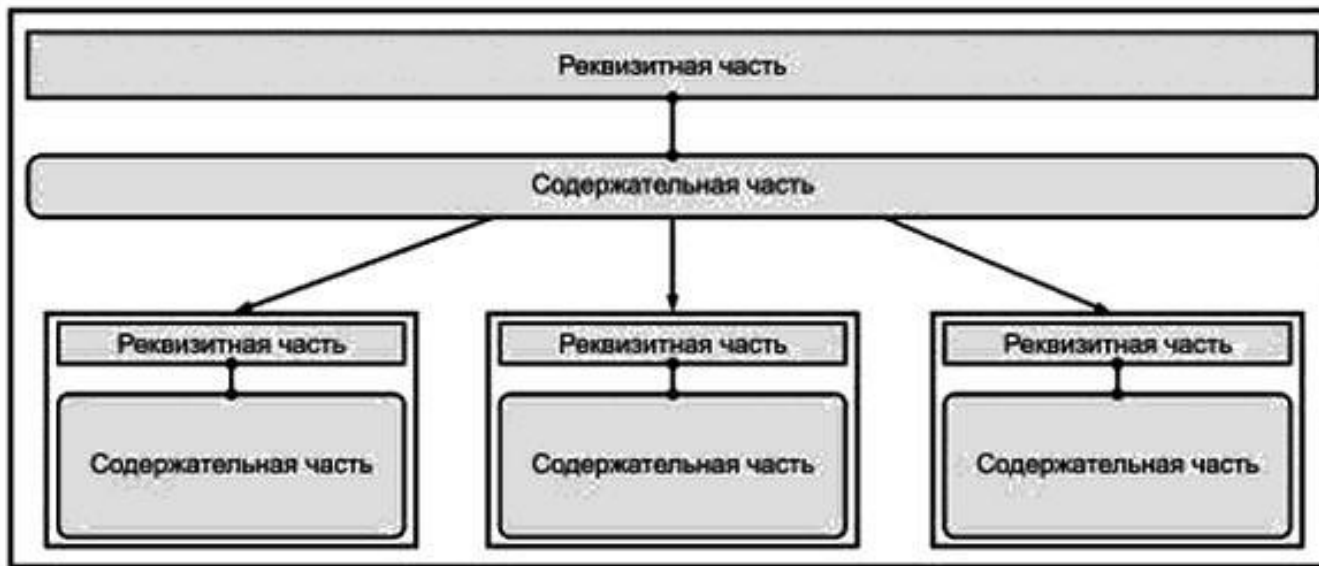
# Стандарты



а - простой ДЭ



б - составной ДЭ



в - агрегированный ДЭ

# Стандарты

**ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронные документы. Общие положения.**

Результатом визуализации ДЭ на графическом устройстве вывода ЭВМ является изображение (на экране дисплея), результатом визуализации ДЭ на печатающем устройстве вывода ЭВМ - бумажная копия электронного документа по [ГОСТ 2.501 \(Правила учета и хранения\)](#). Наименование вида документа в процессе обращения для бумажной копии ДЭ устанавливают стандартом организации.

# Стандарты

**ГОСТ 2.052-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель изделия. Общие положения.**

**электронная модель изделия (модель):** Электронная модель детали или сборочной единицы по [ГОСТ 2.102](#).

**электронная геометрическая модель (геометрическая модель):** Электронная модель изделия, описывающая геометрическую форму, размеры и иные свойства изделия, зависящие от его формы и размеров.

**атрибут модели:** Размер, допуск, текст или символ, требуемый для определения геометрии изделия или его характеристики.

**электронный макет:** Электронная модель изделия, описывающая его внешнюю форму и размеры, позволяющая полностью или частично оценить его взаимодействие с элементами производственного и/или эксплуатационного окружения, служащая для принятия решений при разработке изделия и процессов его изготовления и использования.

# Стандарты

**ГОСТ 2.052-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель изделия. Общие положения.**

В компьютерной среде ЭМИ представляется в виде набора данных, которые вместе определяют геометрию изделия и иные свойства, необходимые для изготовления, контроля, приемки, сборки, эксплуатации, ремонта и утилизации изделия.

ЭМИ, как правило, используется:

- для интерпретации всего составляющего модель набора данных (или его части) в автоматизированных системах;
- для визуального отображения конструкции изделия в процессе выполнения проектных работ, производственных и иных операций;
- для изготовления чертежной конструкторской документации в электронной и/или бумажной форме.

# Стандарты

ЭМИ, как правило, состоит из геометрической модели изделия, произвольного количества атрибутов модели и может включать технические требования. Схематический состав модели приведен на рисунке



Схема состава электронной модели изделия



# Стандарты

**ГОСТ 2.052-2006 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель изделия. Общие положения.**

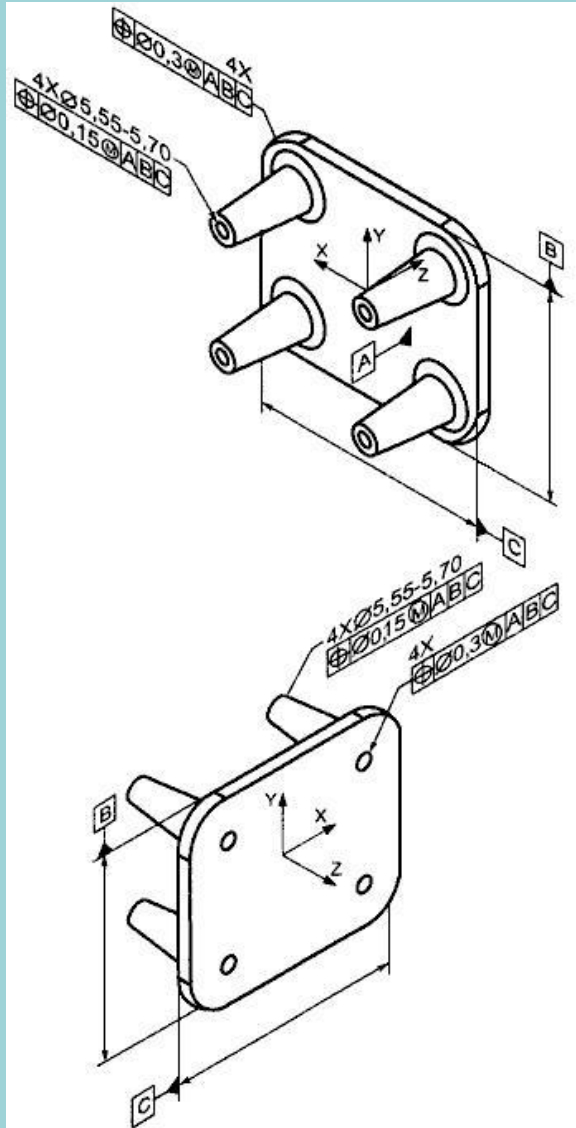
Модель должна содержать полный набор конструкторских, технологических и физических параметров согласно [ГОСТ 2.109](#), необходимых для выполнения расчетов, математического моделирования, разработки технологических процессов и др.

ЭМД разрабатывают, как правило, на все детали, входящие в состав изделия, если техническим заданием предусмотрено выполнение документации только в виде ЭМИ.

ЭМСЕ должна давать представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых в сборочную единицу, и содержать необходимую и достаточную информацию для осуществления сборки и контроля сборочной единицы.

ЭМК является разновидностью ЭМИ (ЭМСЕ) и предназначен для оценки взаимодействия составных частей макетируемого изделия или изделия в целом с элементами производственного и/или эксплуатационного окружения.

# Стандарты



# Стандарты

**ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения.**

**структура изделия:** Совокупность составных частей изделия и связей между ними, определяющих иерархию составных частей  
Электронная структура изделия - электронный конструкторский документ, содержащий описание изделия (сборочной единицы, комплекта или комплекса), иерархические отношения между его составными частями и другие данные в зависимости от его назначения.

ЭСИ выполняется только как электронный КД, предназначенный для использования в вычислительной среде\*.

ЭСИ предназначена для организации информационного взаимодействия между автоматизированными системами\*.

ЭСИ создается и используется при помощи специализированных программных средств, и содержит структуру изделия и различные данные о ее элементах в зависимости от разновидности (назначения) ЭСИ.

# Стандарты

**ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения.**

ЭСИ используют для:

- представления информации о составе изделия и об иерархии его СЧ;
- представления вариантов состава и структуры изделия;
- структурирования проектной и рабочей конструкторской документации на изделие;
- представления информации о применяемости, правилах использования СЧ при различных условиях (в т.ч. исполнениях) и заменяемости (в т.ч. взаимозаменяемости) СЧ;
- представления технических данных об изделии на стадиях ЖЦИ.

# Стандарты

**ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения.**

Визуальное представление информации содержательной части ЭСИ (например, на экране дисплея) выполняют, как правило, следующими способами:

- в виде графа, вершины которого соответствуют составным частям изделия (сборочным единицам, комплексам, комплектам, деталям), а ребра определяют связи между составными частями;
- в виде многоуровневого списка, в котором верхний уровень образуют СЧ, входящие в состав изделия непосредственно (СЧ прямого вхождения), второй уровень - СЧ, входящие в состав СЧ первого уровня, третий уровень - СЧ, входящие в состав СЧ второго уровня, и т.д. вплоть до уровня, на котором СЧ полагаются далее неделимыми.

(См. Л1)

# Стандарты

**ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная структура изделия. Общие положения.**

Различают следующие основные разновидности ЭСИ: функциональную, конструктивную, производственно-технологическую, физическую, эксплуатационную и совмещенную. Конструктивную ЭСИ выполняют на основе функциональной ЭСИ, а производственно-технологическая, физическая и эксплуатационная ЭСИ строятся на основе конструктивной ЭСИ. Принадлежность ЭСИ к одному и тому же изделию должна отражаться в ее наименовании и обозначении.

# Стандарты

**ГОСТ 2.054-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронное описание изделия. Общие положения.**

ЭОИ представляет собой логически полную совокупность ИО, содержащих всю необходимую информацию, описывающую конструкцию изделия и свойства (характеристики) изделия (СЧ) на конкретной стадии разработки.

ЭОИ, как правило, физически реализуют в виде БД, содержащей все ИО (в том числе - заимствованные, полученные из ранее разработанных изделий), из которых следует формировать совокупность ЭКД и электронных КД, однозначно определяющая конструкцию изделия и его свойства (характеристики) - форму, размеры, материалы и (или) способы и средства поддержки ЖЦ изделия\*.

ЭОИ следует формировать в результате применения информационных технологий при проектировании (разработке) рабочей КД, и представляет основу для интегрированного информационно-технического обеспечения ЖЦИ.

# Стандарты

**ГОСТ 2.054-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронное описание изделия. Общие положения.**

Объекты ЭОИ:

- атрибутивные данные
- данные о конфигурации
- данные о требованиях
- конструкторские документы
- конструкторские данные
- расчетные данные
- технологические данные
- производственные данные
- доказательные (сертификационные) данные



# Стандарты

**ГОСТ 2.055-2014 Единая система конструкторской документации. Электронная спецификация. Общие положения** ЭСП и ЭВС, которые в совокупности определяют состав изделия.

ЭСП — КД, содержащий состав сборочной единицы, комплекса и комплекта, выполненный в электронной форме.

ЭВС — КД, содержащий перечень всех ЭСП СЧ с указанием их количества и входимости, выполненный в электронной форме.

ЭСП и ЭВС могут быть получены в форме отчета ЭСИ — РОМ.

Обмен данными с помощью ЭСП и ЭВС следует применять только в том случае, если невозможно в качестве основного КД передавать ЭСИ в соответствии с ГОСТ 2.053.

# Стандарты

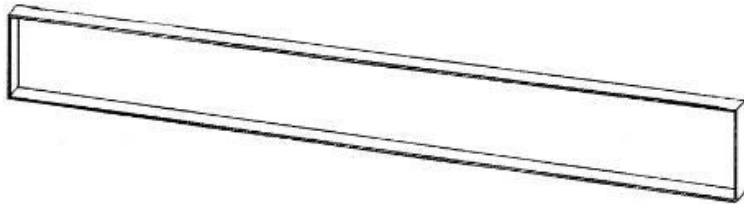
ГОСТ 2.055-2014 Единая система конструкторской документации. Электронная спецификация. Общие положения



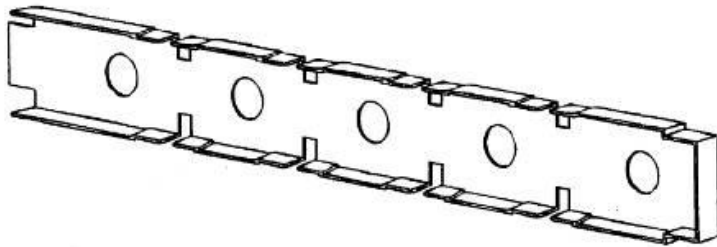
Обобщенная структура ЭСП и ЭВС (верхнего уровня)

# Стандарты

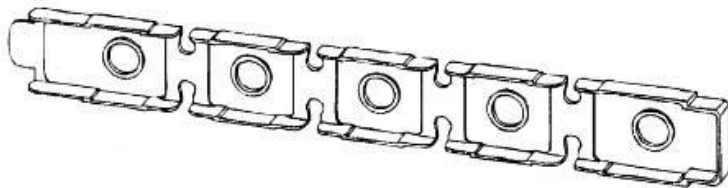
## ГОСТ 2.056-2014 Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали. Общие положения.



а) ЭМД стадии технического предложения



б) ЭМД стадии эскизного проекта



в) ЭМД стадии технического проекта и рабочей КД

ЭМД должна содержать:

- основную геометрию детали;
- конструкторские и технологические требования (при необходимости);
- физические параметры (согласно ГОСТ 2.109), необходимые для выполнения расчетов (прочностных, весовых и т.д.), математического моделирования, разработки технологических процессов и др.;
- другие данные (при необходимости).

# Стандарты

## ГОСТ 2.057-2014 Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Электронная модель сборочной единицы. Общие положения.



а) Без использования ВСЕ



б) С использованием ВСЕ

ЭМСЕ должна содержать:

- основную геометрию всех ЭМД, являющихся СЧ ЭМСЕ;
- конструкторские и технологические требования (при необходимости);
- физические параметры (согласно [ГОСТ 2.109](#)), необходимые для выполнения расчетов (прочностных, весовых и т. д.), математического моделирования, разработки технологических процессов и др.