

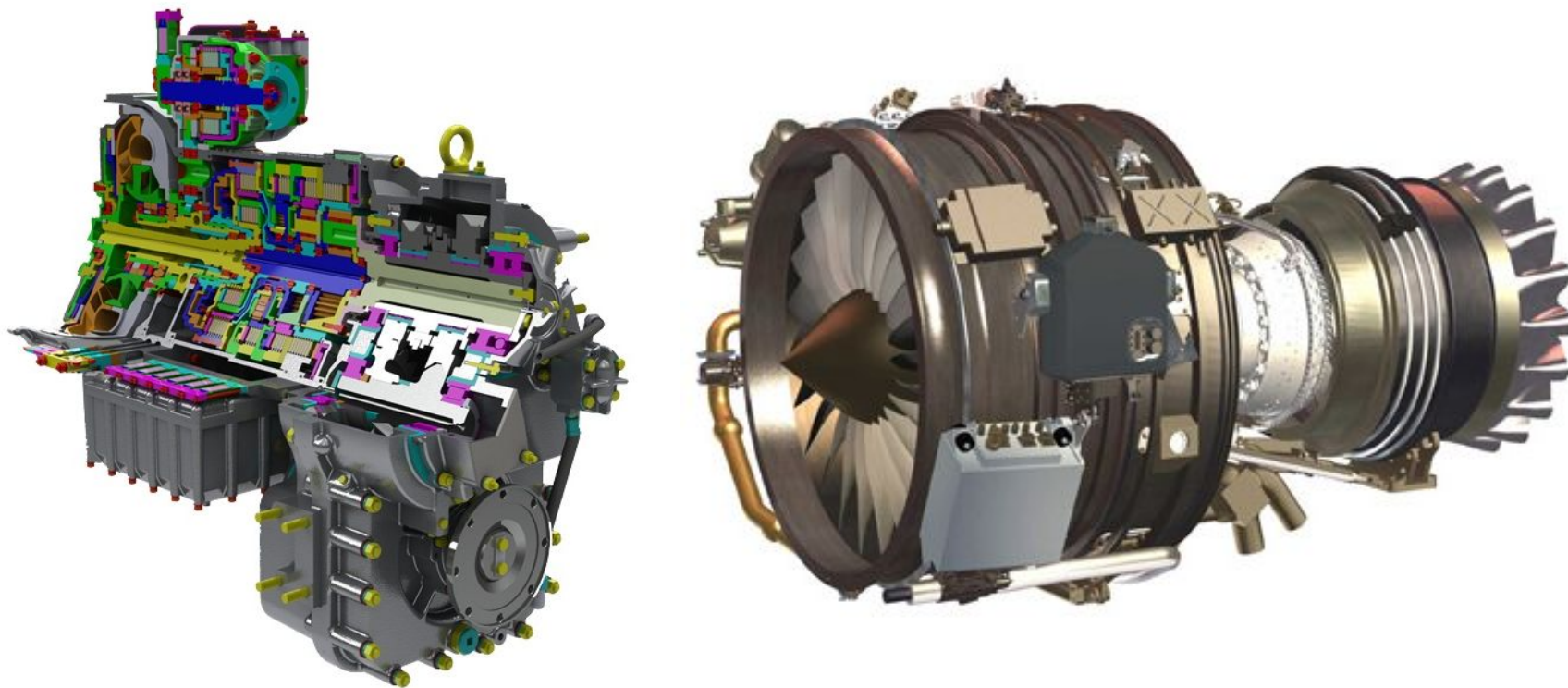
№ лекции	Темы лекционных занятий
1	Методы и технологии конструирования изделий.
2	Основы геометрического моделирования деталей.
3	Поверхностное моделирование объектов.
4	Твёрдотельное моделирование объектов.
5	Моделирование объёмных сборок.
6	Инженерный анализ методом конечных элементов.
7	Методы и технологии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

Моделирование объёмных сборок

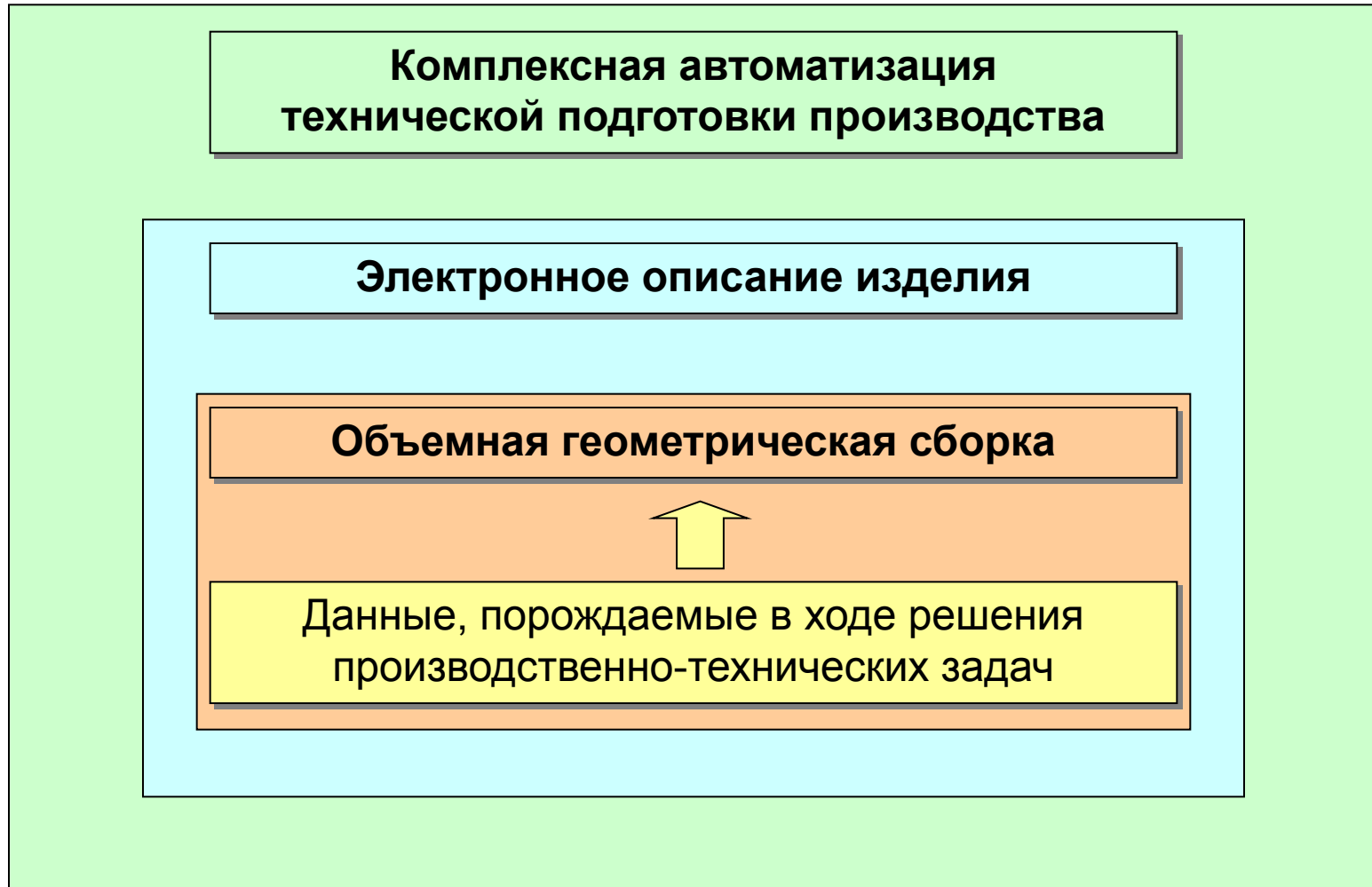
- ☐ *Понятие модели сборки*
- ☐ *Возможности технологий компьютерного моделирования объёмных сборок*
- ☐ *Базовые функции моделирования объёмных сборок*
- ☐ *Организация процессов разработки сложных технических объектов.*

5 Геометрическое моделирование объёмных сборок

Компьютерная модель сборки - трехмерная геометрическую модель изделия, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении этих компонентов и зависимостях между параметрами их элементов.

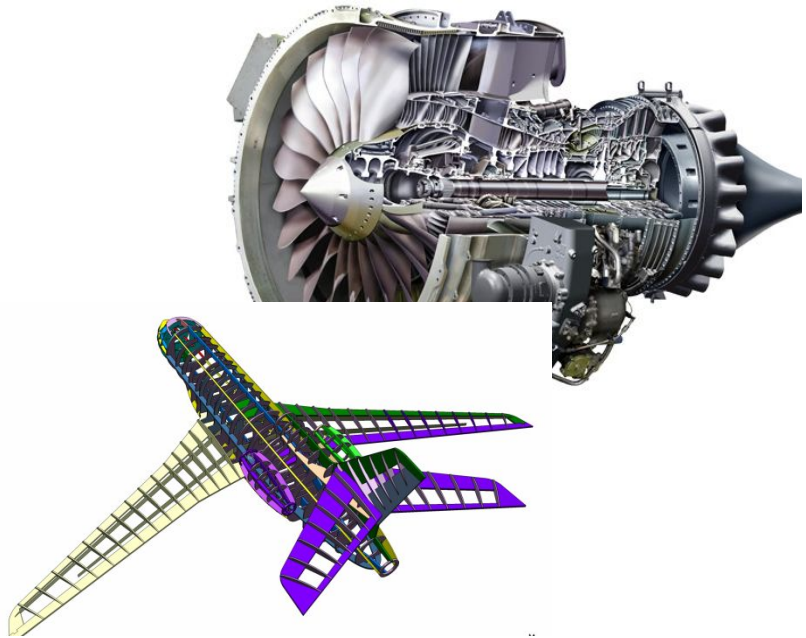


5.1 Роль геометрических моделей сборок в современном машиностроении



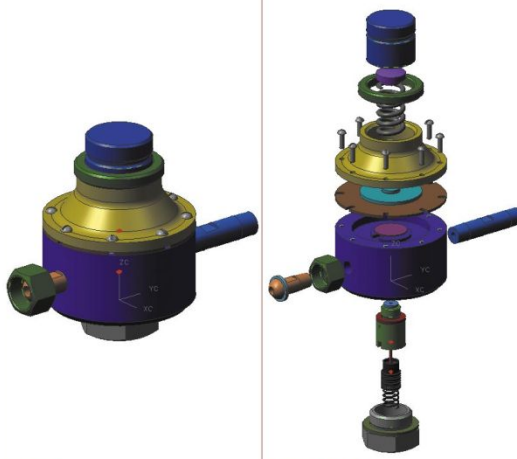
5.2 Возможности технологий компьютерного моделирования объёмных сборок

- 1) Разработка изделий с числом компонентов $10^4 \dots 10^6$
- 2) Экономия на стоимости изготовления физического прототипа (*до 500 тыс. долларов за создание модели авиадвигателя, десятки миллионов полномасштабный прототип пассажирского авиалайнера*)
- 3) Проработка компоновки изделия, проверка согласования габаритных, установочных и присоединительных размеров, расчёт массово-центровочных характеристик и пр.
- 4) Проверка сопряжений и взаимопересечений деталей сборки, проектирование деталей непосредственно в составе сборки, оптимизация конструкции изделия и технологии сборки.



5.2 Возможности технологий компьютерного моделирования объёмных сборок

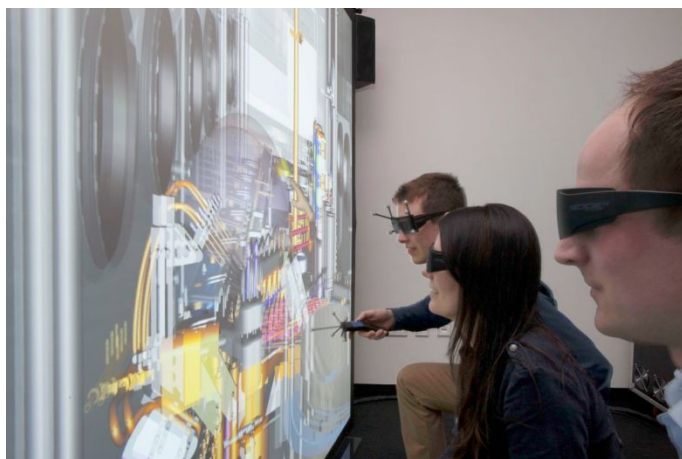
5) Реализация технологий разнесения компонент и виртуальной реальности



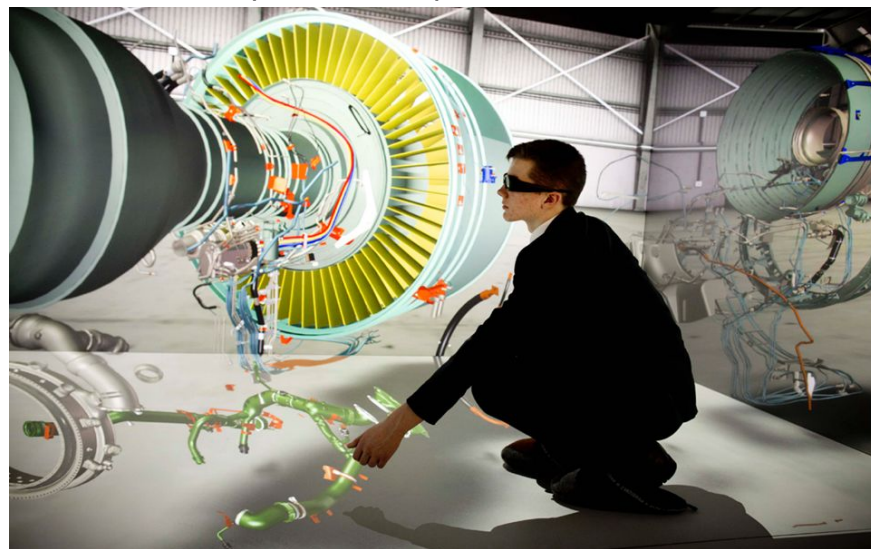
Разнесение компонент в сборке



«Виртуальная фабрика» Ford для моделирования работы сборочных линий



Демонстрация технологии виртуальной реальности IC.IDO (Франция)

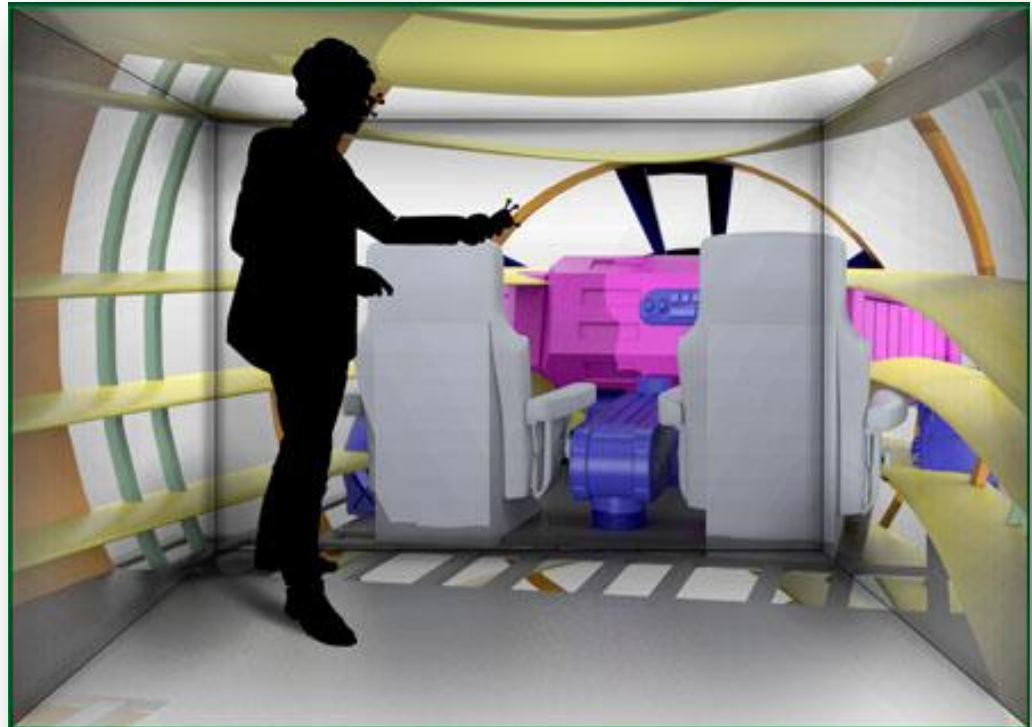


Демонстрация Центра 3D-решений КРОК (Россия)

Система виртуального прототипирования для авиаконструкторского бюро

ЦЕЛЬ: Сокращение сроков и стоимости оценки эргономики конечного изделия.

ЗАДАЧИ: интегрировать CAVE-систему (Computer-Aided Virtual Environment) с САПР заказчика; визуализация фюзеляжа и кабины самолета в масштабе 1:1.



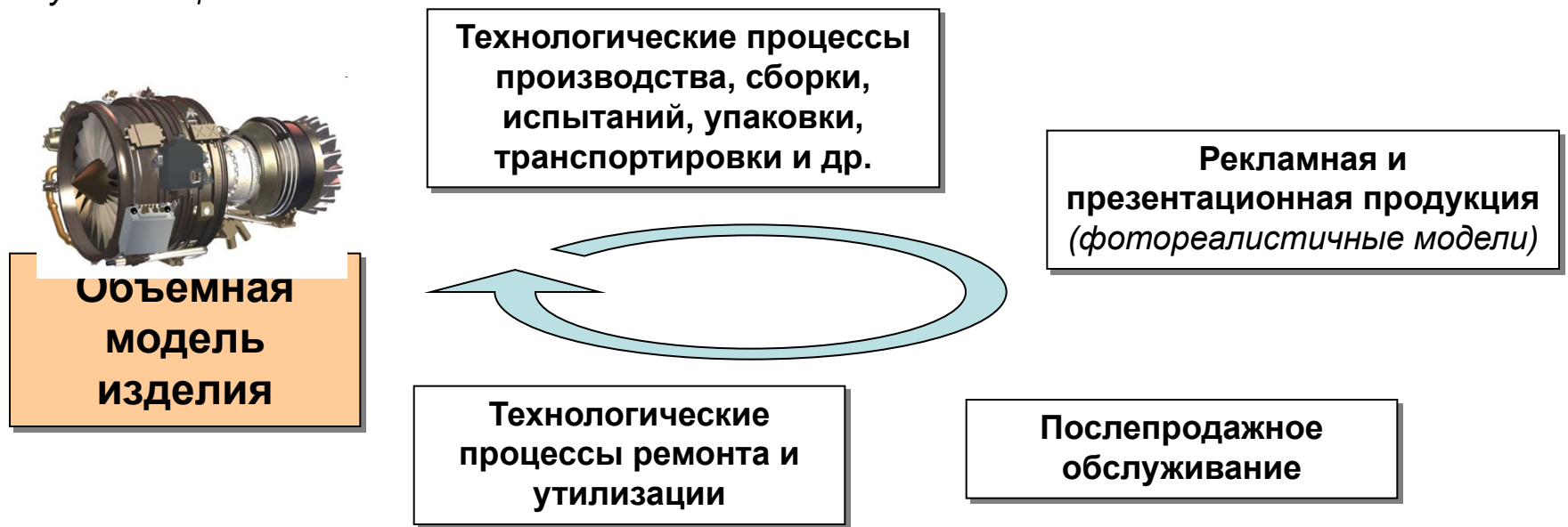
РЕШЕНИЕ:

В CAVE-системе, интегрированной с рабочим местом инженера-проектировщика, был воссоздан масштабный трехмерный прототип кабины самолета. Наглядное представление проекта в системе виртуального прототипирования позволило инженерам крупного авиаконструкторского бюро протестировать прототип на соответствие всем требованиям.

5.2 Возможности технологий компьютерного моделирования объёмных сборок

- 6) Геометрическая модель сборки наглядно определяет структуру изделия, но и содержит дополнительные информационные ресурсы, необходимые на всех этапах жизненного цикла объекта.

Например, объемная модель изделия может быть использована для разработки упаковки, операций складирования и транспортировки продукции, технологий производства, ремонта и утилизации.



- 7) Ваши предложения?

5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

Задачи пользователя:

- 1) Определить **состав и иерархию сборки**, внося в нее новые компоненты или удаляя существующие.
- 2) **Моделировать** детали в составе сборки *.
- 3) Управлять последовательностью (историей) и параметрами процесса сборки изделия с помощью визуальных инструментов (**навигатор сборки**).
- 4) Выполнить **сопряжения** элементов сборки.
- 5) Проконтролировать **пересечения** компонентов сборки.
- 6) **Параметризировать** сборку.
- 7) Выполнить **разнесение** объектов сборки *.
- 8) Выполнить моделирование кинематики объектов сборки *.

* - при необходимости

5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

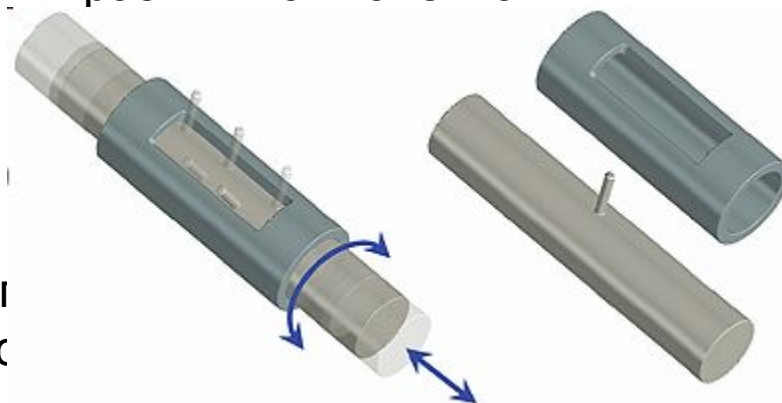
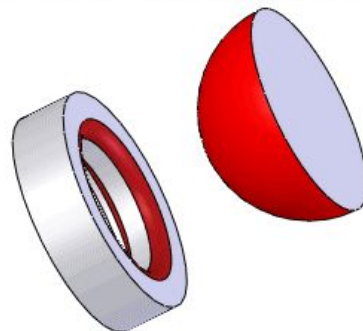
Сопряжения элементов сборки - данные о связях компонентов сборки, определяющие точное расположение одной детали относительно других.

Сопряжения делятся на **параметрические связи** и **ограничения**, наложенные на элементы геометрической модели изделия.

Объекты сопряжений: грани, ребра, вершины, графические объекты в эскизах, а также вспомогательные элементы разных компонентов.

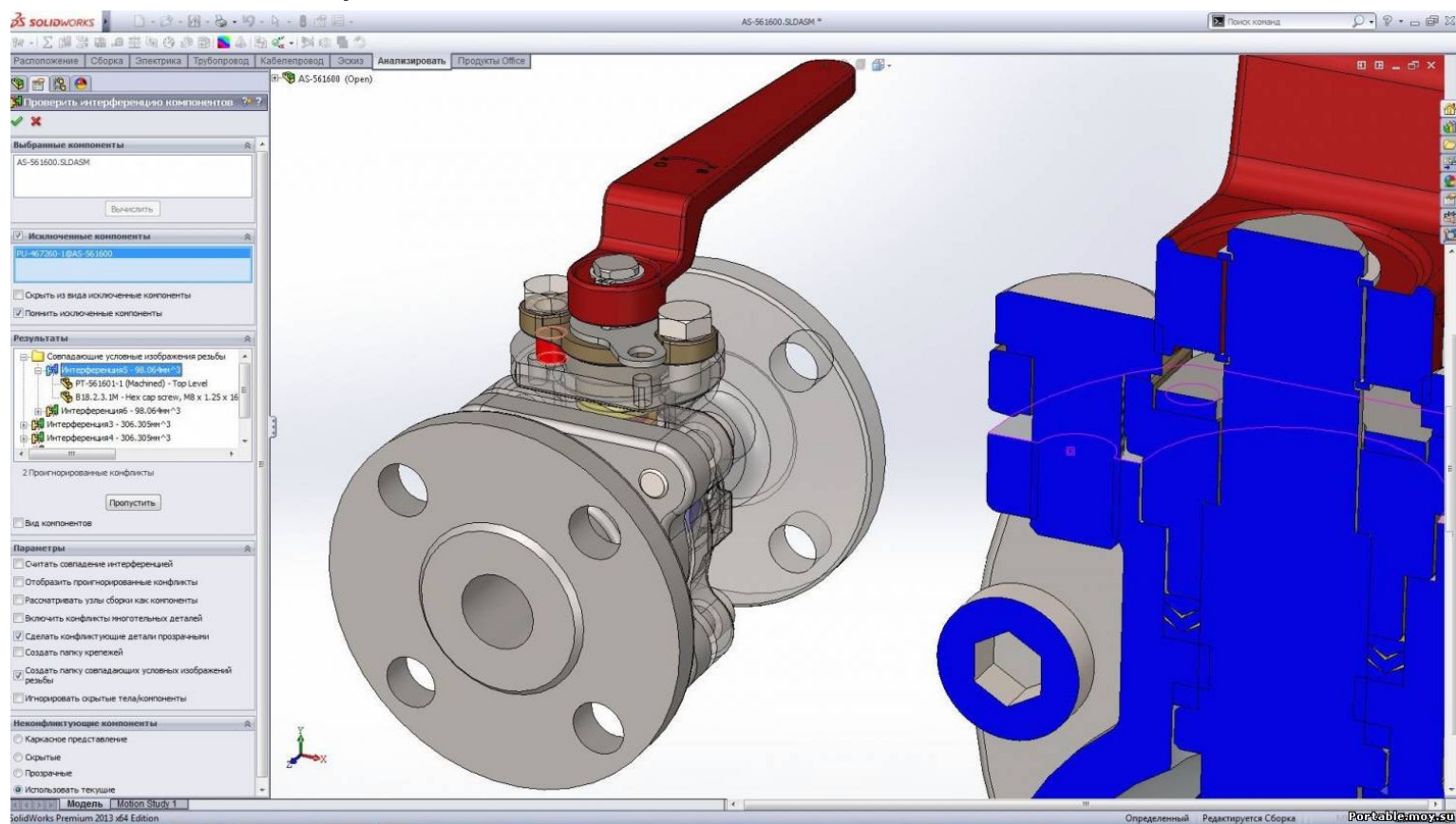
Виды сопряжений:

- совпадение элементов;
- параллельность элементов;
- перпендикулярность элементов;
- расположение элементов под заданным углом;
- расположение элементов на заданном расстоянии;
- касание элементов;
- соосность элементов.



5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

Контроль пересечений - важнейшая функция подсистемы моделирования сборок в машиностроительных САПР. Система должна определять и визуализировать зоны пересечений выбранных пользователем компонентов сборки.



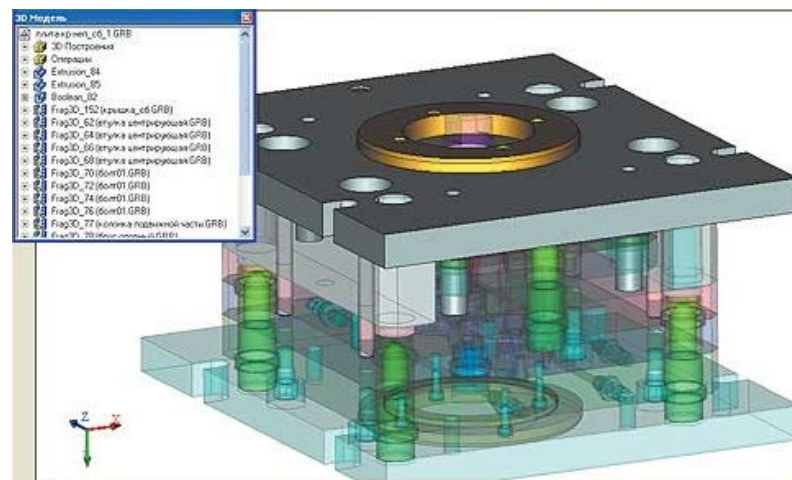
5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

Моделирование детали в составе (в контексте) сборки — эффективный способ моделирования реальных изделий

Приёмы моделирования в контексте сборки:

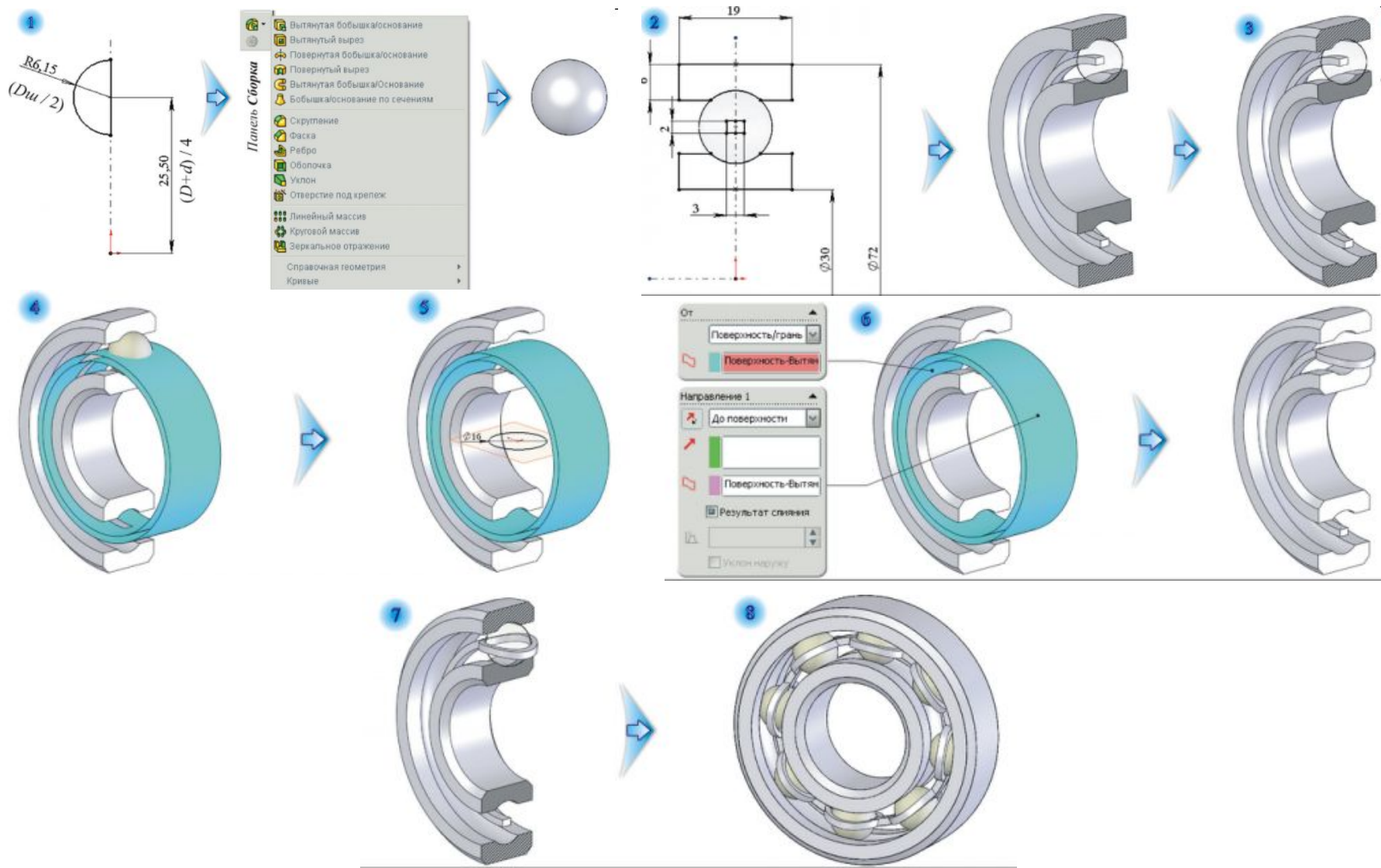
- 1) Пользователь имеет возможность измерять входящие в сборку детали и узлы и переносить размеры на другие детали.
- 2) Пользователь может проецировать существующие детали на рабочую плоскость, а также использовать характерные точки элементов моделей для привязки в процессе построения новой детали.

Это позволяет значительно ускорить проектирование, а также избежать появления возможных ошибок, а новая деталь вписывается в заданные формы и габариты.



5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

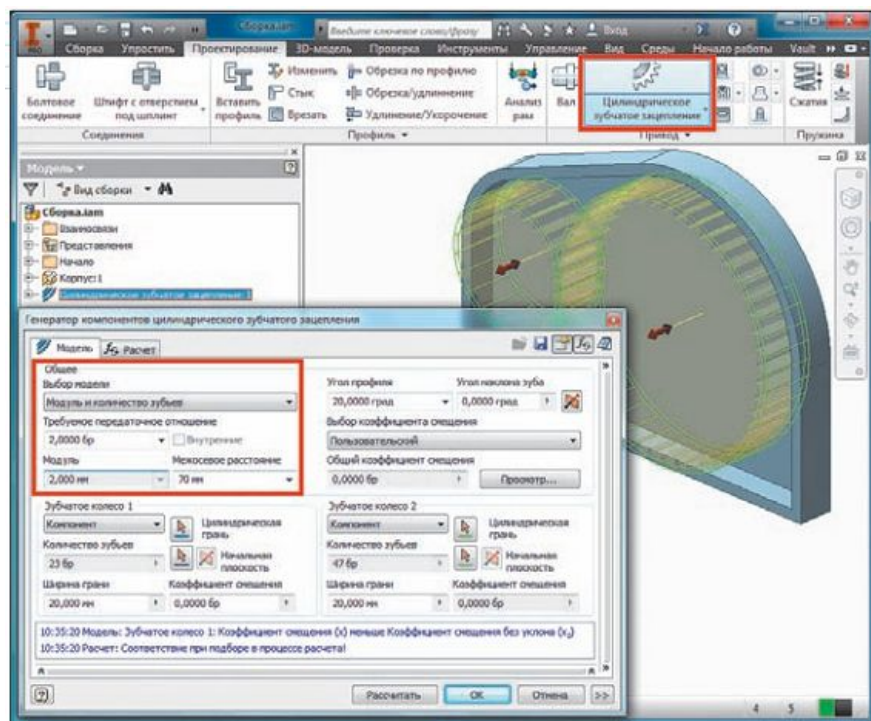
Пример моделирования детали в составе (в контексте) сборки



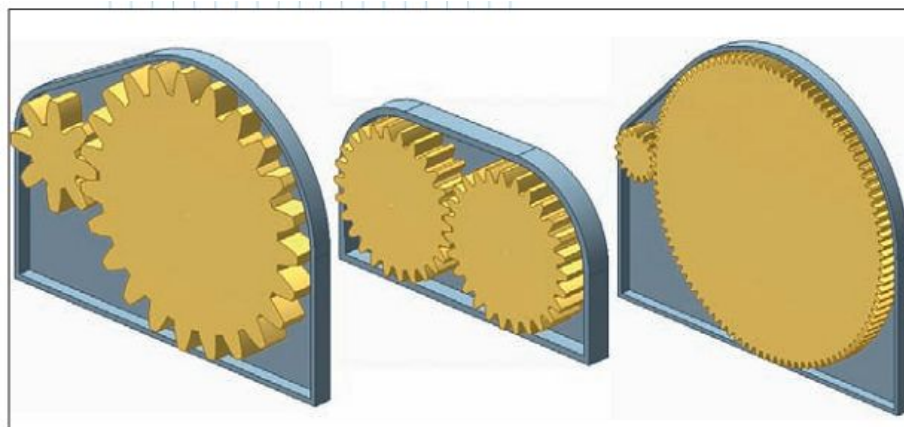
5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

Параметризация сборок обеспечивается возможность в интерактивном режиме задавать не только параметрические связи и ограничения, но и вводить проектные переменные и составлять для них набор аналитических соотношений и формул.

Ассоциативная связь между деталями приводит к тому, что при изменении одной детали остальные детали, связанные с ней, автоматически перемещаются или меняют свою геометрию.



Параметризованное зубчатое зацепление
(Autodesk Inventor)

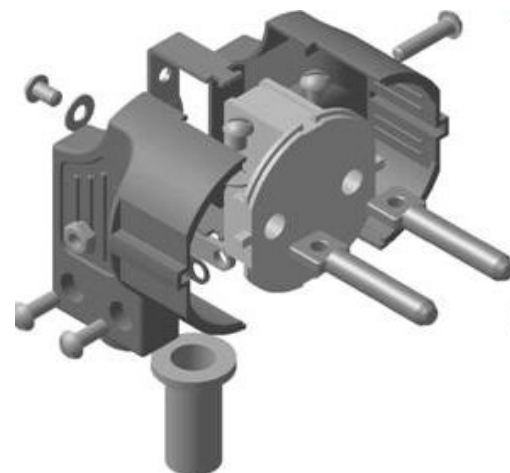
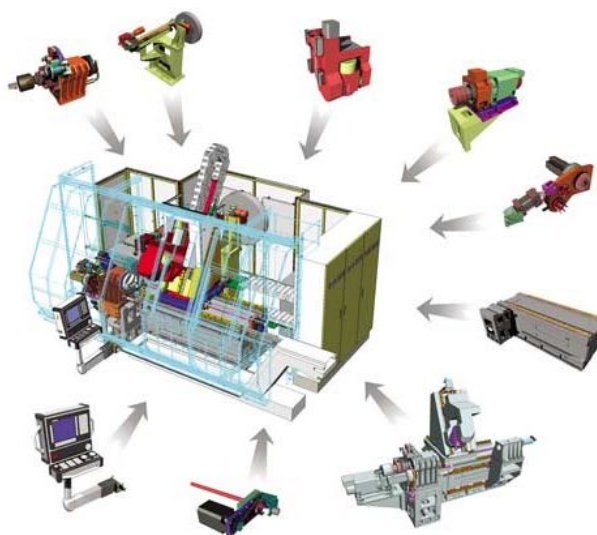
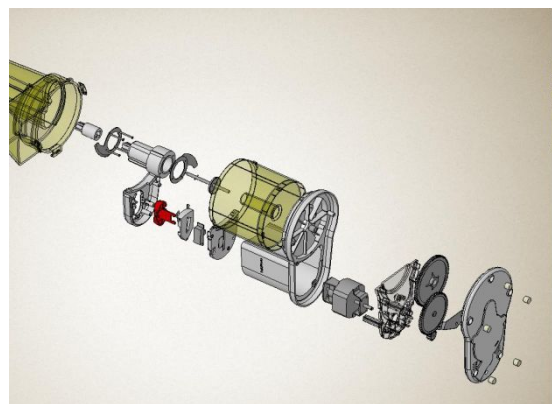


5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

Динамическое **разнесение объектов сборки (эксплодирование)** является возможностью, которая позволяет облегчить восприятие компьютерной сборки человеком при просмотре объемной модели, состоящей из плотно упакованного множества деталей и узлов.

Разнесение удобно для пояснения принципа действия машин и анализа состава изделия.

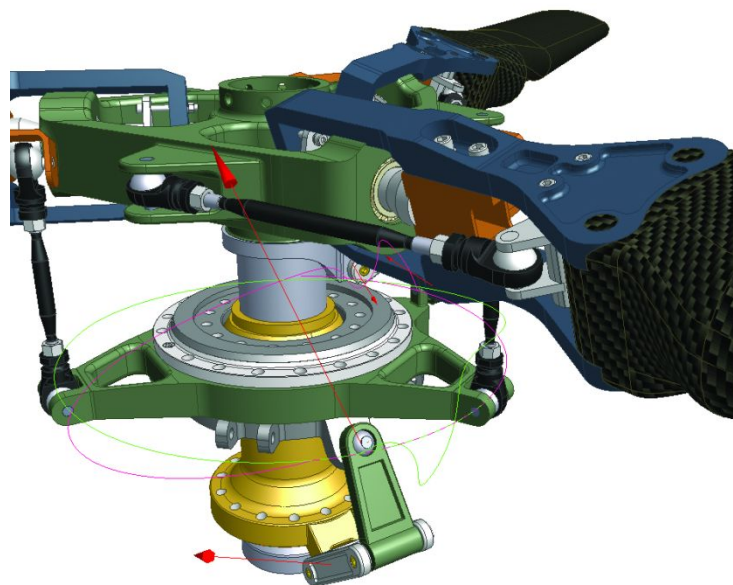
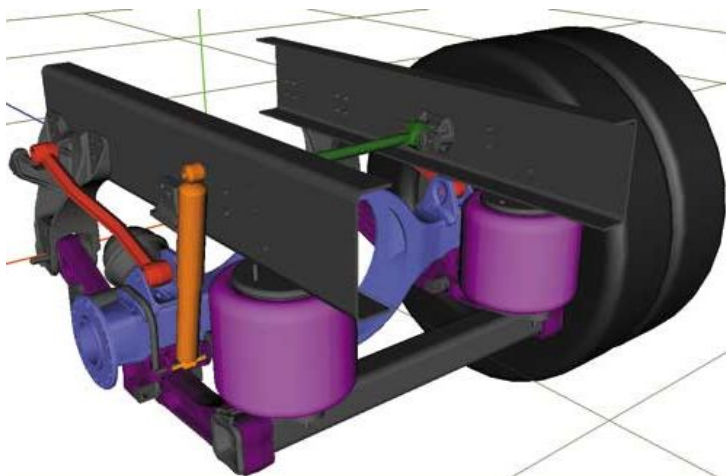
Динамическое разнесения повышает зрелищность презентаций результатов объемного моделирования.



5.3 Базовые функции моделирования объёмных сборок

Моделирование кинематики объектов сборки дает возможность учесть ряд возможных проблем, возникающих при проектировании движущихся частей машин и механизмов:

- проверку возможности движения элементов сборки и условия достижения ими запланированных промежуточных и крайних положений движущихся частей;
- анализ траектории движения элементов сборки;
- контроль пересечений и соударений движущихся частей;
- контроль обеспечения зон доступа к проведению работ сборщиков и обслуживающего персонала.



5.4 Проблемы моделирования объёмных сборок

Проблемы точности формообразования проявляются при моделировании сборок из заранее подготовленных моделей деталей. Затруднения вызывают ситуации, в которых сложные формы деталей и узлов должны стыковаться вдоль криволинейной поверхности.

Проблемы потери и поиска файлов моделей типичны для локальных автоматизированных мест и программ. Как правило, модель сборки содержит лишь информацию о моделях деталей и описание связи между ними. Модели деталей сохраняются в отдельных файлах, а в файле сборки хранятся только ссылки на эти компоненты. При произвольном перемещении файлов может произойти потеря информации о компонентах сборки, а в результате возможно полное разрушение модели сборки.

Проблемы сохранности и передачи информации о сложных сборках проявляются при местной («лоскутной») автоматизации, когда компьютеризируются отдельные рабочие места.

Проблемы унификации и стандартизации элементов сборок связаны с недостатками в организации технической подготовки производства, когда как при внедрении автоматизированной системы сохраняются традиционные «бумажноориентированные» методы технического документооборота.

5.5 Организация процессов разработки сложных технических объектов

С начала 1990-х годов в результате развития интегрированных компьютерных систем и идеологии параллельного решения проектных задач, когда команды технологов и конструкторов стали работать совместно, акцент проектирования сместился в сторону создания сборок.

На сегодняшний день распространены **два подхода к моделированию сборок**: «сверху вниз» или «снизу вверх».

1) Моделировании сборок «снизу вверх»

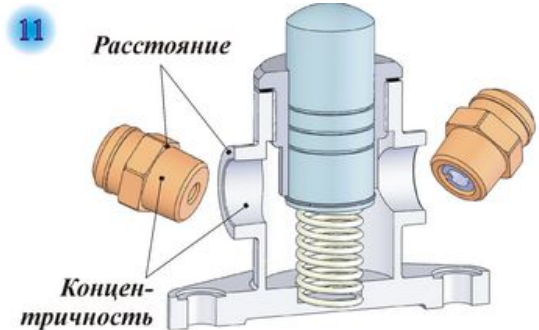
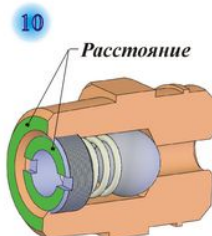
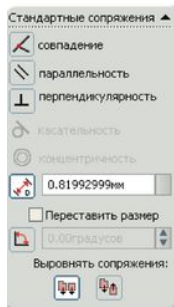
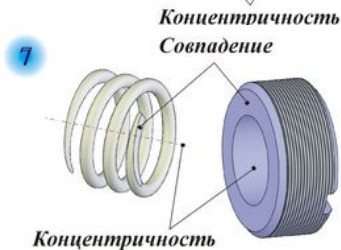
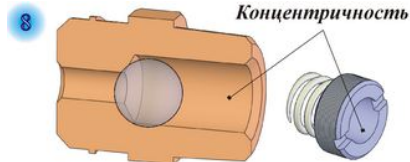
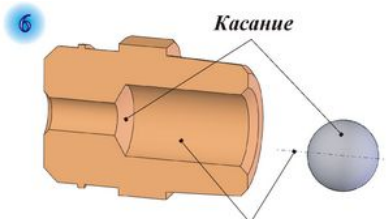
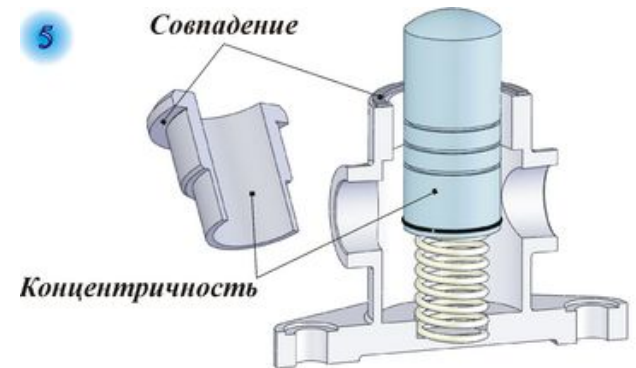
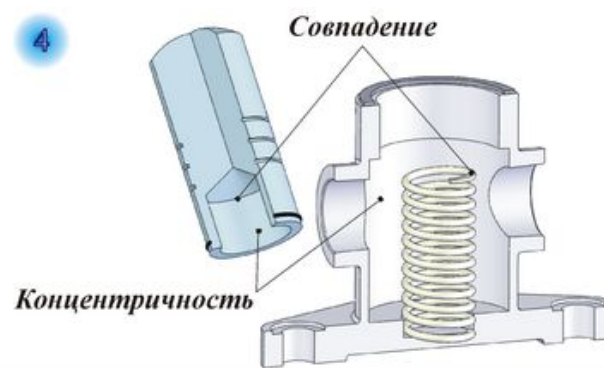
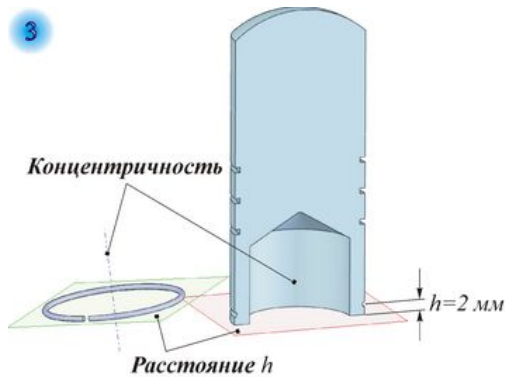
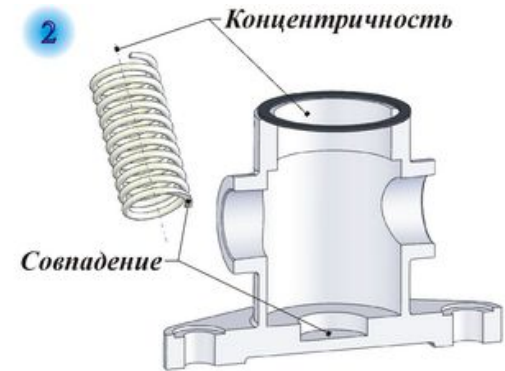
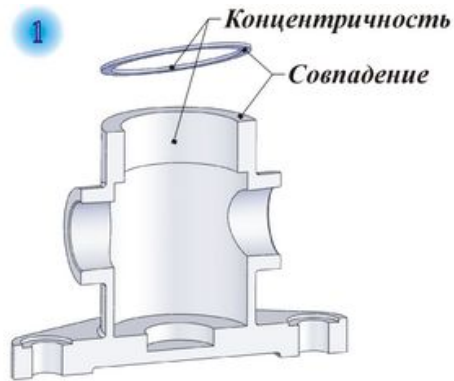
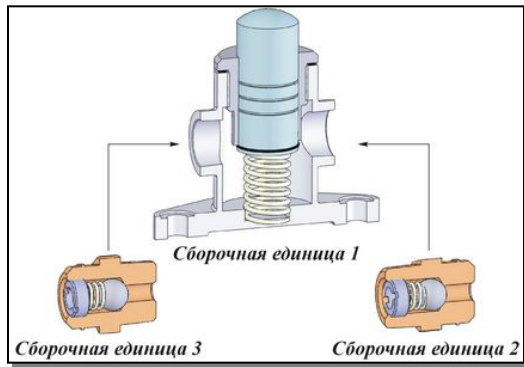
При моделировании сборок «**снизу вверх**» созданные заранее модели деталей последовательно объединяются в модели сборки изделия путём назначения сопряжений для фиксации расположения деталей. Чтобы внести изменения в модель, необходимо отредактировать детали по отдельности, а затем перестроить сборку.

Область предпочтительного применения: создание сборок из заранее сконструированных, готовых деталей или стандартных компонентов (крепежные детали, элементы гидро- и пневмосистем, приборы, технологическая оснастка и инструмент и т.д.)

Недостатки:

- для моделирования отдельных деталей требуется точно представлять взаимное положение деталей и топологию изделия в целом,
- затрачивается много времени на отслеживание актуальности и соответствия моделей деталей, их сопряжения друг с другом, и внесение соответствующих изменений,
- меняются спецификации сборок, другие данные и документы, составляющие проект.

Пример моделирования сборок «снизу вверх» (SolidWorks)



5.5 Организация процессов разработки сложных технических объектов

2) Моделирование сборок «сверху вниз»

При моделировании сборок «сверху вниз» вначале создаются концептуальные, структурные схемы изделия в целом, а только затем производится проектирование отдельных деталей.

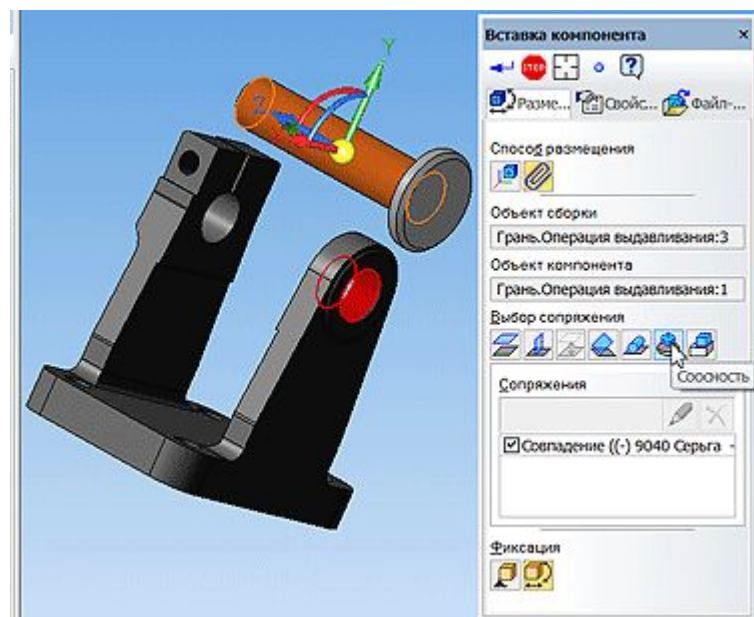
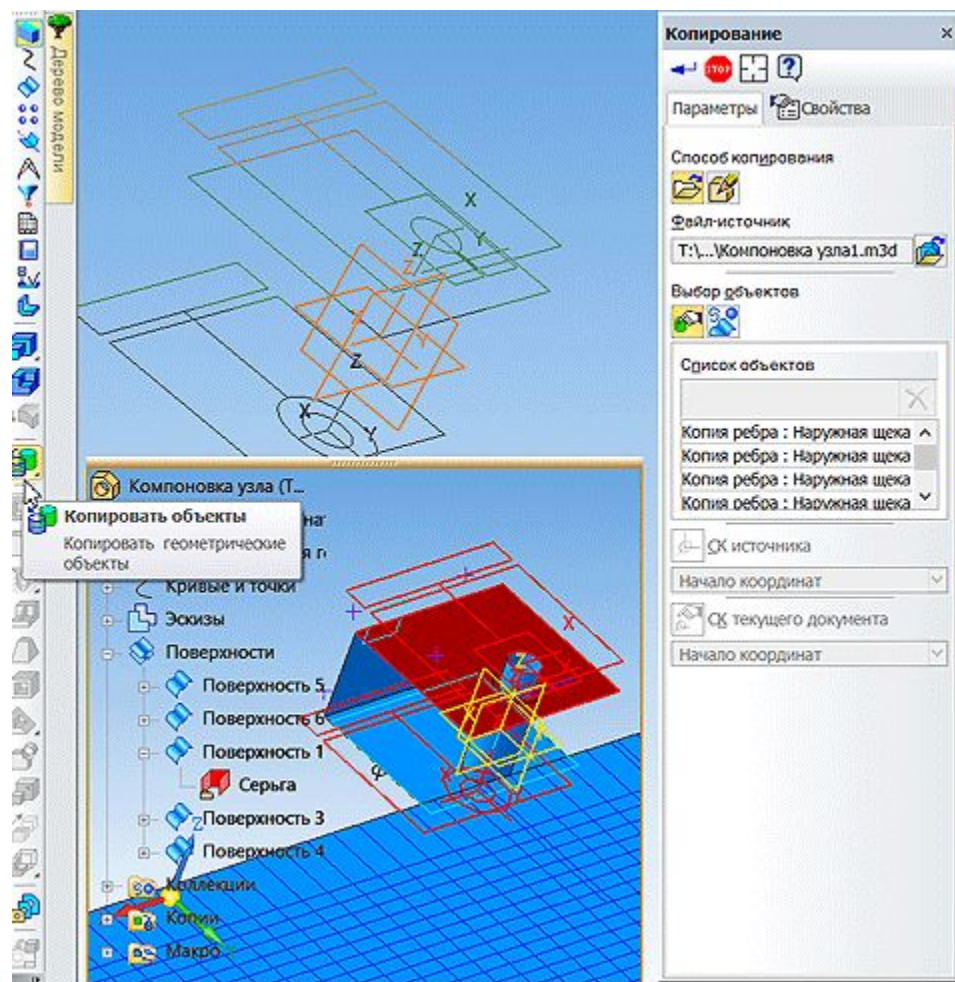
Преимущества:

- внесение изменений в проект не требует редактирования многочисленных связей,
- детали автоматически обновляют свои параметры на основе сохраненной в параметрических ассоциациях истории своего построения,
- назначения и утверждения ключевых параметров сборки проводятся централизованно, а затем используются как основа для распределения работ по группам исполнителей.

Область предпочтительного использования:

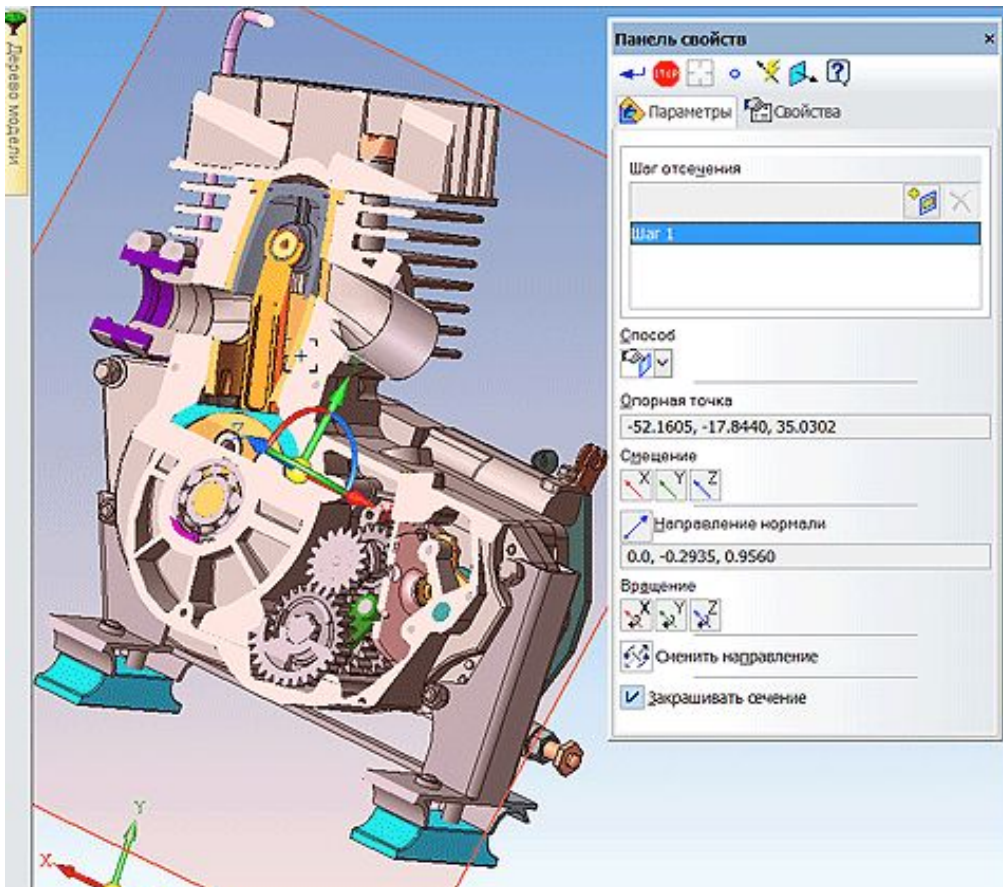
Технология проектирования «сверху вниз» особенно эффективна при работе с изделиями, содержащими силовые рамы, каркасы, станины, корпуса и другие базовые элементы, которые используются для крепления основной массы деталей в правильном положении.

Пример моделирования сборки «сверху вниз» (КОМПАС-3D)



3) Смешанный способ проектирования

Сочетает в себе приемы моделирования «сверху вниз» и «снизу вверх». В этом случае часть деталей и узлов разрабатывается независимо от сборки, а другая часть создается по иерархии вхождения в сборку. В сборку сначала вставляются готовые модели компонентов, определяющих ее основные характеристики, а также модели стандартных изделий. Остальные детали дорабатываются в контексте сборки.



Например, при проектировании изделия вначале создаются модели основных формообразующих элементов корпуса. Они дополняются стандартными деталями и узлами. Затем эти детали вставляются в сборку, и производится их компоновка. Остальные компоненты, например прокладки, крышки и прочие детали, зависящие от их размера и положения, создаются «на месте» (в контексте сборки) с учетом формы и размеров базовых компонентов.