

## Об авторах

Петров Виталий Владимирович,  
Стаж преподавания T-FLEX CAD – 4 года  
Тел. +7 (8312) 36-78-40  
e-mail: petrovnn@nntu.sci-nnov.ru

Лопаткин Александр Викторович, к.т.н.,  
доцент кафедры «Компьютерные технологии в проектировании и производстве»  
Нижегородского государственного технического университета  
Тел. +7 (8312) 367840  
Факс +7 (8312) 73-81-78  
e-mail: lopatkin@nntu.sci-nnov.ru

Адрес для переписки:  
ГСП-41, ул.Минина, д.24, НГТУ,  
каф.КТПП (5-ый корпус, ауд.5-322)  
603600 Нижний Новгород  
Россия

### Среди работ авторов:

1. Петров В.В., Лопаткин А.В. T-FLEX PARAMETRIC CAD. Система двух- и трехмерного проектирования и черчения. Краткое описание. НГТУ, каф. КТПП. Н. Новгород, 1999  
Часть 1. Двухмерное проектирование.. 51 с.  
Часть 2. Трехмерное моделирование. . 34 с.
2. Петров В.В., Лопаткин А.В. Промышленные САПР. Курсовое проектирование. Метод. указ. для студ. спец. 200800 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2000.
3. Петров В.В., Промышленные САПР. Метод. указ. к лаб. раб. по дисциплине "Промышленные САПР" для студ. спец. 200800 "Проектирование и технология радиоэлектронных средств" НГТУ, каф. КТПП. Н.Новгород, 2000.  
Лаб. раб. 1. Создание параметрических проекционных чертежей – 10 с.  
Лаб. раб. 2. Создание сборочных чертежей – 8 с.  
Лаб. раб. 3. Создание параметрических трехмерных моделей деталей – 12 с.  
Лаб. раб. 4. Создание параметрических трехмерных моделей сборочных узлов – 12 с.

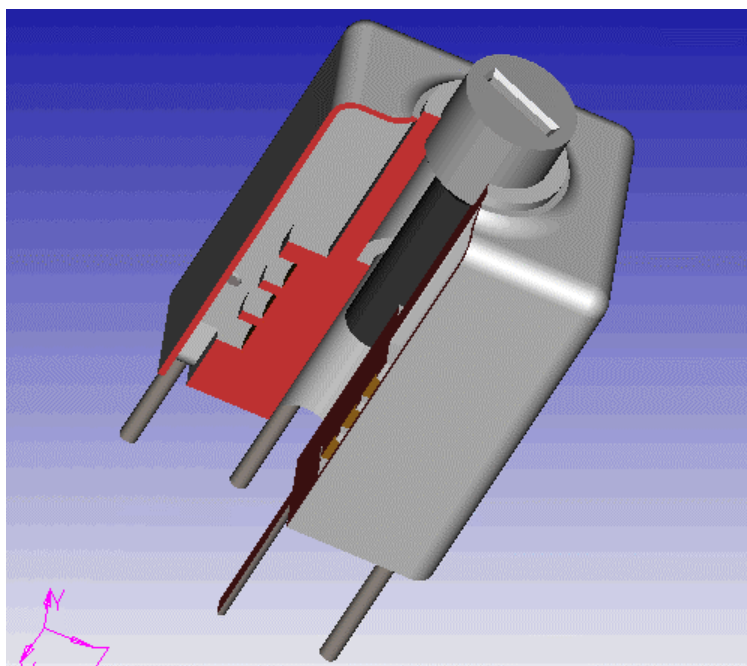
# СИСТЕМА T-FLEX CAD

## СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖА В РЕЖИМЕ ЭСКИЗА

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

по дисциплине: «Компьютерная графика»

для студентов специальности 200800 «Проектирование и технология  
радиоэлектронных средств»



Нижний Новгород, 2003 г.

УДК 681.3

Система T-flex CAD. Создание чертежа в режиме эскиза. Лабораторная работа №1 по дисциплине: «Компьютерная графика» для студентов специальности 200800 «Проектирование и технология радиоэлектронных средств». — Н.Новгород, Нижегородский государственный технический университет, 2003. — 14с.

Составитель Петров В.В.

Редактор Лопаткин А.В.

Компьютерный набор и верстка – Петров В.В.

Подп. в печать 15.02.2003. Формат 60х84 1/8

Печ. л. 0,76. Тираж 30 экз. Заказ 007. Учебное издание. Корректурa автора.

© Нижегородский государственный  
технический университет

## 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, настройка параметров, получение практических навыков по эскизному черчению, оформление чертежа.

## ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ

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

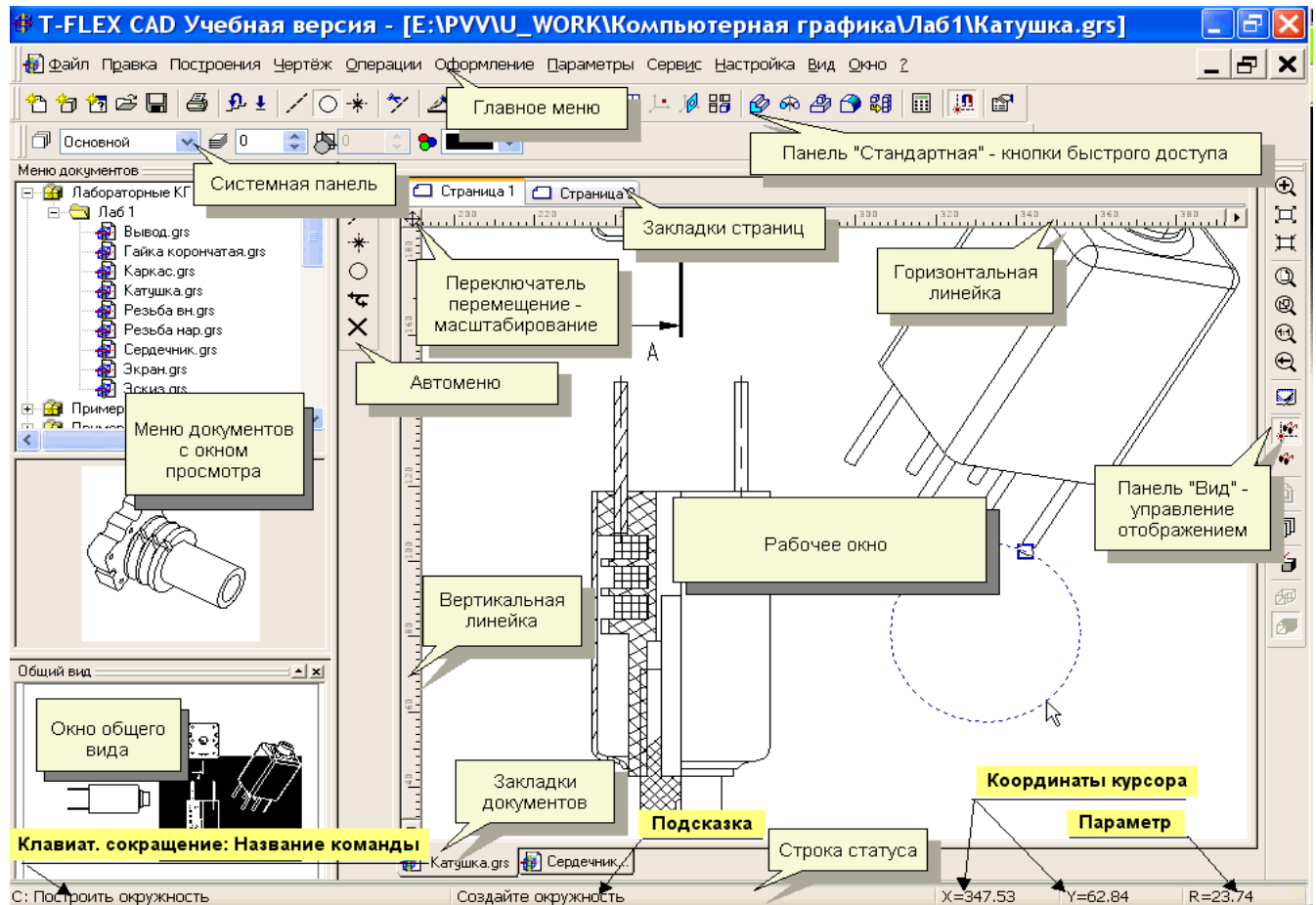



Рисунок 1 - Элементы интерфейса системы T-flex.



На рисунке 1 не показаны окна **Структура 3D модели** и **Окно диагностики**, с которыми мы познакомимся при создании трехмерных объектов.

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** (кнопка на панели задач Windows) при установке T-flex. При этом T-flex не должен быть запущен.

Здесь мы рассмотрим только вопросы управления изображением и механизм отмены выполненных команд.

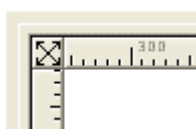
Остальные элементы интерфейса будут рассматриваться по мере необходимости в ходе дальнейшего изложения материала.

Панель «Вид» позволяет выполнить следующие действия по управлению изображением:

	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)
	Отобразить в натуральную величину
	Вернуться к предыдущим границам экрана (до десяти шагов)
	Обновить изображение
	Скрыть / показать элементы построения
	Спрятать / показать элементы, задаваемые пользователем
	Открыть чертежный вид
	Работа с листами документа



а)

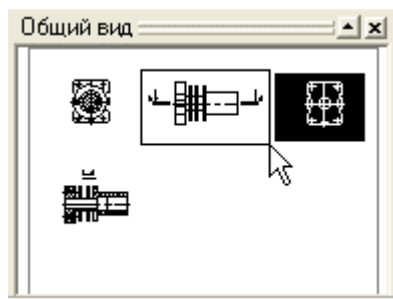


б)

Линейки рабочего окна можно использовать для сдвига изображения (а) или для его плавного масштабирования (б).

Переключение режимов осуществляется щелчком мыши на кнопке, показанной на рисунке стрелкой.

Окно общего вида отображает часть чертежа, расположенную в пределах рамки формата.



**!** Чертить можно и за пределами форматки, однако следует учитывать, что к ее размерам привязывается основная надпись и рамка чертежа. Кроме того, в учебной версии распечатать можно только изображение, расположенное в границах форматки.

В окне общего вида инверсная область показывает текущие границы рабочего окна. С помощью мыши в здесь можно задать новые границы отображения.

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

По умолчанию система помнит 50 последних команд. Длину очереди команд можно изменить через меню **Настройка/Установки/Разное**.

Команды отката представлены кнопками в панели «Стандартная».

	Отменить	Alt+BkSpace
	Отменить группу...	Ctrl+Shift+Z
	Повторить	Ctrl+BkSpace
	Повторить группу...	Ctrl+Shift+Y

**⚠** Однако не торопитесь пользоваться этой командой. Часто отредактировать уже созданное проще, чем отменять и делать заново!



## Настройка параметров системы

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

Доступ к настройкам осуществляется через пункт меню **Настройка**. Параметры, устанавливаемые в подпункте **Настройка/Установки**, сохраняются в реестре Windows и имеют глобальный характер, то есть будут действовать на все вновь открываемые файлы. Изменения, сделанные в остальных подпунктах меню **Настройка** сохраняются в текущем файле и имеют локальный характер.

Следует отметить, что принятые по умолчанию настройки системы оптимальны при решении большинства задач. Поэтому наши настройки сведутся к минимуму.

☹ Предварительно рекомендуется **восстановить начальные установки системы (см. здесь)**.

В меню **Настройка/Статус**, закладка **Общие** установим формат чертежа (A3), ориентацию листа (Горизонтальная) и масштаб (4:1).

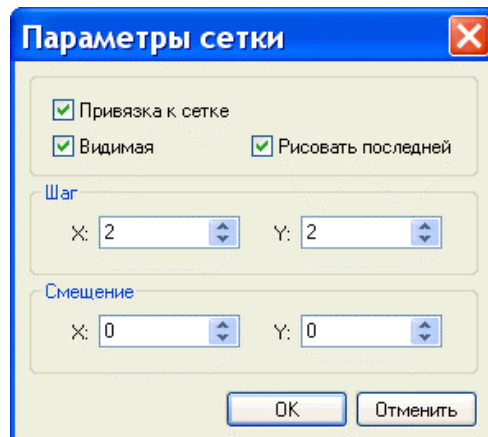
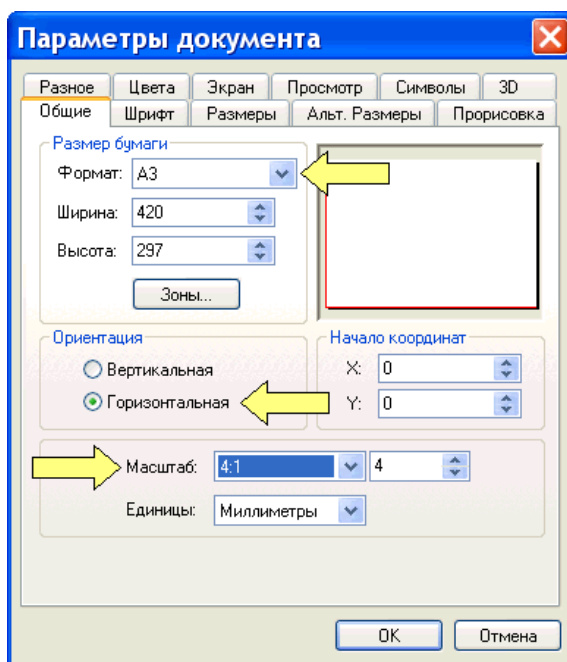
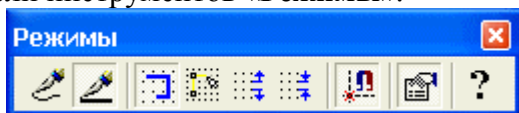
❗ Выбранный масштаб влияет только на положение линий чертежа и не затрагивает размеров шрифта, стрелок, обозначений шероховатости и т.п..

☹ В окнах диалога всегда задаются истинные размеры, независимо от выбранного масштаба. Истинные значения отображаются и в строке статуса. Т.е. при черчении никакого пересчета размеров производить не требуется.

В меню **Настройка/Сетка** разрешим привязку к сетке, сделаем ее видимой и зададим шаги по осям X и Y.

☹ Шаги сетки задаются без учета масштаба чертежа. Поэтому, в нашем случае шаг сетки соответствует размеру детали в 0,5 мм.

Управлять сеткой удобно с использованием панели инструментов «Режимы».




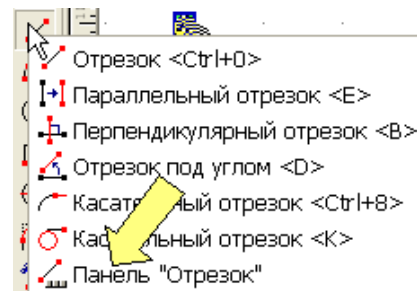


## Черчение в режиме «эскиз»

### Общие положения

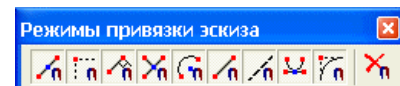
Переход в режим «эскиз» осуществляется по пункту меню **Чертеж/Эскиз**. При этом в **Автоменю** появляются кнопки для выбора наносимых элементов.

Если кнопка имеет черный треугольник в нижнем правом углу , то за ней скрывается целый ряд инструментов. Их перечень открывается, если некоторое время удерживать нажатой кнопку мыши на данной иконке. Выбранный в списке инструмент становится текущим. Можно поместить на экран панель, содержащую все инструменты списка. Для этого выбирают строку, помеченную стрелкой.

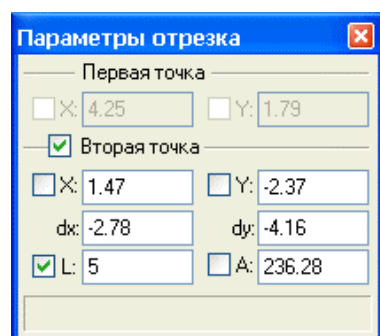


Для облегчения работы в режиме эскизирования предусмотрены объектные привязки, позволяющие согласовать положение вводимых элементов с уже существующими, и панель свойств.

Панель объектных привязок появляется автоматически при входе в режим эскиза. Позволяет включать или выключать отдельные режимы. Самая правая кнопка включает и выключает все режимы одновременно.





На экране привязки отображаются пунктирной линией, а рядом с указателем мыши появляется значок-подсказка, соответствующий виду привязки. Выделяются и элементы изображения, относительно которых выполняется данная привязка.



Отображением панели управляют через контекстное меню управления интерфейсом ([см. здесь](#)).


Панель **Свойства** (заголовок панели соответствует типу создаваемого элемента) предназначена для численного ввода размеров и углов при создании эскиза.

Значение введенного параметра фиксируется (появляется пометка ) и при визуальном вводе изменить его уже нельзя. Например, в нашем случае длина вводимого отрезка составляет 5 мм и мышкой можно задать только его направление. Если пометку снять, параметр будет разблокирован.

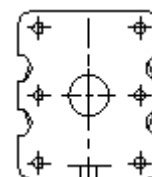
 **Обратите внимание на то, что независимо от настроек Windows, в качестве разделителя целой и дробной частей числа в T-flex всегда используется точка.**


### Создание вида слева

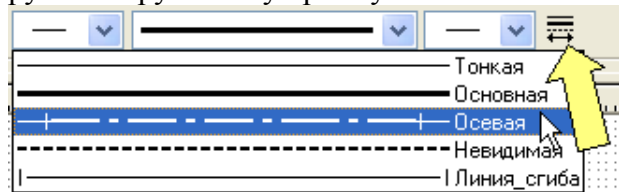
Создание чертежа удобнее всего начать с вида слева. Войдите в режим эскиза – меню **Чертеж/Эскиз**.

Убедитесь, что в системной панели установлен тип линии «Основная» .

При необходимости, скорректируйте настройку типа линии.



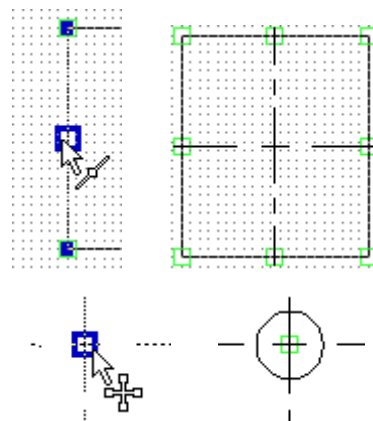
В Автоменю выберите команду построения прямоугольника , щелчком мыши зафиксируйте его первый угол. Перемещая указатель мыши и отслеживая величины **dx** и **dy** в панели **Свойства**, задайте необходимые размеры. Можно ввести размеры непосредственно в поля этой панели. Щелчком мыши зафиксируйте вторую точку прямоугольника.





При выборе начальной точки руководствуйтесь чертежом.

Задайте **Стиль** линии «Осевая», открыв список указанной на рисунке кнопкой.

**И** **Стиль** объединяет **тип** линии (ее начертание) и **окончания** справа и слева. Для осевой линии окончания выходят за точки указания.



Выбрав инструмент **Отрезок** , и используя привязку к середине сторон прямоугольника, нанесите осевые линии.


С помощью инструмента **Окружность по центру и радиусу** , создайте окружность, привязав ее центр к пересечению осевых линий и задав радиус в панели **Свойства**.



**Не забудьте сменить стиль линии.**

Сохраните файл на диске – **Файл/Сохранить** (уточните место для расположения Ваших файлов у преподавателя).

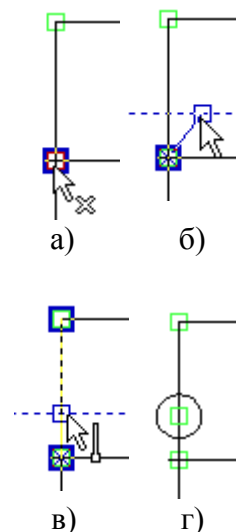
**Выполняйте эту операцию регулярно.**

Далее необходимо построить окружность, которая в дальнейшем послужит для создания выемки в основании. Проблема заключается в отсутствии элементов для ее привязки.

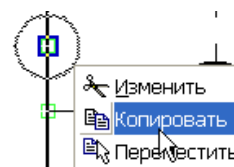
Используя инструмент **Смещение** , можно задать смещение любой точки создаваемого элемента относительно другой точки. Команда действует в «прозрачном» режиме, т.е. вызывается при выполнении любой из команд построения. После задания смещения система возвращается к прерванной команде.

В режиме построения окружностей , вместо указания центра окружности вызовете команду задания смещения . Выберите базовую точку на пересечении стороны прямоугольника и осевой линии (а). В панели **Свойства** укажите значение **dy** (в нашем случае 2 мм). Вертикальная координата зафиксируется (б) и останется задать горизонтальное расположение точки, используя привязку по вертикали (в). После фиксации этой точки центр окружности будет определен.

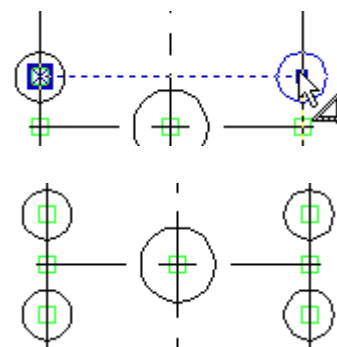
Происходит возврат в команду построения окружности, где осталось задать ее радиус (г).



Закончить работу с командой эскиз по клавише **Esc** или правой кнопке мыши. Когда **Автомению** очистится от иконок, выберите только что созданную окружность правой кнопкой мыши и в появившемся контекстном меню щелкните по пункту **Копировать**.




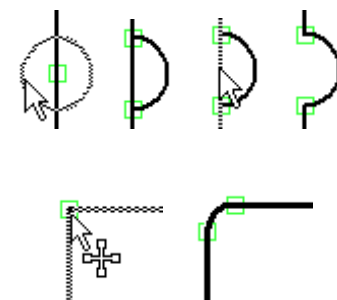
Щелчком правой кнопки мыши на пустом месте рабочего окна вызовете контекстное меню, в котором укажите пункт **Вставить**. На экране появится контурное изображение окружности, которое надо разместить в нужном месте, используя объектные привязки или задавая в окне **Свойства** смещения **dx** и **dy** относительно положения оригинала.




Аналогично разместите еще две копии.


**И** Для копирования и вставки удобно использовать сочетание клавиш **Ctrl+C** и **Ctrl+V**.

Вернувшись в команду Эскиз с использование инструмента **Обрезать линии изображения**  удалите лишние элементы чертежа. Для этого надо щелкать мышью на удаляемых отрезках и дугах.



Инструментом **Скругление**  сгладьте углы прямоугольника. Предварительно в панели Свойства задается радиус скругления, а затем щелчком по точке пересечения отрезков выполняется операция.

**□** Создайте самостоятельно недостающие элементы изображения (отверстия под выводы, окружность, паз).

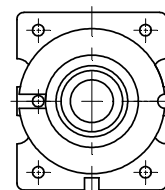
Чтобы нанести осевые линии на окружностях, воспользуйтесь инструментом **Создать осевые линии** .



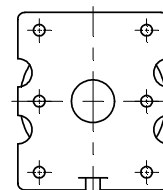
### Создание остальных видов

Поскольку большинство элементов вида справа совпадают с элементами вида слева, для дальнейшей работы удобно воспользоваться копией уже созданного изображения.

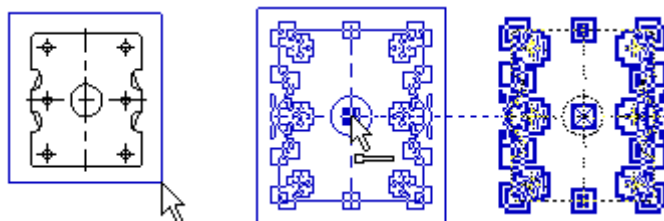
Перед копированием завершите работу с командой «Эскиз».



Вид справа



Вид слева

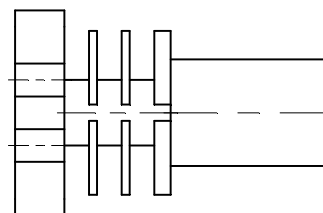
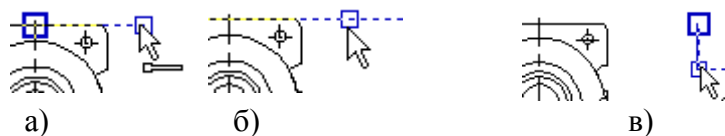


Рамкой выделите все элементы вида слева и скопируйте их в буфер обмена (**Ctrl+C**). Вставьте копию (**Ctrl+V**), переместите ее в требуемое место и зафиксируйте щелчком мыши.


**□** Нанесите на вид справа недостающие элементы и удалите лишние линии.

При создании вида спереди размеры по вертикали будем переносить с вида справа, используя механизм привязок.

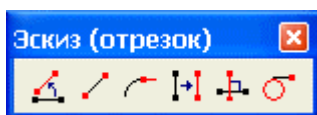
Выбранную привязку (а) можно зафиксировать нажатием клавиши «Пробел», чтобы при перемещении по чертежу ее случайно не потерять. После этого указатель мыши будет перемещаться только вдоль линии привязки (б).




Выбрав нужное положение в направлении оси Х можно зафиксировать его и продолжить построение (в). (В данном случае строится вертикальная прямая)

 Иногда привязка к сетке мешает выбрать нужную объектную привязку. В этом случае привязку к сетке следует отключить.


Откройте панель «Отрезок»



и в


ней укажите команду **Параллельный отрезок** . Последний из построенных отрезков будет выбран системой, как базовый (если он Вас не устраивает, отмените выбор щелчком правой кнопки мыши и выберите другой отрезок). Далее указывается расстояние от базового отрезка и положение начала и конца вводимого отрезка. Новый элемент становится базовым для дальнейших построений.



 Самостоятельно завершите создание вида спереди.

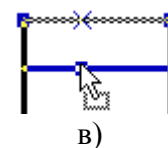
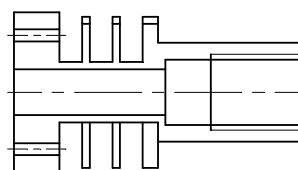
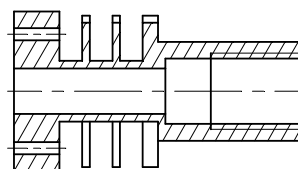
Для создания разреза будем использовать только что созданный вид спереди.


Скопируйте его в требуемое место чертежа.


Инструментом **Обрезать линии изображения**  удалите лишние элементы. Введите недостающие линии.

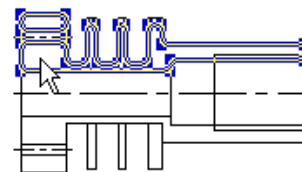
Надо учесть, что на разрезе мы видим каркас, повернутый на 90° вокруг продольной оси. В этой проекции вертикальный размер основания каркаса меньше, чем на исходном виде и должен быть скорректирован.


Для этого надо выйти из команды «Эскиз», выбрать требующий смещения отрезок (а), щелчком мыши по отрезку указать точку привязки (б), переместить отрезок в заданное положение (в) и зафиксировать щелчком мыши. Боковые линии тоже будут скорректированы.



 Если точку привязки выбрать на одном из концов отрезка, то при перемещении отрезок будет деформироваться относительно второго конца.

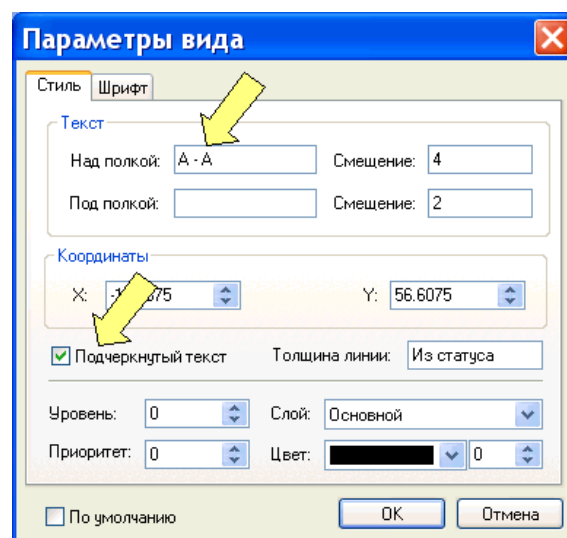
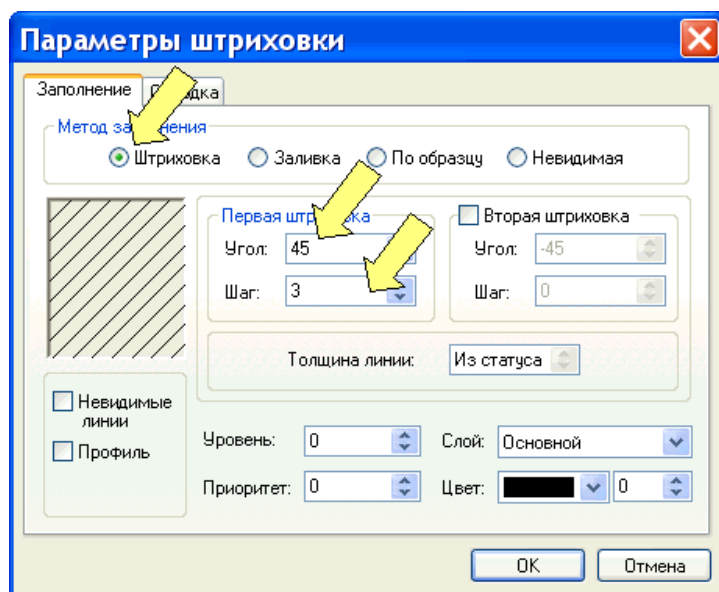
Для нанесения штриховки войдите в пункт меню **Чертеж/Штриховка**. В режиме, выбранном кнопкой  **Автоматический поиск контура штриховки**, выполняется автоматический поиск контура штриховки. Указание производится щелчком мыши внутри предполагаемой области штриховки (**при этом вся область должна быть видна на экране!**). Последовательно укажите все области штриховки. Повторный щелчок на выбранной области отменяет выбор.




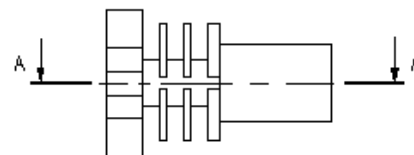
Если автоматический поиск не приводит к желаемому результату, контур штриховки вводят вручную , последовательно выбирая точки перегиба (для криволинейных границ необходимо выбрать и саму линию).


Нажав кнопку **Р:**, получим доступ к параметрам штриховки (см. внизу). Установите параметры, указанные стрелками.

Создание штриховки заканчивается нажатием кнопки **ОК**.



Обозначение разреза создается по команде меню **Чертеж/Обозначение вида**. В **Автоматическом** выбираем кнопку **Создать простое сечение** , выбираем точки начала и конца разреза (непосредственно в крайних точках изображения) и, раздвинув обозначения на необходимое расстояние, фиксируем результат щелчком мыши.



Пункт **Создать вид**  используем для нанесения обозначения над разрезом. Вызвав окно параметров кнопкой **Р:**, скорректируйте поля, указанные стрелками (см. выше). После закрытия окна расположите обозначение над разрезом.

А - А

 **Создайте самостоятельно выносной вид Б.**


## Нанесение размеров

Размеры проставляют, используя пункт меню **Чертеж/Размер**. Для простановки размера на чертеже надо указать элементы, определяющие его значение. Система из контекста определяет, что следует проставлять: **линейный** (если выбрать узлы или параллельные прямые), **угловой** (пересекающиеся прямые) или **диаметральный** (окружность или дуга) размер.




Значение размера считывается с чертежа с учетом масштаба. Если элементы, определяю-

щие размер, при редактировании чертежа будут перемещены, размерное число автоматически пересчитывается.


☹ В диалоговом окне редактирования параметров размера есть переключатель **Вручную** (Номинал: 12.5 ☐ Вручную), установка которого позволяет ввод числового значения в поле **Номинал**. При этом связь значения и геометрии разрывается. Применяется такой способ задания номинала только в том случае, когда изображение не соответствует истинным размерам детали, например, при изображении вида с разрывом.

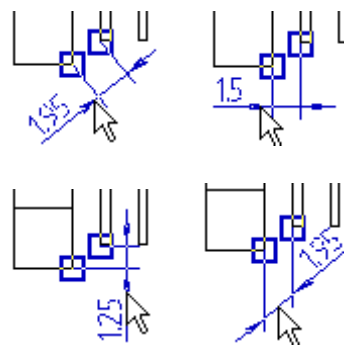
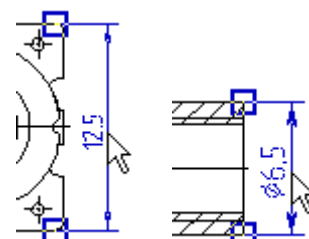
Для простановки линейного размера выбирают два элемента, определяющие размер, и указывают положение размерной линии, причем положение указателя мыши определяет и точку вывода размерного числа (если не включена опция центрирования ).

До фиксации положения размерной линии можно:


- вывести перед размером знак радиуса, диаметра, резьбы - ;
- создать выносную линию и выбрать ее форму - ;
- изменить направление полки выносной линии - .

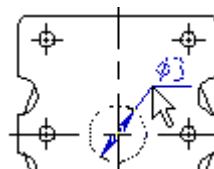
При указании узлов по умолчанию проставляется размер, соответствующий расстоянию между ними.


Изменить направление выносных линий (и, соответственно, измеряемый размер) можно, используя опцию **Автоменю** . Переходы происходят по циклу при последовательных нажатиях (обратите внимание на изменение рисунка кнопки).



❗ Операции по модификации начертания размера удобнее проводить посредством клавиатурных сокращений, так как сразу виден результат.

При простановке радиальных или диаметральных размеров выбирается дуга или окружность и затем задается ориентация размерной линии. Переключение между радиальным и диаметральным представлением производится кнопкой  **Автоменю**.



Для простановки допусков перейдите в режим редактирования (кнопка  **Автоменю**), выбрав нужный размер, вызовите окно **Параметры Р:** и, в указанных слева закладках, введите необходимую информацию.

Закладка «Общие»

Закладка «Допуск»


Номинал: 6.5 ☐ Вручную  
Текст: Все параметры  
Двойной: Из статуса

Допуск  
Поле допуска: js12  
Верхнее отклонение: 0.075  
Нижнее отклонение: -0.075

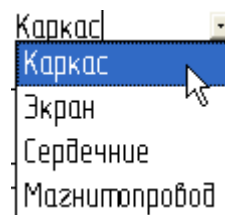
## Оформление чертежа

К элементам оформления относятся: основная надпись, обозначение неуказанной шероховатости и технические требования. Доступ к работе со всеми этими объектами осуществляется через меню **Оформление**.

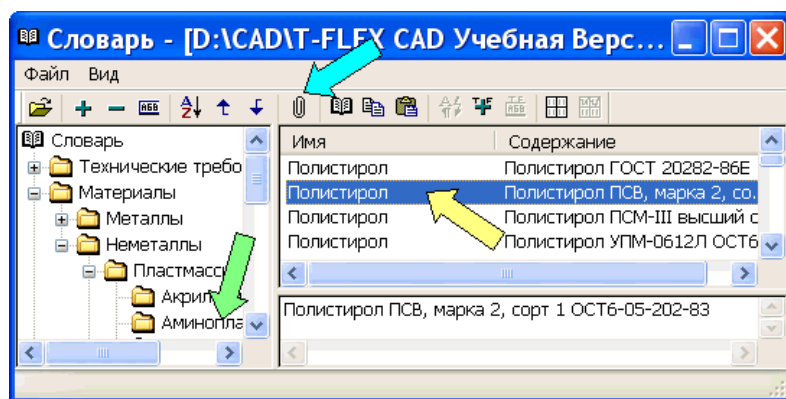


 Поскольку действия по оформлению чертежа достаточно просты, проделайте их самостоятельно. Здесь, же будут отмечены только некоторые моменты, позволяющие облегчить Вашу работу.


При заполнении полей основной надписи можно воспользоваться списками значений. После установки системы все списки пусты, но из можно пополнять вводимыми в поля данными по пункту **Добавить значение в список** контекстного меню. Сохраненные значения в дальнейшем будут доступны при создании и открытии любого документа.



Вставить данные в поле можно и из **Словаря**, вызвав его посредством контекстного меню. При поставке системы в словарь включены типовые формулировки пунктов технических требований и справочник по материалам. Пользователь сам может пополнять и редактировать словарь.



Выбрав раздел словаря (зеленая стрелка), двойным щелчком по пункту (желтая стрелка), его содержимое вставляют в документ. При этом словарь закрывается.

Чтобы вставить несколько пунктов без закрытия словаря, предварительно нажмите кнопку  (голубая стрелка). Это удобно при создании технических требований из нескольких пунктов.

На любой стадии работы можно изменить размер листа и масштаб чертежа, воспользовавшись меню **Настройка/Статус/Общие**. При этом основная надпись автоматически перестраивается. Для полного приведения оформления чертежа в соответствие с новыми настройками листа, воспользуйтесь пунктом меню **Оформление/Обновить**.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Элементы интерфейса системы T-flex.
2. Настройки системы.
3. Управление отображением чертежа.
4. Виды элементов изображения, доступные в режиме «Эскиз».
5. Использование сетки и объектных привязок.
6. Параметры линий изображения, стили линий.
7. Редактирование эскиза: фаски, обрезка линий, перемещение элементов, копирование.
8. Штриховки, типы, параметры, использование.
9. Технические требования. Использование словаря.
10. Нанесение размеров, допусков и шероховатостей. Параметры этих элементов изображения.
11. Управление размерами листа чертежа и масштабом изображения. Создание основной надписи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. T-flex CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. (электронный документ) — М.: АО «Топ Системы», 2002. — 598с.
2. Справочная система пакета T-flex CAD 3D 7.2.