

# СИСТЕМА T-FLEX CAD

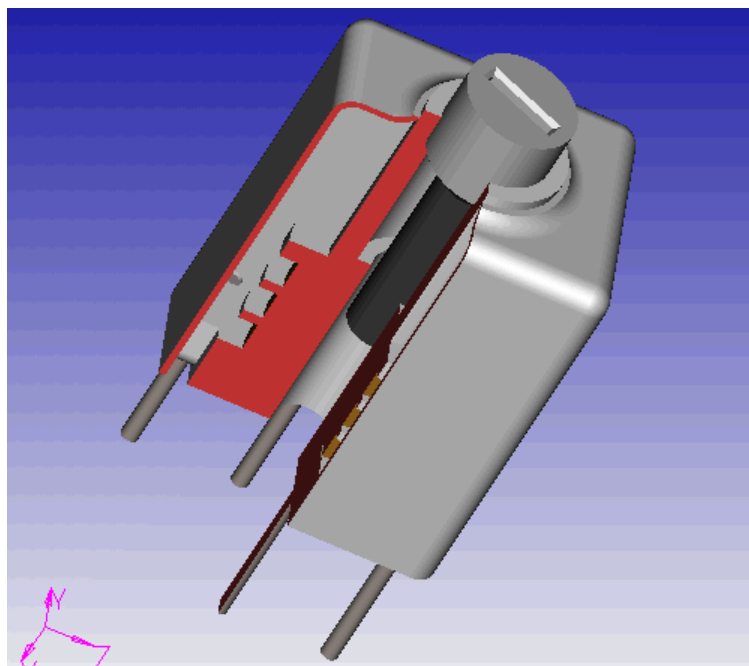
## СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

по дисциплине  
«Параметрическое 3D моделирование конструкций РЭС»

для бакалавров по направлению подготовки  
211000.62 - «Конструирование и технология электронных средств»

---



УДК 681.3

Составитель Петров В.В.

Система T-flex CAD. Создание параметрической трехмерной модели. Лабораторная работа №5 по дисциплине «Параметрическое 3D моделирование конструкций РЭС» для бакалавров по направлению подготовки 211000.62 - «Конструирование и технология электронных средств». [Электронный ресурс]/Сост. В.В. Петров. — НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2014. — 16с.

В данной лабораторной работе студенты получают практические навыки по созданию параметрических трехмерных моделей деталей повышенной сложности. Знакомятся с принципами создания проекционных чертежей на основе трехмерных моделей.

Компьютерный набор и верстка – Петров В.В.

## Содержание

Цель работы .....	4
Общие сведения о трехмерных моделях.....	4
Задание .....	6
Решение типовой задачи.....	6
Создание трехмерной модели.....	7
Получение проекционного чертежа .....	13
Оформление чертежа.....	15
Контрольные вопросы .....	15
Список рекомендуемой литературы.....	16

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

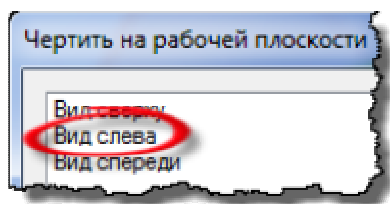


Получение практических навыков по созданию параметрических трехмерных моделей деталей. Ознакомление с созданием проекционных чертежей на основе трехмерных моделей.

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЯХ

Первое знакомство с трехмерным моделированием было при выполнении лабораторной работы №4.

В данной работе мы будем создавать тела сразу в трехмерном пространстве. При создании нового файла по команде меню **Файл/Новая 3D модель**, в 3D сцене сразу присутствует три рабочие плоскости.



Команда контекстного меню **Чертить на рабочей плоскости** позволяет перейти к плоскому черчению на выбранной рабочей плоскости.

Если при вызове меню была выбрана рабочая плоскость, то произойдет переход на нее, если ничего выбрано не было, откроется диалог выбора рабочей плоскости.

Каждой рабочей плоскости соответствует страница документа. Чтобы увидеть эти страницы, надо разрешить их отображение в команде **Страницы** панели **Вид** (это надо делать при работе в 2D окне).



Одновременно с активизацией рабочей плоскости в **Главной панели** появляются специальные кнопки управление. Назначение этих кнопок описано ниже:

- 1 – окончание черчения на активной рабочей плоскости и возврат к трехмерному представлению. Система пытается на основе созданных изображений создать 3D профили;
- 2 – возврат в трехмерное представление без построения 3D профилей;
- 3 – вызов команды построения проекций трехмерных объектов на рабочую плоскость. Проекции можно использовать для привязки построений к существующим элементам;
- 4 – построение 2D узла, как проекции 3D узла;
- 5 – включение режима вращения 3D сцены, что может потребоваться, например, при выборе элементов для проецирования;
- 6 – поворот активной рабочей плоскости параллельно экрану;
- 7 – открытие двухмерного окна, соответствующего активной рабочей плоскости;
- 8 – совмещение плоскости обрезки с рабочей плоскостью (плоскость обрезки позволяет визуально разрезать тела 3D сцены).

На активной рабочей плоскости можно создавать изображение, используя ранее изученные инструменты параметрического или эскизного черчения.

Если на активной рабочей плоскости будет создан замкнутый контур из линий изображения (или **несколько непересекающихся**), то при возврате в трехмерное пространство автоматически будет построен 3D профиль, лежащий на этой рабочей плоскости (если контуров было несколько, это будет **один** 3D профиль из нескольких областей).



**Обратите внимание на то, что система может создать профиль и из разомкнутой линии, но это будет не плоский, а линейчатый профиль, непригодный для создания тел.**

При наличии в 3D сцене тел, можно использовать команду контекстного меню **Чертить на грани**, которая создает рабочую плоскость, связанную с выбранной гранью, проецирует на эту плоскость границы грани и открывает созданную плоскость для черчения. Границы грани можно использовать для привязки выполняемых построений.



*При каждом вызове команды **Чертить на грани** для одной и той же грани, создается новая рабочая плоскость. Если вам надо редактировать ранее созданное изображение, надо вызвать соответствующую рабочую плоскость через команду **Чертить на рабочей плоскости**.*

Первоначально трехмерные тела получают перемещением в пространстве 3D профиля по заданной траектории (операции: выталкивание, вращение, тело по траектории, спираль). Далее созданные тела могут быть модифицированы (операции: сглаживание, отсечение, уклон, оболочка). Над несколькими телами возможно выполнение булевых операций (сложение, вычитание, пересечение). Кроме того, имеется ряд операций для получения одиночных копий и их массивов.

Система позволяет на основе созданной трехмерной модели автоматически сгенерировать проекционный чертеж с заданными видами. После указания на этом чертеже линий разреза можно получить требуемые сечения и разрезы.

Проекционные чертежи, созданные на основе трехмерной модели сохраняют связь с последней, и будут изменяться при ее редактировании.

Для облегчения выбора трехмерных элементов, в системной панели имеются кнопки селектора. Познакомьтесь с их назначением по всплывающим подсказкам.



## ЗАДАНИЕ

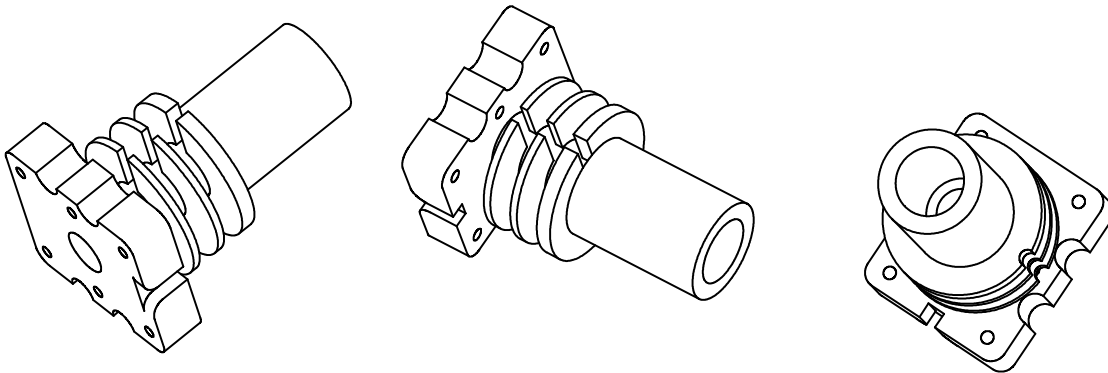
В ходе работы студентом создаются параметрические трехмерные модели деталей, предложенных преподавателем.

Во второй части работы на основе созданных моделей получают проекционные чертежи с необходимыми видами и разрезами.

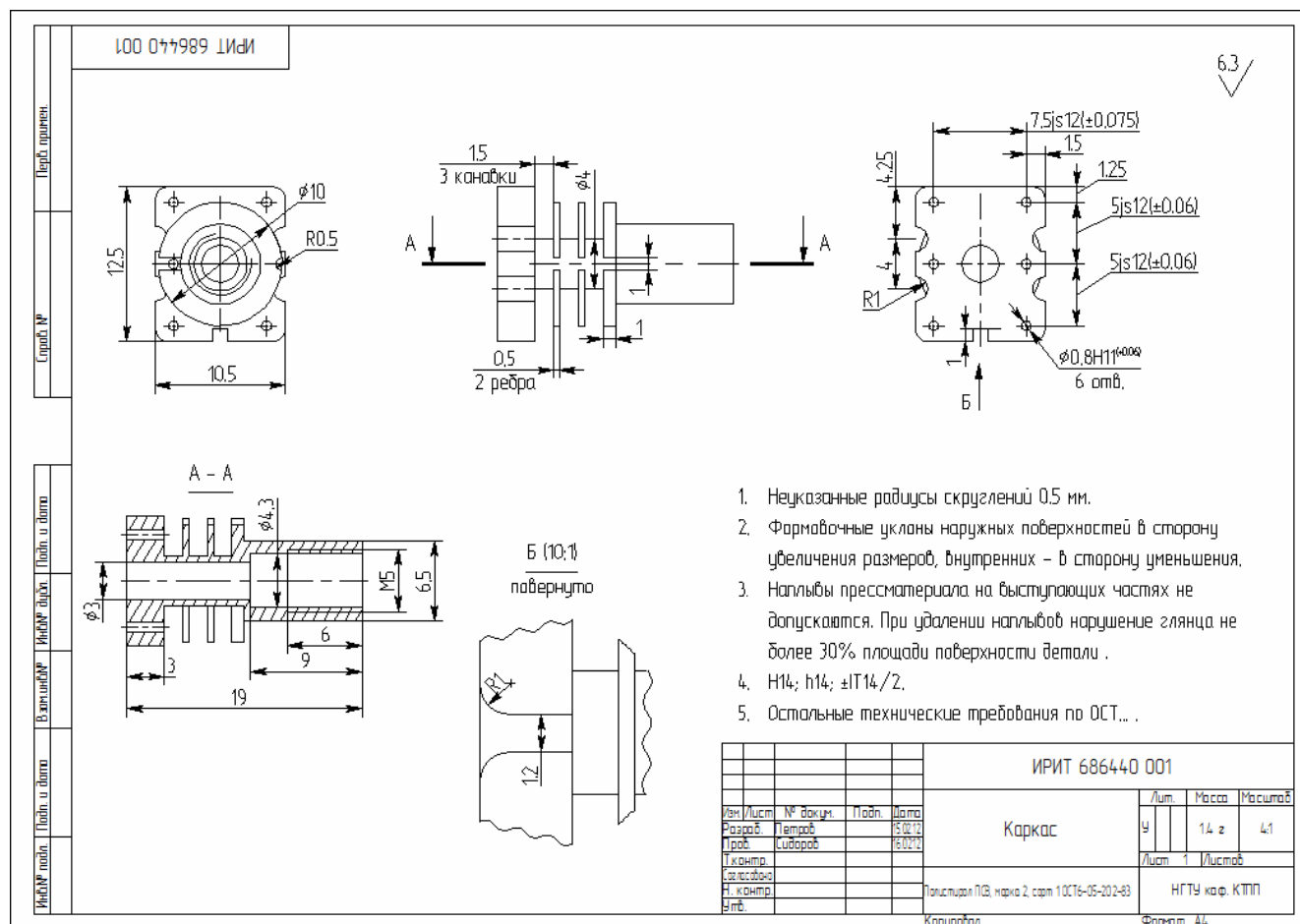
При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.

## РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

В этой работе создадим трехмерную параметрическую модель каркаса катушки индуктивности, внешний вид которой представлен на рис. 1. Окончательный вид чертежа показан на рис. 2.



**Рис. 1. Каркас катушки индуктивности.**



**Рис. 2. Чертеж каркаса катушки индуктивности.**

## Создание трехмерной модели

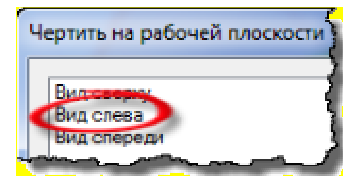
Создайте новый файл командой меню **Файл/Новая 3D модель**. При этом будет открыт прототип файла, содержащий уже построенные три стандартные рабочие плоскости.

Поскольку чертить мы будем в масштабе 1:1, а детали имеют малые размеры, отображение близко расположенных основных линий реальной ширины будут сливаться. Для устранения этого недостатка в меню **Настройка/Статус** на закладке **Прорисовка** в поле **Отображать толщину линий** выберем вариант – **Не более трех пикселей**.

Переменные, используемые при создании модели каркаса, приведены на рисунке внизу. Они объединены в группы в соответствии с порядком построения модели. Можно создать список переменных заранее, либо вводить их в ходе выполнения работы в свойствах создаваемых элементов.

	?	Имя	Выражен...	Значение	Комментарий
[-] Группа: 1 Основание					
		A	10.5	10.5	Ширина основания
		B	12.5	12.5	Высота основания
		R	1	1	Радиус выемки
		b	4	4	Расстояние между выемками в основании
		to	3	3	Толщина основания
[-] Группа: 2 Щечки					
		D	10	10	Диаметр щечек каркаса
		Dvn	4	4	Внутренний диаметр канавки каркаса
		t	0.5	0.5	Толщина внутренней щечки
		t1	1.5	1.5	Ширина канавки
		t2	1	1	Толщина внешней щечки
[-] Группа: 3 Завершение					
		D1	6.5	6.5	Диаметр направляющей сердечника
		L	19	19	Длина каркаса
[-] Группа: 4 Отверстие под сердечник					
		Dor	4.3	4.3	Диаметр отверстия под резьбу
		d	3	3	Диаметр отверстия в каркасе
		hor	9	9	Глубина отверстия под резьбу
		hr	6	6	Глубина резьбы
[-] Группа: 5 Доработка щечек					
		Spk	1	1	Ширина паза в щечках каркаса
		r1	.5	0.5	Радиус выемки в щечках
[-] Группа: 6 Выводы					
		dv	.8	0.8	Диаметр вывода
		lo	7.5	7.5	Расстояние между рядами отв. под выводы
		st	5	5	Шаг выводов в ряду
[-] Группа: 7 Доработка основания					
		Hpo	1	1	Глубина паза основания
		R0	.5	0.5	Неуказанные скругления
		Rp	1	1	Скругление паза
		Spo	1.2	1.2	Ширина паза в основании

Из контекстного меню, вызванного в 3D окне, выберите пункт **Чертить на рабочей плоскости** и в диалоговом окне пометьте **Вид слева**. В результате выполнения этих действий мы попадем в режим черчения на выбранной рабочей плоскости.



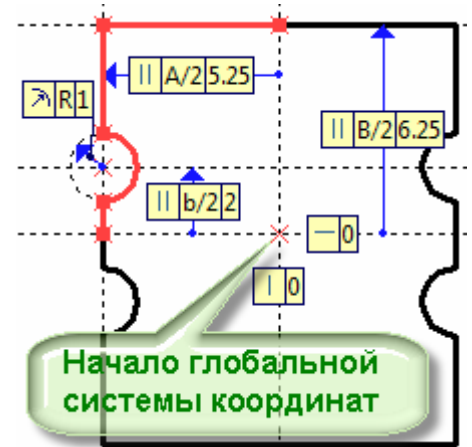
На выбранной рабочей плоскости выполните построения, необходимые для нанесения контура основания каркаса.

Хотя это и не обязательно, но для удобства дальнейшей работы рекомендуется привязать базовые линии к началу глобальной системы координат.

Красным цветом выделены наносимые линии изображения. Остальные линии получены путем копирования.

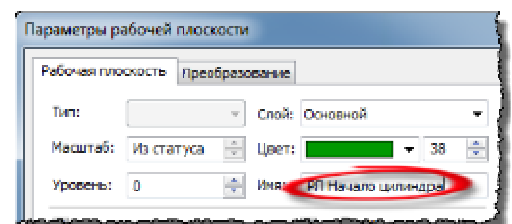
После создания изображения, по кнопке **Завершить**, возвращаемся в 3D окно. Там должен появиться 3D профиль.

С помощью операции выталкивания формируем основание, задав длину выталкивания переменной **t0**. В параметрах операции задайте материал детали.




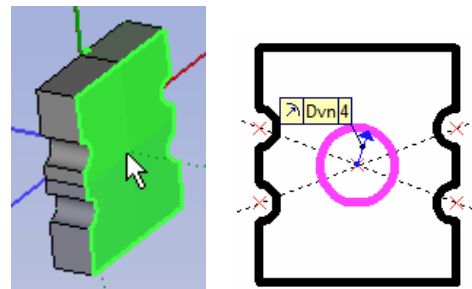
Выбрав противоположную 3D профилю грань полученного тела, по команде контекстного меню **Чертить на грани**, переходим на рабочую плоскость, которая будет создана автоматически и связана с выбранной гранью. На новую плоскость будут спроецированы границы грани.



Вызвав окно параметров рабочей плоскости, переименуйте ее в «РП Начало цилиндра», чтобы при необходимости эту плоскость легко было найти среди других рабочих плоскостей.



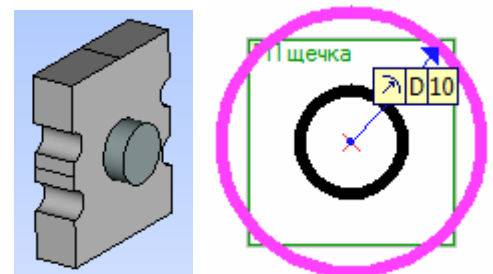
Разметив центр детали, создадим окружность, соответствующую впадинам между щечками каркаса (дну канавки).

Из полученного при возвращении в 3D окно профиля, путем выталкивания на длину **t1**, создадим цилиндрическое тело. Обратите внимание на то, чтобы встроенная булева операция была отключена (кнопка  неактивна).



Аналогично, но уже на базе торца созданного цилиндра, выполняется щечка каркаса. В процессе выталкивания надо включить булеву операцию сложения , а в качестве второго операнда, после нажатия кнопки , выбрать первый цилиндр.

Таким образом, будет получена одна секция каркаса.





Остальные секции целесообразно создать, используя команду **Операция/Массив/Линейный**.



**В свойствах операции должен быть выбран Массив операций.**


Выбрав созданную секцию каркаса, для задания вектора копирования, выберете круговые ребра 1 и 2 (при этом система будет использовать точки в их центре).

После окончания операции получим все секции каркаса.

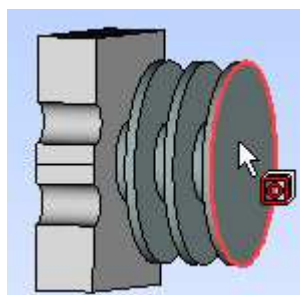


**Обратите внимание на то, что результатом копирования является единое тело.**

Поскольку верхняя щечка имеет толщину, большую, чем остальные, нарастим ее, использование выталкивание грани.

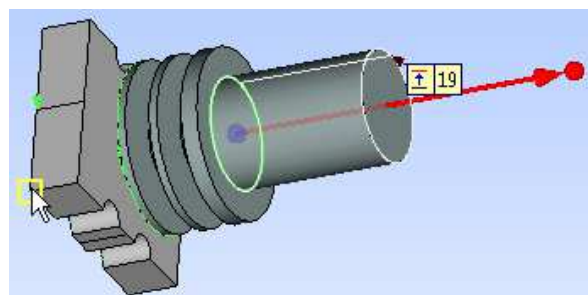
Для этого в команде выталкивания, вместо 3D профиля, выбирается грань тела. Если вместо грани выбираются другие типы элементов (например, ребра), проверьте параметры выбора по кнопке  **Выбор контура**.

При выполнении выталкивания должна быть включена булева операция сложения (второе тело – массив секций каркаса).



Следующим элементом каркаса является верхняя цилиндрическая часть, которую получим выталкиванием 3D профиля, созданного на грани верхней секции каркаса.

Чтобы не вычислять длину этого цилиндра (на чертеже нет такого размера), выталкивание производится не на заданную длину, как мы делали раньше, а **От базы**.

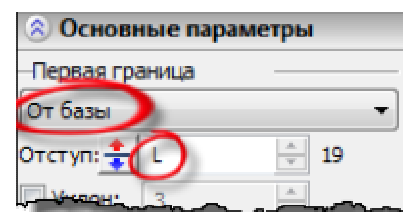
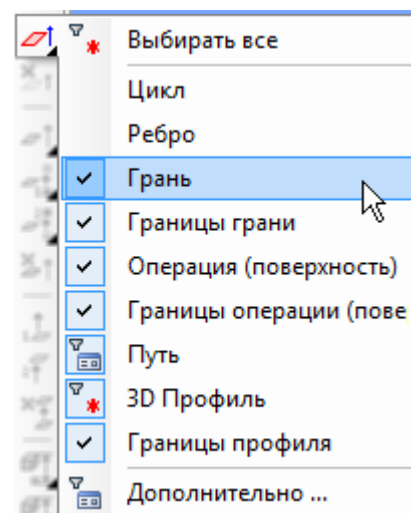
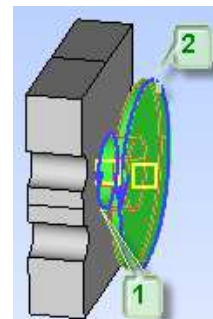
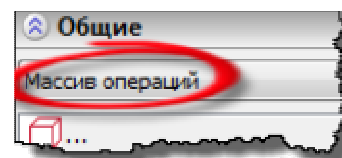


В качестве базы можно задать любой элемент на нижней поверхности основания каркаса (на рисунке выбрана вершина). Параметр **Отступ** задайте, введя переменную **L** – габаритную длину каркаса.

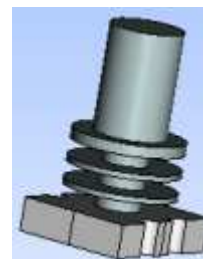



**Величину отступа задавайте после выбора базы.**

Не забудьте сложить новое тело с секциями каркаса.



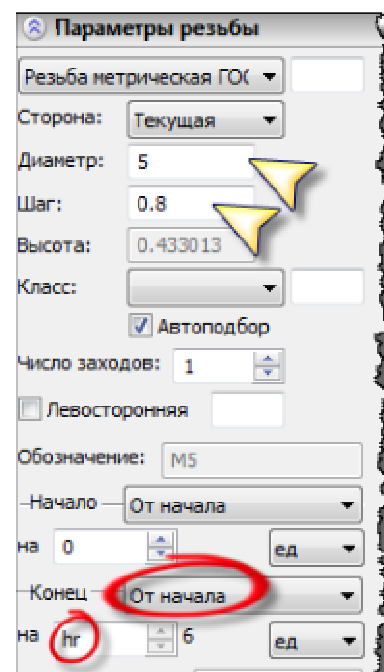
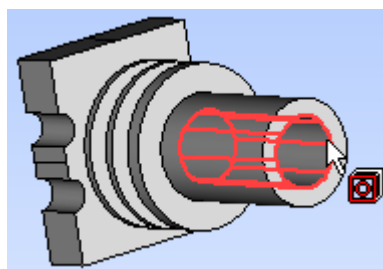
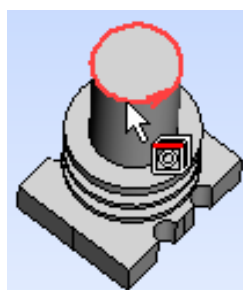
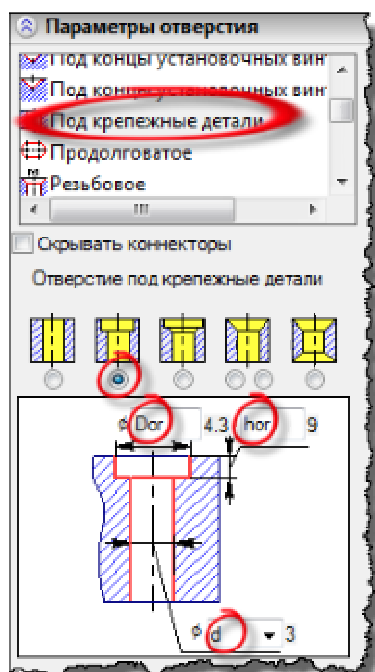
Теперь надо объединить основание и цилиндрическую часть каркаса в единое тело, для чего используется опция **Сложение** команды **Операция/Булева**. По умолчанию, атрибуты берутся с первого операнда. Поэтому, если мы хотим, чтобы полученное тело было из материала основания, выберем его первым.



Настало время просверлить отверстие в каркасе. Для этого надо выбрать команду **Операция/Отверстие**, в **Автоменю** установить опцию  и сделать настройки, показанные на рисунке. Центр отверстия задается выбором кругового ребра на верхнем цилиндре каркаса.

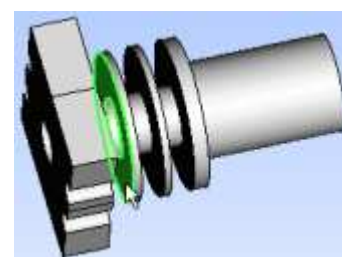
После завершения предыдущей операции, в верхней части отверстия создается резьба (команда **Операция/Резьба**). Мышь выбирается цилиндрическая грань, на которую необходимо нанести резьбу. Система сама должна определить подходящий под диаметр отверстия диаметр резьбы. Также устанавливается основной шаг для данного диаметра.

Поскольку, резьба занимает не всю длину отверстия, установим положение конца резьбы на расстоянии **hr** от начала цилиндрической грани (за начало системой принимается та сторона грани, к которой был ближе указатель мыши в момент выбора).

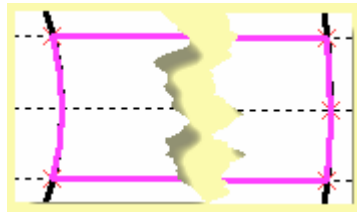


Теперь осталось выполнить небольшие доработки созданного каркаса.

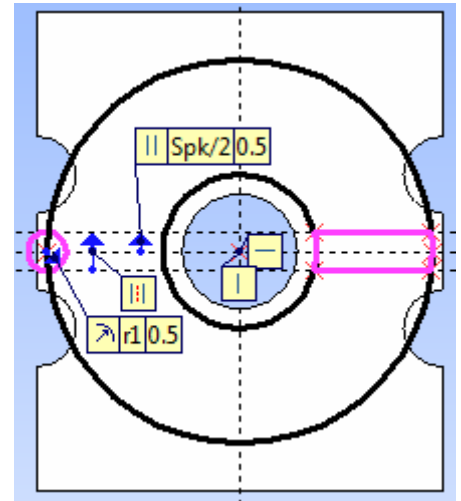
Сначала выполним пазы в щечках каркаса. Для этого, по команде контекстного меню **Чертить на грани** (выбранная грань показана на рисунке справа), выполним показанные на рисунке ниже построение и нанесем изображение, выделенное сиреневым цветом.




Обратите внимание на то, что при нанесении контура паза надо наносить дуги, а не отрезки прямых, соединяющие точки на окружности.

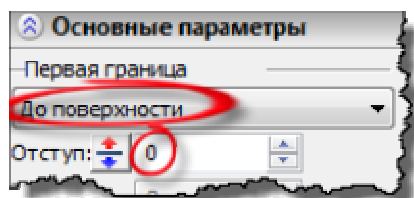
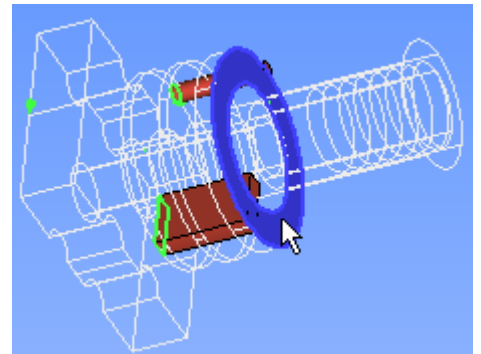


**И** Для нанесения дуг надо построить две окружности, соответствующие линиям проекции. Проще всего это сделать, выбирая круговые линии проекции в команде построения прямых (как бы пытаясь построить касательную). При этом система автоматически построит окружность, связанную с линиями проекции. От дальнейшего построения касательной теперь можно отказаться.

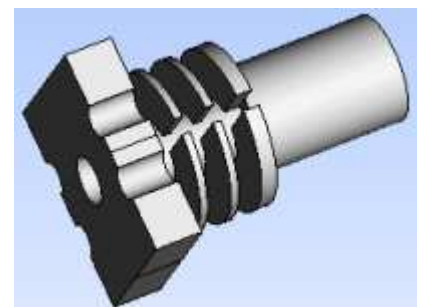


По окончании черчения на рабочей плоскости в 3D модели появится новый 3D профиль, состоящий из двух областей.

Выталкивание этого профиля с вычитанием из каркаса образует пазы в щечках. Операция аналогично созданию верхней части каркаса. Ограничивающая поверхность показана на рисунке. Отличие состоит в том, что вместо сложения надо выбрать **Вычитание** .



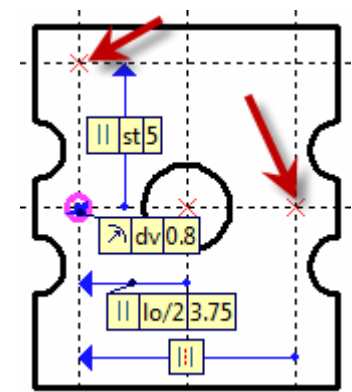
Результатом выполнения операции будет тело, показанное на рисунке.



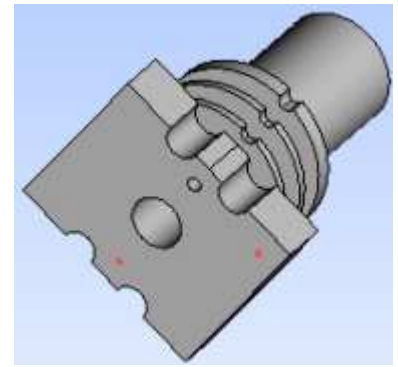
Используем внешнюю грань основания для черчения 3D профиля. Выполним необходимые построения и нанесем изображение отверстия под вывод.


Кроме того, здесь же построим 3D узлы в точках, показанных стрелками. Они потребуются при создании массива копий.

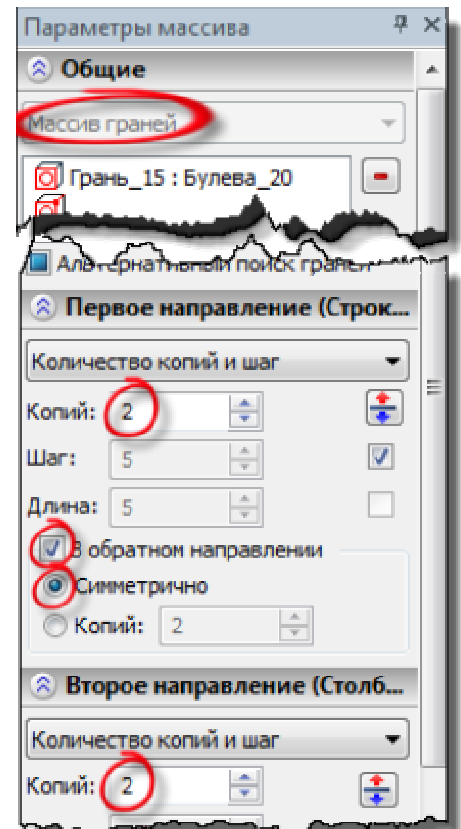
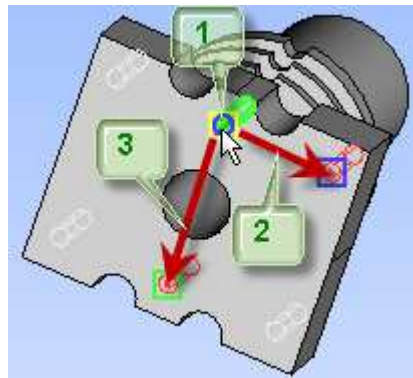
После этого возвратимся к трехмерному представлению.



Операция выталкивания позволяет создать на основе полученного 3D профиля отверстие в основании. Выталкивание будет производиться на длину **to**. При необходимости, смените направление выталкивания и, не забудьте включить булеву операцию вычитания. Поскольку в сцене, кроме создаваемого, имеется всего одно тело, выбирать второй операнд булевой операции не требуется.



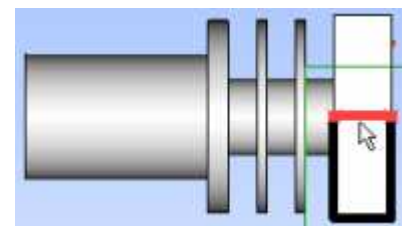
Остальные отверстия создаются по команде **Операция/Массив/Линейный**. Поскольку надо копировать не тела, а их отсутствие, в свойствах команды надо выбрать вид копируемых объектов – **Массив граней**. Выбирается цилиндрическая грань отверстия 1, а затем, после нажатия кнопки , задайте два вектора копирования 2 и 3 (каждый из них задается ребром отверстия и 3D узлом). Остальные настройки команды показаны на рисунке справа.

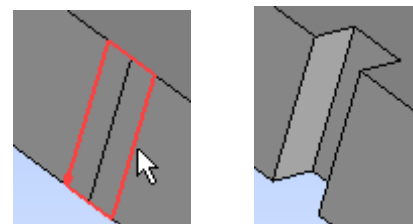
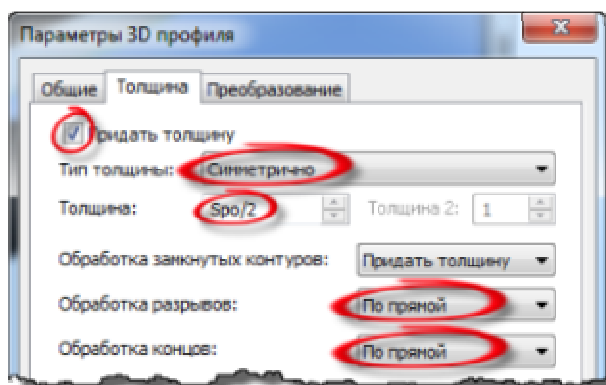


Для создания паза в основании каркаса в команде контекстного меню **Чертить на грани**, нанесите всего одну линию изображения. Никаких построений не требуется – линия привязывается к точкам проекции грани.

После возврата в 3D окно система создаст на основе этого отрезка **линейчатый** 3D профиль, непригодный для формирования тела. Чтобы превратить его в **плоский** профиль, надо придать ему толщину (вызвать окно свойств и выполнить показанные на рисунке настройки).

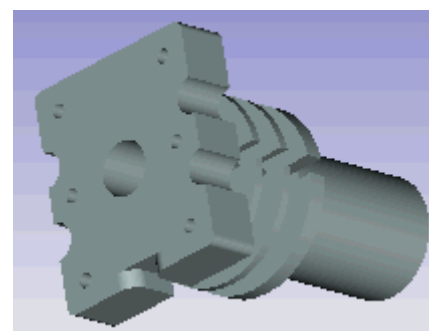
Выталкивание этого профиля на длину **Про** с вычитанием из каркаса создаст паз в основании.





Используя команду **Операция/Сглаживание/Ребер** создайте скругления на основании каркаса. Укажите последовательно все ребра, имеющие одинаковый радиус скругления, задайте этот радиус в параметрах операции и подтвердите ее выполнение.


То же самое выполните для ребер с другим радиусом скругления (радиусы на ребрах паза основания).

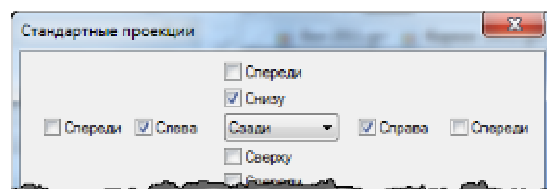
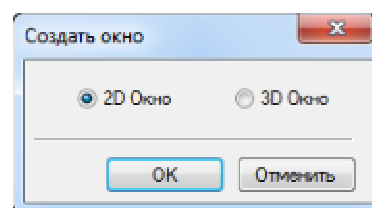



## Получение проекционного чертежа


Используя пункт меню **Окно/Разделить по вертикали** (или нажав маленькую кнопочку в левом нижнем углу рабочего окна) создайте окно для чертежа каркаса (в появившемся диалоге установите переключатель в положение **2D Окно**).

Настройте размер листа (A3) и масштаб чертежа (4:1).

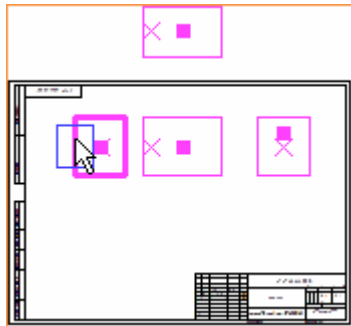
Вызвав команду главного меню **Чертеж/2D Проекция** выберите в **Автоменю** опцию  **Создать набор стандартных видов**. В диалоговом окне укажите требуемые проекции.



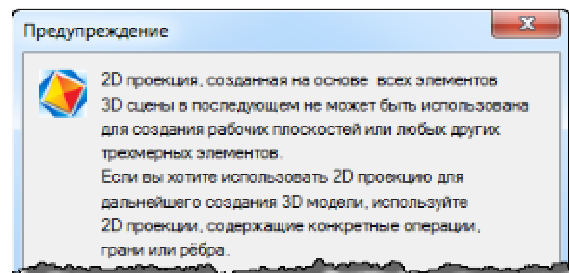
 Вид снизу потребуется для создания выносного вида по стрелке Б.

Разместите в нужном месте 2D окна рамки создаваемых проекций. Для перемещения отдельной проекции выделите ее рамку и, нажав кнопку  **Автоменю**, переместите рамку (перемещение возможно только с сохранением проекционных связей). После размещения завершите операцию.





Прочитайте текст появившегося на экране предупреждения и нажмите кнопку ОК данного окна.

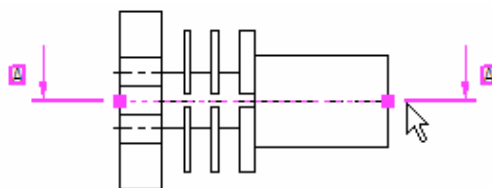
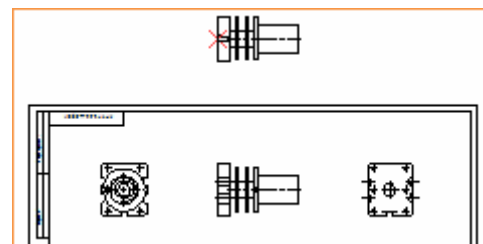




Если вы не удовлетворены размещением проекций, подкорректируйте его, щелкнув правой кнопкой мыши на любой из проекций и выбрав пункт контекстного меню **Проекция/Редактировать проекцию** (при отсутствии такого пункта, выбирайте пункт **Изменить**). Далее можно переместить требуемую проекцию, как вы делали в команде создания проекций.

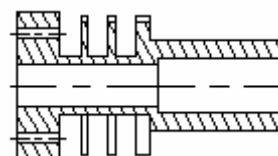
Используя команду **Чертеж/Обозначение вида**, нанесите обозначение разреза на вид спереди. Обратите внимание на то, что обозначение должно быть привязано к характерным точкам проекции.





*Перед нанесением обозначения разреза выполните дополнительные построения для привязки. Обозначение разреза, не привязанное к узлам, не обеспечивает связи с проекцией, что проявится при перемещении проекции на новое место.*

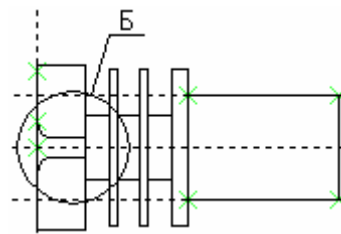


Для создания разреза выберите в меню пункт **Чертеж/2D Проекция** и в **Автоменю** опцию  **Создать разрез....** Далее в **Автоменю** нажмите кнопку  и укажите только что созданное обозначение разреза.



Разместите проекцию на поле чертежа. Чтобы ее можно было переместить в произвольное место, нажмите кнопку **Автоменю**  **Разорвать проекционную связь**.

Следующим шагом будет создание выносного вида по стрелке Б (команда **Чертеж/Чертежный вид** опция  **Создать выносной вид...**). Для создания чертежного вида используйте Вид снизу, который мы расположили за границей листа чертежа. Более подробно о выполнении данной команды можно прочитать в методических указаниях к лабораторной работе №2.

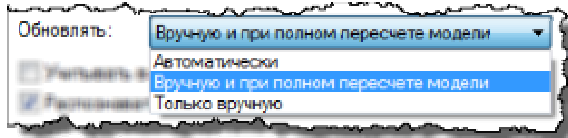


После создания чертежного вида, по команде контекстного меню **Активизировать чертежный вид** войдите в режим редактирования и дополните его линиями разрыва и размерами.

Поскольку привязать новые линии изображения к обрыву линий выносного вида нельзя, предварительно постройте прямые вдоль этих линий.

Для возврата в чертеж служит команда контекстного меню **Заккрыть чертежный вид**.

- i** Полученные проекции связаны с 3D моделью и будут изменяться при ее модификации. Будет ли обновление происходить автоматически, или потребует Вашего вмешательства, определяется выбором значения в поле **Обновлять** на закладке **Общие** окна параметров проекции.



Принудительное обновление проекции осуществляется по соответствующему пункту контекстного меню.

## Оформление чертежа

- ?** Самостоятельно нанесите размеры и элементы оформления чертежа. В случае затруднений воспользуйтесь методическими указаниями к лабораторной работе №2.

Для того чтобы, при создании сборочного чертежа в следующей лабораторной работе, мы имели возможность автоматически создать спецификацию, обязательно заполните поля основной надписи, показанные на рисунке.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое рабочие плоскости? Какие типы рабочих плоскостей Вы знаете?
2. Создание 3D профиля с использованием штриховки.
3. Операции вращения и выталкивания. Создание тел с использованием этих операций, свойства операций.
4. Какие виды операций по созданию 3D тел Вы знаете?
5. Булевы операции над телами.
6. Элементы 3D сцены. Управление отображением трехмерных объектов.
7. Дополнительные рабочие плоскости. Их построение и использование.
8. Специальные рабочие плоскости: цилиндрическая, сферическая, тороидальная.
9. Выполнение 3D операций с использованием созданных ранее тел.
10. Возможные ошибки пересчета 3D модели и способы их устранения.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

---

1. T-FLEX CAD. Краткий вводный курс – М.: АО «Топ Системы», 2011 – 280с. (Электронный документ).
2. T-FLEX CAD. Трёхмерное моделирование. Руководство пользователя – М.: АО «Топ Системы», 2011 – 875с. (Электронный документ).
3. Справочная система пакета T-flex CAD 3D 12.0.