

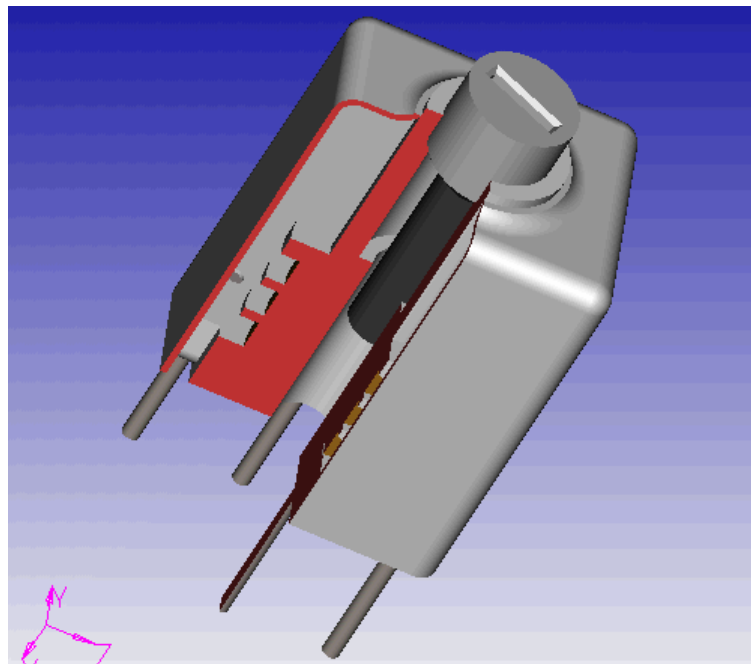
СИСТЕМА T-FLEX CAD

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине
«Параметрическое 3D моделирование конструкций РЭС»

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



Нижний Новгород 2014 г.

УДК 681.3

Составитель Петров В.В.

Система T-flex CAD. Основные принципы построения параметрических моделей. Лабораторная работа №1 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. — 21с.

Данная лабораторная работа посвящена изучению интерфейса системы T-flex CAD 3D, знакомству с принципами параметризации на примере создания простейших параметрических моделей. В ходе работы создаются чертежи деталей и на их основе – сборочный чертеж изделия.

В результате выполнения работы студенты получают практические навыки по параметрическому черчению.

Компьютерный набор и верстка Петров В.В.

Содержание

| | |
|--|----|
| Термины и обозначения..... | 4 |
| Цель работы | 5 |
| Элементы интерфейса системы | 5 |
| Принципы параметризации чертежа | 8 |
| Задание | 11 |
| Решение типовой задачи..... | 11 |
| Начало работы | 12 |
| Создание параметрической модели шайбы..... | 12 |
| Создание вида слева | 12 |
| Создание вида спереди..... | 13 |
| Создание векторов привязки | 15 |
| Создание параметрической модели стойки..... | 17 |
| Создание параметрической модели наворачия..... | 18 |
| Создание сборки | 19 |
| Контрольные вопросы | 21 |
| Список рекомендуемой литературы..... | 21 |

ТЕРМИНЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ♦ **Нажатие кнопки мыши** - нажать кнопку мыши и не отпускать до дальнейших указаний.
- ♦ **Щелчок кнопки мыши** - нажать и отпустить кнопку мыши.
Двойной щелчок кнопкой мыши - серия щелчков, с очень малым интервалом времени между ними (порядка 0,1–0,2 сек).
- ♦ **Указать элемент** – подвести указатель мыши к элементу.
- ♦ **Выбрать элемент** – щелчок кнопкой мыши на элементе.
- ♦ **Перетаскивание мышью** - перемещение указателя мыши при нажатой левой кнопке с целью изменения положения или размеров объектов либо задания границ текстовых блоков или области выделения.



Там, где это специально не оговорено, подразумевается левая кнопка мыши.

- ♦ **Обозначение вида Ctrl+S** - нажать клавишу **Ctrl** и, не отпуская ее, клавишу **S** (отпускать клавиши надо в обратном порядке).
- ♦ **Вызов контекстного меню** - щелчок правой кнопкой мыши вызывает появление плавающего меню, состав которого зависит от объекта, на котором располагался указатель мыши в момент щелчка.



*В рабочем окне контекстное меню вызывается в том случае, если не выполняется никакая из команд (признаком этого служит пустая панель **Автомению**).*

*При выполнении команды щелчок правой кнопкой мыши эквивалентен нажатию клавиши **Esc** и приводит к отмене выбора текущего элемента или выходу из текущего уровня команды.*

- ♦ **Построение/Прямая** - название команды и подкоманды главного или контекстного меню



Обратите внимание на то, что в меню против многих команд указаны клавиатурные сокращения для быстрого доступа. Кроме того, клавиатурные сокращения приведены в подсказках, появляющихся при указании мышью на кнопки панелей инструментов. Клавиатурное сокращение текущей команды указывается в статусной строке.

- ♦ **Выделенный текст с пиктограммами:**



Дополнительная информация.



Описание цели работы, постановка задачи.



Вопросы, задания для самостоятельной проработки.



Предупреждения.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ



Изучение интерфейса системы T-flex, получение практических навыков по параметрическому черчению.

ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ

На рис. 1 представлено окно системы T-flex с указанием его основных элементов.

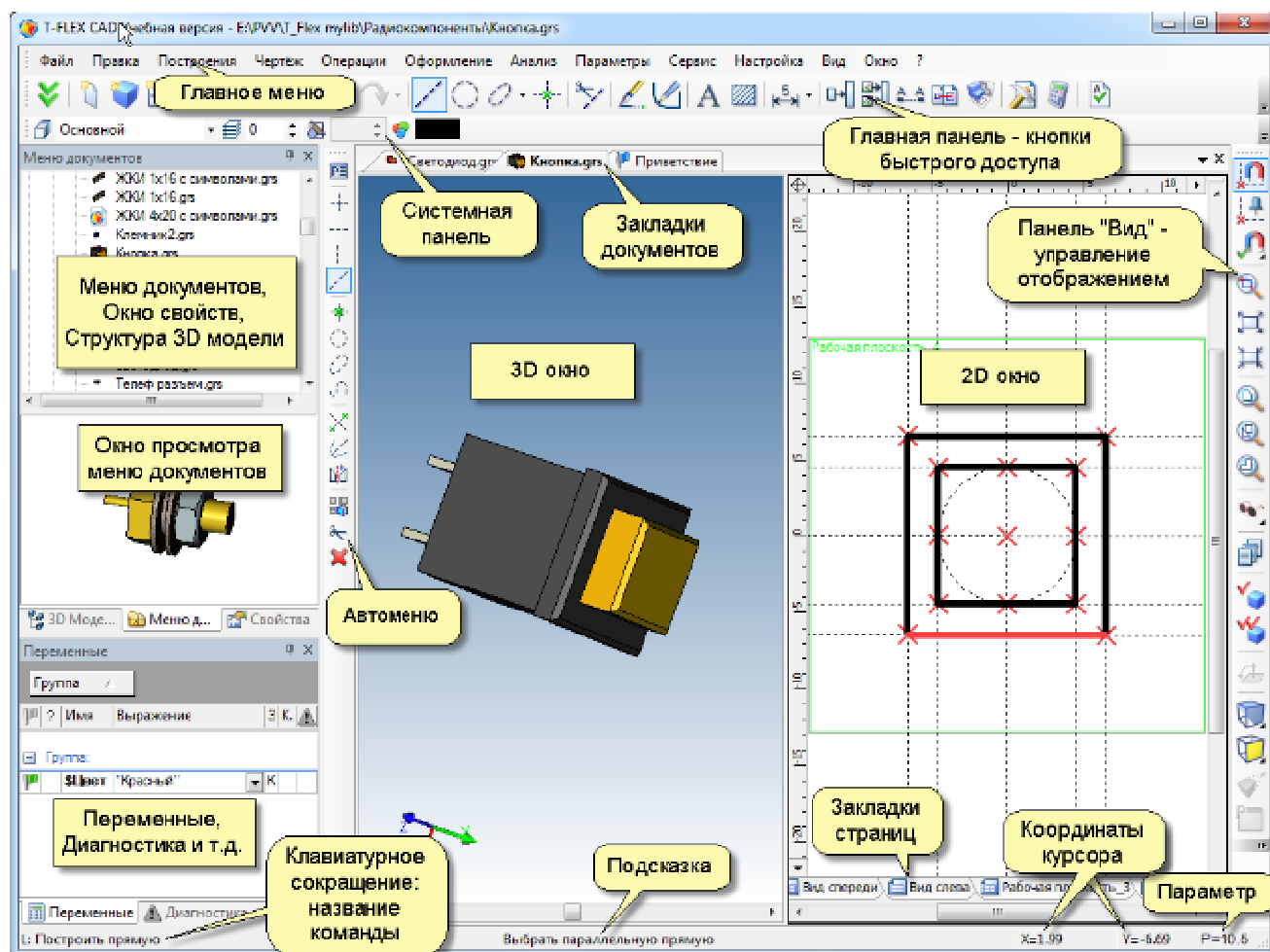



Рис. 1. Элементы интерфейса системы T-flex.



На рис. 1 показаны не все окна системы. С некоторыми мы познакомимся в дальнейшем при необходимости их использования.

Надо учесть и то, что любой из элементов интерфейса можно переместить в произвольное положение или отключить. Поэтому при запуске системы Вы можете увидеть совершенно другую картину.

Включить или выключить отдельные элементы интерфейса позволяет контекстное меню, вызываемое при указании мышью на любую из инструментальных панелей. Полностью восстановить стандартный вид системы позволяет пункт  Восстановить начальные установки системы, помещаемый в меню ПУСК системы Windows при установка T-flex. При выполнении этой программы T-flex не должен быть запущен.

Здесь мы рассмотрим элементы интерфейса, используемые практически при любых действиях. Остальные элементы интерфейса будут рассматриваться по мере необходимости.

Программа может находиться в одном из двух режимов:

- режим ожидания команды. В этом режиме можно выбирать элементы для редактирования, производить настройки и выполнять другие действия с документом целиком;
- режим выполнения команды – это создание или редактирование элементов документа.

Автоменю - это панель опций команды, выбранной для исполнения. Соответственно, в режиме ожидания команды эта панель будет пустой. **Автоменю** содержит **все необходимое** для выполнения выбранной команды. Оно может быть многоуровневым, т.е. выбор какой-то из опций вызывает смену набора кнопок. Вернуться на предыдущий уровень можно по кнопке **Esc**, или щелчком правой кнопки мыши.



*Очень часто стандартных режимов достаточно для выполнения команды. Поэтому ничего не нажимайте в **Автоменю**, если это не оговорено в методических указаниях.*

Панель «Вид» позволяет выполнить следующие действия по управлению изображением (здесь рассмотрены только кнопки, относящиеся к двумерному моделированию):



Объектная привязка. **При параметрическом черчении должна быть обязательно включена.**

Автоматическая параметризация.

Привязки*. Используется при черчении в режиме **Эскиз**.

Определить размер изображения рамкой **

Увеличить изображение

Уменьшить изображение

Вписать в рабочее окно лист чертежа

Вписать в рабочее окно все элементы изображения (элементы построения не учитываются)

Вписать в рабочее окно выбранные элементы (включая и элементы построения)

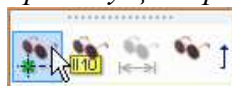
Скрыть / показать элементы документа***.

Работа с листами документа

Примечания:

* Кнопки, помеченные черным треугольником, содержат раскрывающийся набор кнопок.

** Данная команда имеет **Автоменю**, позволяющее, в частности, задать процент увеличения и уменьшения изображения при использовании двух последующих команд, отобразить в натуральную величину, вернуться к предыдущим границам экрана (до десяти шагов).



*** Содержит набор кнопок, из которых нам интересна первая – **Скрыть построения**.

i Для изменения масштаба и положения изображения удобнее всего использовать мышь с колесиком. Вращение колесика меняет масштаб изображения. Центром масштабирования является указатель мыши. При нажатом колесике мышью можно перемещать изображение.

i Если у Вас мышка без колесика, для навигации по документу удобно использовать **Окно общего вида** (см. справку).

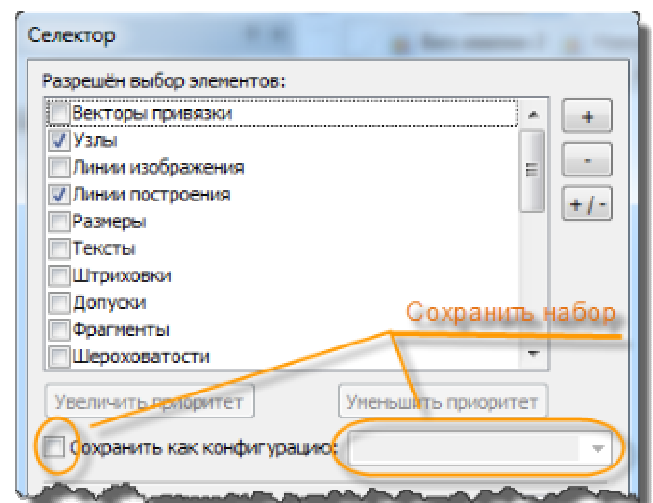
Выбор элементов для выполнения с ними дальнейших действий может производиться разными способами:

- **одиначный выбор** – щелчком левой кнопки мыши. При этом запускается команда редактирования;
- **последовательный выбор** нескольких элементов – щелчком левой кнопки мыши при нажатой клавише **Shift**. Лишние выбранные элементы можно удалить из набора щелчком левой кнопки мыши при нажатой клавише **Ctrl**. Для выбранной группы в окне свойств можно одновременно изменять общие параметры;
- **выбор рамкой**, создаваемой перетаскиванием мыши. При рисовании рамки **слева направо** выбираются элементы, целиком попавшие в рамку (**охватывающая рамка**). При рисовании **справа налево** – выделяются как попавшие внутрь, так и пересеченные рамкой элементы (**секущая рамка**).

Селектор служит для ограничения типов выбираемых элементов. Он отображается в системной панели в режиме ожидания команды.




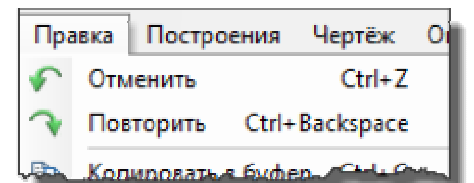
- 1 - настройка селектора. См. рисунок справа. Выбранные настройки можно сохранить в виде именованного набора.
- 2 - выбор предустановленных конфигураций.
- 3 - выбрать все.
- 4 - не выбирать ничего.
- 5 - включение/выключение выбора часто используемых типов элементов. Двойной щелчок по одной из кнопок установит выбор данного типа элементов и сбросит все остальные.



Показанная справа группа команд меню **Правка** предназначена для отмены ошибочно выполненных действий или для возврата отмененных.

По умолчанию система помнит 500 последних команд. Длину очереди команд можно изменить через меню **Настройка/Установки/Разное**.

Команды отката представлены кнопками  в панели «Главная панель».



☹ Однако не торопитесь пользоваться этой командой. Часто, отредактировать уже созданное проще, чем выполнять отмену и делать все заново!

Обратите внимание и на то, что часть действий по отмене может визуально не отображаться. Например, Вы можете незаметно для себя отменить какие-то настройки.

ПРИНЦИПЫ ПАРАМЕТРИЗАЦИИ ЧЕРТЕЖА

Система T-flex CAD позволяет создавать как непараметрические чертежи (режим эскиза), так и параметрические модели.

При эскизном черчении (пункт главного меню **Чертеж/Эскиз**) на поле чертежа сразу наносятся линии изображения. В этом режиме не задаются геометрические связи элементов. При редактировании созданного изображения легко нарушить структуру чертежа (например, потерять параллельность линий изображения). Данный режим удобен для создания простых чертежей, которые в дальнейшем не предполагается изменять.

В отличие от эскизного черчения, при создании параметрической модели сначала выполняется разметка чертежа «в тонких линиях». Для этого используются элементы построения: прямые, узлы, окружности и др.

При вводе элемента построения задаются геометрические взаимосвязи, например, параллельность существующему элементу, и числовые параметры (для параллельной прямой это расстояние между элементами). В дальнейшем числовые параметры можно изменять, тем самым, модифицируя модель.

Значение параметра можно задать вводом константы, или связав параметр с переменной. В последнем случае управление моделью становится более удобным, так как доступ ко всем переменным осуществляется из специального редактора. Кроме того, наличие переменных дает возможность вводить в модель различные расчеты.


При создании элементов доступ к их свойствам осуществляется через окно **Свойства**, по умолчанию расположенное слева от рабочего окна (см. рисунок справа).

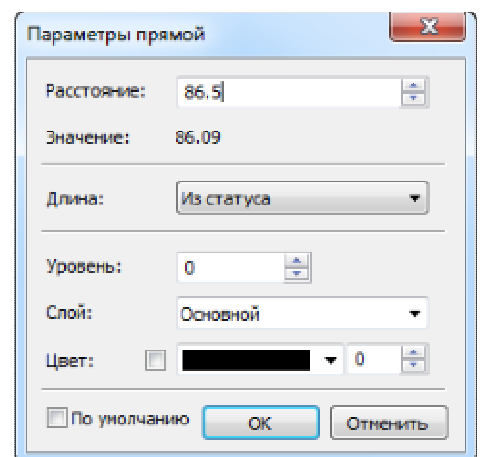
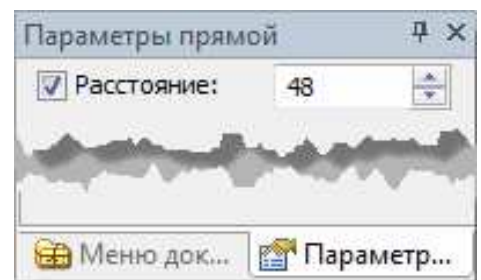
В данном случае элементом является прямая, параллельная другой прямой. Соответственно, параметром будет **расстояние** между ними.

Вместо значения в данном окне можно указать имя переменной. Если такой переменной не существует, будет запущен диалог создания новой переменной.

Переменные могут быть предварительно созданы в **Редакторе переменных** (меню **Параметры/Переменные**).

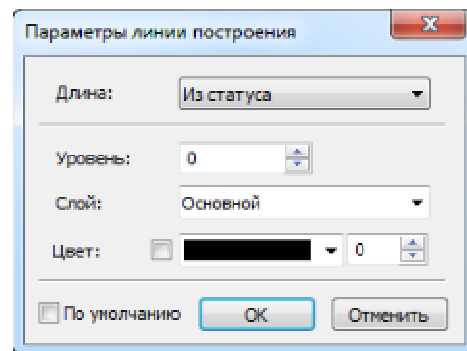
В окне располагаются параметры, влияющие на геометрию элемента. Изменить параметры, влияющие на отображение элемента, можно через системную панель.

Альтернативой является открытие модального окна свойств, содержащего все параметры элемента. При выполнении команды для этого используют кнопку  **Автоменю**. В режиме ожидания команды – двойным щелчком мыши по элементу, или через контекстное меню.



Не все элементы построения имеют числовые параметры. Так, прямая, проходящая через два узла, полностью определена геометрическими связями.

Окно свойств такого элемента показано справа.



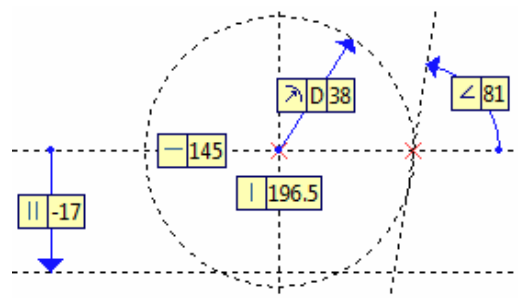
Геометрические взаимосвязи между элементами построения и значения параметров можно отобразить в документе, используя команду главного меню **Параметры/Отношения**.

Значки отношений Вы также увидите при редактировании построений.

Например:

- 137.89 - горизонтальная прямая в абс. координатах;
- 217.55 - вертикальная прямая в абс. координатах;
- 17 - прямая, параллельная выбранной;
- D 40 - окружность, построенная по центру и радиусу – параметр задан переменной **D**.

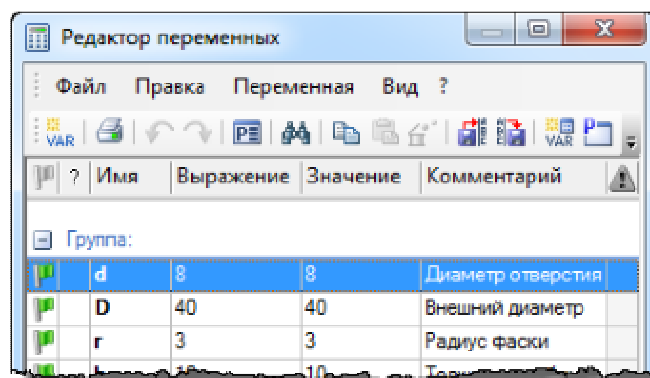
Отношения можно использовать для редактирования параметров: 137.89 ; D 40 .



Все переменные, созданные в документе, доступны в специальном редакторе.

Редактор переменных вызывается по команде меню **Параметры/Переменные** и обеспечивает создание переменных, ввод их числовых значений или выражений для вычисления, создание списка допустимых значений и многое другое.

Кроме того, имеется немодальное окно редактора, доступное в любой момент работы.



Назначение столбцов редактора дано в таблице.

| | | |
|---|----------------------------|---|
| 1 | Пометка внешней переменной | Может быть установлена только для переменных, заданных константами. Внешние переменные доступны при вставке данного чертежа в другой чертеж в качестве фрагмента |
| 2 | Признак использования | Вопросительный знак в этой колонке свидетельствует о том, что переменная не связана с элементами построения и не используется в вычислениях. Такую переменную можно удалить. |
| 3 | Имя | Допустимое имя переменной - строка до 10 символов, содержащая буквы, цифры и знак подчеркивания. Первый символ – буква. Для текстовых переменных перед именем ставится знак «\$». Прописные, строчные, русские и латинские символы различаются. Поле не редактируемое – ввод и изменение имени производят специальными командами. |
| 4 | Выражение | Либо константа, либо математическое выражение для вычисления значения переменной |
| 5 | Значение | Результат вычисления выражения (поле не редактируется) |
| 6 | Комментарий | Пояснение назначения переменной. Здесь желательно указать и ограничения на значение переменной. |
| 7 | Пометка строки с ошибкой | Устанавливается при синтаксической ошибке, или при невозможности вычислить Значение. |

После создания каркаса чертежа из элементов построения, к ним привязываются элементы изображения (линии, штриховки, размеры, обозначения шероховатости и т.д.). Элементы построения можно скрыть в любой момент, чтобы они не мешали восприятию чертежа.



Элементы построения нельзя удалять, поскольку вместе с удаляемым элементом будет удалена вся цепочка связанных с ним объектов (другие построения, элементы изображения).

При создании параметрического чертежа очень важно заранее определить последовательность построения и взаимосвязи между отдельными элементами. Здесь может помочь представление о последовательности изготовления детали – выбираются технологические базы, от них задаются общие габариты и отдельные элементы детали, часть размеров задается от полученных элементов и т.д. Аналогично надо действовать и при создании модели. Грамотно проставленные на чертеже детали размеры несут в себе информацию о последовательности ее изготовления.

Так как одну и ту же задачу можно решить множеством способов, искусство заключается в построении наиболее простой и понятной модели.



*Не используйте команды из меню **Чертеж/Эскиз** при построении параметрической модели. Элементы, созданные или модифицированные этими командами будут непараметрическими.*

ЗАДАНИЕ

В ходе работы студентом разрабатываются чертежи деталей, предложенных преподавателем. Затем создается сборка из этих деталей и вводятся расчетные соотношения, обеспечивающие удобную модификацию изделия. При выполнении работы следует придерживаться изложенной ниже методики решения типовой задачи.

РЕШЕНИЕ ТИПОВОЙ ЗАДАЧИ

Допустим, требуется создать модель представленной на рис. 2 пирамидки.

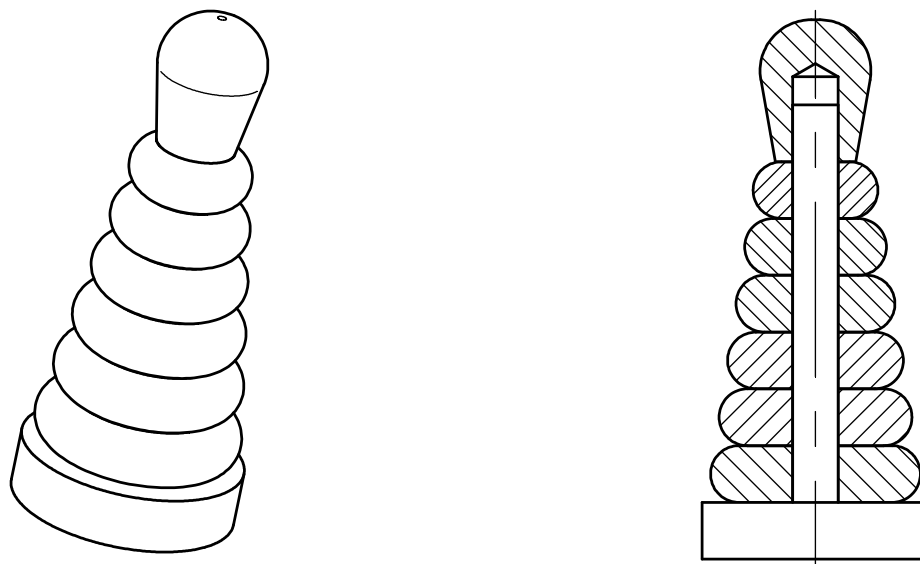


Рис. 2. Пирамида.

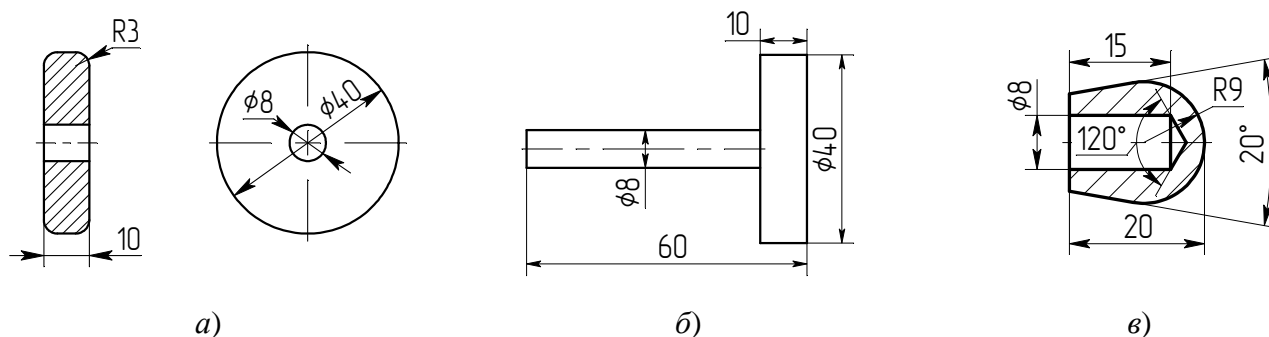


Рис. 3. Эскизы деталей пирамиды: а – шайба, б – стойка, в - навершие.

i Размеры на рис. 3 приведены для примера. В создаваемых Вами документах размеры будут задаваться через переменные, и, следовательно, в любой момент могут быть легко изменены.

Начало работы

☹ После загрузки программы создайте новый документ – меню **Файл/Новый чертеж**. То же самое можно сделать в диалоге «Добро пожаловать», если он появляется при запуске.

Далее следовало бы произвести настройку параметров документа и всей системы. Однако, принятые по умолчанию настройки оптимальны при решении большинства задач. Поэтому в данной лабораторной работе мы ничего изменять не будем, а с настройками будем знакомиться при возникновении в них необходимости.

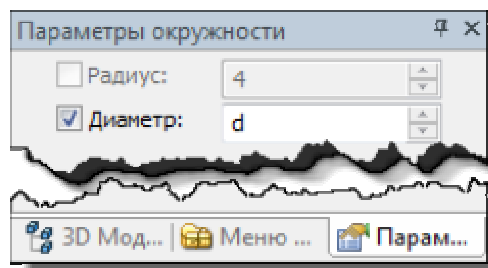
☹ Если Вы работаете на компьютере с T-flex не один, предварительно рекомендуется восстановить начальные установки системы ([см. здесь](#)).

Создание параметрической модели шайбы

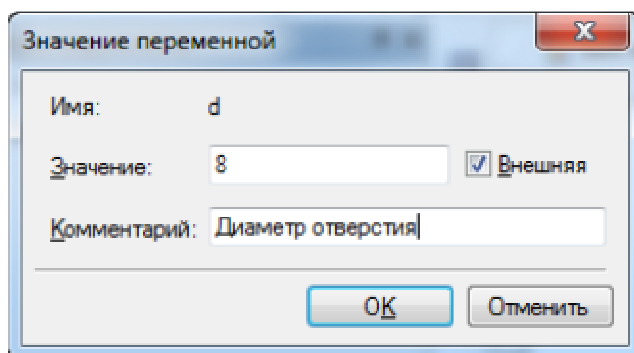
Создание вида слева

Последовательность создания параметрического каркаса модели представлена в виде таблицы. В графе «Способ построения» выделенное слово определяет вид создаваемого элемента и соответствует пункту главного меню **Построения**. Далее, в этом поле задаются геометрические связи, и приводится изображение соответствующей кнопки **Автоменю**. Слово «Визуально» в столбце «Параметр» говорит о том, что положение или размер элемента задаются приблизительно, путем указания мышкой. Слово «Нет» в данном столбце соответствует элементу, полностью определенному геометрическими связями. В столбце **Переменная** дано описание переменных модели.

Для создания переменной надо мышью выбрать поле ввода в окне свойств и ввести имя переменной (для окружностей можно выбрать между вводом радиуса и диаметра). Если поле не выбрать, ввод букв воспримется системой как клавиатурное сокращение команды. При вводе численного значения параметра выбирать поле ввода не обязательно.



После нажатия клавиши **Enter** появится диалог создания переменной, где можно изменить значение, установить пометку **Внешняя** и ввести комментарий. В нашем случае все переменные должны быть помечены, как внешние.



❗ Если переменная с таким именем уже существует, данный диалог не появится.

☹ При вводе значений параметров обратите внимание на то, что независимо от настроек Windows, в качестве разделителя целой и дробной частей числа в T-flex всегда используется **точка**.


Создание параметрического каркаса вида слева.

| Но- мер | Назначение | Способ построе- ния | Пара метр | Перемен- ная | Эскиз |
|------------|---|---|----------------|--------------------------|---|
| 1, 2 | Базовые линии вида слева (точка пересечения прямых соответствует оси вращения детали) | Прямые , горизонтальная и вертикальная в абсолютных координатах  | Визу- ально | |  |
| 3 | Отверстие в шайбе | Окружность с центром на пересечении прямых 1 и 2  | d | d – диаметр отверстия |  |
| 4 | Внешний контур шайбы | Окружность с центром на пересечении прямых 1 и 2  | D | D – внешний диаметр вала | |




Не забывайте периодически сохранять файл.

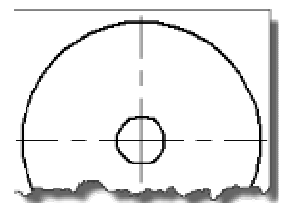
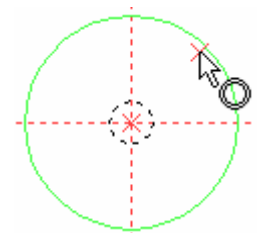
Выбрав пункт меню **Чертеж/Изображение**, нанесите линии изображения, как указано на рисунке справа.

Перед началом черчения убедитесь, что в системной панели установлен тип линии «Основная» .

При необходимости, скорректируйте настройку типа линии.


Для нанесения окружности, щелкните по любой ее части мышью (при этом указатель мыши должен иметь вид, показанный на рисунке).



Для нанесения осевых линий воспользуйтесь командой **Чертеж/Оси**. Выбрав в **Автоменю** подкоманду **Две оси окружности** , щелкните мышью по внешней окружности.

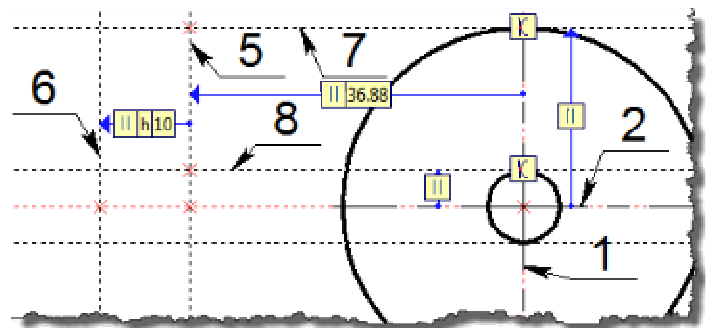





Создание вида спереди

Вид спереди будем создавать, используя проекционные связи с ранее созданным видом.

Для создания прямой, параллельной существующей (на рисунке ей соответствует значок ), надо выбрать базовую прямую щелчком мыши, переместить указатель в требуемое место и зафиксировать вторым щелчком при визуальном вводе, либо вводом численного значения или имени переменной с последующим нажатием клавиши **Enter**.

Прямая, параллельная другой и касательная к окружности (значки  ) создается последовательными щелчками на прямой и окружности.



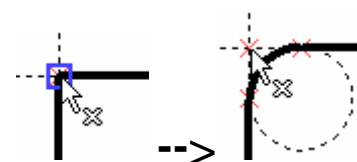
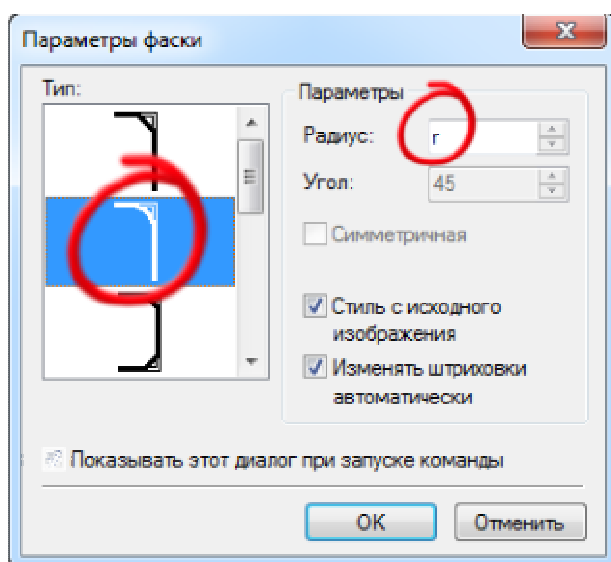
| Но- мер | Назначение | Способ построения | Параметр | Переменная |
|------------|--|---|-----------|----------------------|
| 5 | Базовая линия вида спереди (правый торец) | Прямая , параллельная прямой 1  | Визуально | |
| 6 | Левый торец | Прямая , параллельная прямой 5  | h | h – толщина шайбы |
| 7,8 | Проекционные связи с видом слева | Прямые , параллельные прямой 2 и касательные к соответствующим окружностям  | нет | |
| 9,10 | Проекционные связи с видом слева Номера не показаны | Аналогично предыдущим, но в нижней части рисунка | нет | |



На вид спереди наносится изображение, как показано на рисунке.

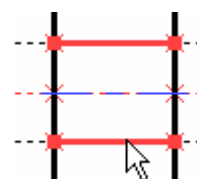
Отрезки прямой наносятся последовательными щелчками мыши на узлах или точках пересечения элементов построения. Прервать ввод последовательности отрезков (полилинии) позволяет щелчок правой кнопкой мыши.






Скругления углов выполняются с помощью команды **Чертеж/Фаска**. В диалоговом окне выбирается требуемый тип фаски и задается радиус скругления через переменную **r**. Далее, щелчками мыши по точкам пересечения прямых, создаются необходимые скругления.

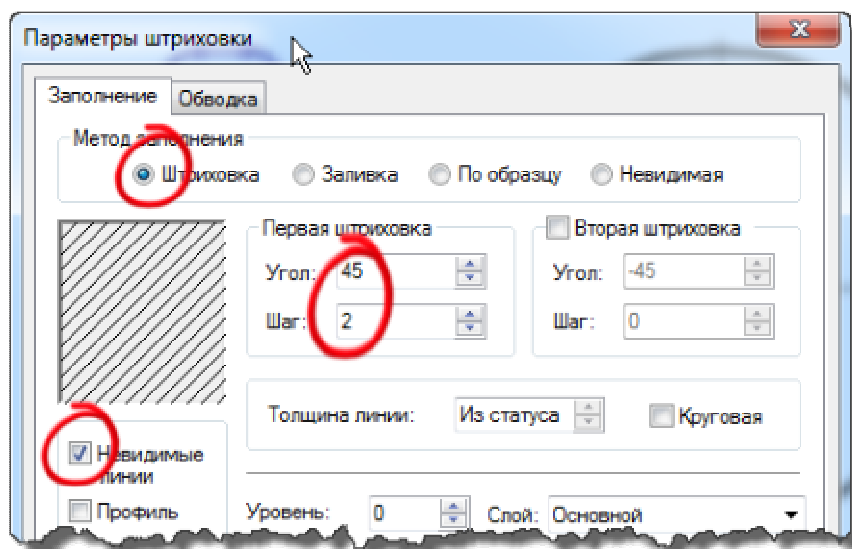


Осевая линия наносится по команде **Чертеж/Оси**. Выбрав в **Автомению** подкоманду **Ось двух линий** , последовательно щелкните мышью по обозначенным на рисунке красным цветом линиям изображения. Заканчивается ввод нажатием кнопки  **Автомению**.



Остается нанести штриховку с использованием команды **Чертеж/Штриховка**. Чтобы система автоматически выбирала контур штриховки, в **Автомению** должна быть нажата кнопка .

(именно нажата, т.е. выделена подсветкой). Щелчками мыши внутри обеих областей штриховки, выберем их. По кнопке  **Автоменю** открывается окно свойств, где должны быть установлены отмеченные на рисунке параметры. Заканчивается создание штриховки по кнопке  **Автоменю**.



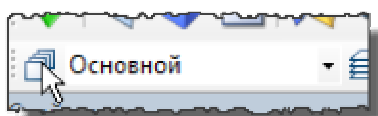
Создание векторов привязки

Для того, чтобы при сборке отдельные детали можно было расположить нужным образом, требуется создание специальных элементов – векторов привязок.

Но предварительно надо решить еще одну задачу – каким-то образом разделить вид спереди и вид слева, чтобы иметь возможность вставлять их в сборку независимо.

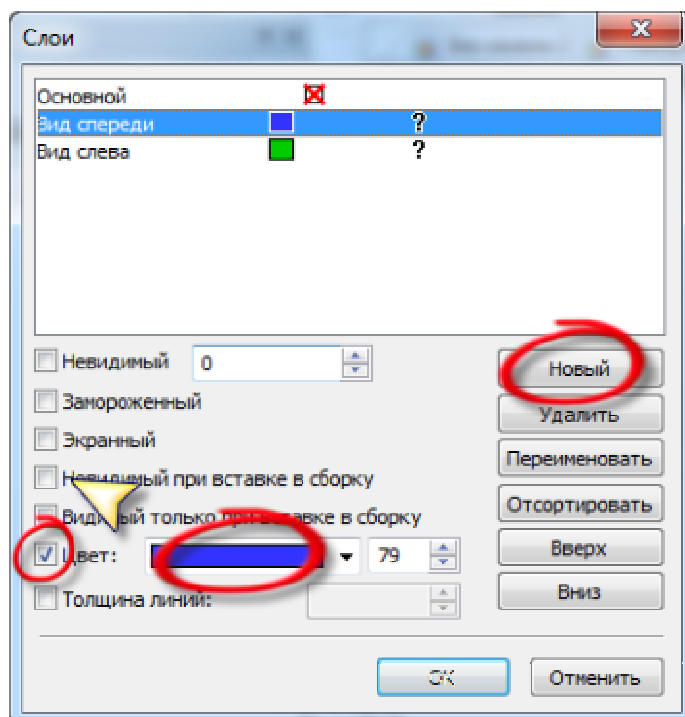
Для этого используется свойство элементов **Слой**. Присвоение одинакового слоя разнородным элементам позволяет объединить их в группу.

Сначала надо создать необходимые слои, воспользовавшись показанной внизу кнопкой **Системной панели**.

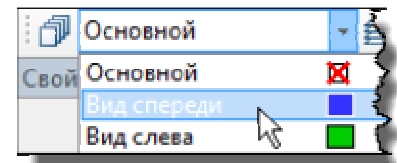


В появившемся диалоговом окне создаем по слою для каждой из проекции. Для того, чтобы визуально видеть, к какому слою принадлежат элементы, для каждого слоя задаем свой цвет.

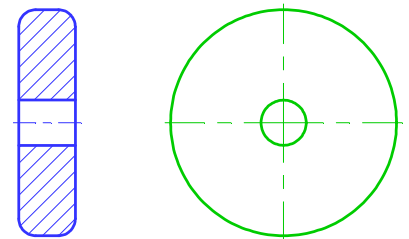
Для слоя **Основной** установим свойство **Невидимый при вставке в сборку**. На этом слое можно расположить элементы оформления чертежа (размеры, тексты, основную надпись).



После создания слоев в свойствах соответствующих элементов надо указать необходимый слой. Делать это для каждого элемента по отдельности весьма трудоемко. Для упрощения задачи надо выделить рамкой требуемые элементы и из списка **Системной панели** выбрать нужный слой.

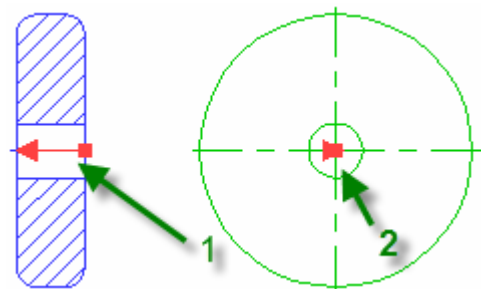


Чтобы на слой не попали элементы построения и оформления чертежа, предварительно, с помощью **Селектора**, ограничьте выбор только линиями изображения и штриховками.



Если все сделано правильно, каждая из проекций будет окрашена в соответствующий цвет.

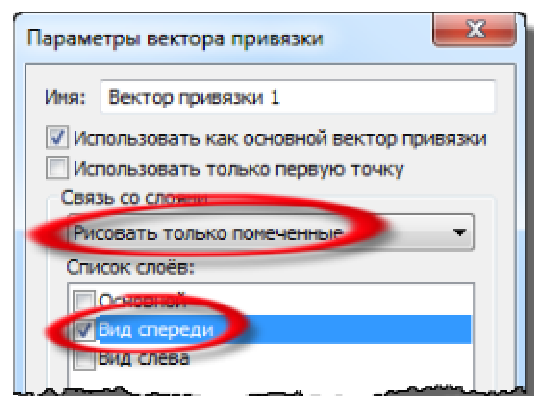
Теперь создайте два вектора привязки, как показано на рисунке. Для этого служит команда **Построения/Вектор привязки**.




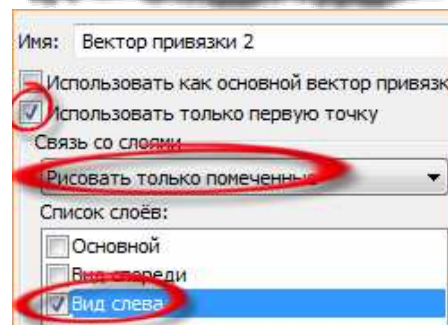
Для первого вектора привязки выберете точку начала и окончания. После этого откроется диалоговое окно, в котором надо указать связь вектора со слоем **Вид спереди**.


Не забудьте из выпадающего списка выбрать опцию **Рисовать только помеченные**.

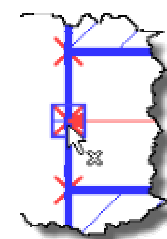
Такой вектор позволяет при вставке фрагмента задать как положение, так и угол наклона.



Поскольку при вставке вида слева задание угла поворота не имеет смысла, второй вектор построим только по одной точке. После ее выбора нажмите кнопку **Автоменю**  для вызова диалогового окна. Сделайте настройки, приведенные на рисунке. Обратите внимание на опцию **Использовать только первую точку**.



Для того, чтобы в сборке выбирались узлы, необходимые для привязки, их надо поименовать. В нашем случае это узел, расположенный на окончании первого вектора привязки. Выбрав этот узел, воспользуйтесь опцией  **Автоменю**.



Проверьте, все ли правильно с переменными вашего документа. Для этого откройте **Редактор переменных** по команде главного меню **Параметры/Переменные**. Все переменные должны быть помечены, как внешние.

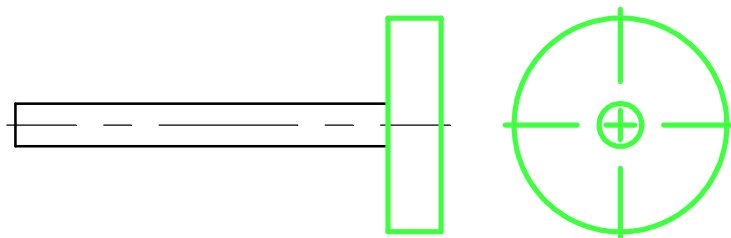
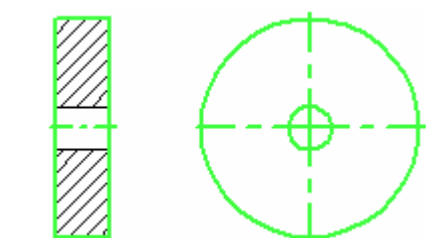
На этом создание шайбы закончено.

| | Имя | Выражение | Значение | Комментарий |
|---------|-----|-----------|----------|-------------------|
| Группа: | | | | |
| | h | 10 | 10 | Толщина шайбы |
| | r | 3 | 3 | Радиус фаски |
| | d | 8 | 8 | Диаметр отверстия |
| | D | 40 | 40 | Внешний диаметр |

Создание параметрической модели стойки

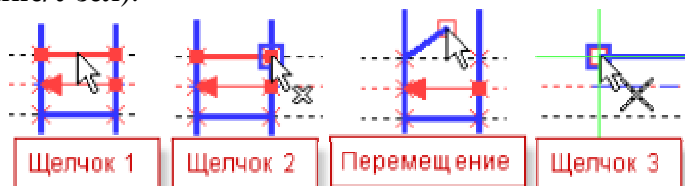
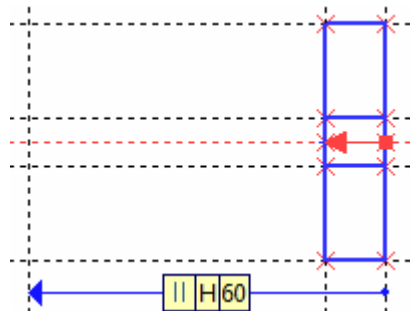
i У шайбы и стойки очень много общего (внешнее сходство, переменные, слой, вектора привязки). Поэтому, после создания чертежа шайбы, **этот же чертеж можно сохранить в другом файле и там выполнить незначительную доработку**.

На рисунке внизу зеленым цветом показаны совпадающие элементы шайбы и стойки для значения переменной **r**, равного нулю.



Таким образом, надо:

- 1) Удалить штриховку.
- 2) Установить радиус скругления равным нулю.
- 3) Добавить, показанную на рисунке, линию построения, задав ее положение через переменную **H**.
- 4) Перетащить, как показано внизу, две внутренние линии изображения.
- 5) Нанести недостающую линию изображения (в ее свойствах надо установить слой **Вид спереди**).
- 6) Построить и поименовать узел (команда **Построение/Узел**).



В редакторе переменных можно снять пометку **Внешняя** с переменной **r**, так как у основания не предусмотрены скругления и скорректировать комментарии.

| | | | | |
|--|---|----|----|-----------------|
| | h | 10 | 10 | Толщина шайбы |
| | r | 0 | 0 | Радиус фаски |
| | d | 8 | 8 | Диаметр стержня |
| | H | 60 | 60 | Высота стойки |
| | D | 40 | 40 | Внешний диаметр |



Стойка готова. Одну маленькую доработку мы сделаем потом, когда при создании сборки будет понятно ее назначение.



Создание параметрической модели наворачия



Параметрический каркас наворачия представлен на рисунке справа.

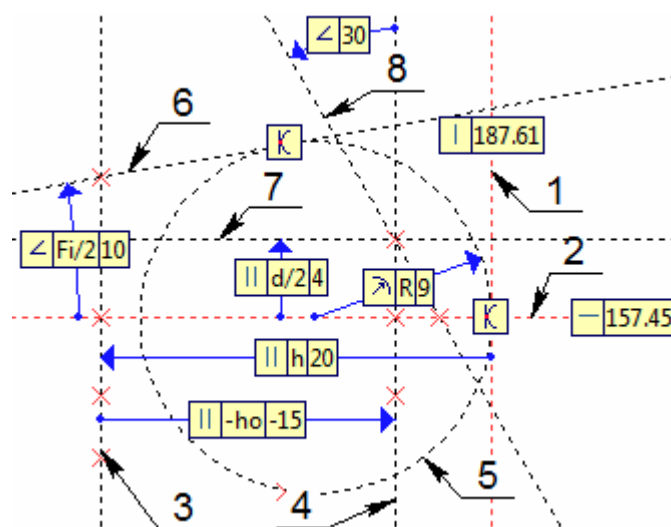
Сначала будет построен каркас для верхней половины детали относительно оси ее вращения (прямая 2).








Здесь используются три новых вида отношений:

  - окружность через узел и касательная к прямой. В этом случае окружность строится по точкам на ней, а не по центру и радиусу, как при создании шайбы. Выбирается узел и прямая.


  - прямая, касательная к окружности и под углом к прямой. Последовательно выбирается окружность и прямая.

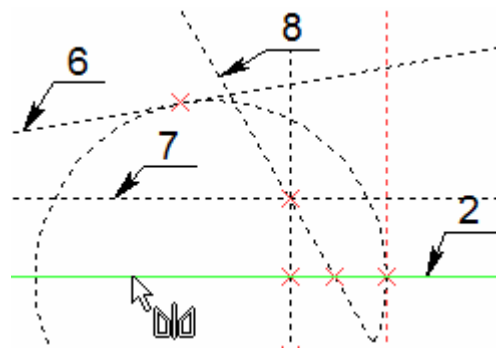
  - прямая через узел под углом к другой прямой. Выбирается узел и прямая.



| Но- мер | Назначение | Способ построения | Параметр | Переменная |
|------------|---|---|-----------|------------------------|
| 1, 2 | Базовые линии (ось вращения и правый торец) | Прямые , горизонтальная и вертикальная в абсолютных координатах  | Визуально | |
| 3 | Левый торец | Прямая , параллельная прямой 1  | h | h – высота |
| 4 | Глубина отверстия | Прямая , параллельная прямой 3  . Обратите внимание на знак минус. Он введен для того, чтобы значение переменной было положительным. | -ho | ho – глубина отверстия |
| 5 | Скругленная часть наворачия | Окружность , проходящая через узел (пересечение прямых 1 и 2) и касательная к прямой 1  | R | R – радиус скругления |
| 6 | Граница конуса | Прямая , касательная к окружности и под углом к прямой 2  | Fi/2 | Fi – угол конуса |
| 7 | Радиус отверстия | Прямая , параллельная прямой 2  | d/2 | d – диаметр отверстия |
| 8 | Граница конической части отверстия | Прямая , проходящая через узел (пересечение прямых 4 и 7) и под углом к прямой 4  | 30 | нет |

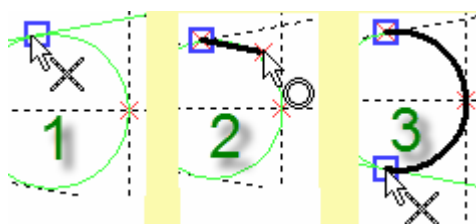
Поскольку деталь симметричная, надо построить зеркальное отражение прямых 6...8 относительно прямой 2.

Для этого в команде **Построение/Прямые** надо нажать кнопку **Выбрать ось симметрии**  и выбрать прямую 2. Затем последовательно выбирайте прямые 6...8.

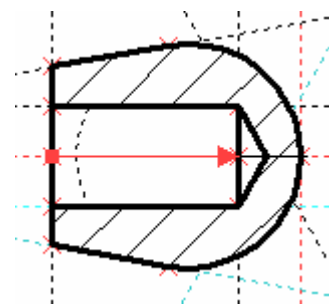


Осталось нанести линии изображения, штриховку, разместить вектор привязки.

i Для нанесения дуги надо последовательно щелкнуть мышью на узле в начале дуги (1), на окружности (2) и на узле в конце дуги (3).



| | | | | |
|--|----|-------|----|-------------------|
| | ho | 0.75h | 15 | Глубина отверстия |
| | R | 9 | 9 | Радиус скругления |
| | d | 8 | 8 | Диаметр отверстия |
| | Fi | 20 | 20 | Угол уклона |
| | h | 20 | 20 | Высота |





Поскольку в данном документе только одна проекция, можно обойтись без дополнительных слоев.

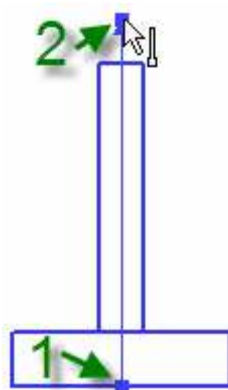
Чтобы глубина отверстия определялась автоматически, свяжем ее с высотой напершня, как показано на рисунке.

Создание сборки

Для выполнения сборки необходимо создать новый чертеж.

Для вставки ранее созданных фрагментов используется команда главного меню **Чертеж/Фрагмент**.


Фрагмент выбирается по опции  **Автоменю**. В нашем случае это документ со стойкой. Если вместо вида спереди появится вид слева, с помощью кнопки  **Автоменю** смените вектор привязки. Затем укажите две точки, определяющие положение фрагмента.



| Переменные | | |
|------------|-------------------|-----------|
| Имя | Комментарий | Выраже... |
| h | Толщина шайбы | h |
| d | Диаметр отверстия | d |
| D | Внешний диаметр | Do |
| H | Высота стойки | H |

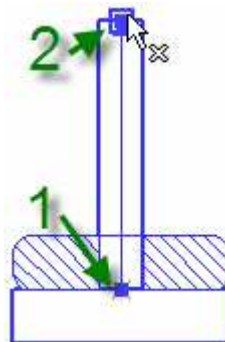
В данном случае привязка вектора осуществлена в абсолютных координатах, поскольку в документе нет других объектов.

В немодальном окне **Переменные** зададим связь переменных фрагмента (левая колонка) с переменными сборочного чертежа (правая колонка). Поскольку в сборочном чертеже еще нет переменных, после ввода имени будет появляться окно создания новой переменной.

Заканчивается вставка фрагмента нажатием кнопки  **Автоменю**.

Далее вставляются шайбы. Чтобы получить слитную конструкцию, привязывать их надо к существующим узлам.

В окне **Переменные** часть размеров задается указанием переменных, созданных при вставке стойки. Этим обеспечивается связь размеров стойки и шайб. А вот внешний диаметр для каждой стойки надо задать своей переменной.

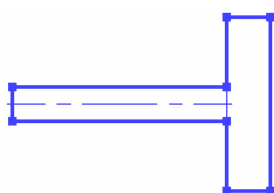
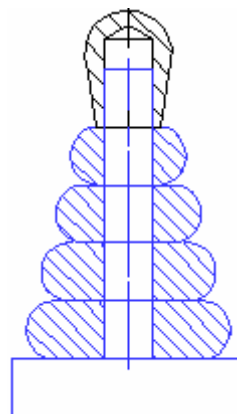



| | | |
|---|-------------------|----|
| h | Толщина шайбы | h |
| d | Диаметр отверстия | d |
| D | Внешний диаметр | D1 |
| r | Радиус фаски | r |

Для повторной вставки последнего фрагмента нажмите в **Автомению** кнопку **R**.

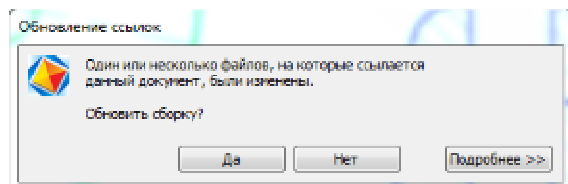
После сборки пирамидки обнаружится один недостаток нашей модели – наличие линий, которые должны были перекрыться стержнем **Стойки**.

Для устранения данного недостатка надо вернуться к чертежу стойки и нанести штриховку на контур, показанный внизу. Устанавливая опции, показанные в диалоговом окне, мы получим невидимую непрозрачную поверхность, способную закрыть нижележащие элементы.

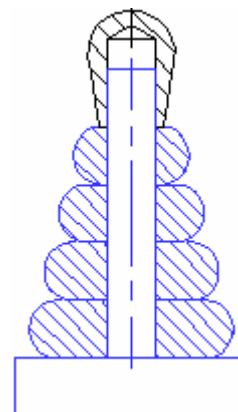
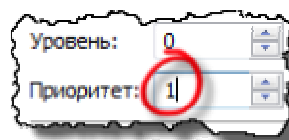
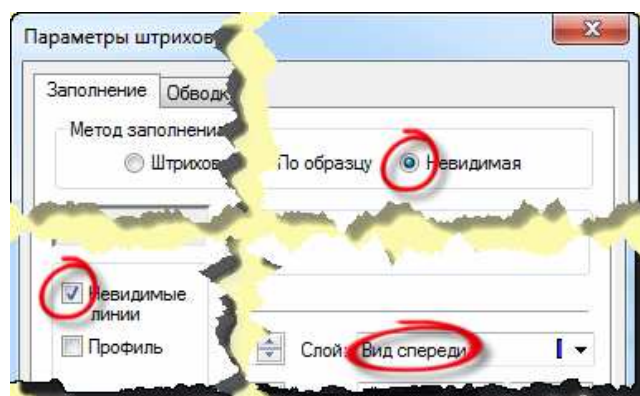


После завершения создания штриховки часть линий изображения может пропасть с экрана. Просто обновите изображение нажатием кнопки  панели **Вид**.


Сохраните файл стойки и вернитесь в сборочный чертеж. В появившемся диалоговом окне разрешите обновление сборки.



Осталось в свойствах стойки изменить значение **Приоритета**, отвечающего за порядок наложения элементов.



Чтобы при изменении размеров пирамидки не приходилось вводить значения для каждой из переменных, целесообразно ввести в редакторе переменных простейшие формулы для расчета размеров.

Предварительно, по кнопке  создайте переменную **dd**, отвечающую за изменение размера шайб.

Таким образом, созданная нами пирамидка описывается всего четырьмя переменными.

| | Имя | Выражение | Значение | Комментарий |
|-------------------------|-----------|-----------|----------|-------------------------|
| Группа: Исходные данные | | | | |
| | Do | 80 | 80 | Диаметр основания |
| | d | 6 | 6 | Диаметр стержня |
| | dd | 10 | 10 | Изменение диаметра шайб |
| | h | 10 | 10 | Толщина шайб |
| Группа: Расчет | | | | |
| | D1 | Do-dd | 70 | |
| | D2 | D1-dd | 60 | |
| | D3 | D2-dd | 50 | |
| | D4 | D3-dd | 40 | |
| | H | 6*h | 60 | |
| | R | d | 6 | |
| | hv | h+d | 16 | |
| | r | h/2 | 5 | |

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Элементы интерфейса системы T-flex.
2. Настройки системы.
3. Управление отображением чертежа.
4. Параметры линий изображения, стили линий.
5. Управление размерами листа чертежа и масштабом изображения. Создание основной надписи.
6. Основы методики построения параметрической модели.
7. Какие элементы построения Вы знаете? Основные свойства этих элементов.
8. Основные виды связей, используемых при нанесении линий построения.
9. Задание параметров модели, использование переменных.
10. Работа с редактором переменных.
11. Какие элементы изображения Вы знаете?
12. Каким образом обеспечить проекционную связь видов?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. T-FLEX CAD. Краткий вводный курс – М.: АО «Топ Системы», 2011 – 280с. (Электронный документ).
2. T-FLEX CAD. Основы. 2D проектирование и черчение. Руководство пользователя – М.: АО «Топ Системы», 2011 – 860с. (Электронный документ).
3. Справочная система пакета T-flex CAD 3D 12.0.