

# Проектирование "сверху вниз" в среде AutoCAD Inventor Suite 2010



С появлением в AutoCAD Inventor Suite 2010 понятия мультidetали (multibody) и средств работы с мультidetалими у конструкторов появился новый инструмент, облегчающий проектирование "сверху вниз" и позволяющий заниматься непосредственно конструированием, не отвлекаясь на структуру сборки.

Проиллюстрируем процесс проектирования на примере построения корпуса прибора, представленного на рис. 1 и 2.

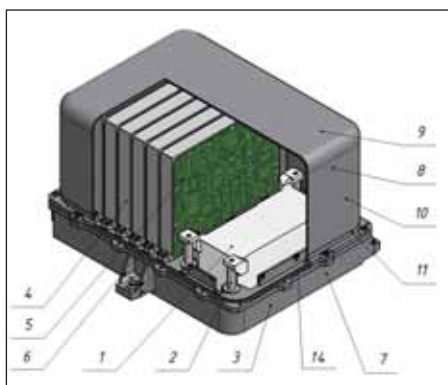


Рис. 1

Указанный прибор состоит из чувствительного элемента (1), закрепленного через стойки (2) на корпусе (3). Внутри корпуса также расположены рамки (4) с вставленными в них платами (5). Рамки закреплены на корпусе винтами (6).

Корпус представляет собой сборочную единицу, состоящую из двух частей: донной части — основания корпуса (7) и верхней части — кожуха (8).

Между основанием корпуса и кожухом для герметизации прибора установлено уплотнительное кольцо (14).

Кожух также является сборочной единицей. Он состоит из дна кожуха (9), обечайки (10) и фланца кожуха (11).

На основании корпуса установлены вилки (12) для электрического соединения прибора с элементами внешнего устрой-

ства. На боковых поверхностях основания корпуса для крепления прибора во внешнем устройстве расположены три лапы (13) (рис. 2).

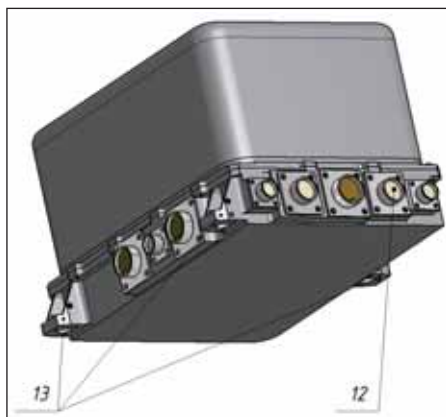


Рис. 2

Проектирование прибора конструктор начинает с расстановки "начинки", то есть всех элементов, расположенных внутри корпуса.

Взаимное расположение элементов "начинки" выходит за рамки нашей задачи. Оно обусловлено конструктивными особенностями конкретного прибора и его элементов.

Итак, взаимное расположение элементов мы уже имеем (рис. 3).

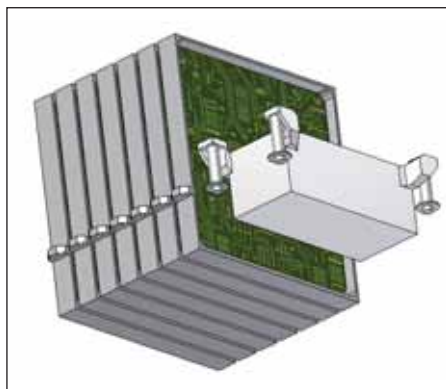


Рис. 3

В соответствии с техническим заданием, расстояния от внутренних элементов прибора нам даны (рис. 4).

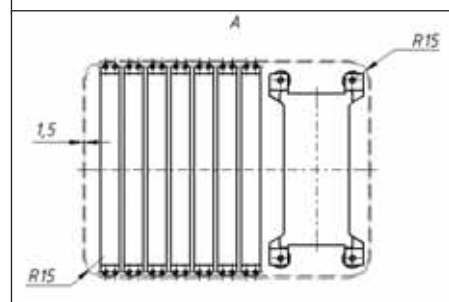
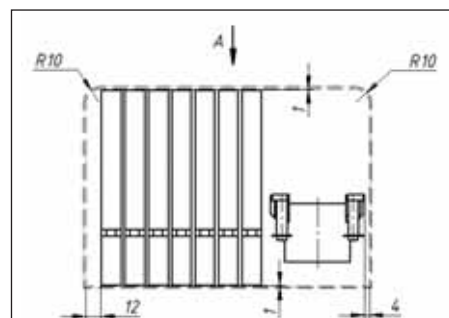


Рис. 4

Для выполнения этого ТЗ строим две рабочие плоскости: от нижней и от верхней граней рамки (рис. 5).

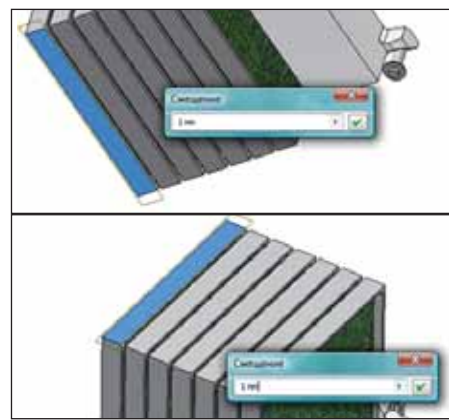


Рис. 5

Выбираем команду *Сборка/Компонент/Создать компонент*.

В появившемся окне *Создание компонента по месту* вводим имя детали *Кожух\_подоснова*. Устанавливаем структуру спецификации *Фантомный* и указываем на нижнюю *РабПлоскость1* (рис. 6).

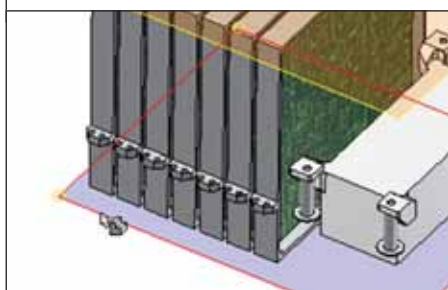
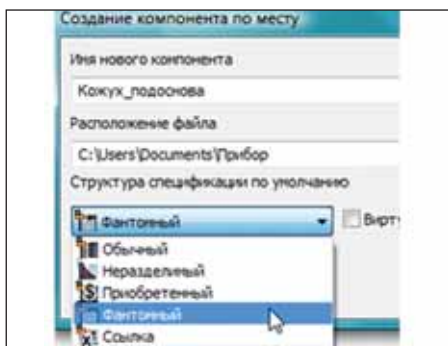


Рис. 6

На указанной плоскости создается *Эскиз1* детали *Кожух\_подоснова*. Строим прямоугольник (рис. 4) и выполняем его позиционирование относительно спроецированной геометрии.

Выбираем команду *Модель/Создать/Выдавливание*. Тип выдавливания — *Поверхность*, глубина выдавливания — *До выбранного*. В качестве выбранного ограничения выдавливания указываем на *РабПлоскость2* (рис. 7).

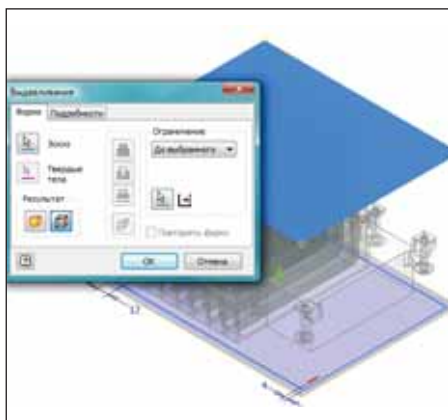


Рис. 7

Строим два участка поверхности (верхнюю и нижнюю грани параллелепипеда) (рис. 8).

Сшиваем *ВыдавПерх1* и два участка поверхности *Участок поверхности 1* и *Участок поверхности 2* (рис. 9).

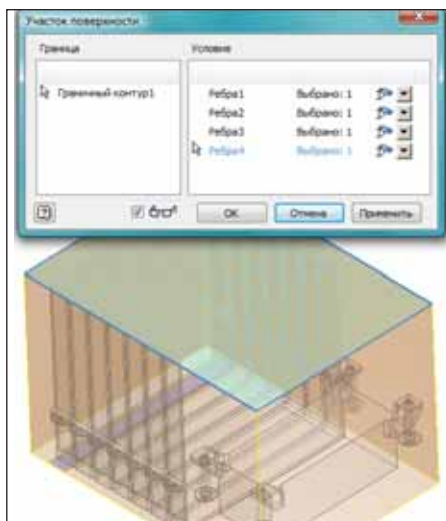


Рис. 8

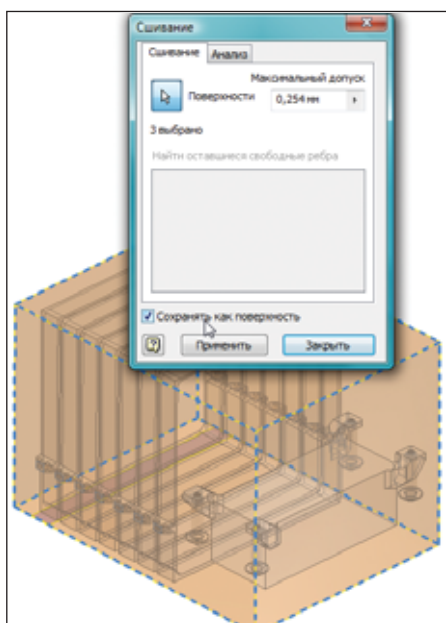


Рис. 9

Скругляем ребра в соответствии с размерами ТЗ (рис. 10) — и получаем поверхность (рис. 11).

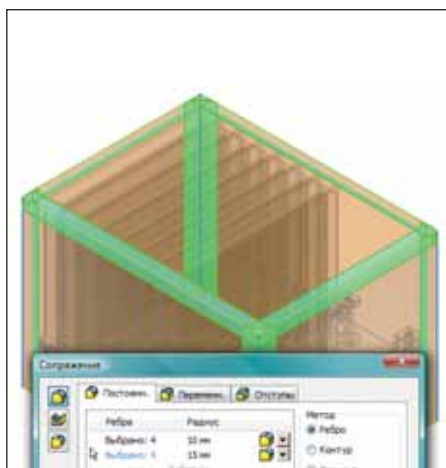


Рис. 10

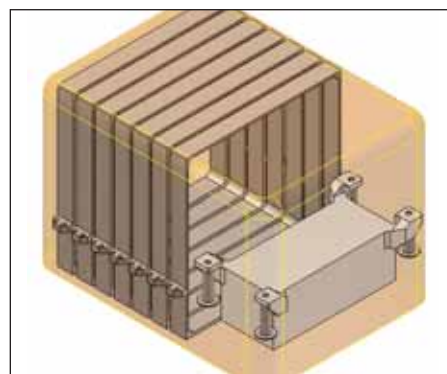


Рис. 11

Настало время от поверхностного моделирования перейти к твердотельному.

Выбираем команду *Модель/Шероховатость/Толщина/Подобие* (рис. 12).

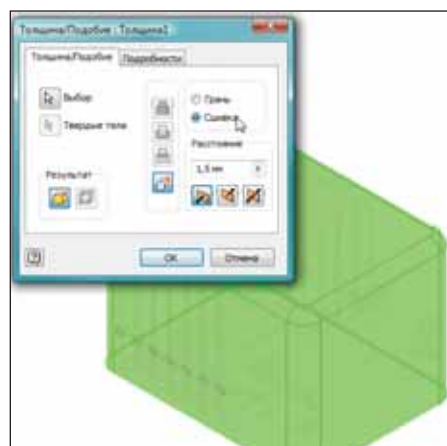


Рис. 12

Для большего удобства работы с моделью изменим цвет модели на *Синий (прозрачно-блестящий)* (рис. 13).

В браузере выбираем элемент *Толщина 1* и правой кнопкой мыши выбираем *Подать элементы* (рис. 14).

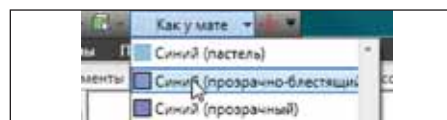


Рис. 13

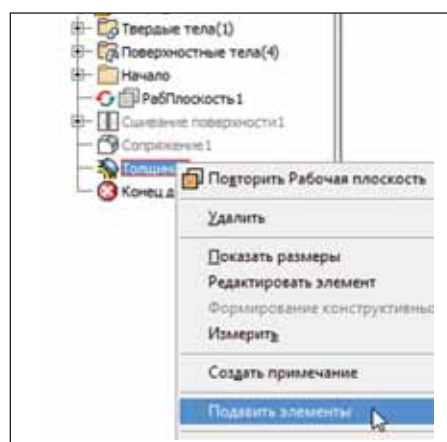


Рис. 14



Выбираем команду *Модель/Рабочие элементы/Плоскость*. Указываем на грань рамки (рис. 15) и создаем *РабПлоскость2*. Выделяем созданную плоскость и правой кнопкой мыши устанавливаем *Авторазмер*.



Рис. 15

В браузере выбираем элемент *Толщина 1* и правой кнопкой мыши выбираем *Восстановить элемент*.

Результат — на рис. 16.

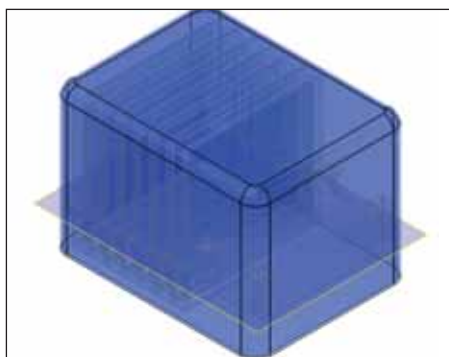


Рис. 16

В создаваемом нами корпусе имеются элементы, которые являются унифицированными элементами для корпусных деталей, а именно фланец корпуса (рис. 17) и лапы (рис. 18).

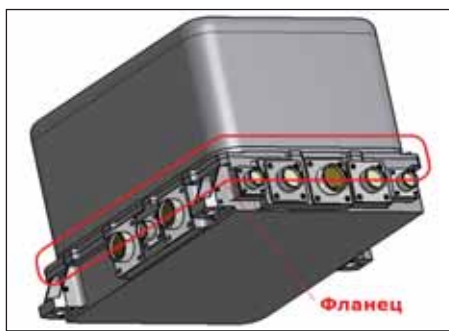


Рис. 17

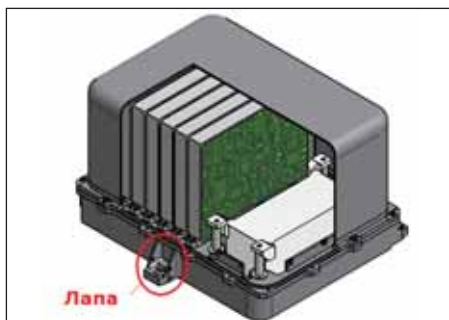


Рис. 18

На предприятиях, где организованы службы САПР, для повышения производительности работы конструкторов такие элементы заносятся в библиотеки и затем активно используются.

Мы также воспользуемся библиотекой, в частности *Каталогом параметрических элементов*, в который уже занесены указанные элементы.

Выбираем команду *Управление/Вставить/Вставка параметрического элемента*. В открывшемся окне подгружается *Каталог параметрических элементов*. Выбираем файл *Фланец.ide* (рис. 19).



Рис. 19

Ввиду того что способ вставки каждого параметрического элемента уникален, описание процесса вставки мы приводить не будем.

Фланец вставлен (рис. 20).

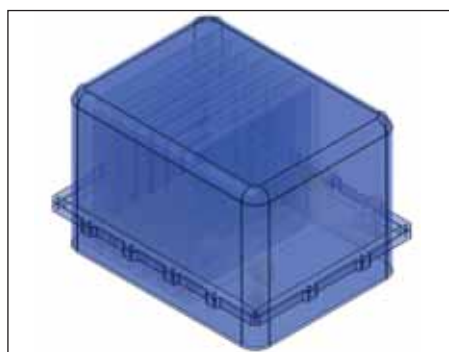


Рис. 20

На боковых поверхностях основания корпуса (рис. 1 и 2) для крепления прибора во внешнем устройстве расположены три лапы.

Для создания лап также воспользуемся *Каталогом параметрических элементов*. Выбираем команду *Управление/Вставить/Вставка параметрического элемента*. *Каталог параметрических элементов*



Рис. 21

подгружается. Выбираем файл *Лапа\_корпуса.ide* (рис. 21).

Результат — на рис. 22.

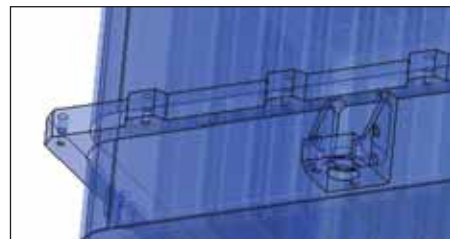


Рис. 22

Следующие две лапы располагаются с противоположной стороны по краям корпуса (рис. 1 и 2).

Для установки очередных лап удалим скругления на углах корпуса с противоположной стороны.

Выбираем команду *Модель/Шероховатость/Удалить грань*.

Указываем на грани (рис. 23) и устанавливаем флажок *С замыканием*.

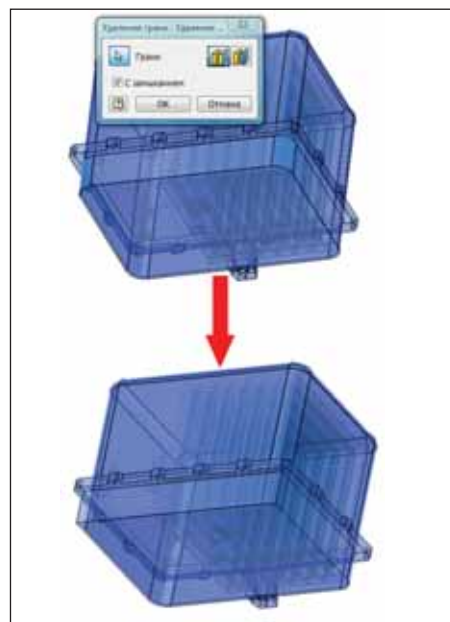


Рис. 23

Аналогично ранее вставленному параметрическому элементу вставляем элемент *Лапа\_корпуса.ide* на созданную грань детали (рис. 24).

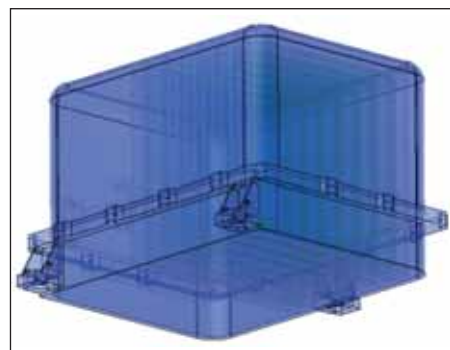


Рис. 24





В противном случае необходимо изменить направление (рис. 35).



Рис. 35

Откроем деталь *Корпус\_подоснова.ipt* в отдельном окне (рис. 36).

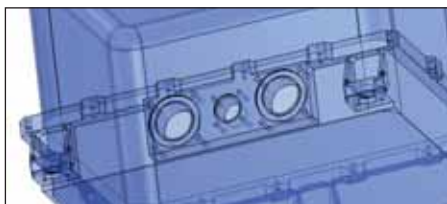


Рис. 36

Мы видим, что из тела детали вычтен объем, охватываемый поверхностями вилок.

Добавим к отверстиям под вилки резьбу.

Выбираем команду *Модель/Изменить/Резьба*. Добавляем резьбу М 4х0,7 для восьми отверстий и М 3х0,5 для четырех. Глубина резьбы – 10 мм (рис. 37).

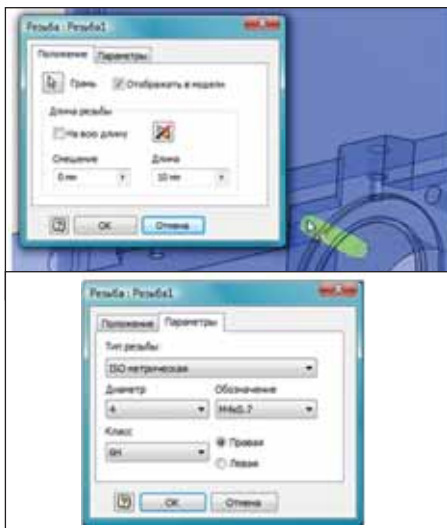


Рис. 37

В начале статьи мы указывали, что корпус прибора является сборочной единицей, состоящей из узла и детали (см. рис. 1, 2 и описание к ним).

Настало время заняться разбивкой нашей детали *Корпус\_подоснова.ipt* на со-

ставные элементы. Для этого выделим в браузере *РабПлоскость2* и правой кнопкой мыши установим значения *Видимость* и *Авторазмер* (рис. 38).

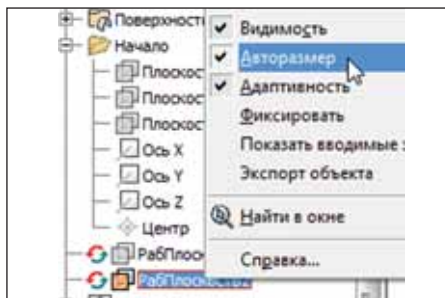


Рис. 38

Дополнительно построим еще две рабочие плоскости: на расстоянии 10 мм от *РабПлоскость2* и 15 мм от верхнего торца (рис. 39).



Рис. 39

Выбираем команду *Модель/Рабочие элементы/Рабочая плоскость*. Указываем на *РабПлоскость2* и тянем вверх. Смещение задаем равным 10 мм (рис. 40).

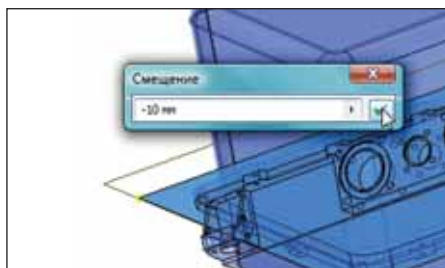


Рис. 40

Аналогично – от верхнего торца (рис. 41).



Рис. 41

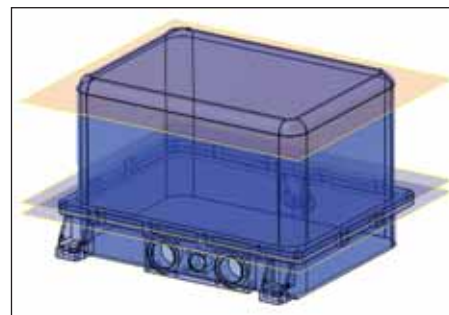


Рис. 42

Результат – на рис. 42.

Выбираем команду *Модель/Изменить/Разделение*. Устанавливаем значение *Разделить твердое тело*. В качестве разделяющего элемента указываем на *РабПлоскость2* (рис. 43).

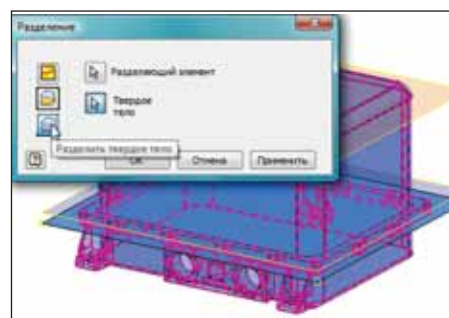


Рис. 43

Аналогично поступаем с двумя другими плоскостями. В качестве твердого тела указываем на соответствующую разделяемую часть корпуса.

В браузере нашей детали появилась папка *Твердые тела*. При разворачивании этой папки мы видим, что в ней находятся четыре твердых тела (рис. 44). Имена тел могут отличаться от представленных на рисунке. Переименуем имена твердых тел.

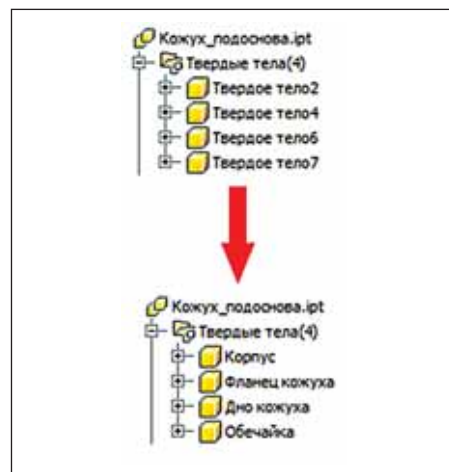


Рис. 44

Снимем видимость с плоскостей разделения. Перед нами уже *мультidetаль*, то есть прототип будущей сборки.

Последовательно выделяя в браузере твердые тела, мы видим выделение соответствующих твердых тел на модели (рис. 45).

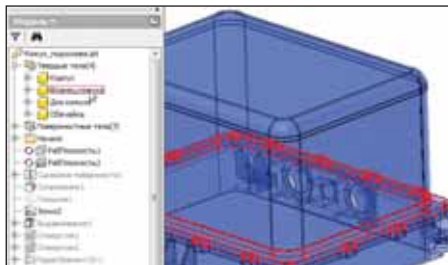


Рис. 45

В описании прибора (рис. 1 и 2) мы упоминали, что между кожухом и основанием корпуса установлено уплотнительное кольцо, служащее для герметизации прибора.

Создадим канавку под это кольцо.

Для этого в браузере устанавливаем видимость твердого тела *Корпус*, а все остальные твердые тела скрываем.

Выбираем команду *Модель/Эскиз/Создать 2D эскиз* и указываем на верхнюю грань твердого тела (рис. 46).

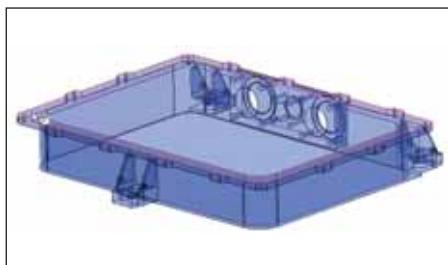


Рис. 46

Выбираем команду *Эскиз/Рисование/Проецирование геометрии* и проецируем на плоскость эскиза внутреннюю часть дна (указываем на грань).

Выбираем команду *Эскиз/Изменить/Смещение*. Создаем два подобных контура и наносим размеры (рис. 47).

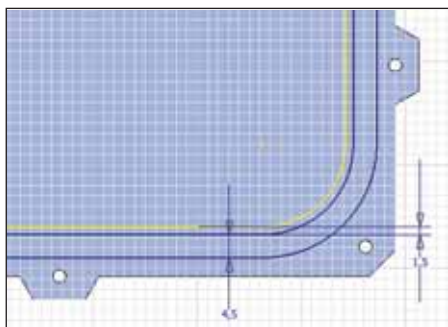


Рис. 47

Выходим из эскиза.

Выбираем команду *Модель/Создать/Выдавливание*. Выбираем область (рис. 48) и выдавливаем с вычитанием на глубину 2,2 мм.



Рис. 48

Рассматриваемое нами твердое тело *Корпус* является прототипом детали, получаемой механической обработкой. Поэтому добавим технологические скругления.

Перед тем как добавлять скругления, обратим внимание на фрагмент детали, представленный на рис. 49.

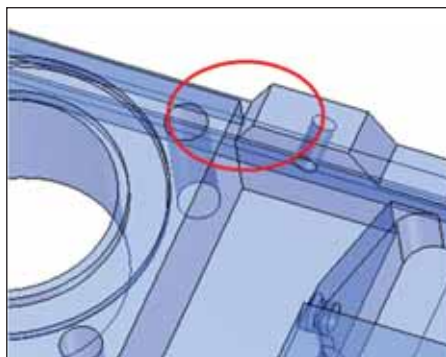


Рис. 49

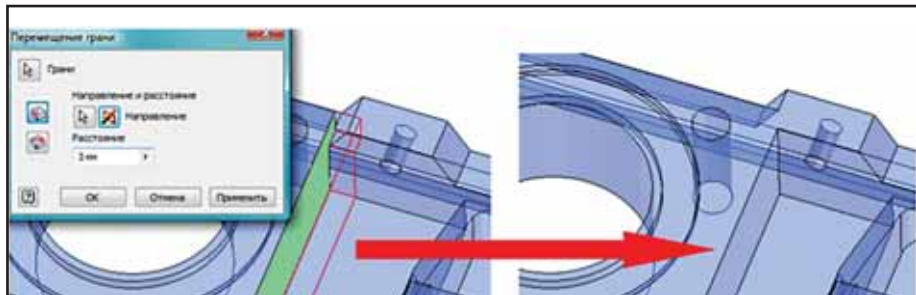


Рис. 50

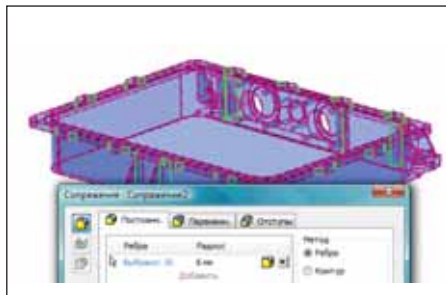


Рис. 51

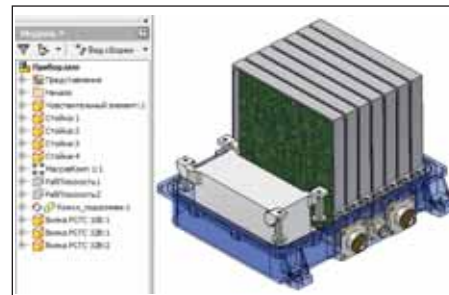


Рис. 52

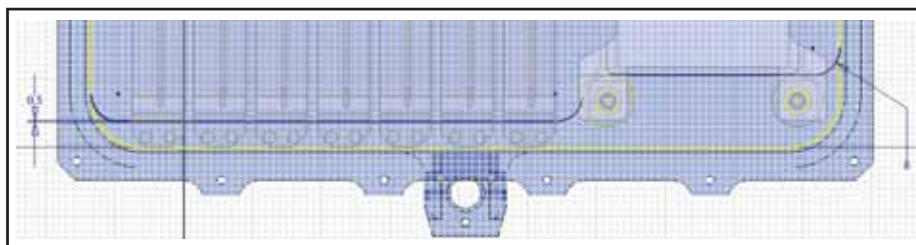


Рис. 53

На этом фрагменте обведено место, которое явно нетехнологично и не несет никакой смысловой нагрузки с точки зрения конструктивности.

Для исправления этого недостатка выбираем команду *Модель/Изменить/Смещение граней* и смещаем грань на 3 мм (рис. 50).

Теперь добавляем скругления.

Выбираем команду *Модель/Изменить/Сопряжение* (рис. 51). Скругляем выступы фланцевой части, лапы и место под вилки.

Дальнейшие манипуляции с корпусом будем производить в составе прибора.

Закроем файл *Кожух\_подоснова.ipt* и откроем файл *Прибор.iam*.

Поскольку в файле *Кожух\_подоснова.ipt* мы оставляли видимым только твердое тело *Корпус*, общая сборка выглядит так, как показано на рис. 52.

Нам осталось в конструкции корпуса добавить полочки для установки стоек чувствительного элемента и рамок.

Двойным щелчком мыши входим в редактирование *Кожух\_подосновы.ipt*.

Выбираем команду *Модель/Эскиз/Создать 2D эскиз* и указываем на *РабПлоскость2*.

Строим эскиз (рис. 53).



После построения эскиза выбираем команду *Модель/Создать/Выдавливание*. Выдавливаем контур эскиза на глубину 3 мм (рис. 54).



Рис. 54

Добавим на нашу полку отверстия для крепления рамок.

Выбираем команду *Модель/Эскиз/Создать 2D эскиз* и указываем на грань полки.

В эскизе проецируем ребра двух отверстий рамки (рис. 55) и продольное ребро полки.

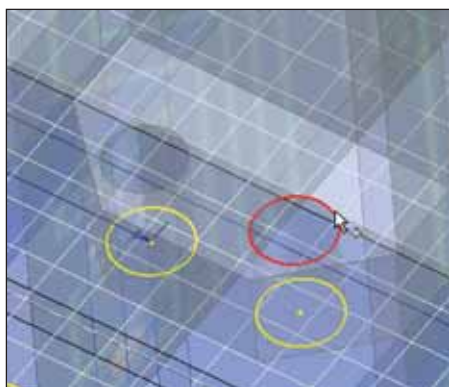


Рис. 55

Центрам спроецированных окружностей придаем свойство *Центр* (рис. 56).

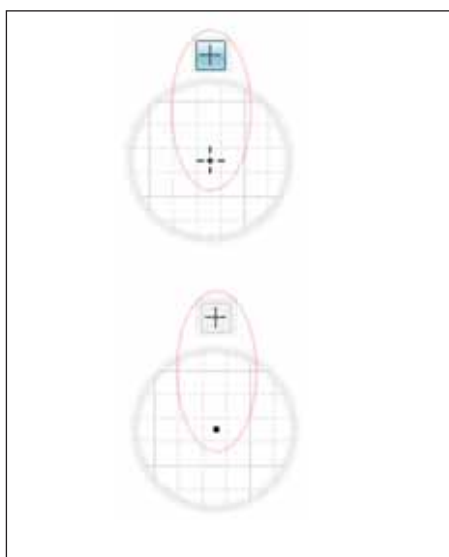


Рис. 56

Выбираем команду *Эскиз/Массив/Прямоугольный*. Указываем на два центра спроецированных окружностей и — в качестве направления — на спроецированное ребро (рис. 57).

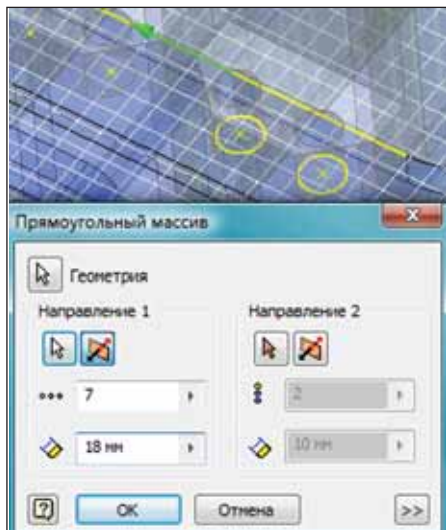


Рис. 57

Выходим из эскиза.

Выбираем команду *Модель/Изменить/Отверстие*. Все наши отверстия автоматически выбираются. Размеры отверстий показаны на рис. 58.

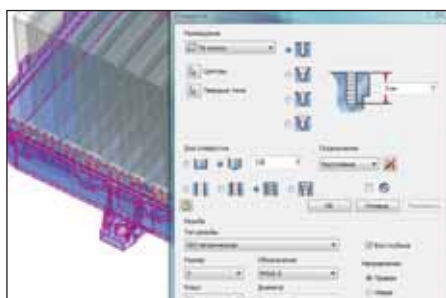


Рис. 58

Внутренняя конструкция прибора является симметричной, поэтому построенную полку зеркально отразим от плоскости симметрии.

Построим плоскость симметрии.

Выбираем команду *Модель/Рабочие элементы/Рабочая плоскость*. Последовательно указываем на две противоположные грани корпуса (рис. 59).

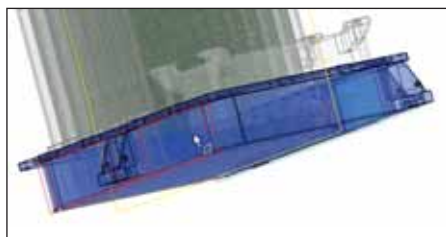


Рис. 59

Теперь выбираем команду *Модель/Массив/Симметричное отражение*.

Указываем на выдавленную полку, отверстия и построенную плоскость симметрии (рис. 60).

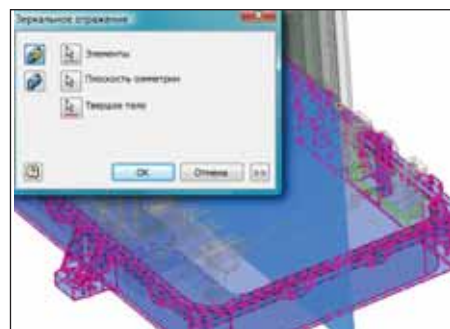


Рис. 60

Полки созданы. Снимаем видимость с плоскости симметрии корпуса.

Как уже сказано, рассматриваемое нами твердое тело *Корпус* является прототипом детали, получаемой механической обработкой. После создания полок внутренние скругления корпуса под полками стали нетехнологичны, поскольку имеют радиус слишком маленький, чтобы его обработать (рис. 61).



Рис. 61

Для устранения этого недостатка выбираем команду *Модель/Изменить/Сопряжение*.

В окне *Сопряжение* выбираем способ *Сопряжение грани* и указываем попарно на внутренние стенки корпуса, находящиеся под полками (рис. 62).



Рис. 62

В браузере — в папке *Твердые тела* — выбираем *Корпус* и правой кнопкой мыши указываем *Показать все* (рис. 63).

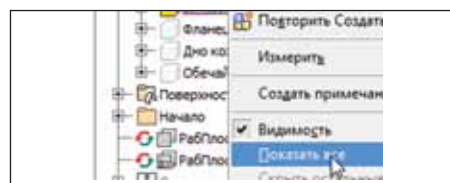


Рис. 63

Деталь *Кожух\_подоснова.ipt* построена. Настало время преобразовать ее в сборку.

Выбираем команду *Управление/Подоснова/Создать компоненты*.

Последовательно выбираем твердые тела модели. Задаем имя целевой сборки: *Корпус.iat* (рис. 64). Нажимаем *Далее* и *OK*.

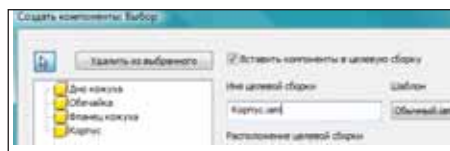


Рис. 64

Подгружается сборка *Корпус.iat* (рис. 65).

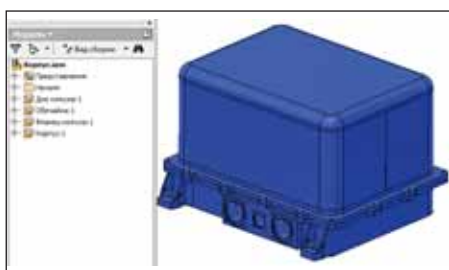


Рис. 65

Как видим, все детали сборки находятся на одном уровне. Подузлы отсутствуют, что не соответствует нашей задаче.

Выбираем команду *Сборка/Компонент/Создать компонент* (рис. 66).



Рис. 66

Перетягивая компоненты, перестраиваем их последовательность в браузере. Разворачиваем компонент *Кожух*. Выделяем при нажатой клавише *Ctrl* компоненты *Фланец кожуха*, *Обечайка* и *Дно кожуха* и перетягиваем их в состав компонента *Кожух* (рис. 67).

Двойным щелчком входим в редактирование детали *Обечайка*.

Выбираем команду *Модель/Преобразовать/Преобразовать в листовой металл*. Оказываемся в среде листового металла (рис. 68).

В этой среде выбираем команду *Листовой металл/Настройка/Параметры по умолчанию листового металла* (рис. 69). Задаем толщину листа 1,5 мм.

Создадим разрыв в детали. Для этого на грани детали создаем эскиз, проеци-

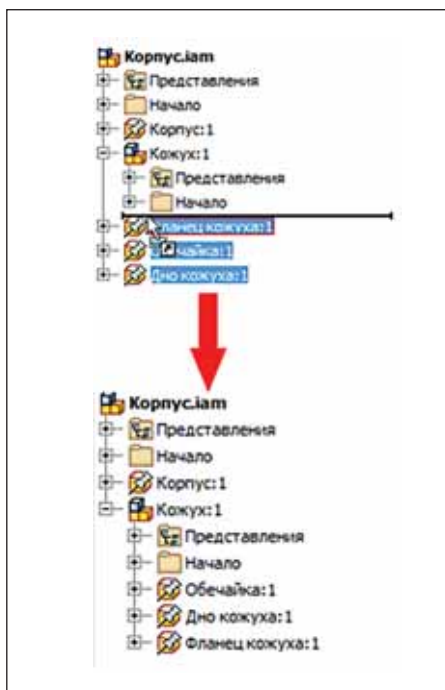


Рис. 67

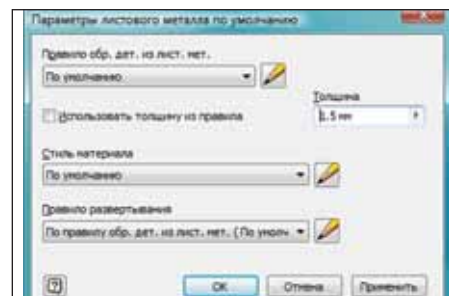


Рис. 69

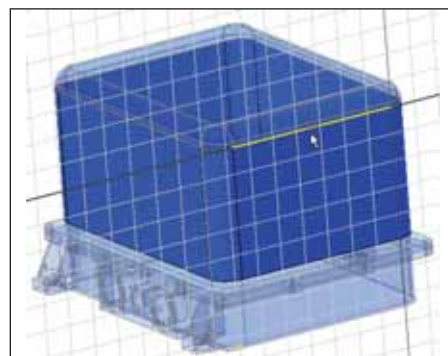


Рис. 70

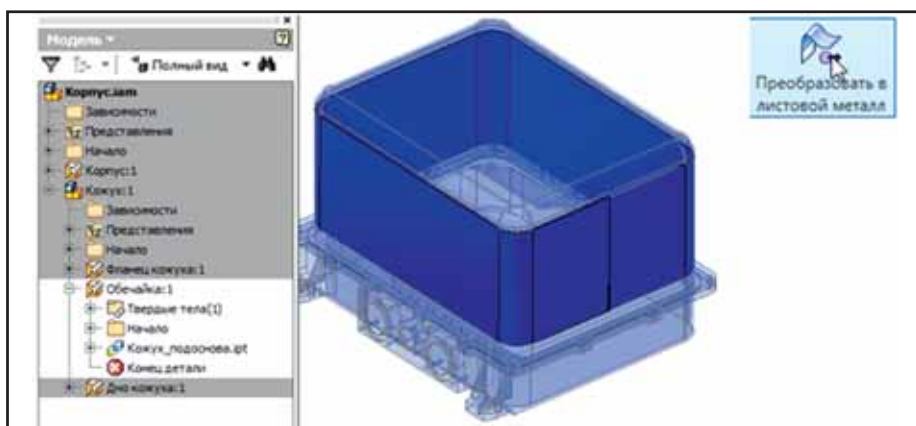


Рис. 68

руем верхнее ребро и в средней точке устанавливаем *Рабочую точку* (рис. 70).

Выходим из эскиза.

Выбираем команду *Листовой металл/Изменить/Разрез*. Указываем на грань разрыва, эскизную точку. Задаем зазор 0,5 мм (рис. 71).

После этой операции можно делать разрезку детали.

Выбираем команду *Листовой металл/Развертка/Перейти к развертке*.

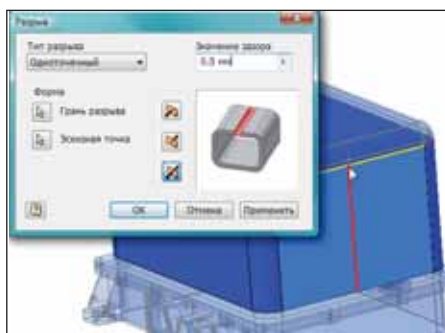


Рис. 71

Открывается файл *Обечайка.ipt* с разверткой обечайки.

Возвращаемся к согнутой детали и выходим из файла *Обечайка.ipt*.

Добавим конструкторские свойства к созданным деталям корпуса.

Для этого выбираем команду *Сборка/Управление/Спецификация*. Задаем конструкторские свойства: *Обозначение*, *Наименование*, *Материал*, *Структура спецификации* (рис. 72).



Рис. 72



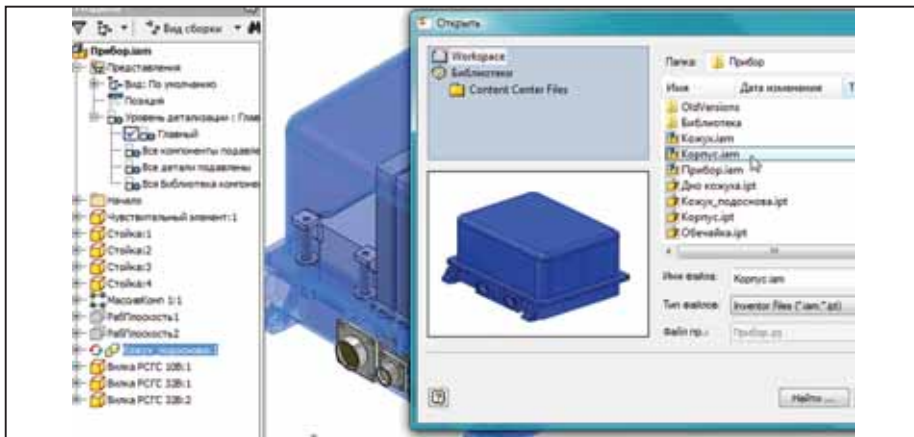


Рис. 73

Создание корпуса завершено. Теперь вставим его в нашу сборку – *Прибор.iam*.

В файле *Прибор.iam* выбираем команду *Сборка/Производительность/Размещение в начале компонента*.

Указываем на деталь *Кожух\_подоснова*. Появляется окно открытия файла, указываем в нем на файл *Корпус.iam* (рис. 73).

Сборка *Корпус.iam* встраивается в общую сборку с наложенными сборочными зависимостями (рис. 74) и занимает один объем с деталью *Кожух\_подоснова*.

Создание сборки *Прибор.iam* в целом завершено. Начинка прибора имеет корпус, который позиционирован относительно нее. Геометрией этого корпуса

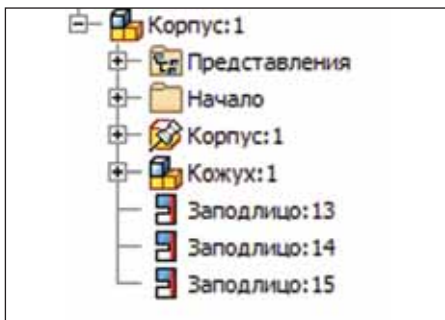


Рис. 74

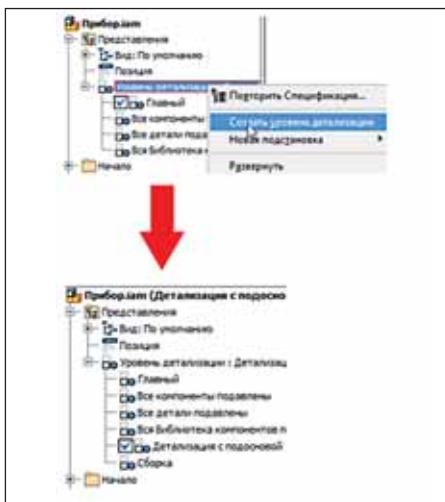


Рис. 75

можно управлять, изменяя исходные параметры позиционирования. Лишняя вроде бы в сборке деталь *Кожух\_подоснова* имеет структуру спецификации *Фантомный* (рис. 8) и в спецификацию не попадет.

Тем не менее при создании и оформлении чертежа прибора эта деталь будет видна на чертеже, создавая дополнительные неудобства.

Для устранения этого недостатка создаем в файле *Прибор.iam* два новых *Уровня детализации*.

В браузере разворачиваем папку *Представления*. Правой кнопкой мыши выбираем команду *Создать уровень детализации* (рис. 75).

Создаем два новых уровня детализации и присваиваем им имена *Детализация с подосновой* и *Сборка* (рис. 75).

Двойным щелчком мыши активируем уровень детализации – *Детализация с подосновой*.

В браузере выбираем компонент и правой кнопкой мыши выбираем команду *Подавить*.

Сохраняем файл *Прибор.iam*.

Двойным щелчком мыши активируем уровень детализации – *Сборка*.

В браузере выбираем компонент и правой кнопкой мыши выбираем команду *Подавить*.

Снова сохраняем файл *Прибор.iam*.

Переключаясь между созданными уровнями детализации, мы получили

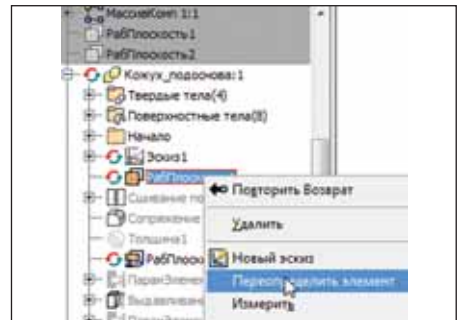


Рис. 77



Рис. 78

возможность переключаться между составами сборки, в которых присутствует или *Кожух\_подоснова* (деталь), или *Корпус* (узел) (рис. 76).

Теперь мы можем, меняя параметры позиционирования детали *Кожух\_подоснова*, управлять узлом *Корпус*.

Пример: двойным щелчком мыши активируем уровень детализации – *Детализация с подосновой*; двойным щелчком мыши по детали *Кожух\_подоснова* переходим к ее редактированию; выделив правой кнопкой мыши *РабПлоскость1*, выбираем команду *Переопределить элемент* (рис. 77); изменяем смещение *РабПлоскость1* с 1 мм на 10 мм (рис. 78).

Деталь *Кожух\_подоснова* изменилась по высоте. Стала активна команда *Полное обновление*. Обновляем деталь и переходим вверх – в сборку.

Двойным щелчком мыши активируем уровень детализации – *Сборка*. Узел *Корпус* также изменил свой размер.

Сергей Белокопытов  
CSoft  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: sergbelok@csoft.ru

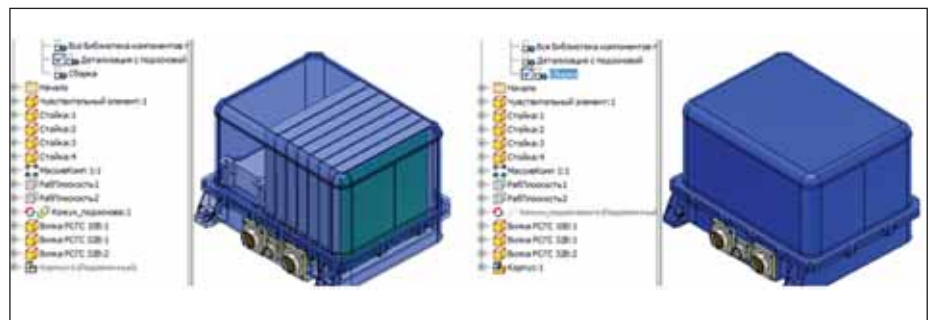


Рис. 76