

Лекция 4

Определение понятия «проектирование»

С точки зрения системного анализа «проектирование» есть процесс планирования изменений окружающей человека среды. Человек давно оторвался от так называемой «естественной среды»

Все то, что нас окружает есть искусственные (или по греческому-

Определение понятия «проектирование»

Совокупность работ, предшествующих их созданию можно определить как «проектирование».

Проектирование – важная отрасль человеческой деятельности , в которой заняты много людей. Не исключено, что и вам придется этим заниматься.

Основные этапы проектирования

- Условно процесс проектирования можно разделить на следующие этапы:
- подготовительный;
- расчетный;
- создание рабочей конструкторской документации.
- Подготовительный этап начинается с получения от заказчика или составление по требованию заказчика основных требований к изделию, которое будет проектироваться.
-

Основные этапы проектирования

Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.103-68 устанавливает стадии разработки конструкторской документации на изделие всех отраслей промышленности:

- техническое задание;
- техническое предложение;
- эскизный проект;
- Технический проект
- разработка рабочей документации:
 - а) для опытного образца (опытной партии);
 - б) установочных серий;
 - в) установившегося серийного или массового производства

Основные этапы проектирования

- Согласно этого стандарта, техническое задание устанавливает основное назначение, технические и тактико-технические характеристики, показатели качества и технико-экономические показатели, предъявляемые к изделию
- **Техническое предложение** – совокупность конструкторских документов, содержащих обоснование целесообразности разработки на основе анализа технического задания, предложения различных вариантов решений и их анализ, патентные материалы. Отчётной документацией этой стадии присваивается литера «П».



Основные этапы проектирования

- **Эскизный проект** - совокупность конструкторских документов, содержащих принципиальные конструктивные решения и данные по основным параметрам и габаритным размерам проектируемого (разрабатываемого) изделия, изготовление и испытание макета. Документация этой стадии разработки обозначается литерой «Э».
- **Технический проект** - совокупность конструкторских документов, содержащих окончательное техническое решение, дающее полное представление об устройстве (конструкции) и размерах изделия, которых достаточно для разработки рабочей документации, изготовления и испытание макетов.



Основные этапы проектирования

- **Разработка рабочей документации** - совокупность конструкторских документов (рабочие чертежи деталей и сборочных единиц, технологической оснастки), предназначенных для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии). В этом случае документация обозначается литерой «О1», «О2» и т.д.

Основные этапы проектирования

- В процессе разработки проектной документации в зависимости от сложности решаемой задачи допускается объединять между собой ряд этапов. Этапы постановки ТЗ и технического проектирования могут входить в цикл научно-исследовательских работ (НИР), а этапы технического предложения и эскизного проектирования — образовывать цикл опытно-конструкторских работ (ОКР)

Основные этапы проектирования

- **Стадии проектирования (ЕСКД ГОСТ 2.103-68)** Настоящий стандарт устанавливает стадии разработки конструкторской документация изделий всех отраслей промышленности и этапы выполнения работ

Основные этапы проектирования

- Стадии разработки
- Этапы выполнения работ
- Техническое предложение
- Подбор материалов.
- Разработка технического предложения с присвоением документам литеры "П".
- Рассмотрение и утверждение технического задания

Основные этапы проектирования

- Эскизный проект
- Разработка эскизного проекта с присвоением документам литеры "Э".
- Изготовление и испытание макетов (при необходимости).
- Рассмотрение и утверждение эскизного проекта.

Основные этапы проектирования

- Технический проект Разработка технического проекта с присвоением документам литеры "Т".
- Изготовление и испытание макетов (при необходимости).
- Рассмотрение и утверждение технического проекта.

Основные этапы проектирования

- Рабочая конструкторская документация:
- а) опытного образца (опытной партии) изделия, предназначенного для серийного (массового) или единичного производства (кроме разового изготовления)
- Разработка конструкторской документации, предназначенной для изготовления и испытания опытного образца (опытной партии), без присвоения литеры.
- Изготовление и предварительные испытания опытного образца (опытной партии).
- Корректировка конструкторской документация по результатам изготовления и предварительных испытаний опытного образца (опытной партии) с присвоением документам литеры "О".
- Приемочные испытания опытного образца (опытной партией).
- Корректировка конструкторской документации по результатам приемочных испытаний опытного образца (опытной партии)

Основные этапы проектирования

- б) серийного (массового) производства
- Изготовление и испытание установочной серии по документации с литерой "О₁" (или "О₂").
- Корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания установочной серии, а также оснащения технологического процесса изготовления изделия, с присвоением

Функции, выполняемые на различных этапах проектирования

- Анализ существующих технических решений, выбор прототипов для проектирования
- Синтез вариантов новых технических решений
- Расчет конструкций новых технических решений
- Выбор допустимых вариантов конструкций
- Формирование целевой функции для выбора наилучших технических решений. Выбор наилучших решений.
- Оформление рабочей документации

Системы автоматизации проектирования

- Под термином “САПР для машиностроения” в нашей стране обычно подразумеваются пакеты, выполняющие функции CAD/CAM/CAE/PDM, т. е. автоматизированного проектирования, подготовки производства и конструирования, а также управления инженерными данными. Первые САД-системы появились еще на заре вычислительной техники — в 60-х годах

Системы автоматизации проектирования

- В начале 80-х, когда вычислительная мощность компьютеров значительно выросла, на сцену вышли первые САМ-пакеты, позволяющие частично автоматизировать процесс производства с помощью программ для станков с ЧПУ, и САЕ-продукты, предназначенные для анализа сложных конструкций.

Системы автоматизации проектирования

- Таким образом, к середине 80-х системы САПР для машиностроения обрели форму, которая существует и сейчас. Но наиболее бурное развитие происходило в течение 90-х годов — к тому времени на поле вышли новые игроки “средней весовой категории”. Усиление конкуренции стимулировало совершенствование продуктов: благодаря удобному графическому интерфейсу значительно упростилось их использование, появились новые механизмы твердотельного моделирования ACIS и Parasolid, которые сейчас используются во многих ведущих САПР, значительно расширились функциональные возможности.

Системы автоматизации проектирования

КЛАСС САПР	ПРОДУКТ	КОМПАНИЯ
Тяжелый	Unigraphics NX	EDS
	CATIA	Dassault Systemes/IBM
	Pro/Engineer	PTC
Средний	<i>Зарубежные системы</i>	
	SolidWorks	SolidWorks (принадлежит Dassault)
	SolidEdge	EDS
	Inventor и Mechanical Desktop	Autodesk
	Cimatron	Cimatron
	think3	Think3 S.p.A.
	Cadkey	Cadkey
	Power Solutions	Delcam
	<i>Отечественные продукты</i>	
	КОМПАС (CAD/CAM/CAE/PDM)	"Аскон"
	T-Flex (CAD/CAM/CAE/PDM)	"Топ Системы"
	ADEM (CAD/CAM/PDM)	Omega Adem Technologies
	Sprut (CAD/CAM/CAE)	"СПРУТ-Технология"
	APM WinMachine (CAD/CAE)	НТЦ АПМ
	PartY Plus (PDM)	"Лоция Софт"
	КРЕДО (CAE)	НИЦ АСК
Легкий	AutoCAD	Autodesk
	SurfCAM 2D	Surfware
	DataCAD	DataCAD
	IntelliCAD	CADopia
	TurboCAD	IMSI

Системы автоматизации проектирования

- 1. САПР — человеко-машинная система. Все созданные и создаваемые системы проектирования с помощью ЭВМ являются автоматизированными, важную роль в них играет человек — инженер, разрабатывающий проект технического средства.

Системы автоматизации проектирования

- Человек в САПР должен решать, во-первых, все задачи, которые не формализованы, во-вторых, задачи, решение которых человек осуществляет на основе своих эвристических способностей более эффективно, чем современная ЭВМ на основе своих вычислительных возможностей. Тесное взаимодействие человека и ЭВМ в процессе проектирования — один из принципов построения и эксплуатации САПР

Системы автоматизации проектирования

- **2.** САПР — иерархическая система, реализующая комплексный подход к автоматизации всех уровней проектирования. Иерархия уровней проектирования отражается в структуре специального программного обеспечения САПР в виде иерархии подсистем.
- Следует особо подчеркнуть целесообразность обеспечения комплексного характера САПР, так как автоматизация проектирования лишь на одном из уровней оказывается значительно менее эффективной, чем полная автоматизация всех уровней. Иерархическое построение относится не только к специальному программному обеспечению, но и к техническим средствам САПР, разделяемых на центральный вычислительный комплекс и автоматизированные рабочие места **проектировщиков.**

Системы автоматизации проектирования

- САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования. Эти САПР ориентированы на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование, т. е. определение пространственных форм и взаимного расположения объектов. К этой группе систем относится большинство САПР в области машиностроения, построенных на базе графических ядер.
- В настоящее время широко используют унифицированные графические ядра, применяемые более чем в одной САПР (ядра Parasolid фирмы EDS Urographies и ACIS фирмы Intergraph).

Системы автоматизации проектирования

- Комплексные (интегрированные) САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются CAE/CAD/CAM-системы в машиностроении или САПР БИС. Так, САПР БИС включает в себя СУБД и подсистемы проектирования компонентов, принципиальных, логических и функциональных схем, топологии кристаллов, тестов для проверки годности изделий. Для управления столь сложными системами применяют специализированные системные

Геометрическое моделирование

- Понятие о геометрической модели проектируемого объекта; способы описания геометрических моделей; явные, неявные векторные, параметрические уравнения; полигональные модели, твердотельное и поверхностное моделирование; различные способы представления твердотельных моделей, теоретико-множественные операции булевой алгебры

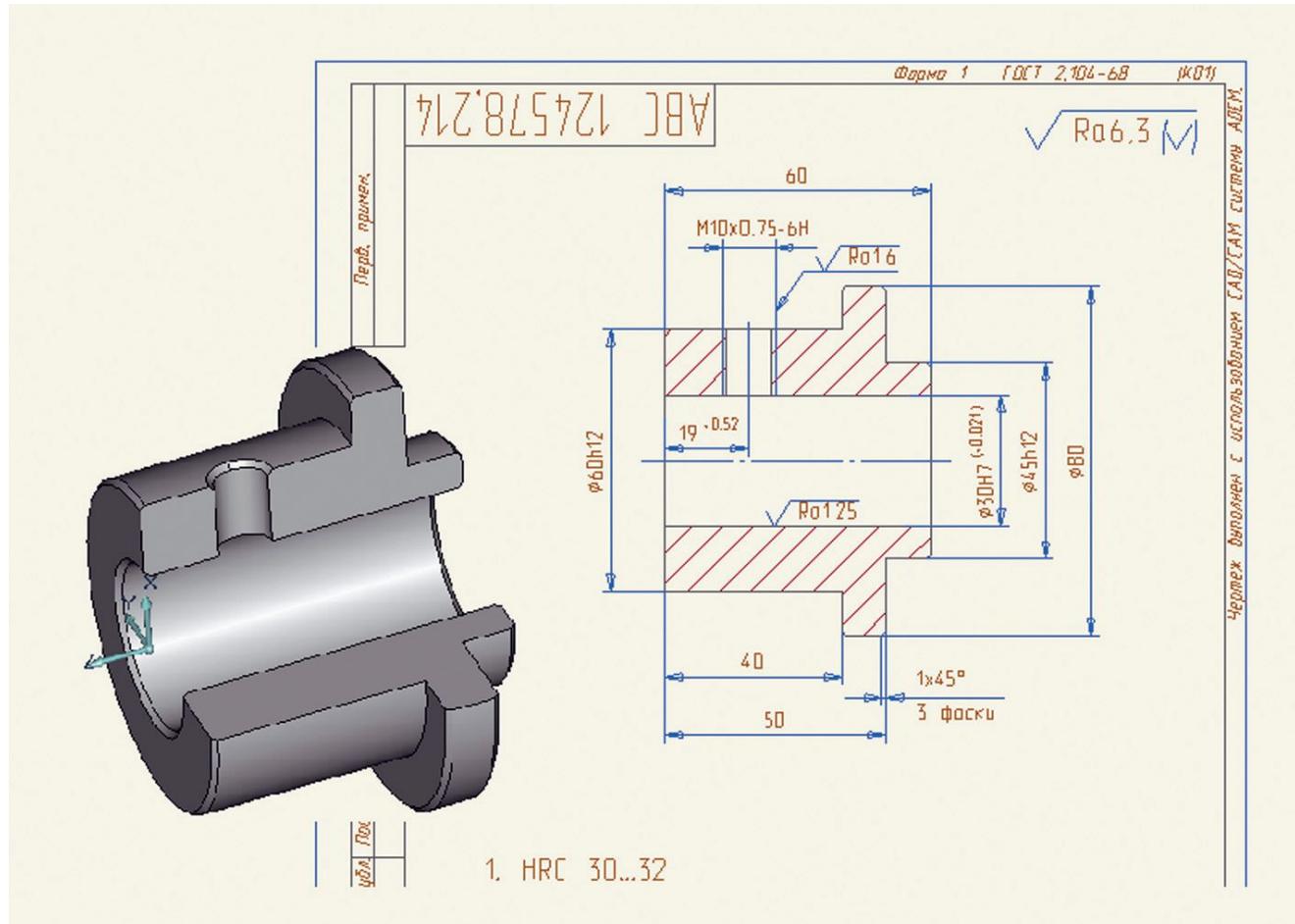
Геометрическое моделирование

- Отметим два подхода к плоскому моделированию, которые получили развитие в CAD системах. Первый условно можно назвать чертежным, второй - твердотельным.
В чертежном способе (яркий представитель AutoCAD) основными инструментами являются отрезки, дуги, полилинии и кривые. Базовыми операциями моделирования на их основе являются пролпение обрезка и

Геометрическое моделирование

- В твердотельном способе (CherryCAD) основными инструментами являются замкнутые контуры; остальные элементы играют вспомогательную или оформительскую роль. При этом главными операциями являются булевы: объединение, дополнение, пересечение. Современные системы, как правило, эксплуатируют оба эти способа одновременно.

Геометрическое моделирование



Геометрическое моделирование

- В отличие от чертежа, модель является однозначным представлением геометрии и количественного состава объекта. Если в сборочном чертеже болт представляется несколькими видами, то в объемной сборке - одним объектом, моделью болта.

Геометрическое моделирование

1.1. Понятие о геометрической модели проектируемого объекта.

Геометрические объекты.

Геометрическое моделирование изучает методы построения математической модели, описывающей геометрические свойства предметов окружающего мира.

Геометрическое моделирование

- Инструментом для геометрического моделирования служат математические методы решения тех или иных задач. Используемые методы позволяют описать геометрические свойства предметов, создавать их математические модели и исследовать их путем проведения различных расчетов и численных экспериментов, а также, при необходимости, редактировать моделируемые объекты и строить их графические отображения.

Геометрическое моделирование

- Для описания геометрических свойств окружающих предметов строят твердые тела. Тело описывается точками, линиями и поверхностями. Все они обладают определенными общими свойствами, поэтому ими можно оперировать как объектами. Точки, линии, поверхности и тела называются геометрическими объектами.

Геометрическое моделирование

- Геометрические объекты будут служить основными элементами математической модели геометрии реальных или воображаемых объектов. Будем строить их в трехмерном евклидовом пространстве, считая их неизменными во времени.

Твердотельное и поверхностное моделирование



В геометрическом моделировании используются термины «поверхностное моделирование» (моделирование поверхностей) и «твердотельное моделирование» (моделирование твердых тел). В обоих случаях результатом моделирования является некоторая оболочка (или несколько оболочек), описывающая поверхность моделируемого объекта. Но процесс моделирования в первом случае отличается от процесса моделирования во втором случае.

Различные способы представления твердых тел

Математическая модель тел

Для геометрического моделирования предметов, занимающих конечный объем, в математике используются объекты, называемые твердыми телами или просто телами. Способ их описания отличается от способа описания кривых и поверхностей. При моделировании тел строятся поверхности, отделяющие занимаемую ими часть пространства от остальной части

Геометрическое моделирование

- Многие предметы можно смоделировать, используя только плоские поверхности. Такое представление тел называется плоскогранным. Для описания криволинейных поверхностей плоскогранное представление может аппроксимировать их некоторым количеством пластин треугольной или четырехугольной формы.

Геометрическое моделирование

- Некоторые поверхности можно описать уравнениями в координатной форме (представить поверхности неявно).
Используя для моделирования тел такие поверхности, мы приходим к конструктивной твердотельной модели.
Над примитивами и полученными из них телами можно выполнять различные операции (в первую очередь булевы операции).

Геометрическое моделирование

- Используемые конструктивной твердотельной геометрией поверхности (сферическая, цилиндрическая, коническая, поверхность тора и плоскость) делят пространство на две части и для них можно указать, с какой стороны поверхности находится внутренний объем тела.

Геометрическое моделирование

- Наиболее общий подход к описанию тел состоит в представлении тела совокупностью ограничивающих его объем оболочек, грани и ребра которых заданы параметрически. Каждая оболочка строится из набора стыкующихся друг с другом поверхностей произвольной формы, содержащих полную информацию о своих границах и связях с соседями. Такое описание тел называется представлением с помощью границ. Оно дает возможность выполнять над телами множество операций, сохраняя единый способ их «внутреннего устройства». Представление тел с помощью границ позволяет моделировать объекты произвольной сложности и формы.

Геометрическое моделирование

- перечисленные подходы к описанию тел используют топологические объекты и удовлетворяют условиям связности, ориентируемости и замкнутости. Мы будем рассматривать представление тел с помощью границ, опираясь на такие топологические объекты, как вершина, ребро, грань и оболочка. Оболочки состоят из набора граней. Каждая грань базируется на некоторой поверхности. Грань отличается от поверхности тем, что кроме поверхности она в структуре своих данных несет информацию о связях с соседними гранями и об ориентации по отношению к внутреннему объему тела.

Геометрическое моделирование

- Для создания математической модели тела достаточно смоделировать совокупность оболочек, ограничивающих его объем. Но для редактирования тела необходима информация о последовательности и способах построения, поэтому в модель тела включают еще и дерево построения (или протокол построения) тела.

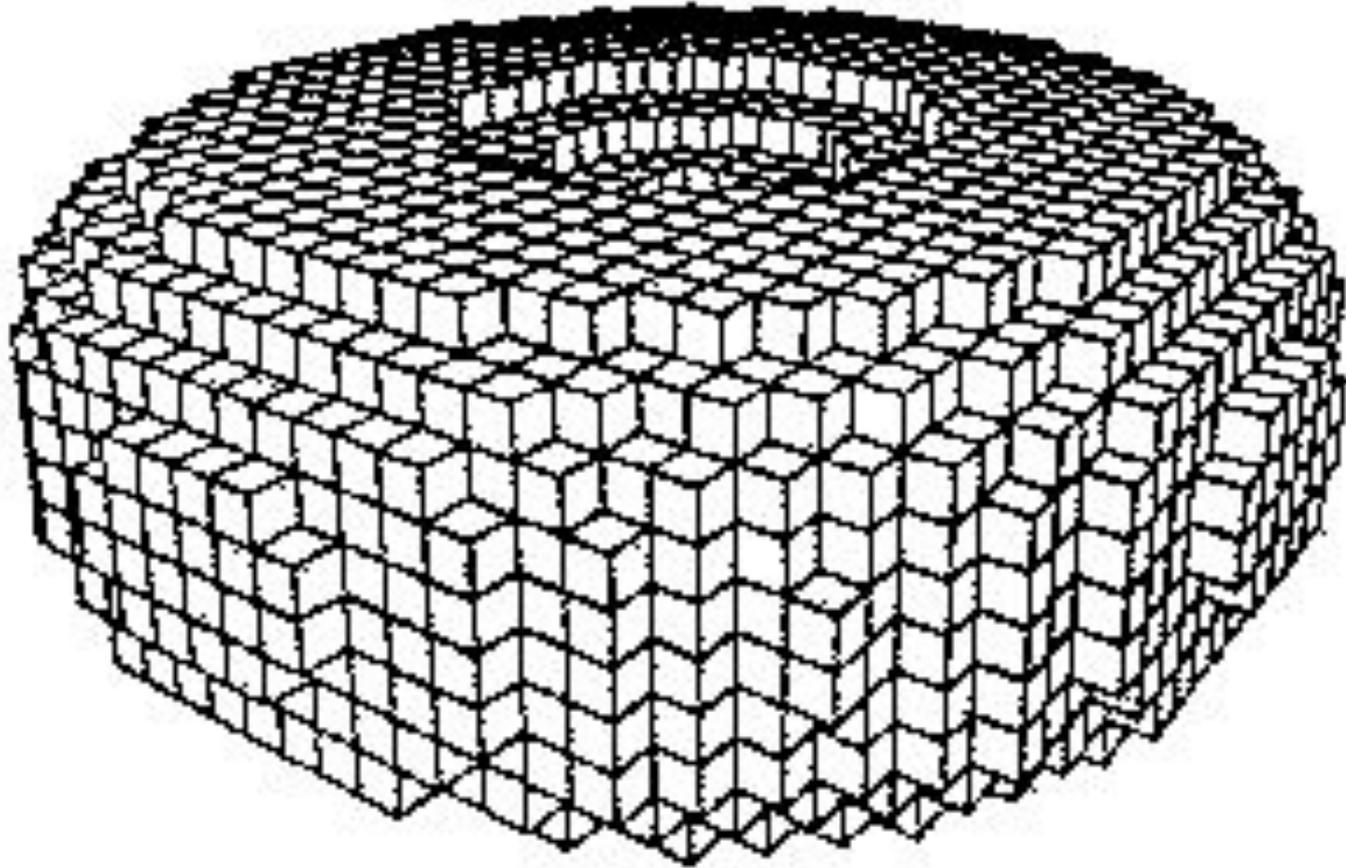
Геометрическое моделирование

- Используются три основных типа 3D моделей:
- · каркасное представление, когда тело описывается набором ребер,
- · поверхностное, когда тело описывается набором ограничивающих его поверхностей,
- · модель сплошных тел, когда тело формируется из отдельных базовых геометрических и, возможно, конструктивно - технологических объемных элементов с помощью операций объединения, пересечения, вычитания и преобразований.

Элементы моделей

- При формировании 3D модели используются:
- · двумерные элементы (точки, прямые, отрезки прямых, окружности и их дуги, различные плоские кривые и контуры),
- · поверхности (плоскости, поверхности, представленные семейством образующих, поверхности вращения, криволинейные поверхности),
- · объемные элементы (параллелепипеды, призмы, пирамиды, конусы, произвольные многогранники и т. п.).
- Из этих элементов с помощью различных операций формируется внутреннее представление модели

Геометрическое моделирование



Модель – абстрактное представление сущности реального мира

- Математическое моделирование физических, химических процессов и т.п.
- •Компьютерное моделирование
- Данные о физических объектах не могут быть целиком введены в компьютер
- Нужно ограничить объем хранимой информации об объекте
- •Задача: найти вид модели, наилучшим образом

Геометрическое моделирование

- Структура
 - –Равномерная сетка, каждый элемент которой показывает, если в нем часть объекта
 - –Ячейка называется воксель (voxel = volume element)
 - –Каждый воксель принимает значение 0 или 1
 - –Может также задавать плотность (0-1)
- Способ получения
 - –Дискретизация трехмерных данных на равномерной сетке

Геометрическое моделирование

- **Параметрическое моделирование**
- Параметрическое моделирование (parametric modelling) заключается в том, что конструктор определяет форму заданием геометрических ограничений и некоторых раз-мерных параметров. Геометрические ограничения описывают отношения геометрических элементов. Примерами ограничений являются: параллельность двух граней, компланарность двух ребер

Параметрическое моделирование

- 4. Шаги 2 и 3 повторяются с изменением ограничений или размеров до тех пор пока не будет получена нужная модель (рис. 2.10).
- 5. Объемное тело создается заметанием или вращением плоской фигуры. Толщина и угол поворота также могут стать размерными параметрами, что позволит при необходимости легко изменить созданную трехмерную форму.

Параметрическое моделирование

- **2.3.5. История создания твердого тела**
- Одной из важных характеристик твердого тела является история его создания. Содержательная часть истории создания включает описание всех элементов, используемых для построения тела, параметры и последовательность выполненных операций. История создания имеет иерархическую структуру. На нижнем уровне размещаются геометрические

- История создания твердого тела содержит граничное представление всех конструктивных элементов, параметры и названия всех использованных объектов. Выделение самостоятельных геометрических моделей конструктивных элементов производится копированием прямо из истории создания. Это дает возможность быстрого доступа в любых моделях сложных тел к любым

