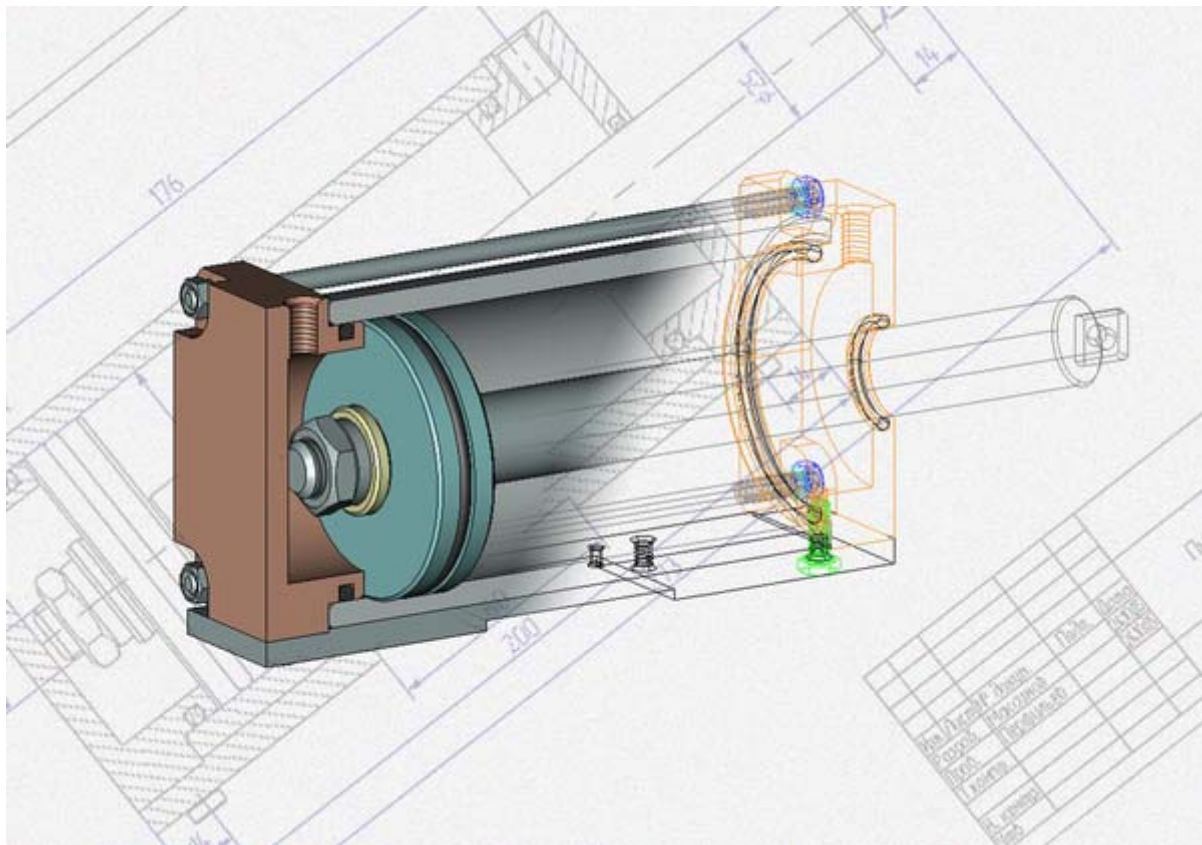


T-Flex Parametric CAD.



Начальный курс.

Часть I. Параметрическое черчение.

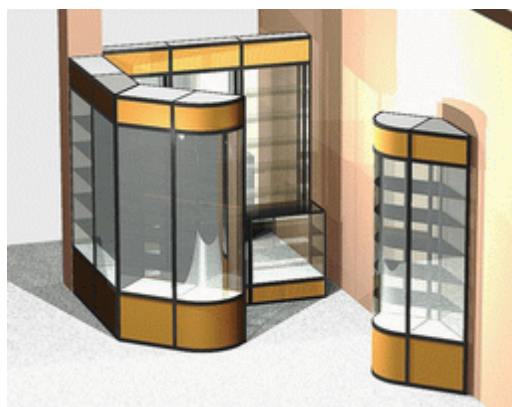
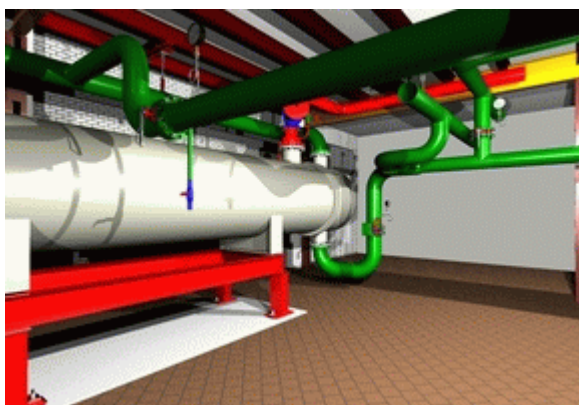
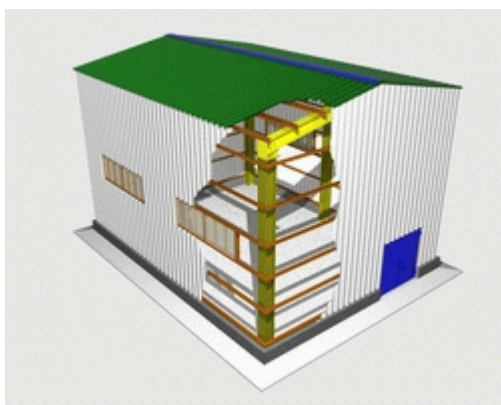
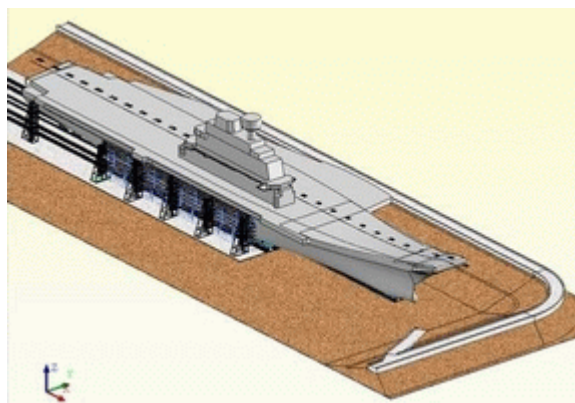
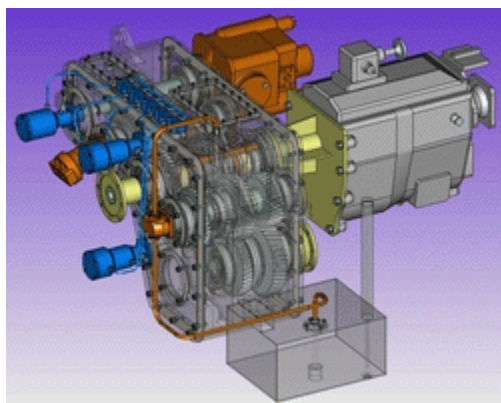
*инженер-конструктор С.В. Максимов
к.т.н. доцент С.В. Протасова*

г. Северодвинск 2008 г.

Оглавление.

Примеры работ в T-FLEX CAD северодвинских пользователей.....	2
Введение.....	3
Принципы работы с пособием.....	4
Принятые соглашения.....	4
ЧАСТЬ I. ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ.....	5
1. Интерфейс. Общие сведения.....	5
2. Справка – удобно и просто.....	8
3. Основные принципы работы с мышью.....	8
3.1 Работа с изображением.....	8
3.2 Селектор.....	9
3.3 Объектная привязка.....	9
4. Параметрическое черчение. Основные принципы.....	11
4.1 Первый чертеж. Элементы построения.....	11
Страницы.....	11
4.2 Элементы изображения.....	18
Линии изображения.....	18
Штриховка.....	22
4.3 Модификация чертежа.....	26
Редактирование.....	26
Настройка базовых линий.....	27
4.4 Прототипы документов T-FLEX CAD.....	30
4.5 Переменные.....	32
Редактор переменных.....	33
4.6 Параметрический чертеж.....	36
Создание файла.....	36
Сохранение файла.....	37
Чертеж цилиндра. Вещественные переменные.....	38
Фаски.....	44
Текстовые переменные.....	47
Многоконтурная штриховка.....	48
Удаление неиспользуемых элементов и обрезка линий построения.....	49
Восстановление обрезанных линий. Построение дополнительного вида по существующему.....	50
4.7 Оформление чертежа.....	55
Основная надпись. Словарь.....	55
Нанесение размеров.....	59
Технические требования.....	63
4.8 Модификация чертежа.....	64
Отмена-повтор изменений.....	66
Создание на основе существующего чертежа нового документа.....	66

Примеры работ в T-FLEX CAD северодвинских пользователей.



Введение.

T-FLEX CAD - система параметрического проектирования и оформления конструкторско-технологической документации, позволяющая создавать чертежи и сборочные конструкции любой сложности. Элементы модели T-FLEX CAD могут быть связаны параметрами и геометрическими отношениями (параллельность, перпендикулярность, касание и т.д.). Все параметры чертежа могут быть выражены с помощью переменных, рассчитаны по формулам, выбраны из баз данных. **Любой чертеж или 3D модель может быть включен в пользовательскую библиотеку, а создание библиотек не требует обращения к разработчикам или программистам, также не требуется приобретение специальных модулей создания библиотек – все входит в стандартную поставку системы.**

Система T-FLEX CAD изначально создавалась как параметрическая. Большинство CAD-систем стали включать в себя параметрические возможности на более позднем этапе. Поэтому стоит с осторожностью относиться к заявлению разработчиков CAD-систем, которые в недавнем прошлом служили электронным кульманом, о том, что их система является параметрической. В лучшем случае эти программы можно охарактеризовать как системы черчения и 3D моделирования с параметрическими возможностями.

В T-FLEX CAD существует несколько способов создания чертежей и 3D моделей. Некоторые из них перекликаются с аналогичными принципами построения в других CAD-системах и, с ними вы можете ознакомиться, обратившись к справке или документации. В данном же пособии акцент сделан на классический подход к работе с T-FLEX CAD. При грамотном использовании этого подхода вы сможете получать легко изменяемые чертежи и 3D модели.

Если вы будете осваивать T-FLEX CAD на машине, находящейся в сети и у вас недостаточно прав для копирования файлов в папку «Program Files», попросите системного администратора после установки T-FLEX CAD скопировать в папку `\\Program Files\T-FLEX\T-FLEX CAD\Program\Прототипы` файлы **Новый Чертеж.grb** и **Новая 3D Модель** из папки **T-FLEX CAD Начальный курс\Прототипы**. Эти прототипы вам понадобятся для работы.

Учебное пособие первоначально предназначалось в помощь конструкторам отдельных подразделений ОАО «ПО «Севмаш» (г. Северодвинск) при освоении системы T-FLEX CAD с учетом возраста пользователя 50 лет и основано на практическом опыте проведения обучения системе. Многие пользователи, при освоении системы впервые садились за компьютеры. Для облегчения понимания материала пособие написано по принципу «шпаргалки для освоения». По этой причине первая часть пособия, для некоторых пользователей, может показаться излишне подробным, а само пособие слишком объемным. На самом деле основную часть материала составляют иллюстрации к тексту.

Для освоения системы T-FLEX CAD, данным пособием воспользовались уже несколько десятков пользователей в ВУЗах и предприятиях. На проработку первой части пособия «Параметрическое черчение» обычно требуется от 3 до 6 часов и, как правило, зависит от индивидуальных способностей пользователя.

Под версии T-FLEX CAD 10x и не младше версии T-FLEX CAD 11.23.

Принципы работы с пособием.






В пособии описаны базовые принципы, позволяющие пользователю начать работать в системе. При этом для получения более полной информации, вы можете воспользоваться справкой и документацией. Описание справочной системы T-Flex CAD см. в пункте 2. Текст в пособии сопровождается иллюстрациями, примерами и упражнениями. Примеры и упражнения вы найдете в папке «Примеры для документации». ***Если вы пока не работали в T-Flex CAD, то рекомендуется изучать данный материал ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО, ПРОСМАТРИВАЯ ПРИМЕРЫ и ВЫПОЛНЯЯ УПРАЖНЕНИЯ!***

Обращаем ваше внимание на значимость понимания работы Автоменю, Объектной привязки и Селектора. Чем лучше вы овладеете ими, тем быстрее освоите программу!

Принятые соглашения.

В процессе работы в T-Flex CAD, вы будете использовать мышь, клавиатуру, обращаться к текстовому меню и к различным пиктограммам на инструментальной панели. Поэтому, для уменьшения количества вспомогательной информации на страницах пособия и простоты восприятия текста, ***примем определенные соглашения.***

В тексте вы встретите различные сокращения и значки. Например, если при выполнении, какого либо действия, требуется нажатие клавиши “Enter”, Вы прочтете – нажмите «Enter». Если же требуется нажатие сочетания клавиш, например, удерживая нажатой клавишу “Alt” дополнительно нажать клавишу “F9”, то в тексте будет следующее сокращение – нажмите «Alt» + «F9».

Если потребуется ***нажать и удерживать*** левую кнопку мыши, будет показан значок – , если при этом мышь необходимо перемещать - . При требовании ***щелкнуть*** левой кнопкой мыши - , правой – . Если же потребуется ***дважды щелкнуть*** по левой кнопке мыши, то вы увидите – .

Особо важные сведения выделены значками слева от текста:



- Совет.




- Внимание!

Для вызова команды из меню использована схема последовательности действий, принятая для указания пути в Windows. Например: **Чертеж\Массив\Линейный массив**. Это означает:


1. Выбрать в текстовом меню пункт **Чертеж**.
2. В выпадающем списке команд выбрать группу **Массив**.
3. В появившемся списке команд массива выбрать **Линейный массив**.

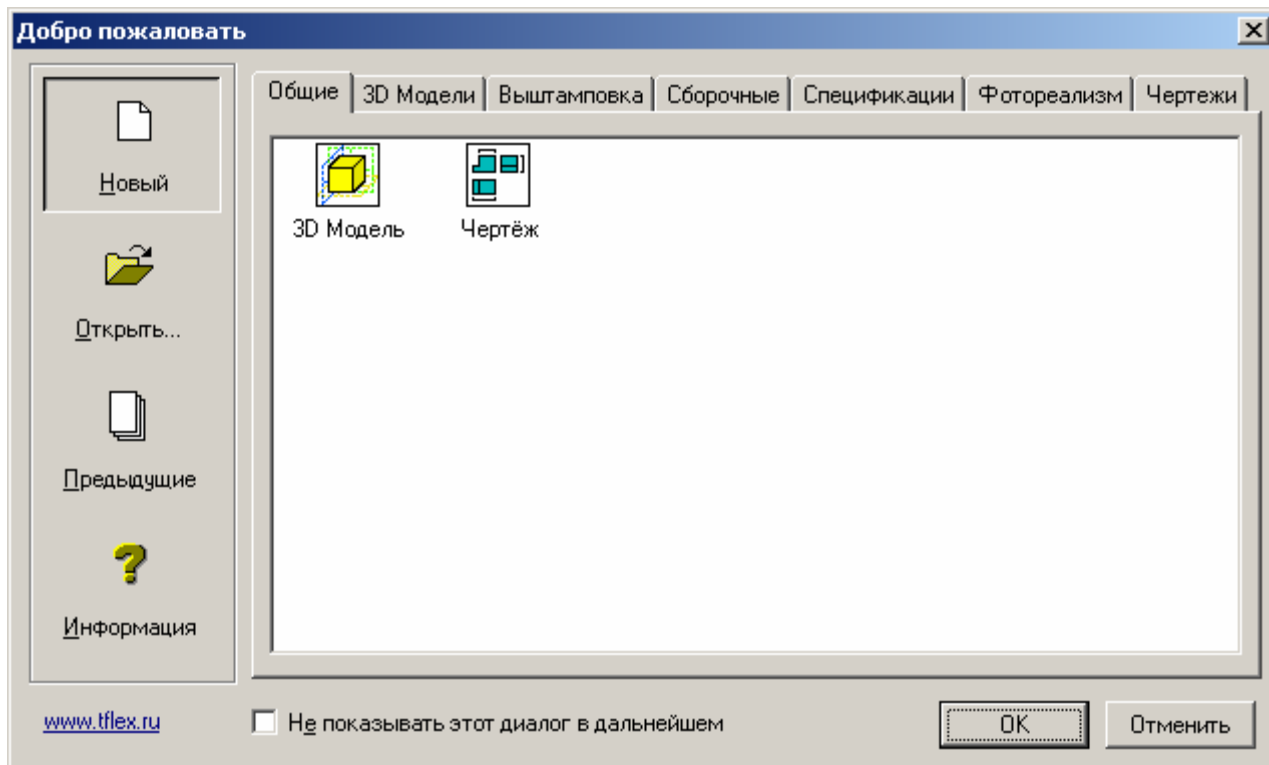


Обратите внимание на то, что в выпадающем списке, слева от наименования каждой команды, присутствует **изображение пиктограммы**. Различные пиктограммы можно встретить на панелях инструментов. Поэтому, наряду с вышеописанной схемой вызова команды, можно нажать на соответствующую **пиктограмму** панели инструментов, в нашем случае – .

ЧАСТЬ I. ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ.

1. Интерфейс. Общие сведения.

Запустите систему – **Пуск\Программы\Т-FLEX\Т-FLEX CAD**. Другой способ запустить программу - щелкнуть ^{**}  на ярлыке «Т-FLEX CAD», который вы найдете на рабочем столе Windows после завершения установки системы на ваш компьютер. При запуске системы откроется окно диалога «Добро пожаловать». В 11-й версии диалог претерпел небольшие изменения, но суть осталась та же.



В этом диалоге вы можете выбрать один из способов открытия файлов.

При нажатии кнопки «Предыдущие» в окне появятся ссылки на файлы, открытые в последних сеансах работы. Для открытия документа выберите необходимую ссылку, нажмите “OK”.

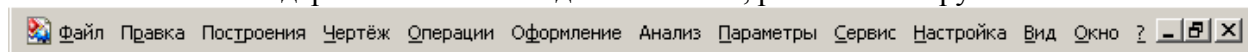
С помощью кнопки «Открыть...» открываются документы T-Flex CAD с расширением .grb.

Нажатием кнопки «Новый» вы создаете новый документ на основе прототипов. Кнопка по умолчанию активна (находится в нажатом состоянии). В окне вы можете выбрать соответствующий задаче прототип, например, «3D Модель» или «Чертеж» и нажать “OK”.

В данном случае выберите «Чертеж» и нажмите “OK”.

Откроется главное окно системы T-Flex CAD. Рассмотрим элементы интерфейса.

Текстовое меню содержит меню команд T-Flex CAD, разбитое на группы.



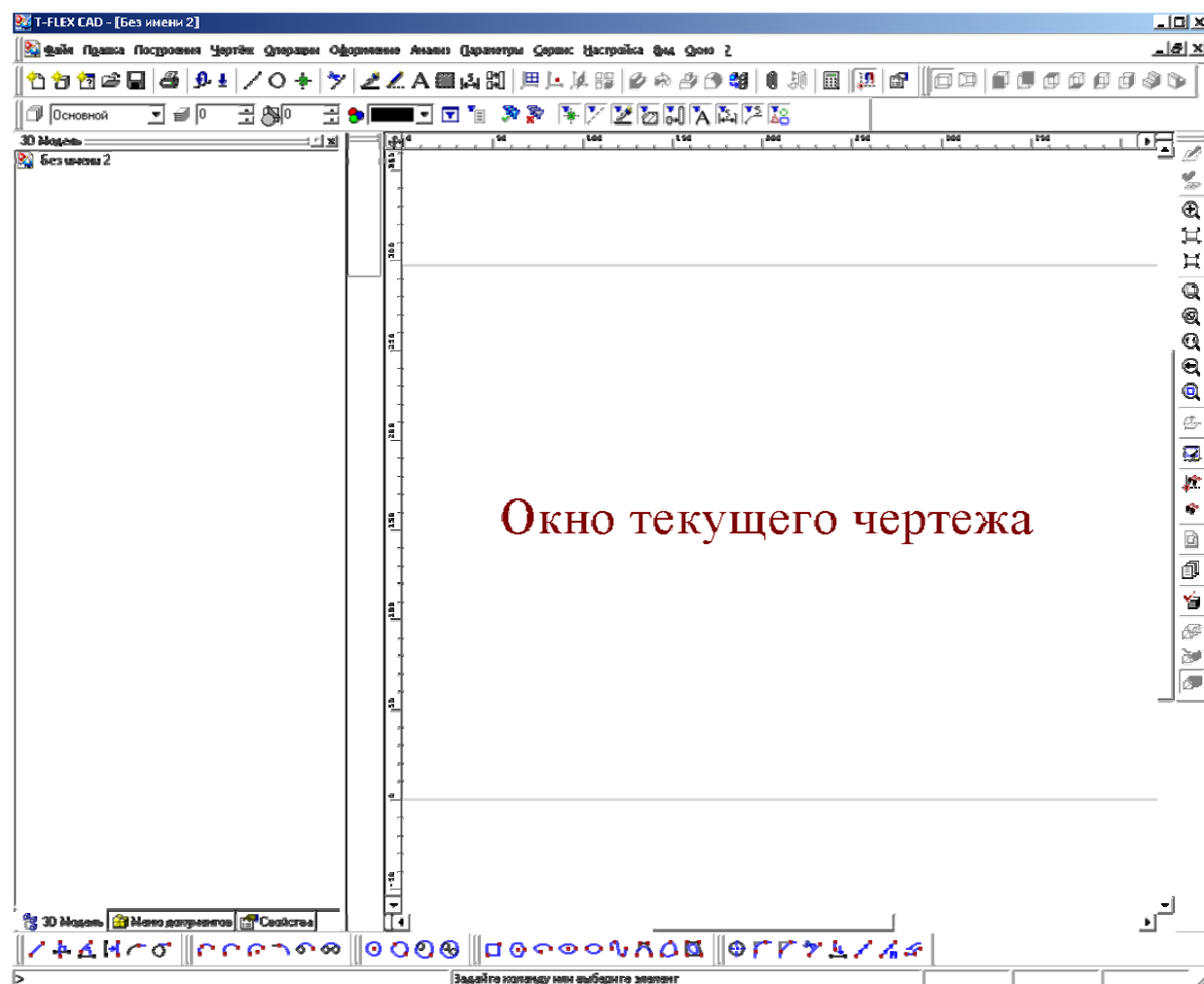
Панель инструментов содержит команды T-Flex CAD в виде пиктограмм. В окне системы может содержаться несколько инструментальных панелей. Панели могут быть плавающими или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.

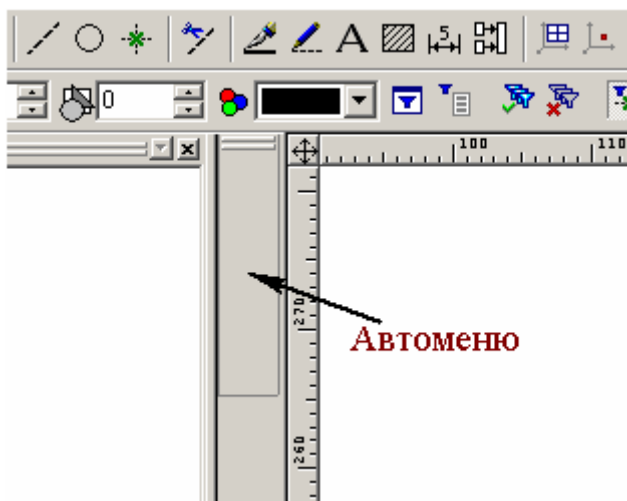


Системная панель содержит поля для изменения текущих установок элементов изображения: цвет, тип линий, уровень, слой. Также панель содержит кнопки для выполнения команд конфигурации слоев, конфигурации уровней текущего документа и кнопки для установки селектора.



Окно текущего чертежа предназначено для создания и редактирования чертежей.





Автомению. Основное при работе с системой пиктографическое меню.


Показывает доступные опции текущей команды.

Если текущая команда не ЗАДАНА, то поле Авто меню остается ПУСТЫМ!

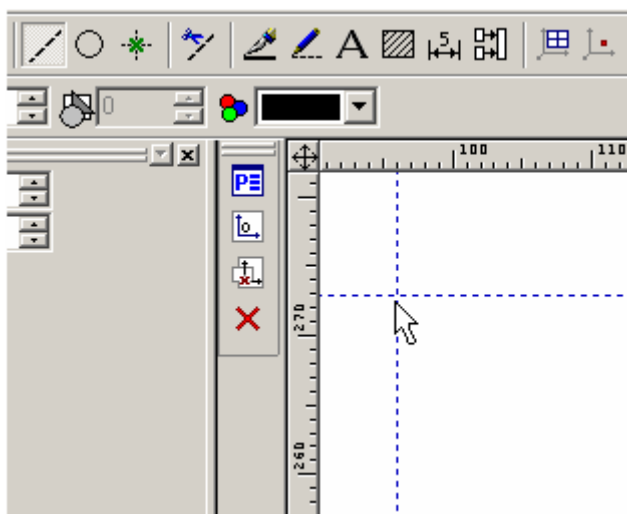
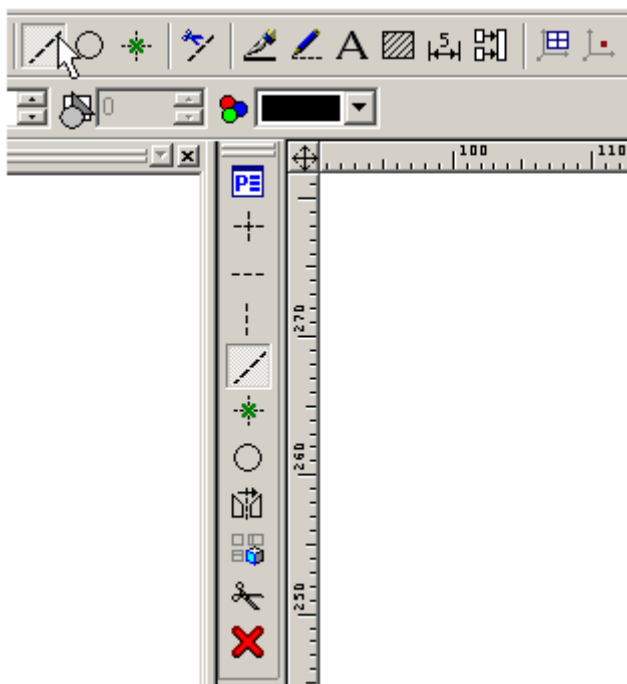
Автомению является контекстно-зависимым, т.е. его содержимое меняется в зависимости от выполняемой команды и от состояния команды.

Остановимся на использовании Автомению более подробно.



Выполните следующие действия: запустите команду **Построения\Прямая**

или нажмите  на панели инструментов. Обратите внимание на то, что в Автомению стали доступны дополнительные опции.

Теперь уже в Автомению нажмите .




В открывшемся *подменю*, вы можете выбрать необходимую команду.

Таким образом работает Автомению во многих 2d и 3d командах. Для того чтобы выйти из открывшегося подменю достаточно нажать , <Esc> или .

2. Справка – удобно и просто.

Цель пособия – кратко ознакомить пользователя с принципами работы системы. Но в процессе работы с T-Flex CAD, вам может потребоваться более подробная информация по какой-либо команде или операции. Вы можете воспользоваться документацией “Двухмерное проектирование и черчение” и “Руководство. Трехмерное моделирование” в электронном или бумажном виде. Если вы используете учебную версию системы, то электронную документацию вы можете найти в **Пуск\Программы\T-FLEX\T-FLEX CAD 9 Учебная версия\...**

Также в T-Flex CAD существует справочная система. Для вызова справки достаточно нажать <F1>. Если вы работаете в какой-либо команде, то при нажатии <F1> откроется раздел справки именно по данной команде. Если в текущем разделе справки встречается текст, выделенный цветом с подчеркиванием, то, указав курсором мыши на этот текст и щелкнув , вы можете перейти к разделу, в котором более подробно описано данное понятие.

Во время работы в T-Flex CAD в поле подсказок вы получите информацию о выполняемой команде, элементах построения и изображения, операциях и т.п. Также при наведении курсором на какой-либо объект интерфейса или чертежа – появится всплывающая подсказка, которая также дублируется в поле подсказок (левый нижний угол главного окна программы).

3. Основные принципы работы с мышью.

При работе с чертежом и 3D моделью необходимы определенные навыки работы с мышью, клавиатурой и интерфейсом. Предполагается, что для работы в T-Flex CAD, вы будете использовать мышь с колесиком. Желательно, чтобы в операционной системе мышь была настроена по умолчанию - как стандартная, без установки дополнительных драйверов.




Если вы используете мышь без колесика – обратитесь к соответствующему разделу справки.

Вообще говоря, использование мыши без колесика при работе в современной CAD системе – малоэффективно и неудобно.

3.1 Работа с изображением.



Откройте в T-Flex CAD файл **Пример 1.grb** из папки «Примеры»: **Файл\Открыть...**

(кнопка ) . Рассмотрим изменение отображения чертежа и 3D модели относительно экрана.

В T-Flex CAD для масштабирования и перемещения изображения в рабочем окне достаточно использовать мышь. Нажатие дополнительных кнопок на панели инструментов необязательно.

Масштабирование. Отмасштабируйте изображение, покрутив «на себя» и «от себя» колесико мыши – изображение будет увеличиваться или уменьшаться, в зависимости от направления вращения колесика (направление масштабирования можно сменить на обратное **Настройки\Установки\Разное\Инвертировать...**).

Перемещение. Нажмите на колесико и, не отпуская, перемещайте мышь вправо-влево, вверх-вниз или произвольно – изображение будет перемещаться по экрану. Выполните эти действия в 2D и 3D окнах системы.












Вращение. Для того чтобы повернуть модель в 3D окне нажмите  и, не отпуская, перемещайте мышь .


3.2 Селектор.

Для удобства редактирования элементов чертежа и 3D модели в T-Flex CAD предусмотрен селектор. Селектор позволяет задать набор из тех элементов, которые необходимы пользователю на момент редактирования чертежа или 3D модели. Выбранные в селекторе элементы становятся доступными для объектной привязки.

В системной панели имеется ряд кнопок для контроля и быстрого изменения настроек селектора.




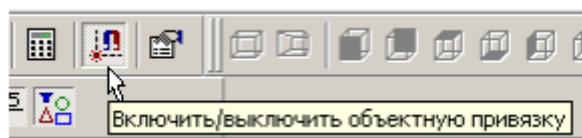
Кнопки  и  позволяют быстро разрешить/запретить выбор всех элементов. Другие кнопки, с изображением элементов различных типов, определяют текущий набор разрешенных для выбора элементов. В 2D окне это кнопки - , , , , , , ,  и , при работе в 3D окне системы набор кнопок селектора будет иным. Элементам, выбор которых разрешен, соответствуют нажатые пиктограммы. Кроме того, с помощью этих кнопок также можно быстро запретить/разрешить выбор элементов соответствующего типа. При нажатии на любую из кнопок, ее состояние меняется на противоположное. Таким образом, в настройках селектора разрешается или отменяется выбор элементов соответствующего типа.

Если щелкнуть  на любой из данных кнопок - включится выбор элементов только данного типа. Выбор элементов других типов при этом отключается.

Селектор хорошо использовать в паре с объектной привязкой. Потренируйтесь с различными установками селектора на рассмотренном ниже примере (см. п. 3.3).

3.3 Объектная привязка.



Убедитесь, что кнопка  (Включить/выключить объектную привязку) находится в нажатом состоянии (нажата по умолчанию).

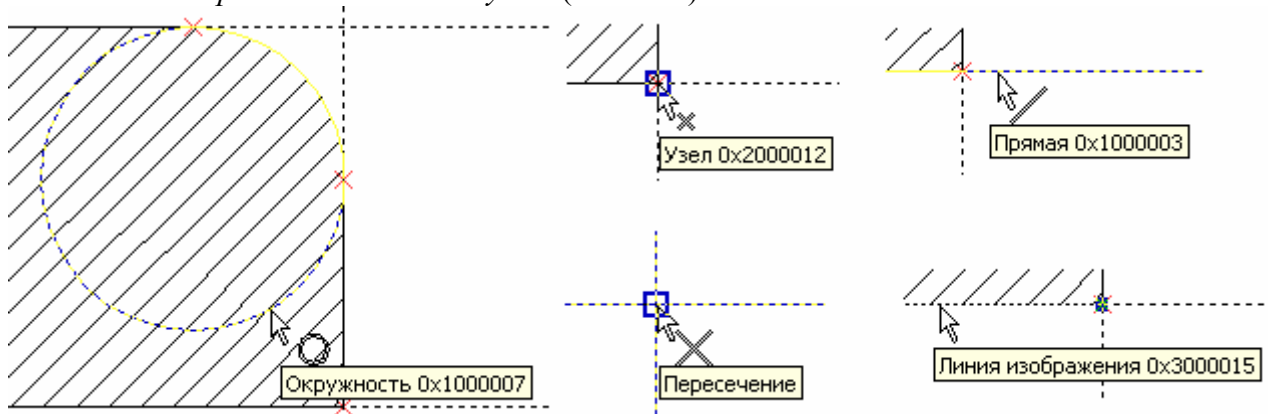



Объектная привязка – очень хороший помощник при создании чертежей и 3D моделей. Но к этому помощнику нужно привыкнуть и уметь с ним работать.





Итак, если вы открыли файл **Пример 1.grb**, в окне чертежа увидите различные построения. Наведите указатель мыши по очереди на каждое из этих построений и убедитесь, что рядом с курсором появляются различные значки и всплывающие подсказки, а сам объект выделяется цветом.

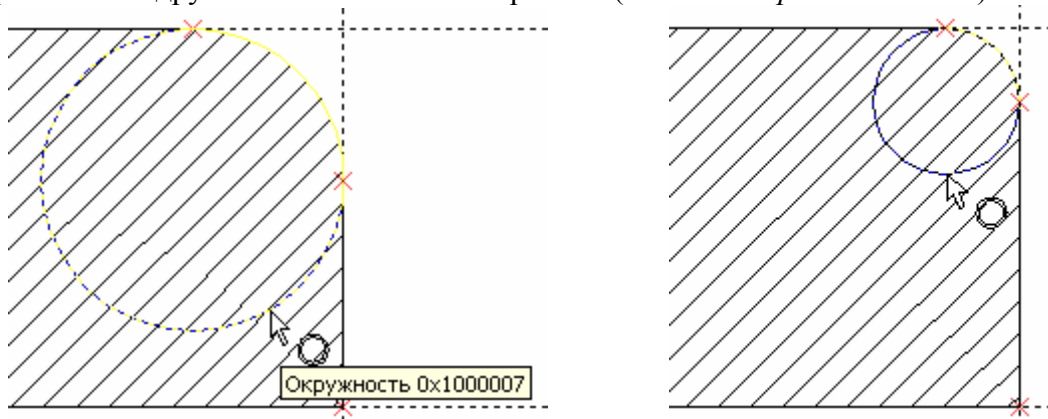





Если этого не происходит – проверьте, нажата ли кнопка  и включен ли селектор – нажмите кнопку  (см. п.3.2).

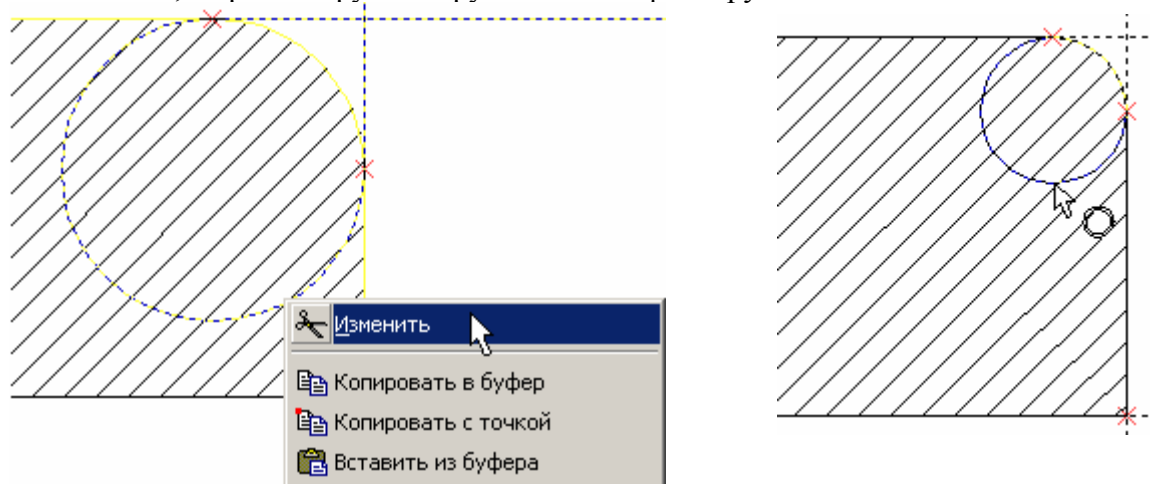





Вы можете выбрать объект, если щелкните  в тот момент, когда объект выделен цветом. Тем самым вы зайдете в режим редактирования выбранного объекта.

Щелкните  в селекторе по кнопке , и все кнопки селектора, кроме выбранной, будут отключены. Попробуйте изменить диаметр окружности в приведенном примере. Подведите курсор к окружности, как это показано на рисунке и после того, как окружность выделится цветом – щелкните . Затем переместите курсор мыши вверх по экрану (см. рис.) и вновь щелкните . Диаметр окружности будет изменен. Прodelайте это упражнение с другими элементами построения (*тонкие штриховые линии*).





Такого же результата вы можете добиться другим способом - щелкните  на выделенном объекте и будет вызвано контекстное меню. Выберите в меню  пункт «Изменить», отредактируйте окружность и зафиксируйте новое положение .

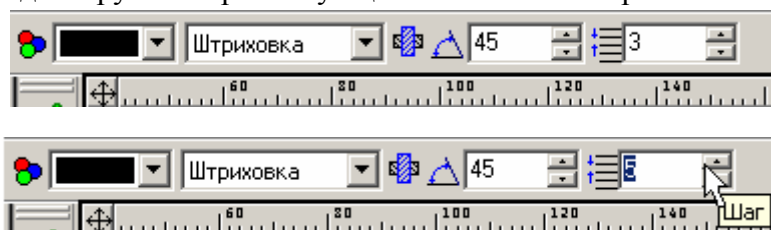



Теперь щелкните  в селекторе по кнопке , и все кнопки селектора, кроме выбранной, будут отключены. Отредактируйте штриховку: щелкните  по штриховке.

Измените шаг штриховки с 3 мм на 5 мм (см. рис.) и нажмите в

Автоменю кнопку .

Не забудьте после упражнения нажать в селекторе кнопку .



Обратите внимание на то, что режим редактирования в 2D окне включается именно после щелчка  на выделенном объекте и, при перемещении мыши левая кнопка последней должна быть отпущена. В противном случае будет включен режим перемещения элементов чертежа относительно рабочего листа.

4. Параметрическое черчение. Основные принципы.


4.1 Первый чертеж. Элементы построения.

В предыдущем разделе и упражнении, вы могли обратить внимание на различные типы линий в чертеже. Параметрический чертеж и 3D модель в T-Flex CAD базируется на **каркасе** из линий построения и узлов (далее элементы построения). При выполнении чертежа на бумаге вы тоже строите своего рода **каркас** из тонких линий. Затем обводите их «мягким» карандашом или тушью основными линиями, затем наносите штриховку. Точно также выполняется чертеж и в T-Flex CAD. Строится **каркас**, а линии изображения и штриховки (далее элементы изображения) привязываются к его узлам. При изменении **каркаса**, элементы изображения тоже меняют свое положение (так как они привязаны к **каркасу**). Элементы построения по умолчанию на печать не выводятся, выступая только как вспомогательные. Порядок создания чертежа в T-Flex CAD выглядит так:

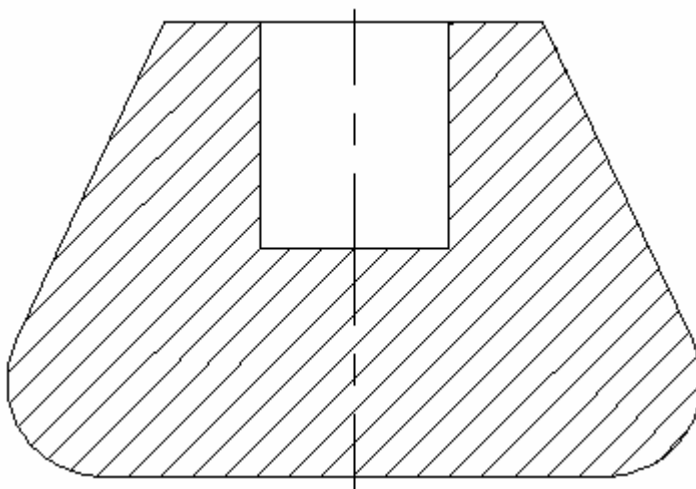
Каркас (элементы построения) -> Линии изображения (включая фаски) -> Штриховка (в т.ч. заливка) -> Оформление (размеры, тексты, надписи, форматка).

В T-Flex CAD все элементы построения создаются как относительные, за исключением базовых элементов. Под базовыми элементами построения стоит понимать две взаимно перпендикулярные линии построения и узел между ними, созданные в абсолютных координатах рабочего листа. Для удобства их можно выделить цветом и назначить для них бесконечную длину. Таким образом, пользователь, вначале строит базовые линии, а затем относительно последних создает каркас из вспомогательных элементов построения.


Откройте файл **Пример 2.grb**:

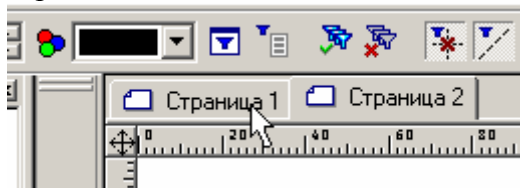
Файл\Открыть... (кнопка ). В открывшемся примере, вы увидите чертеж, который вам предлагается построить.


В T-Flex CAD вы можете создавать многостраничные документы. Т.е. в одном файле можно разместить несколько листов с чертежами, спецификациями и, например, пояснительной запиской.







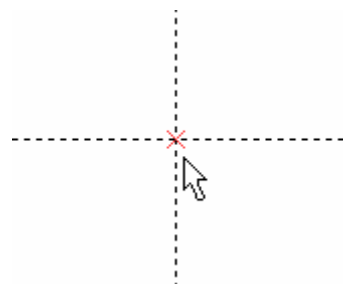
Страницы.

Создайте в документе новую страницу: **Настройка\Страницы...** (кнопка ). В открывшемся окне «Страницы» нажмите кнопку **Новая**. Будет создана новая страница и в списке появится запись «Страница 2». Нажмите кнопку **Выбрать**. Откроется чистая страница.




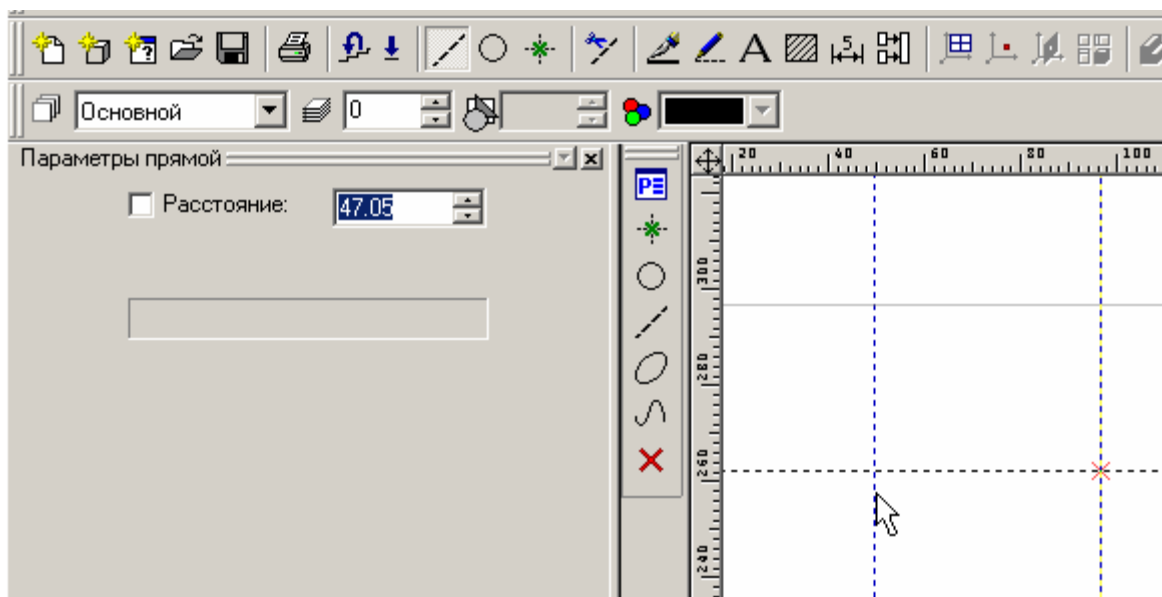
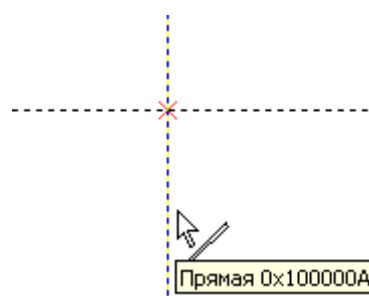
Вы можете переключаться между страницами. Для выбора соответствующей странице закладки, нажмите . Перейдите на «Страницу 2».


В начале создания параметрического чертежа необходимо построить базовые линии. Затем относительно базовых линий создается каркас чертежа. Выполните следующие действия: **Построения\Прямая** или нажмите  на панели инструментов. Далее уже в Автоменю нажмите . При движении курсора, вы увидите перемещение перекрестья по полю чертежа. Переместите курсор в верхнюю половину поля чертежа примерно посередине ширины и щелкните , затем один раз . Будут созданы две пересекающиеся линии построения и узел в месте их пересечения.



Обратите внимание на то, что в Автоменю доступны команды, т.е. система, находится в режиме ожидания команды для создания линий построения.

Подведите курсор к вертикальной линии построения. Объектная привязка выделит цветом линию и выдаст информацию об элементе (у курсора появится значок линии и всплывающая подсказка). Щелкните  по линии и отведите курсор влево (рядом с курсором будет двигаться изображение вертикальной прямой). В левой части экрана появятся параметры прямой с изменяющимся, при движении курсора, значением. Наберите на клавиатуре «50» и нажмите <Enter>.

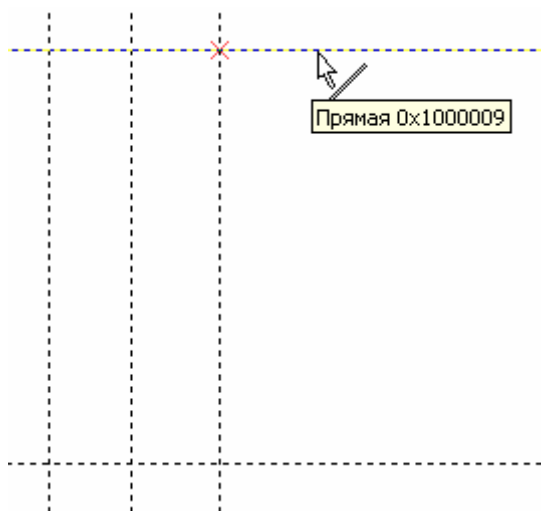


Будет создана вертикальная прямая, **параллельная выбранной**, на расстоянии от последней 50 мм. Система все еще находится в режиме создания прямых, параллельных выбранной базовой линии. Наберите на клавиатуре «25» и нажмите <Enter>. Будет создана прямая на расстоянии 25 мм от базовой линии. Больше прямых, параллельных вертикальной базовой линии строить не надо, поэтому щелкните .





Используйте цифровую часть клавиатуры для более удобного ввода числовых значений. Там же нажимайте и клавишу <Enter>. Цифровая часть клавиатуры, при этом, должна быть включена (должна гореть лампочка «Num Lock»). Если лампочка не горит, нажмите кнопку «Num Lock» в цифровой части клавиатуры.


Итак, вы построили вертикальные прямые. Если в Автоменю доступны команды, как это показано на рисунке справа, то можно приступить к созданию




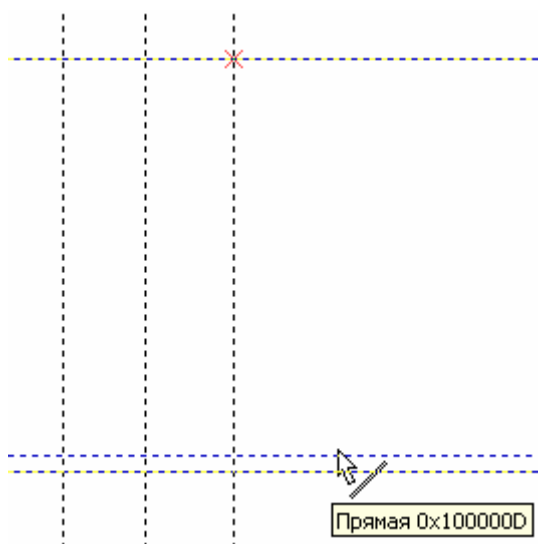
параллельных прямых относительно горизонтальной базовой линии. Если поле Автоменю пустое, то запустите команду создания линий построения:


Построения\Прямая или нажмите . Подведите курсор к горизонтальной линии (линия выделится), выберите линию, щелкнув . Далее отведите курсор вниз и создайте параллельную прямую относительно выбранной, на расстоянии 120 мм (просто введите на клавиатуре «120» и нажмите <Enter>). Больше

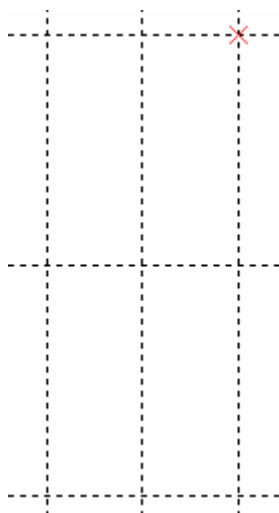


строить прямых не надо, поэтому щелкните .

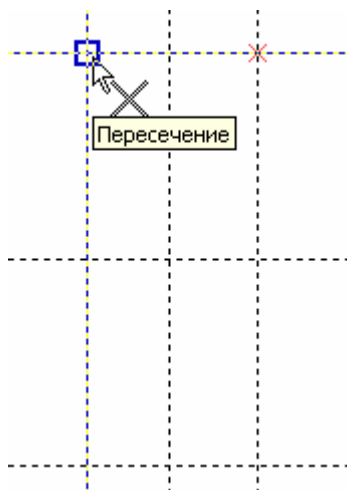
Теперь необходимо разделить пространство между двумя горизонтальными линиями на две равные части. Подведите курсор к верхней прямой (верхний рисунок) и выберите ее, щелкнув .




Подведите курсор к нижней прямой, и как только объектная привязка выдаст подсказку о выборе прямой, щелкните .

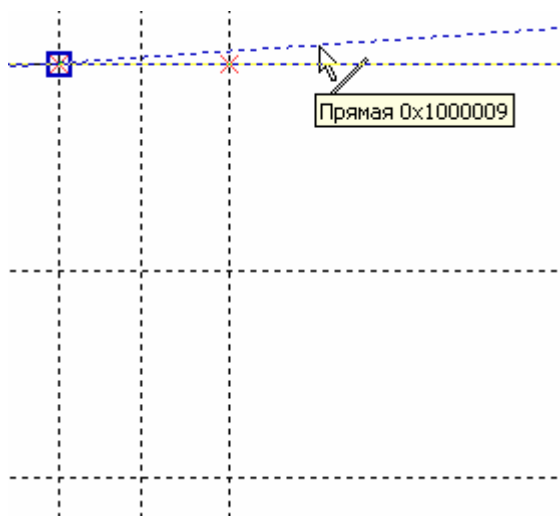



Будет построена прямая, как *ось симметрии двух прямых*.

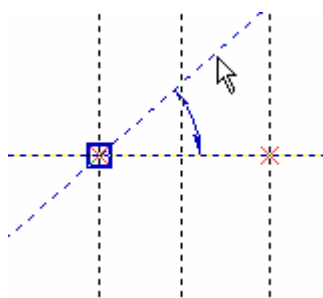


Далее необходимо построить прямую, **проходящую через узел и под углом к горизонтальной прямой**.


Подведите курсор к пересечению двух прямых, как это показано на рисунке, и щелкните . На пересечении автоматически построится узел, и при последующем перемещении курсора мыши вы увидите динамически изменяющееся изображение линии проходящей через узел.

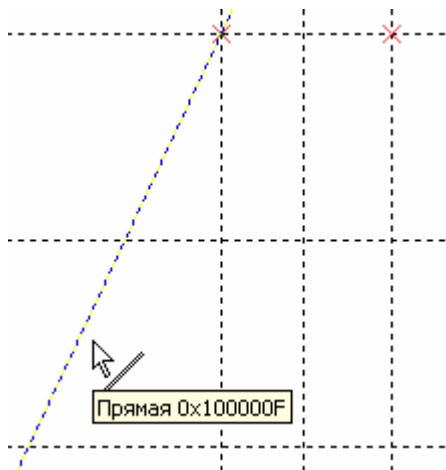
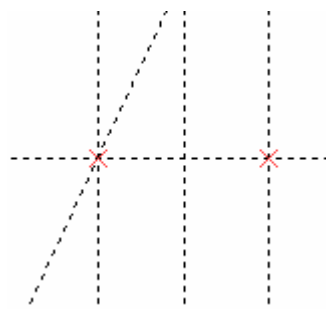


Подведите курсор к горизонтальной линии, и когда объектная привязка подсветит линию, щелкните .





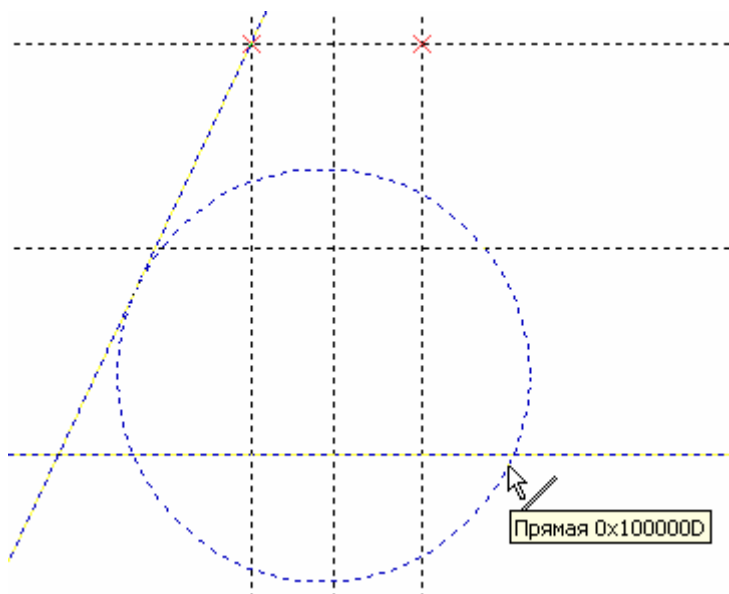
Теперь введите на клавиатуре «65» и нажмите *<Enter>*. Будет создана линия построения, проходящая под углом 65^0 к выбранной горизонтальной линии.

Откажитесь от дальнейших построений, щелкнув .

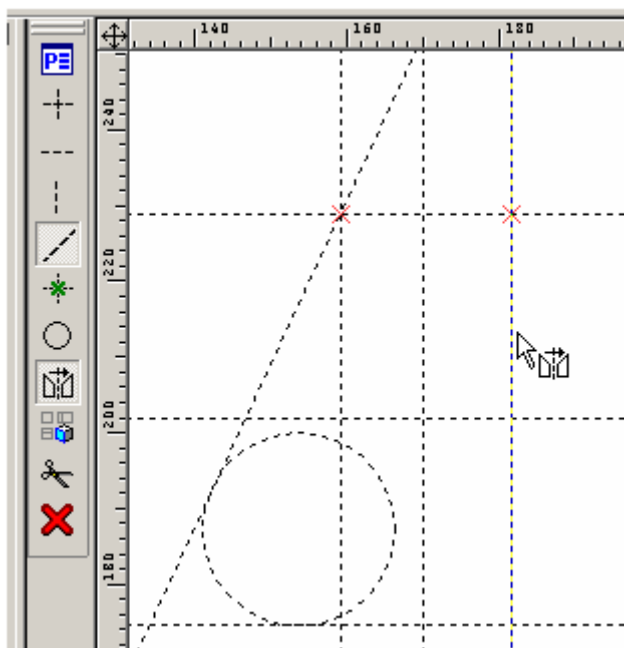
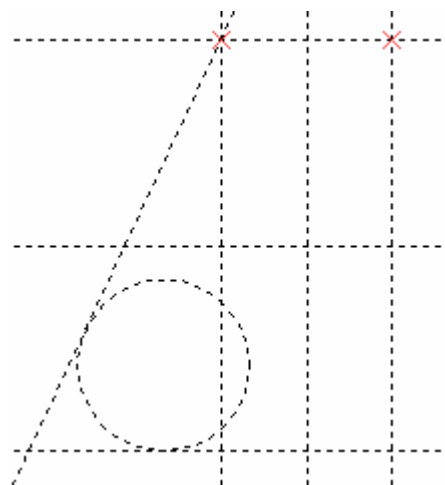




Далее построим **окружность, касательную к двум прямым и заданной радиусом**. Запустите команду

Построения\Окружность или нажмите  на панели инструментов. Подведите курсор к прямой, построенной под углом и щелкните . При перемещении курсора мыши вы увидите динамически изменяемую окружность, которая «привязана» к выбранной прямой.

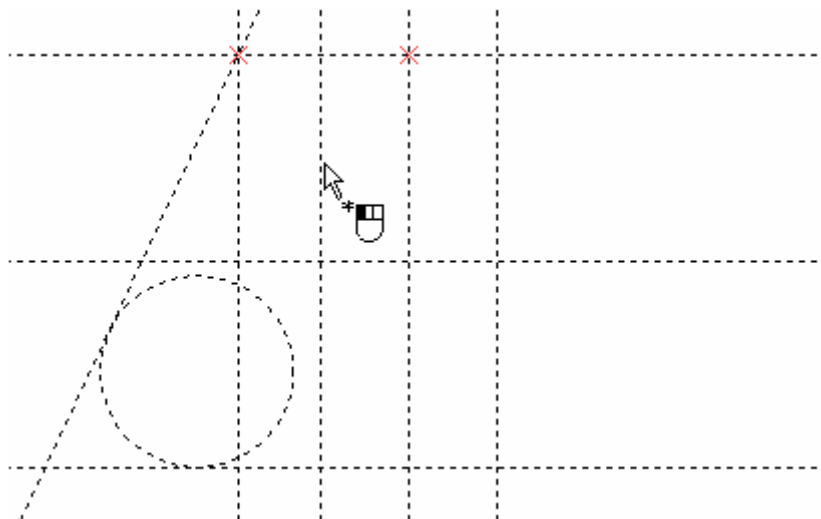


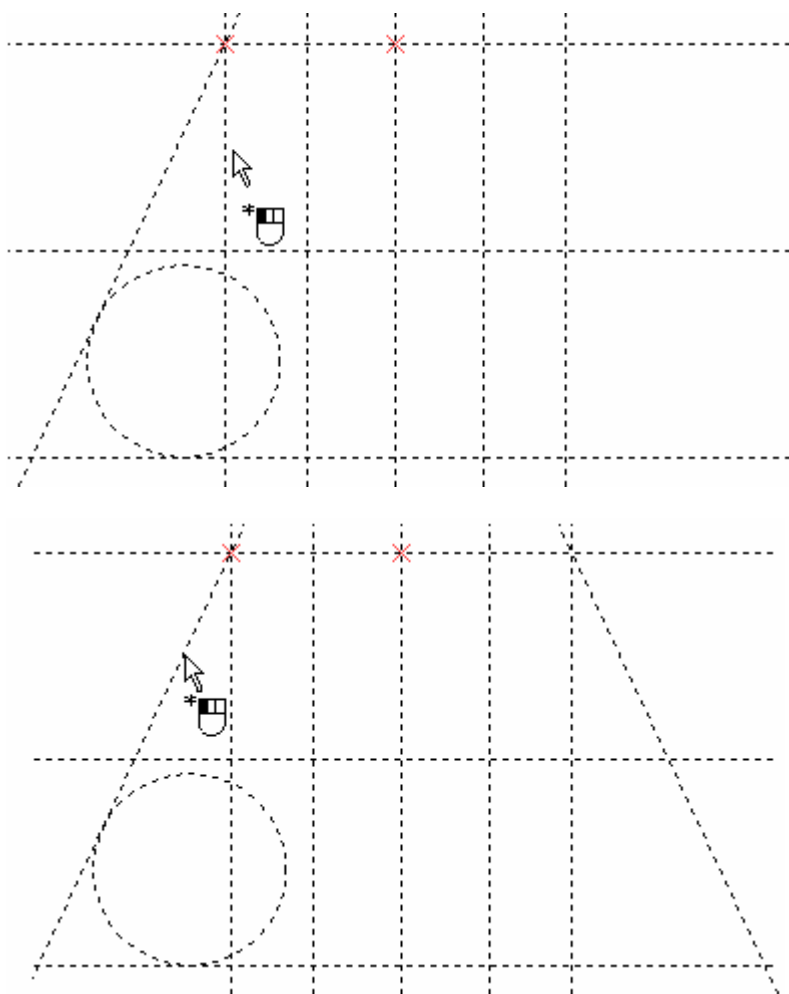
Выберите ^{*}нижнюю горизонтальную прямую. Введите на клавиатуре «25» и нажмите <Enter>.






Теперь необходимо построить прямые *относительно оси симметрии*. Запустите команду **Построения\Прямая** или нажмите . В Автоменю выберите опцию . Подведите курсор к базовой вертикальной прямой (крайняя правая) и щелкните ^{*}, выбрав ось симметрии.


Далее выберите последовательно две левых вертикальных и наклонную линии, щелкая ^{*}.

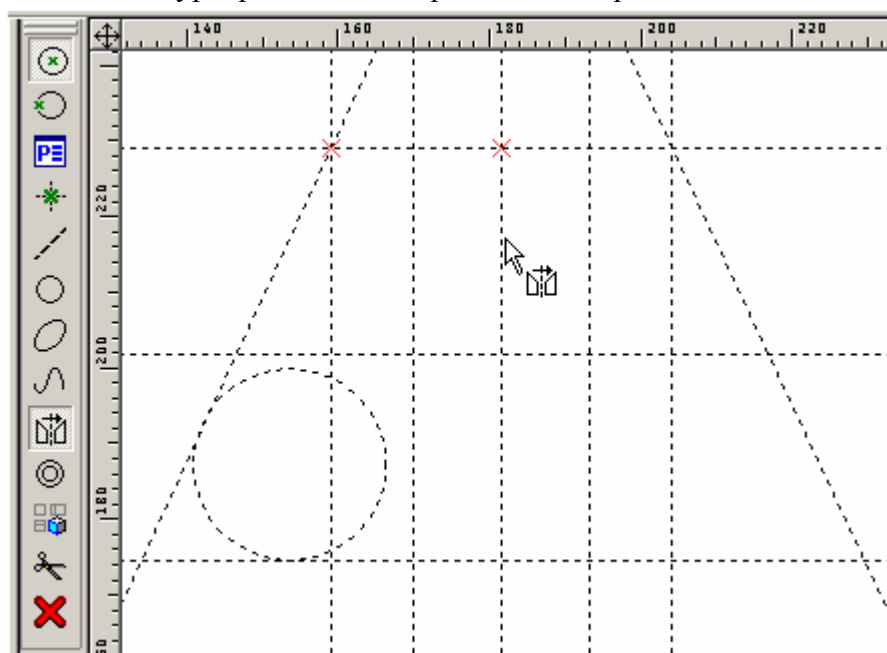


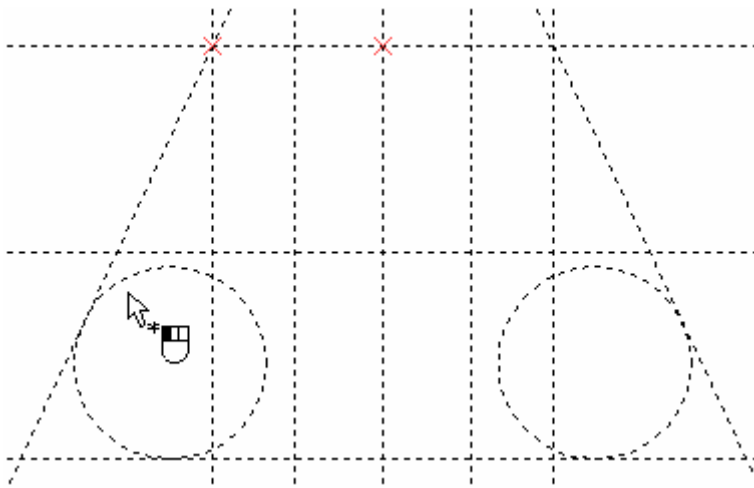



После создания симметричных прямых **обязательно** щелкните , чтобы выйти из команды.


Теперь необходимо построить **окружность относительно оси симметрии**. Запустите команду **Построения\Окружность** или нажмите . В Автоменю выберите опцию .

Подведите курсор к базовой вертикальной прямой и щелкните , выбрав ось симметрии.





Далее выберите окружность, щелкнув .

После создания симметричной окружности **обязательно** щелкните , чтобы выйти из команды.

Каркас модели построен.

На этом примере вы научились строить:

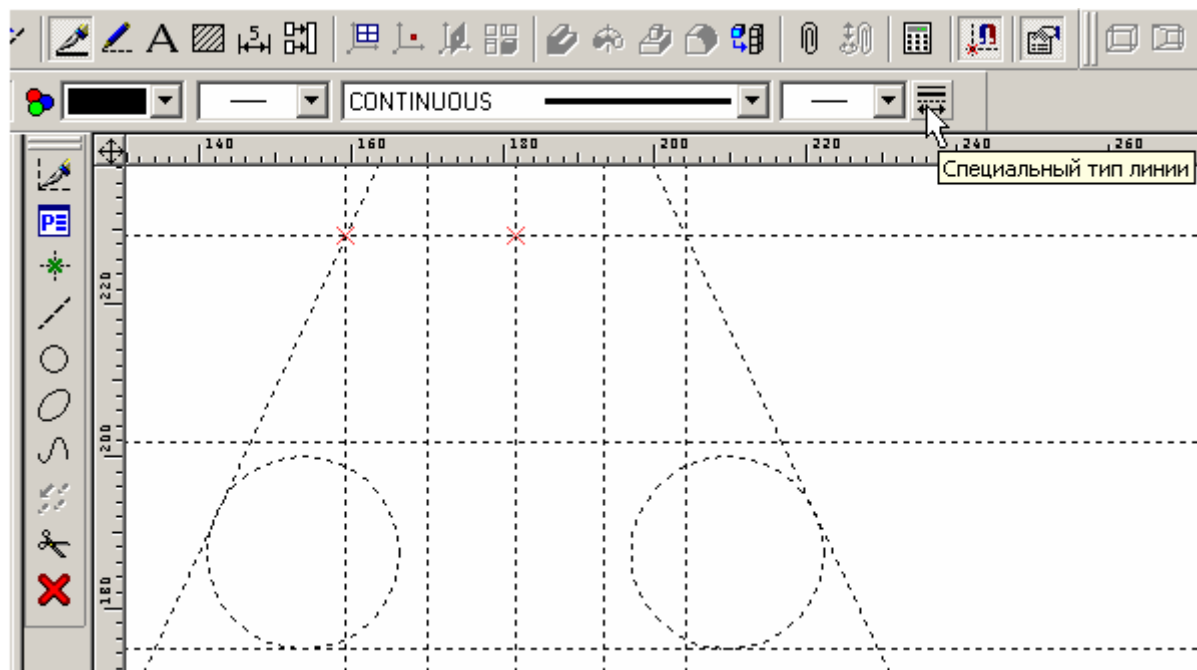
- *каркас модели, на основе элементов построения;*
- *прямые параллельные выбранной;*
- *прямую, как ось симметрии двух прямых;*
- *прямую, проходящую через узел и под углом к выбранной прямой;*
- *окружность, касательную к двум прямым и заданной радиусом;*
- *прямые относительно оси симметрии;*
- *окружность относительно оси симметрии.*

4.2 Элементы изображения.

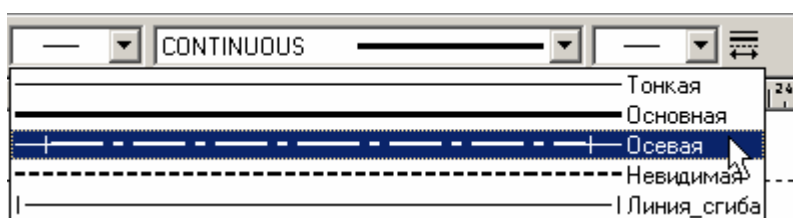
После создания **каркаса** модели «привяжем» к каркасу элементы изображения: обведем **каркас** линиями изображения и нанесем штриховку.


Линии изображения.

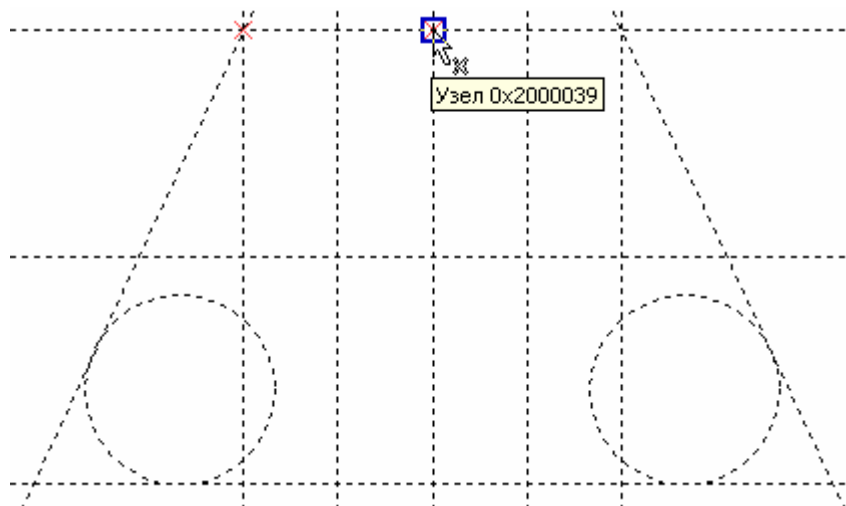
Запустите команду **Чертеж\Изображение** или нажмите . В системной панели вы можете выбрать соответствующий тип линии изображения.




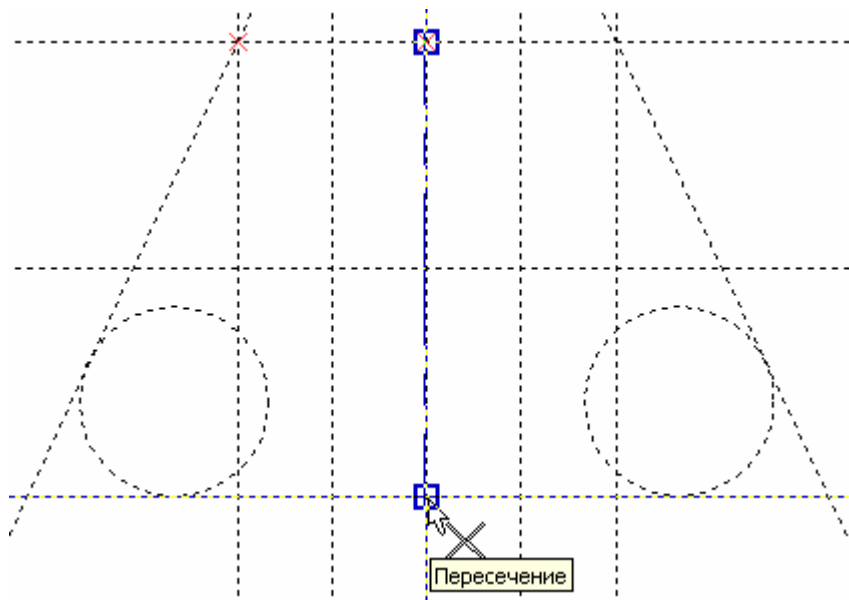
Нажмите в системной панели кнопку  («Специальный тип линий» см. рис выше) и выберите «Осевая».




Подведите курсор к верхнему узлу, как это показано на рисунке и щелкните .

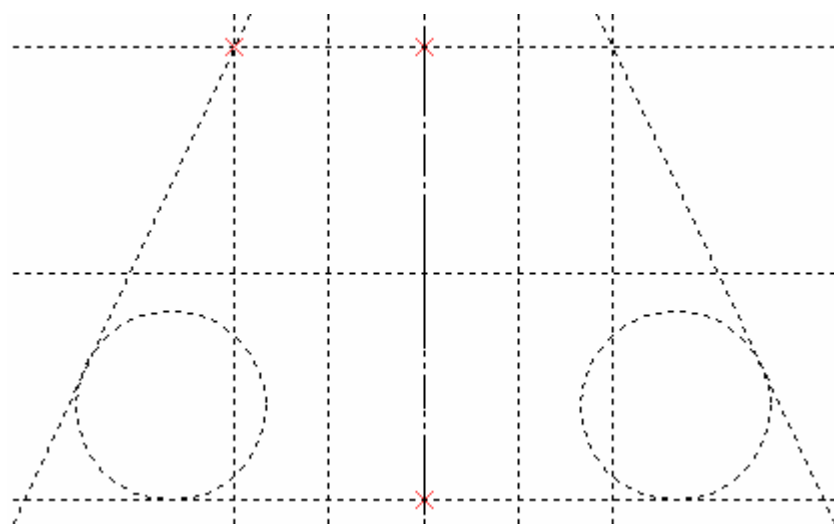



Подведите курсор к пересечению вертикальной базовой линии и нижней горизонтальной линии и снова щелкните .

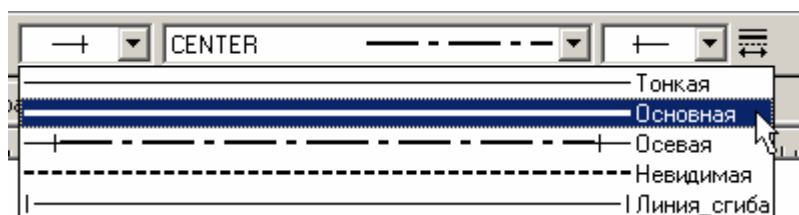



Таким образом, вы нанесли на **каркас** осевую линию изображения, которая совпадает с вертикальной базовой линией построения.

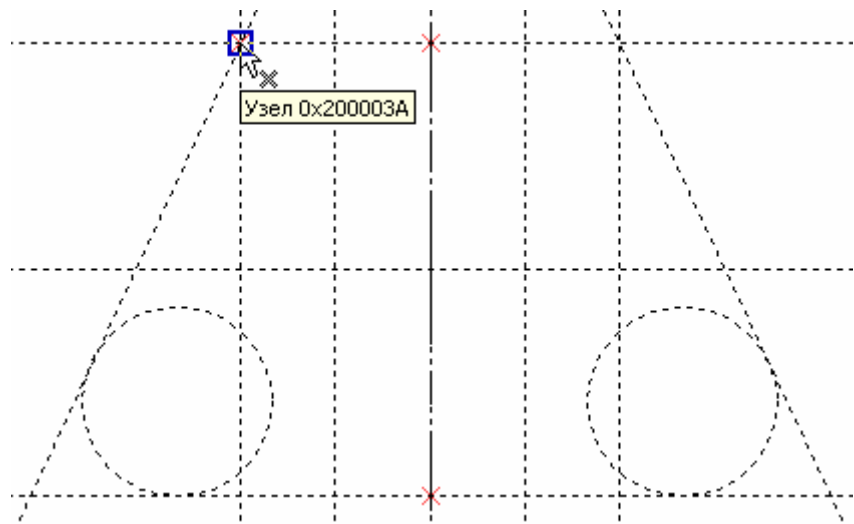
Т.к. строить осевых линий изображения больше не требуется, нажмите .




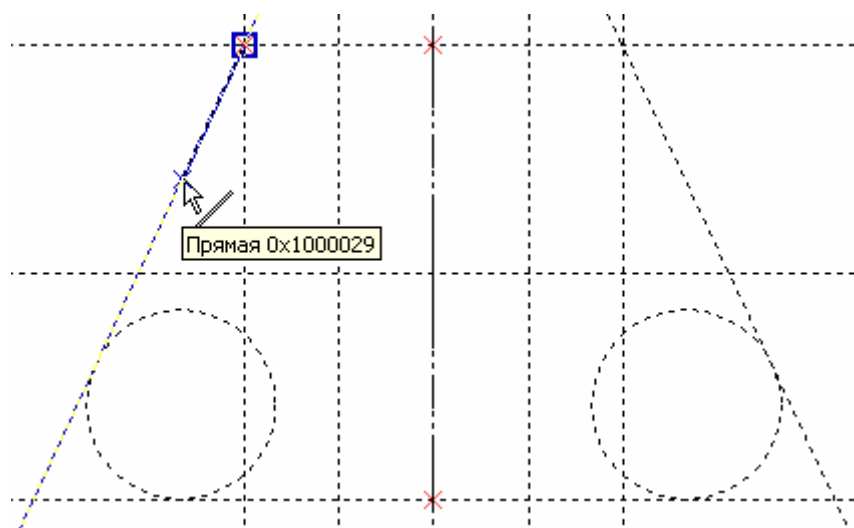
Нажмите в системной панели кнопку  и смените тип линии изображения на «Основную».



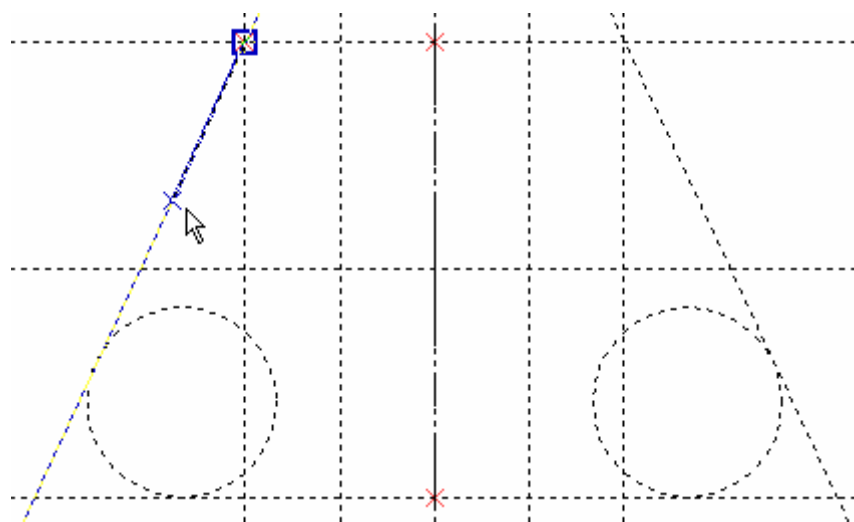
Подведите курсор к верхнему левому узлу (см. рис.) и щелкните . Первая точка линии изображения привяжется к выбранному узлу.




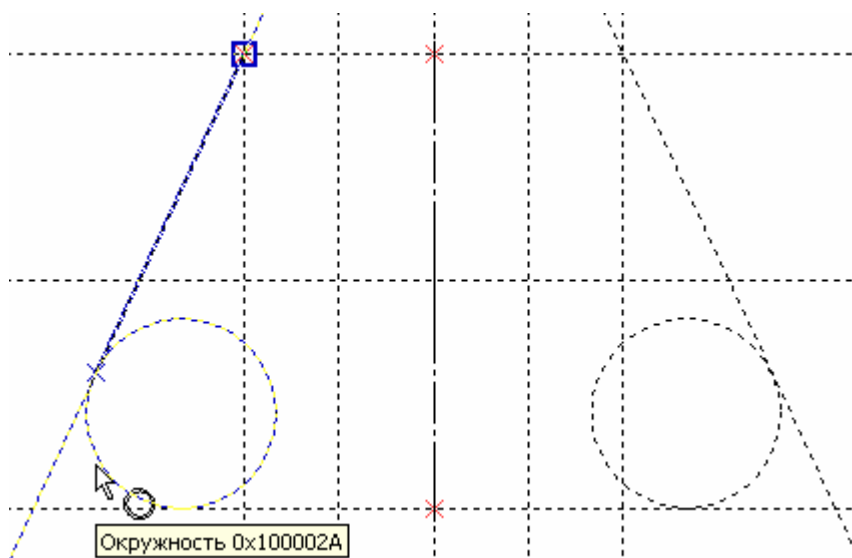
Подведите курсор к прямой, построенной под углом, как это показано на рисунке и, щелкните .





Линия изображения «привяжется» к линии построения. Попробуйте переместить курсор сначала вверх, потом вниз — и вы заметите, что конечная точка линии изображения перемещается, именно по линии построения.

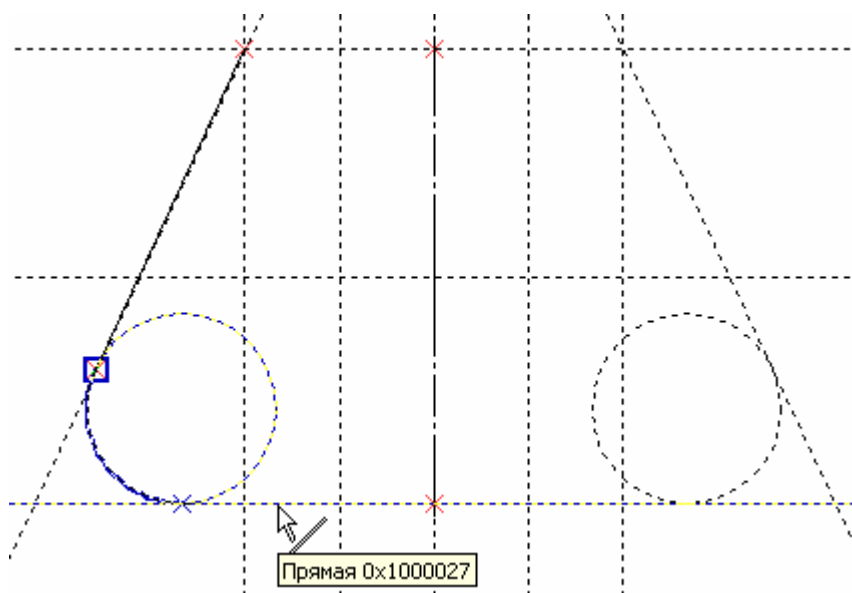





Следующий шаг –
 подведите курсор к
 окружности, щелкните .




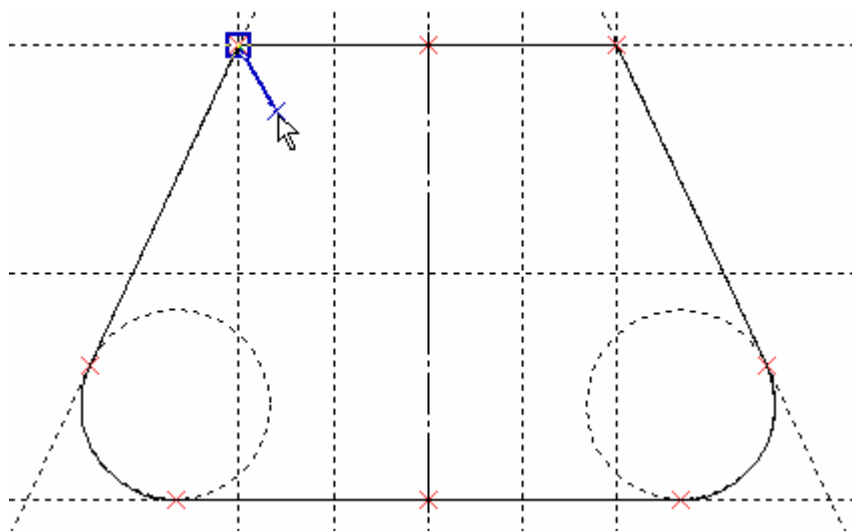
Линия изображения
 «привяжется» к
 окружности (конечная
 точка линии изображения
 будет перемещаться по
 окружности).

Далее, подведите
 курсор к нижней
 горизонтальной линии,
 щелкните . Линия
 изображения «привяжется»
 к горизонтальной линии
 построения. Подведите
 курсор ко второй
 окружности и щелкните .

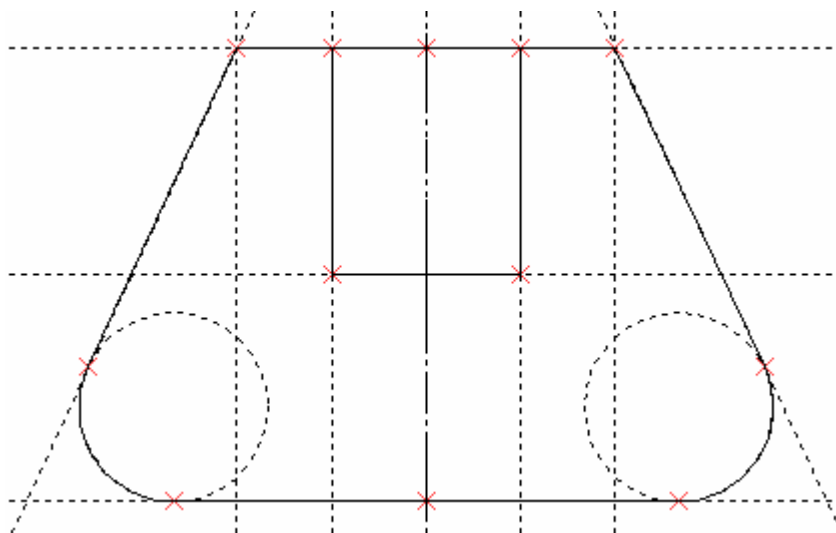


Выберите линию построения, проходящую под углом . Выберите горизонтальную
 базовую линию  (верхняя линия). Подведите курсор к верхнему левому узлу (с которого
 начинали наносить линии изображения), щелкните .

Когда контур
 замкнется – откажитесь от
 дальнейшего непрерывного
 нанесения линии
 изображения, щелкнув .





Обведите линиями
изображения контур
отверстия, как это показано
на рисунке.




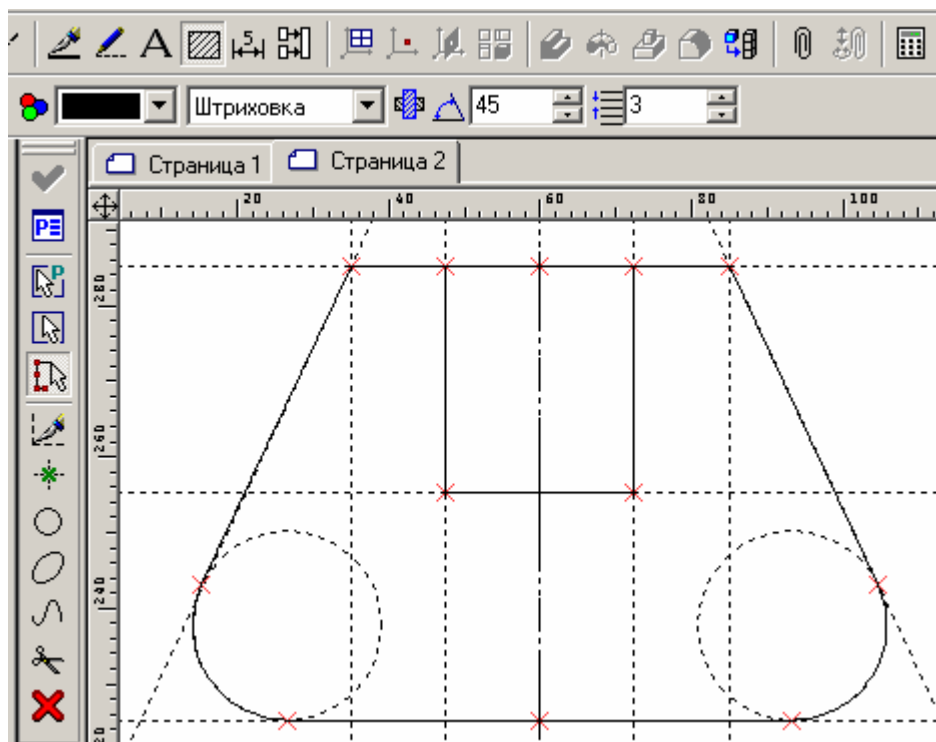
Штриховка.


Запустите команду **Чертеж\Штриховка** или нажмите .

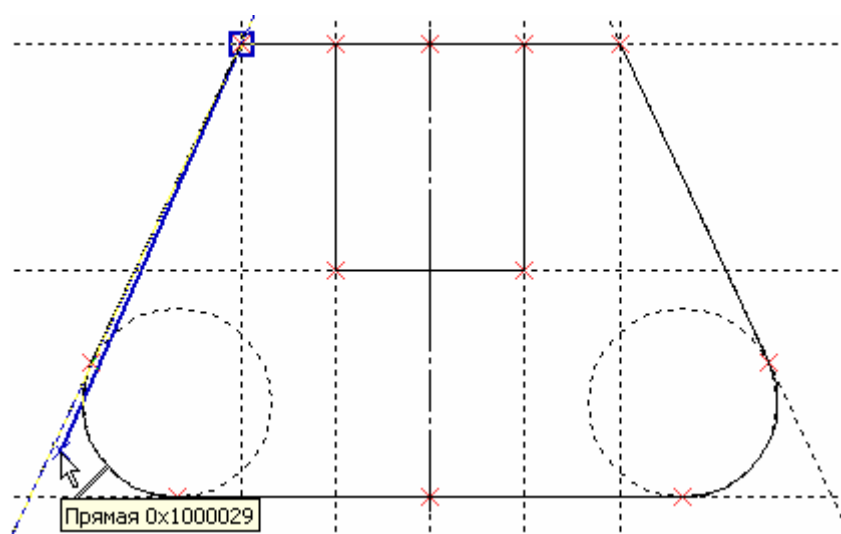
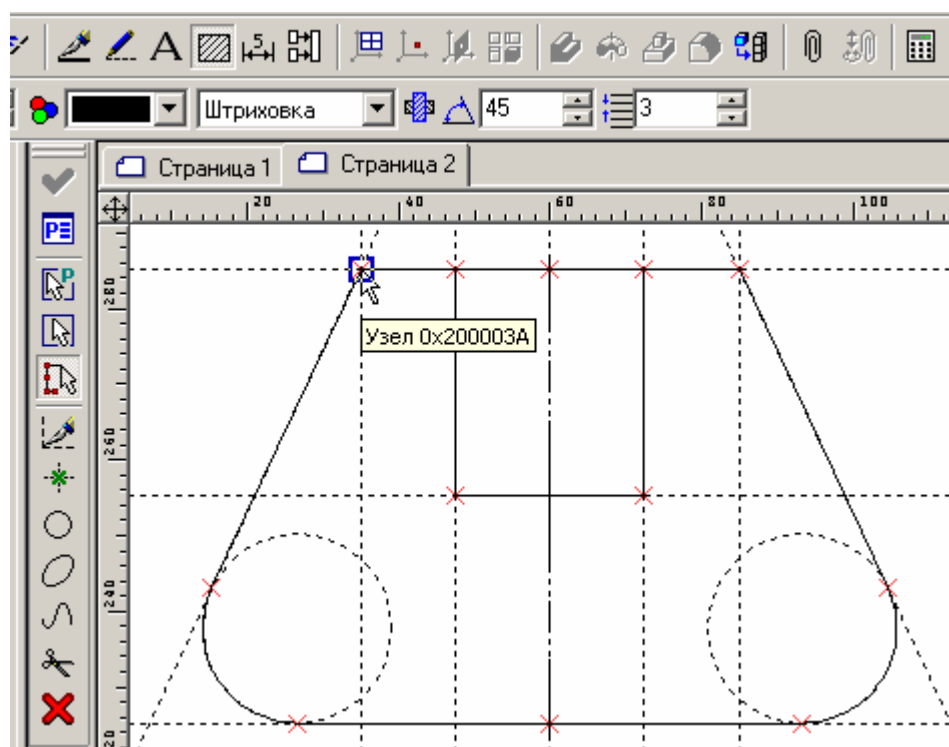
В T-Flex CAD существует два способа создания штриховки (см. в Автоменю):


 - «Режим ручного ввода контура» и  – «Режим автоматического поиска контура». Режим автоматического поиска контура более прост в обращении, но не так универсален как режим ручного ввода контура. Если вы работали в других CAD-системах, то вам, должны быть известны случаи, когда невозможно создать штриховку (обычно выдается сообщение, типа «Не найден замкнутый контур»). При ручном вводе таких ситуаций не возникает.

В данном пособии акцент сделан именно на режиме ручного ввода. В Автоменю, по умолчанию, нажата кнопка  («Режим ручного ввода контура»). В этом режиме штриховка наносится на каркас модели примерно также как и линии изображения.




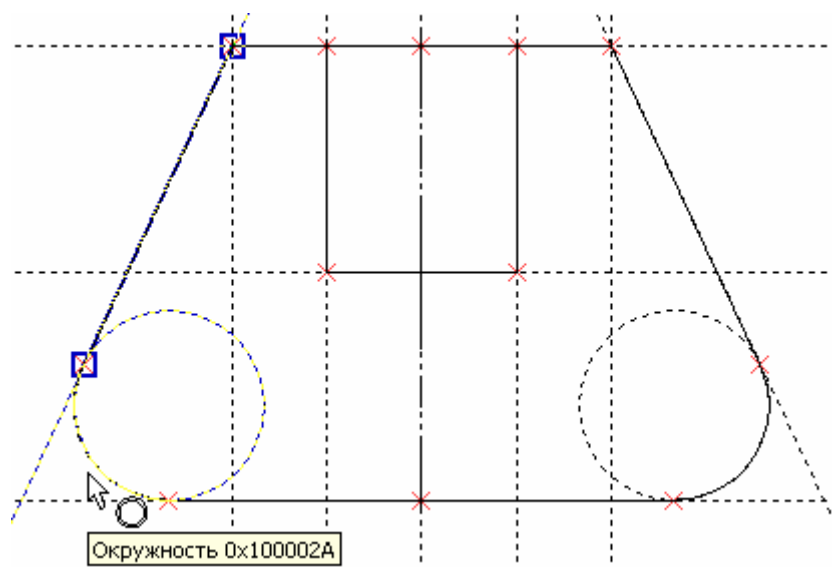
Итак, вы находитесь в команде создания штриховок в режиме ручного ввода контура. Выберите курсором верхний левый узел *, как это показано на рисунке.




Подведите курсор к свободному от линии изображения и узлов участку прямой (см. рисунок). Когда объектная привязка выдаст соответствующую подсказку выбора линии построения (см. рисунок), щелкните *.

Контур штриховки «привяжется» к линии построения. Попробуйте переместить курсор сначала вверх, потом вниз – и вы заметите, что конечная точка контура штриховки перемещается, именно по линии построения.

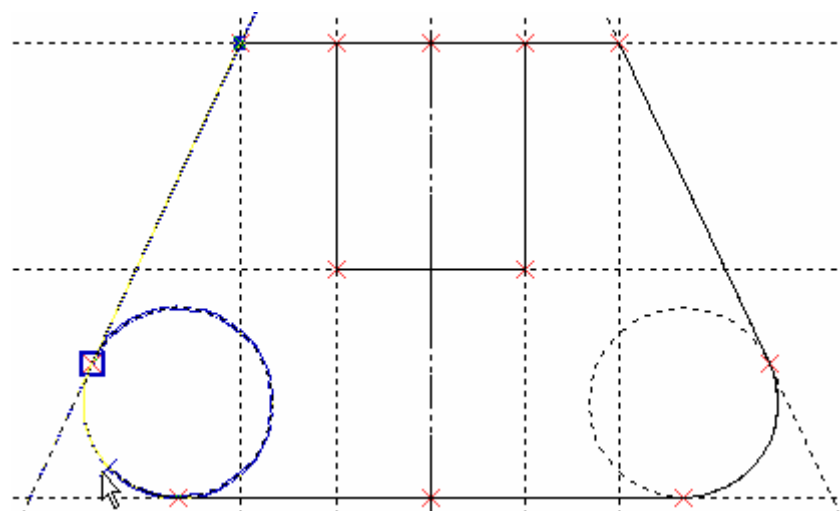
Следующий шаг –
подведите курсор к
окружности, щелкните .




Контур штриховки «привяжется» к окружности (конечная точка контура штриховки будет перемещаться по окружности).

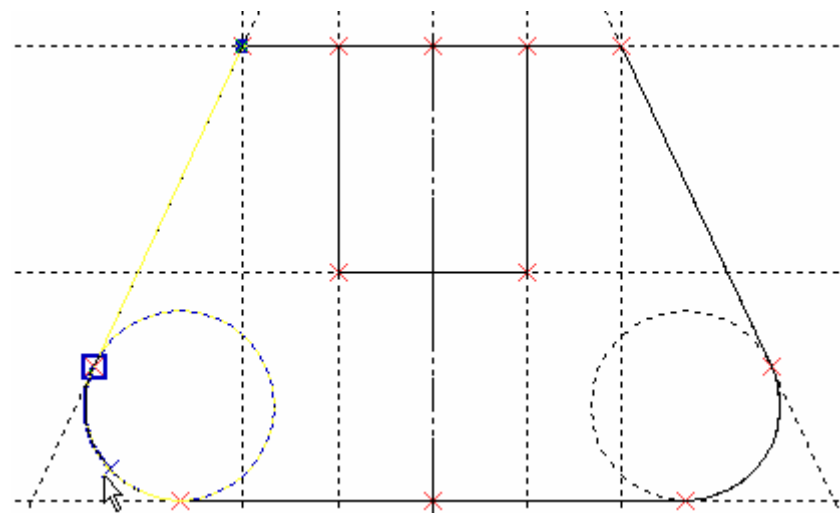
При обводке
окружностей, необходимо
выбирать направление дуги
при помощи кнопки  в
Автоменю или клавиши
<Tab> на клавиатуре.


Неправильно!



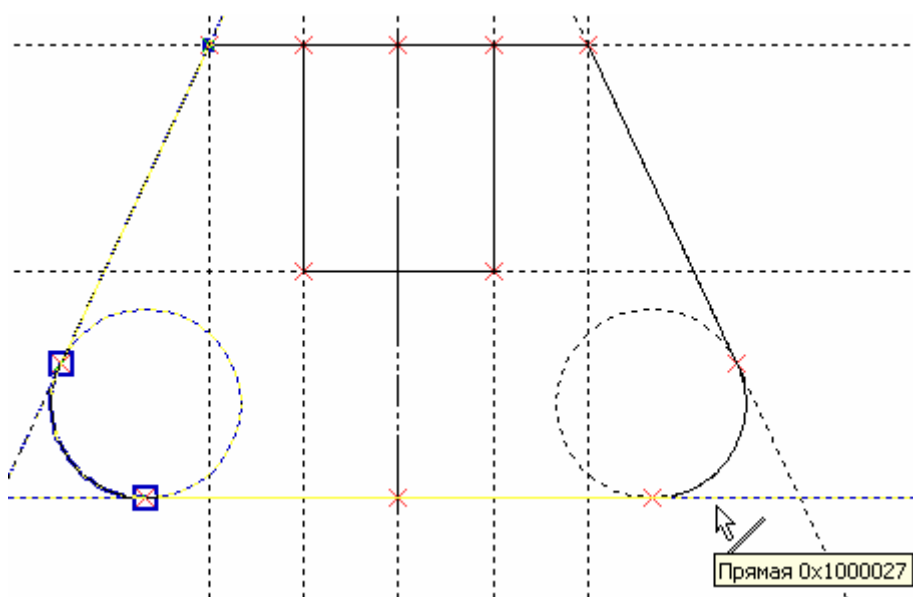
Обратите внимание, что на рисунке дуга контура расположена внутри фигуры.
Нажмите  или <Tab> и измените направление дуги.



Правильно!



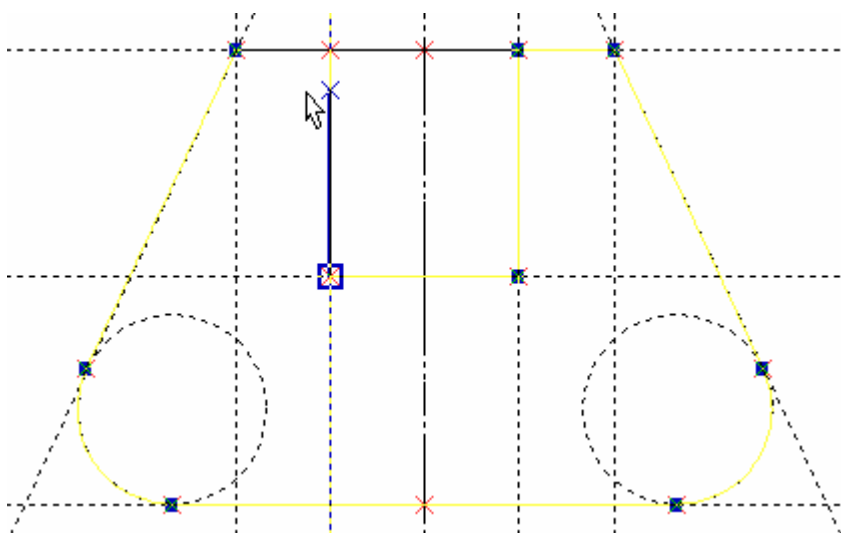
Подведите курсор, к свободному от линии изображения и узлов участку прямой (см. рисунок) и щелкните *.

Контур штриховки «привяжется» к горизонтальной линии построения.




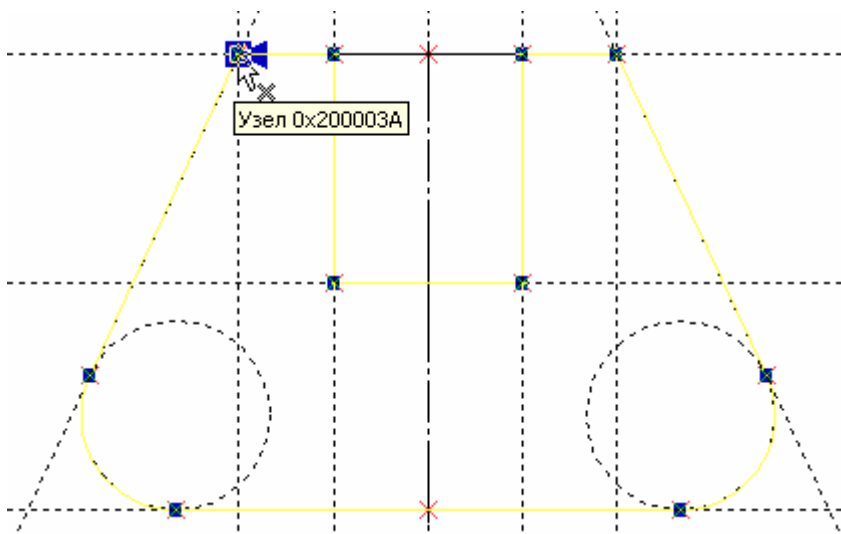
Подведите курсор к правой окружности и щелкните *. Не забудьте выбрать правильное направление дуги при помощи  или клавиши <Tab>.


Далее выберите наклонную прямую, горизонтальную прямую (она же базовая), обведите контур отверстия...



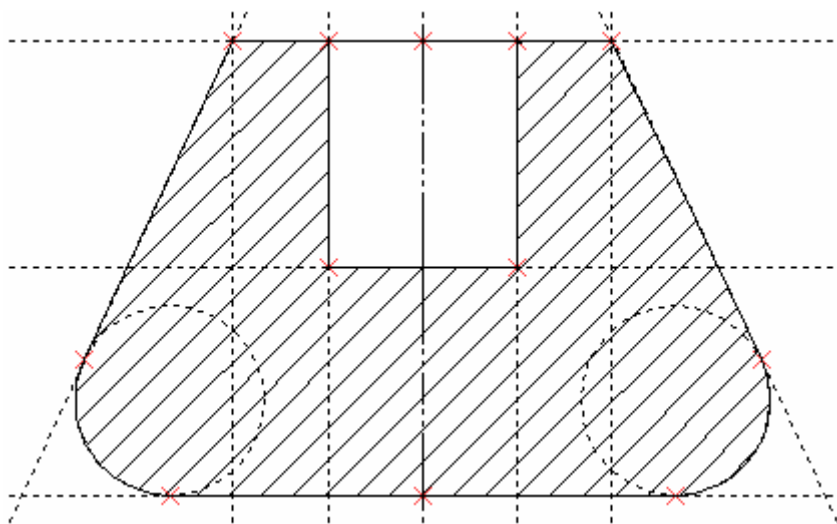
Замкните контур штриховки. Для этого выберите узел, с которого вы начинали обводить контур. Если контур замкнулся, вы увидите стрелку, показывающую направление обводки.

Если контур вы обвели, а стрелка не появилась, то в Автоменю нажмите кнопку  (замкнуть контур).





Последний шаг в создании штриховки – нажмите в Автоменю кнопку .

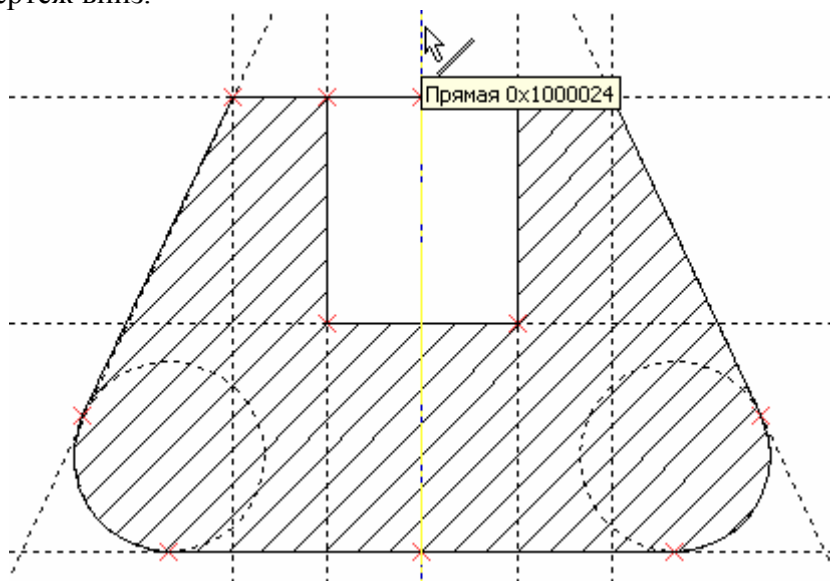
По редактированию штриховок см. справку. Находясь в режиме редактирования штриховки, нажмите «F1». Откроется справка по активной команде.




4.3 Модификация чертежа.

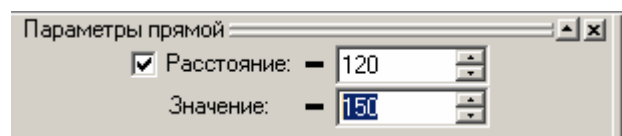
Редактирование.

Итак, вы построили первый чертеж. Теперь научитесь его изменять. Выберите вертикальную базовую линию  (именно короткий щелчок левой кнопкой!). Переместите чертеж, например, вправо и щелкните . Выберите верхнюю базовую линии и переместите чертеж вниз.



Теперь выберите левую наклонную прямую и измените у нее угол наклона (угол также изменится и у правой наклонной линии, т.к. она построена симметрично левой).

Вы можете модифицировать чертеж не только произвольно, но и задать конкретные численные значения. Измените положение нижней горизонтальной линии. Наведите на нее курсор, щелкните  и введите на клавиатуре «150» и нажмите <Enter>



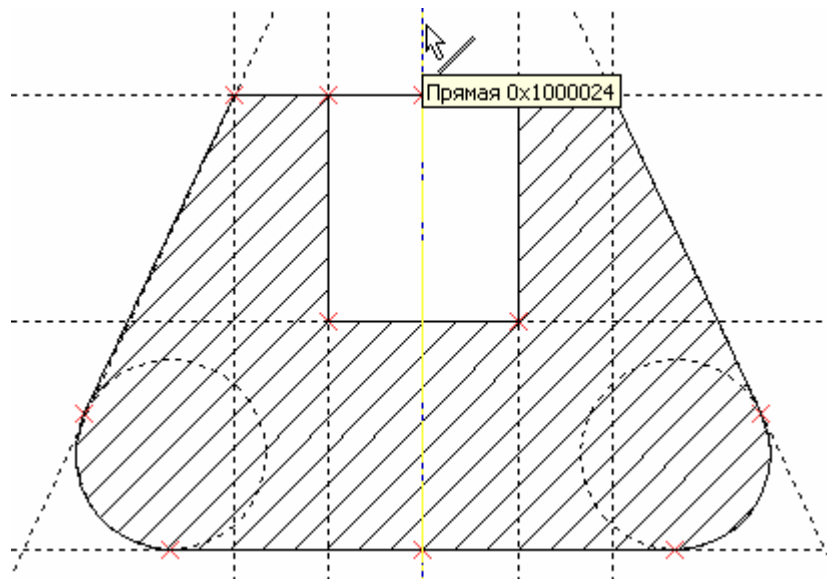
(в окне «Свойства», в левой части экрана, вы увидите текущее значение и окно с новым значением). Выполните аналогичные действия с другими линиями построения.



Используйте для удобства редактирования настройки селектора (см. п. 3.2).

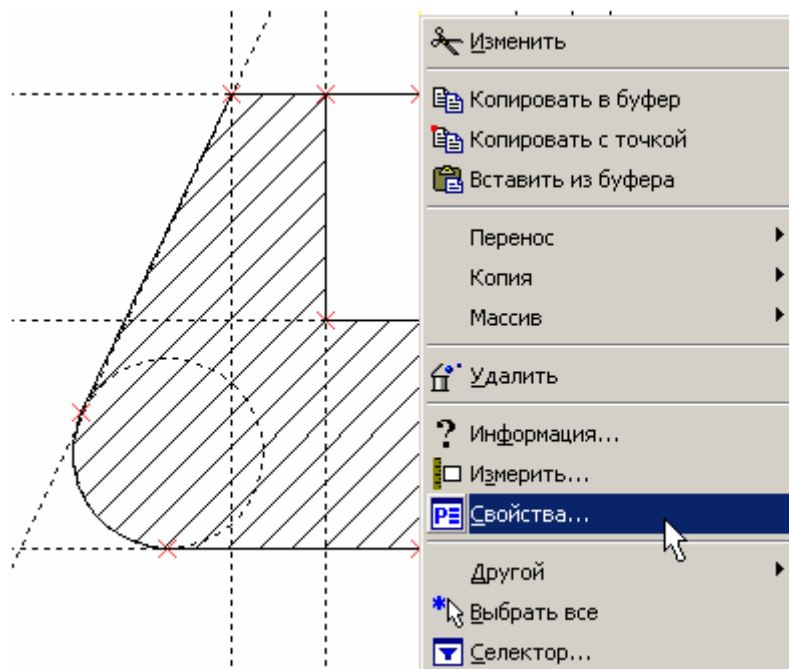
Настройка базовых линий.

Для придания наглядности и более удобной работы с чертежом базовые линии лучше выделить цветом, например красным и сделать их бесконечной длины.



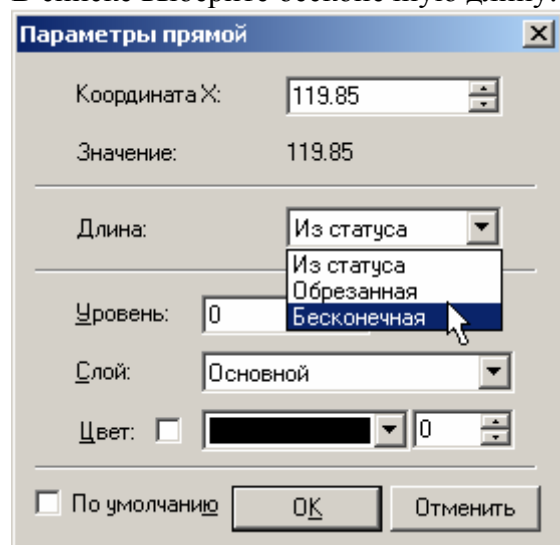
Подведите курсор к вертикальной базовой линии построения и щелкните .

В открывшемся контекстном меню выберите пункт Свойства....

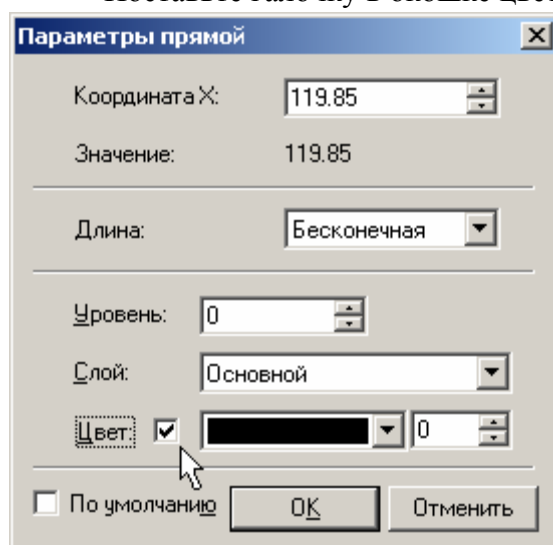


В появившемся окне «Параметры прямой» задайте следующие значения (см. рисунки):

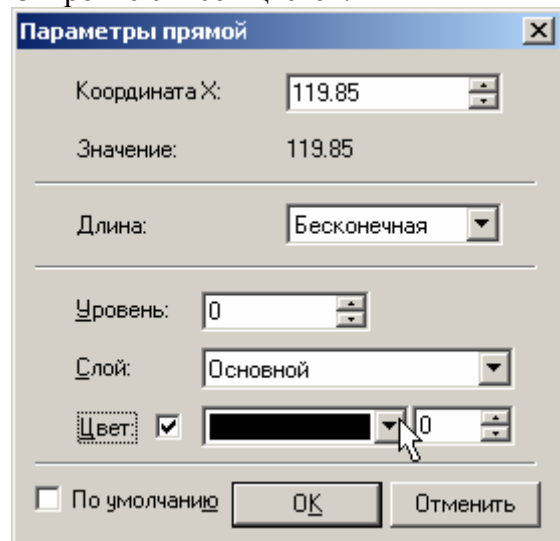
В списке выберите бесконечную длину.



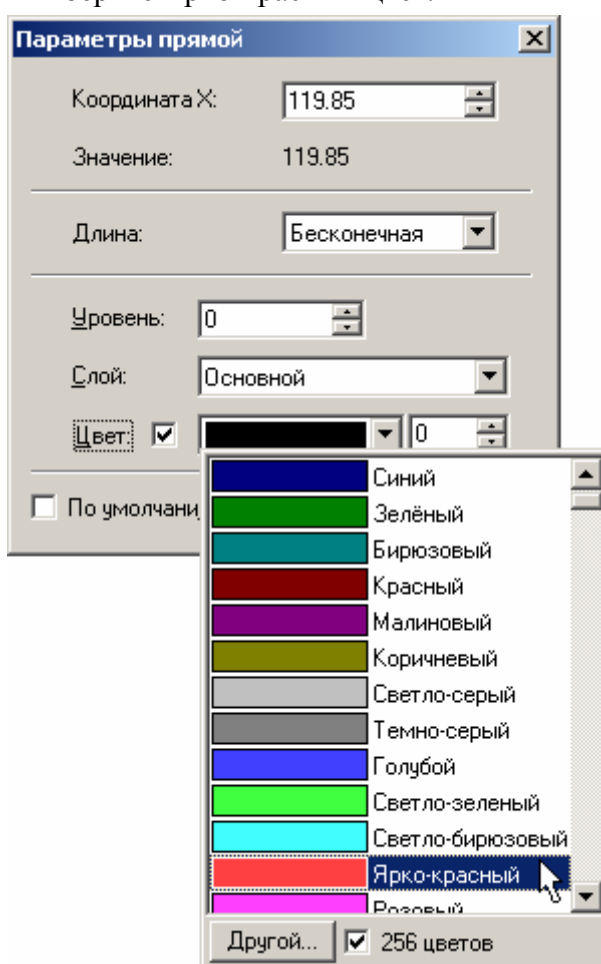
Поставьте галочку в окошке цвет.




Откройте список цветов.

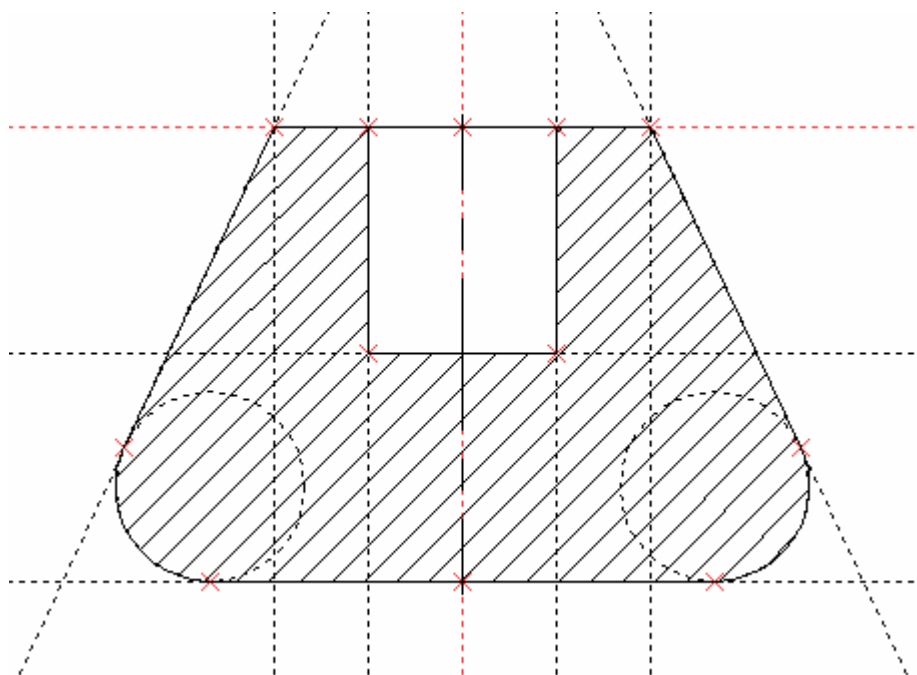



Выберите Ярко-красный цвет.






Нажмите кнопку . Аналогичные действия выполните и для горизонтальной базовой линии.

В итоге вы должны получить следующее (см. рисунок):



Как было отмечено выше, линии построения по умолчанию на печать не выводятся. Для того чтобы посмотреть, как будет выглядеть чертеж на бумаге, запустите команду **Вид\Погасить построения** или нажмите на пиктограмму  в правой части рабочего окна программы. Чтобы вновь увидеть элементы построения выполните эту команду повторно.



Не перепутайте, на панели инструментов, пиктограмму  с похожей на нее  (Погасить/показать элементы). Опцией  можно временно погасить любые элементы чертежа, а не только элементы построения (подробнее см. документацию или справку).

4.4 Прототипы документов T-FLEX CAD.

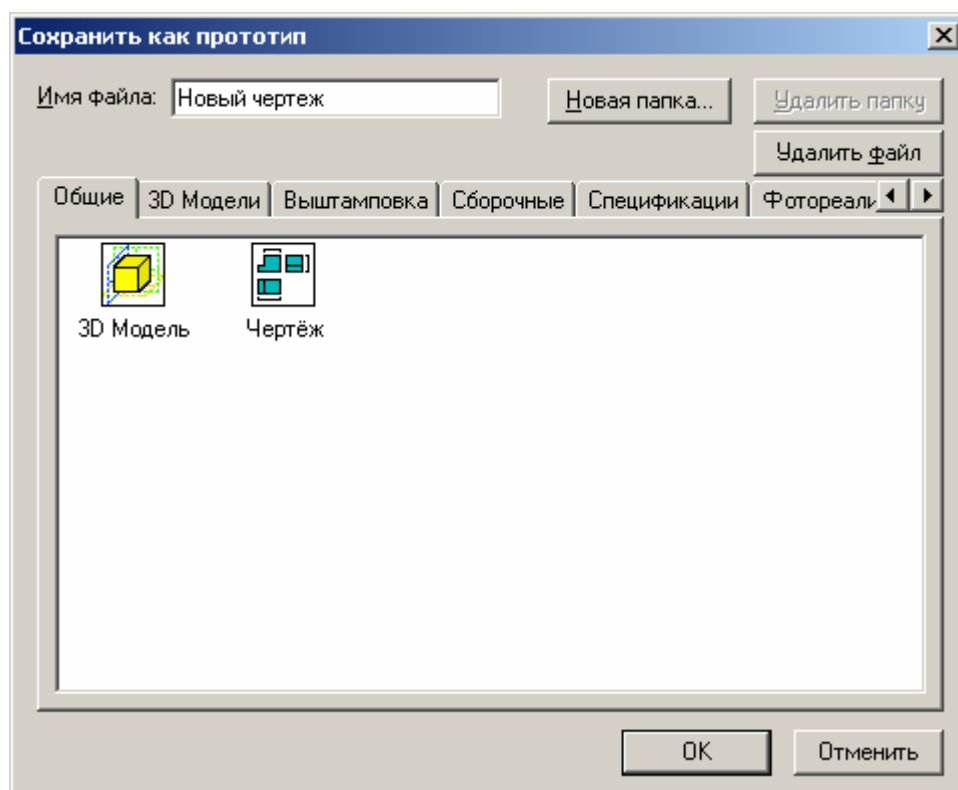
В T-Flex CAD новые документы создаются на основе заранее настроенных прототипов. Пользователь может подготовить собственные прототипы и создавать на их основе чертежи, спецификации, схемы и т.п. О том, как создать прототип, подробно описано в справке и документации к программе. В этой части пособия рассказано, как подключить уже настроенный прототип.

Откройте из папки **T-Flex CAD Начальный курс** и папки **Прототипы** файл **Новый Чертеж.grb**.




Запустите следующую команду: **Файл\Сохранить как прототип...**

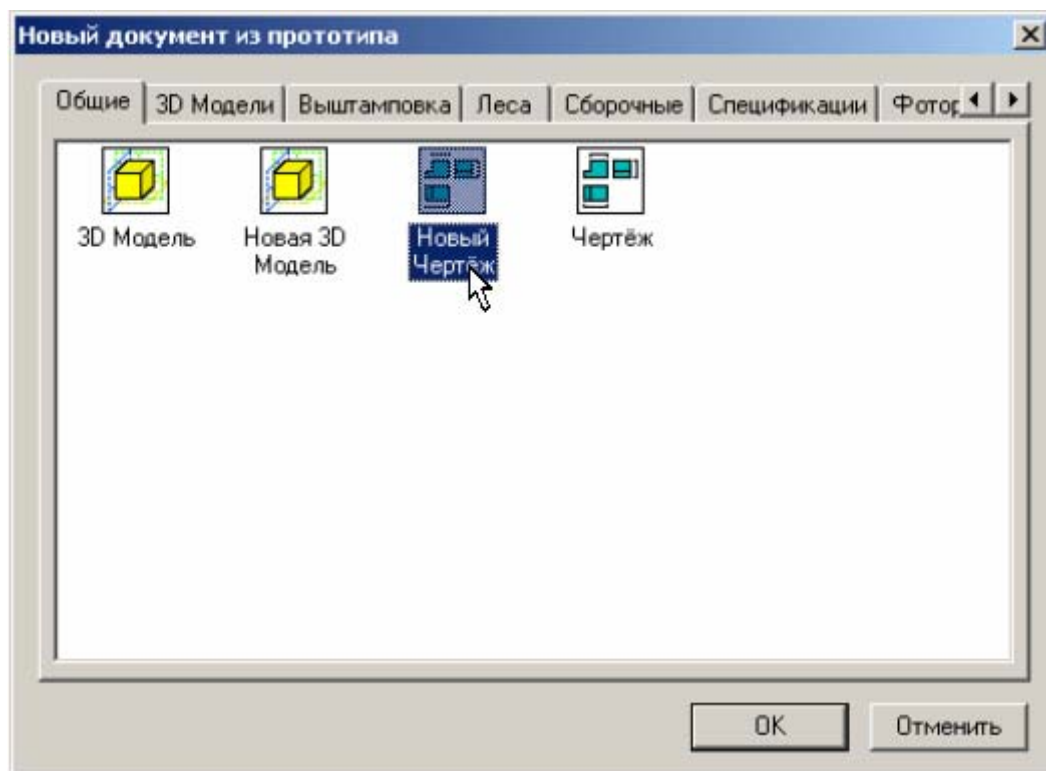
В открывшемся окне введите новое имя файла, например, **Новый чертеж**.

И нажмите кнопку .



Теперь из той же папки откройте файл **Новая 3D Модель.grb**. Сохраните этот файл как прототип под именем **Новая 3D Модель**.

Закройте оба файла. Теперь выполните следующее: **Файл\Новый из прототипа** или нажмите кнопку  на панели инструментов. В открывшемся окне вы увидите подключенные прототипы. Создайте новый документ на основе прототипа «Новый чертеж»: щелкните  по иконке «Новый чертеж» и нажмите кнопку .



В открывшемся файле вы увидите построенные базовые линии. Теперь вам не придется выполнять действия по их созданию и настройке, а можно сразу приступить к проектированию. Помимо базовых линий, файл содержит настройки, которых нет в прототипе по умолчанию. Настройки нового прототипа выработаны в течение нескольких лет работы с системой и сделают ваши чертежи более наглядными, а работу более удобной.

В процессе работы с пособием вам будет предложено создавать новые документы именно на основе тех прототипов, которые вы сейчас подключили.

4.5 Переменные.

Система T-Flex CAD, в отличие от большинства CAD-систем, изначально создавалась как параметрическая и на любой параметр чертежа или 3D модели T-Flex CAD можно назначить уникальную переменную. Классический принцип создания чертежей и 3D моделей (в дальнейшем чертеж и 3D модель – просто модель) основан на описании параметров модели при помощи переменных. Т.е. при необходимости редактирования модели, пользователь изменяет значение переменных, а не непосредственно геометрию самой модели. Иными словами, управление геометрией модели осуществляется при помощи переменных. Более того, очень часто появляется необходимость управлять теми переменными, которые, в свою очередь, управляют геометрией модели.

Возьмем, к примеру, сборочный чертеж пневмоцилиндра. Наружный диаметр цилиндра зависит от толщины стенки и внутреннего диаметра. Внутренний диаметр цилиндра зависит от диаметра поршня штока. Диаметр поршня зависит, в свою очередь, от передаваемого штоком усилия, а диаметр самого штока от его гибкости. Вы, к примеру, оформили сборочный чертеж и детализовку. Но, как это часто бывает на этапе согласования, вам необходимо внести изменения в расчет, т.к. усилие, передаваемое штоком, оказалось, по каким-либо причинам, недостаточным. Что делает конструктор? Редактирует расчет, изменяет диаметры штока и поршня, внутренний и наружный диаметры цилиндра и, возможно, расстояние между креплениями цилиндра. В большинстве CAD-систем эта задача легко или сложно, но решается, т.к. многие современные системы среднего и верхнего уровня используют механизм проектирования, т.н. «в контексте сборки».



Смысл проектирования «в контексте сборки» заключается в использовании геометрии одной детали для создания смежной, т.е. жесткой геометрической взаимосвязи между деталями. Например, диаметр поршня построен на геометрии внутреннего диаметра цилиндра. Диаметр штока зависит от диаметра отверстия в поршне и т.д. При изменении внутреннего диаметра цилиндра, в конечном итоге изменяется и диаметр поршня.

Все взаимосвязано и в данном примере относительно легко перестраивается. Но, такой подход удобен не для всех конструкций. Если по какой-либо причине приходится изменять состав изделия, могут возникнуть проблемы, ведь детали геометрически взаимосвязаны! Удалив одну деталь, вы удалите геометрически связанные с ней детали. Можно, конечно сказать, что такой вариант развития событий необходимо предусмотреть вначале проектирования. А как быть с конструкторской мыслью, которая постоянно в движении?

Вот здесь и проявляется преимущество использования переменных при создании, как сборочных чертежей, так и детальных. Связь отдельных деталей сборочного чертежа посредством переменных, гарантирует сохранность сборки после удаления из нее одной или нескольких деталей, поскольку детали не имеют между собой геометрических связей, а связаны значениями переменных. **Вот вам первое преимущество использования переменных.**

Второе преимущество. В редакторе переменных (см. ниже) вы можете произвести расчет и использовать выходные значения переменных в параметрах деталей. Например, рассчитанный в редакторе переменных минимальный диаметр поршня вы подставляете непосредственно в геометрию детали. Зная внутренний диаметр цилиндра, диаметр уплотнительного кольца или манжеты вы «подогоняете» диаметры поршня и канавки под необходимое значение. Для этого вы можете использовать простые математические зависимости и выборку из баз данных, например данные СТП по сортаменту на трубы,

уплотнительные кольца или манжеты. Такой подход очень удобен для уникальных изделий. Изменяя значения переменных, вы легко модифицируете сборку.

Третье преимущество. Проектирование с использованием переменных, позволяет конструктору создавать на основе созданных во время проектирования параметрических чертежей и моделей свою собственную библиотеку параметрических элементов. Эти элементы (или фрагменты) можно использовать в дальнейшем при проектировании других сборок. При этом параметрические фрагменты легко изменяются. Далее уже из новых сборок можно выгружать детальные чертежи и модели с текущими значениями переменных, получая новую документацию.

И четвертое преимущество – создание собственных САПР на изделия (типового ряда) без необходимости применения языков программирования, используя внутренние механизмы T-Flex CAD. Как известно программисты – как иностранцы. Если не владеешь их языком (терминологией) то, поставить им задачу на создание САПР очень затруднительно. Система T-Flex CAD позволяет конструктору создавать собственные САПР уже после нескольких недель с момента начала освоения системы.

Разумеется, и в T-Flex CAD вы можете использовать режим проектирования «в контексте сборки». Этот режим удобен для проектирования простых сборок, когда конструкция известна и не будет меняться ее состав. Детали, спроектированные «в контексте сборки» не могут модифицироваться не «в контексте сборки», т.к. жестко с ней связаны и поэтому нет смысла создавать библиотеку на их основе.

В данном пособии акцент сделан на проектировании с использованием переменных.

Редактор переменных.

Редактор переменных – мощный математический инструмент, позволяющий конструктору производить различные расчеты, управлять внутренними и внешними базами данных, создавать условия для выборки из баз данных, писать функции, управлять геометрией и составом сборочных чертежей, модифицировать (включая различные исполнения) детальные чертежи. Редактор переменных – «центр управления документом T-Flex CAD». В других CAD-системах подобную задачу пытаются решить подключением Excel как OLE-объекта, что обычно утяжеляет работу программы.

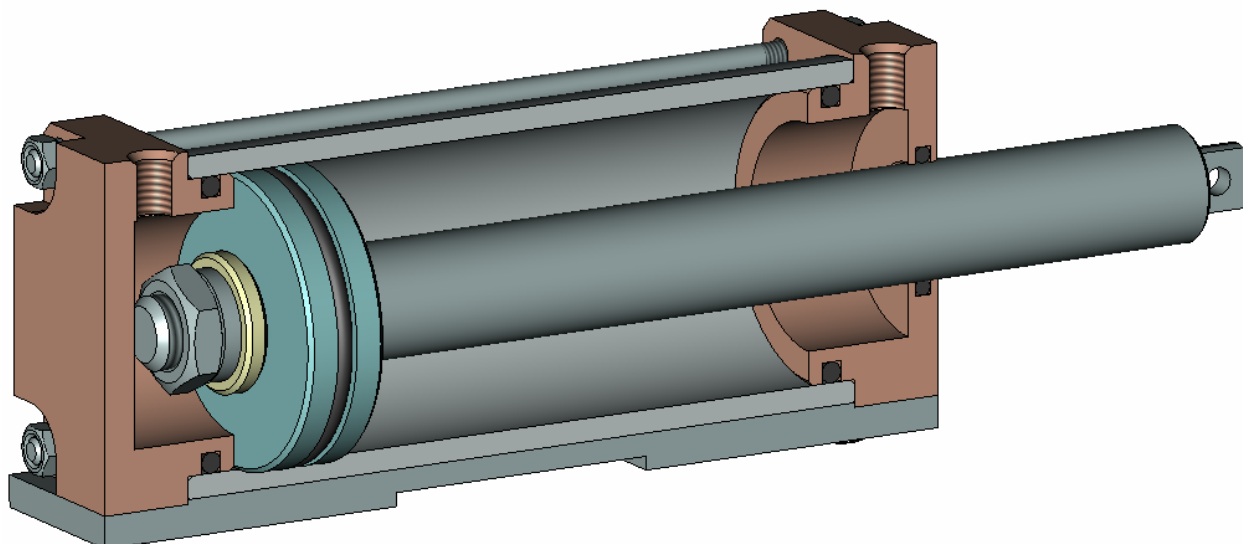
Работая с T-Flex CAD, вы также можете производить необходимые расчеты в Excel или же других расчетных программах, затем результаты передавать в T-Flex CAD (см. документацию). Но для небольших расчетов и переменных данных документа удобнее пользоваться внутренним редактором.

	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
1	F	200	200	Требуемое усилие на штоке, кгс
2	P	6.3	6.3	Давление воздуха, кгс/см ²
3	A	F/P	31.746032	Номинальная площадь поршня, см ²
4	D	SQRT(4*A/Pi)	6.357696	Номинальный диаметр поршня, см
5	d	ROUND(D*10, 0.1)	63.6	Номинальный диаметр поршня в мм с точностью 0.1 мм
6	dp	INT(d)	64	Округленное, до целого, значение диаметра поршня, мм
7	l	0	0	Положение поршня
8	l1	120	120	Максимальный ход поршня
9	lc	l1+40	160	Длина цилиндра
10	zc	F<=100 ? 3.5 : (F<=200 ? 5 : 7)	5	Толщина стенки цилиндра


Сообщение: _____



Стр: 1 Поз: 1

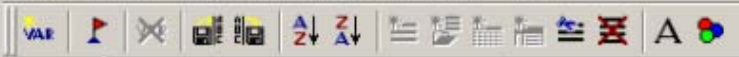
Откройте из папки “Пневмоцилиндр-сборка” файл **Пневмоцилиндр СБ.grb**.



В открывшемся файле вы обнаружите 3D модель пневмоцилиндра.

Теперь откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов. В открывшемся окне редактора вы увидите небольшой расчет диаметра поршня пневмоцилиндра « d_p » в зависимости от давления воздуха и необходимого усилия на штоке.

Обратите внимание на наличие списков значений в поле «Выражение» у переменных « F » и « P ». Выберите для переменной « F » из списка значение «300». Для этого нажмите кнопку  в поле «Выражение», выберите курсором  цифру «300» (см. рисунок).

Редактор переменных				
Файл Правка Переменная Список Вставить Вид ?				
				
	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
1	<input checked="" type="checkbox"/>	F	200	Требуемое усилие на штоке, кгс
2	<input checked="" type="checkbox"/>	P	200	Давление воздуха, кгс/см ²
3	<input type="checkbox"/>	A	300	Номинальная площадь поршня, см ²
4	<input type="checkbox"/>	D	$\sqrt{4 \cdot A / \pi}$	Номинальный диаметр поршня, см
5	<input type="checkbox"/>	d	$\text{ROUND}(D \cdot 10, 0.1)$	Номинальный диаметр поршня в мм с точностью 0.1 мм
6	<input type="checkbox"/>	d_p	$\text{INT}(d)$	Округленное, до целого, значение диаметра поршня, мм
7	<input type="checkbox"/>	l	0	Положение поршня
8	<input checked="" type="checkbox"/>	l1	120	Максимальный ход поршня
9	<input type="checkbox"/>	lc	$l1 + 40$	Длина цилиндра
10	<input type="checkbox"/>	sc	$F \leq 100 ? 3.5 : (F \leq 200 ? 5 : 7)$	Толщина стенки цилиндра

Сообщение:

Стр: 1 Поз: 1

Значения переменных будут пересчитаны в связи с новым значением требуемого усилия на штоке.

Редактор переменных

Файл Правка Переменная Список Вставить Вид ?


VAR

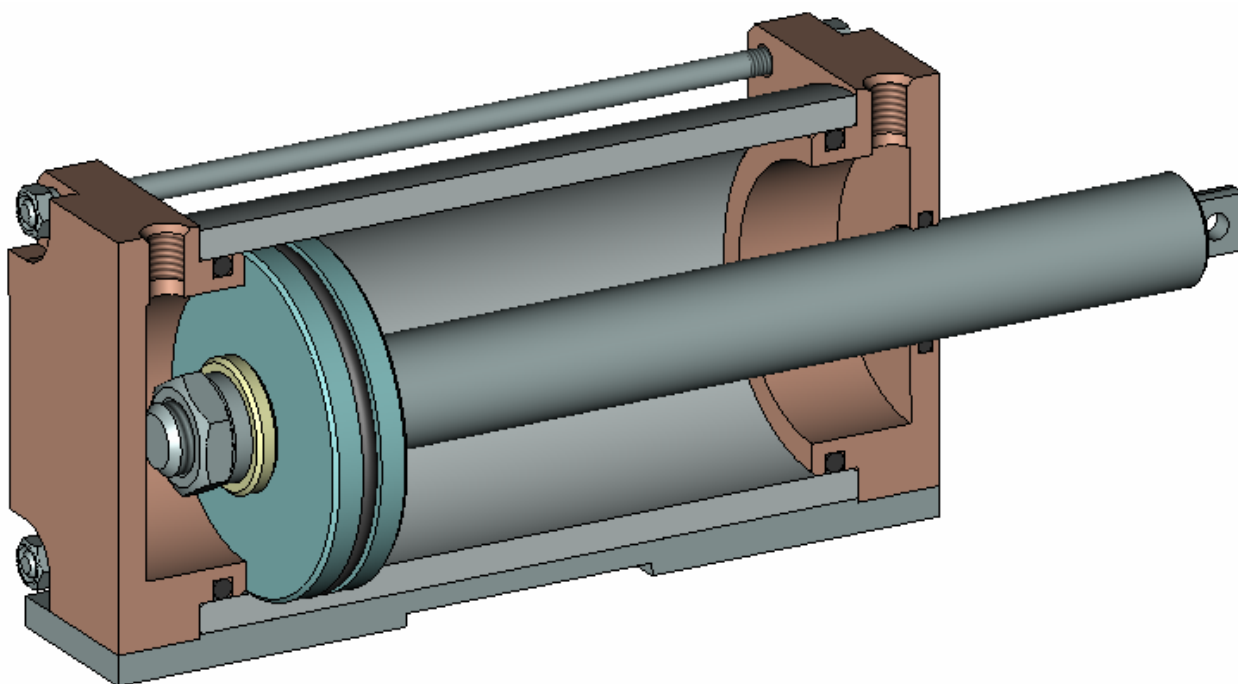
	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
1	<input checked="" type="checkbox"/>	F	300	Требуемое усилие на штоке, кгс
2	<input checked="" type="checkbox"/>	P	6.3	Давление воздуха, кгс/см ²
3	<input type="checkbox"/>	A	F/P	Номинальная площадь поршня, см ²
4	<input type="checkbox"/>	D	SQRT(4*A/Pi)	Номинальный диаметр поршня, см
5	<input type="checkbox"/>	d	ROUND(D*10, 0.1)	Номинальный диаметр поршня в мм с точностью 0.1 мм
6	<input type="checkbox"/>	dp	INT(d)	Округленное, до целого, значение диаметра поршня, мм
7	<input type="checkbox"/>	l	0	Положение поршня
8	<input checked="" type="checkbox"/>	l1	120	Максимальный ход поршня
9	<input type="checkbox"/>	lc	l1+40	Длина цилиндра
10	<input type="checkbox"/>	sc	F<=100 ? 3.5 : (F<=200 ? 5 : 7)	Толщина стенки цилиндра





Сообщение:

OK Отменить

Стр: 1 Поз: 1

Теперь закройте редактор, нажав на кнопку **OK**. Затем обновите модель - **Сервис\Обновить** или нажмите . Модель перестроится согласно новым значениям переменных в редакторе.






Теперь измените значение переменной «P» (давление). Откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов. Выберите для переменной «P» из списка значение «4». Для этого нажмите кнопку  в поле «Выражение», выберите курсором  цифру «4». Закройте редактор, нажав на кнопку **OK**. Затем обновите модель - **Сервис\Обновить** или нажмите .

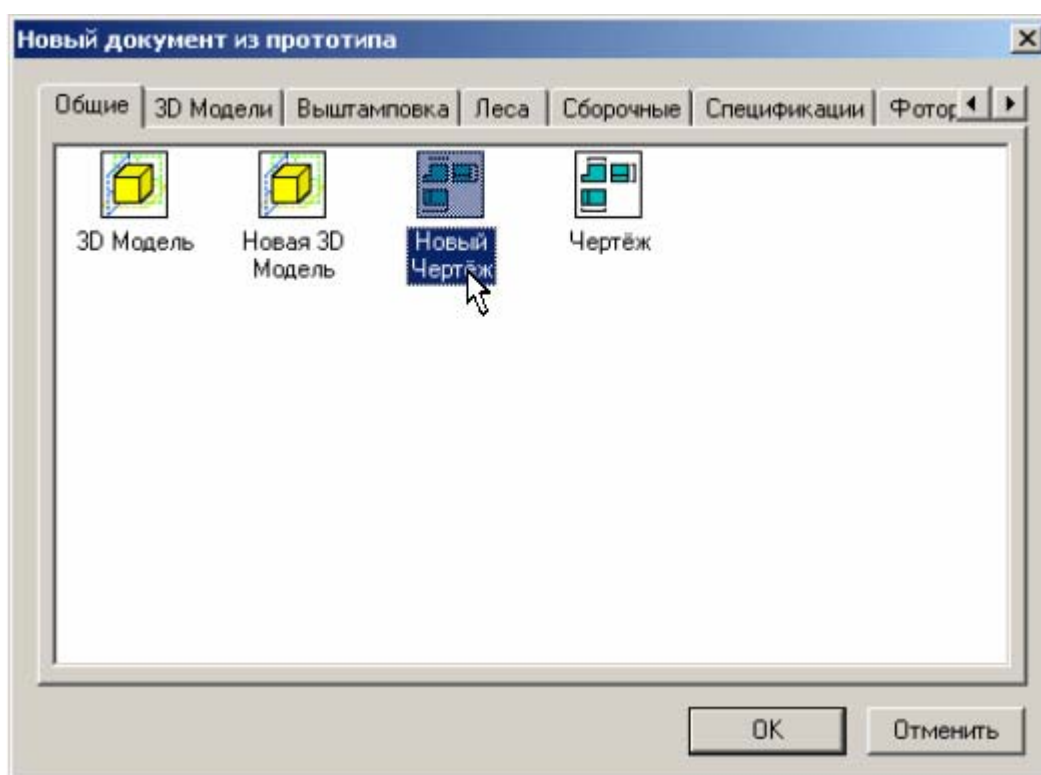
Вы получите новую модификацию пневмоцилиндра. С помощью переменной «l», вы можете изменить положение поршня, а, изменив значение переменной «l1» – измените ход последнего.

Данный пример наглядно демонстрирует удобство проектирования, при использовании переменных. В следующих главах будет рассказано о создании и оформлении чертежа.

4.6 Параметрический чертеж.

Создание файла.

Создайте новый документ, на основе созданного в пункте 4.4 прототипа. Для этого выполните следующие действия: **Файл\Новый из прототипа** или нажмите кнопку  на панели инструментов. В открывшемся окне вы увидите созданные прототипы. Создайте новый документ на основе прототипа «Новый чертеж»: щелкните  по иконке «Новый чертеж» и нажмите кнопку .




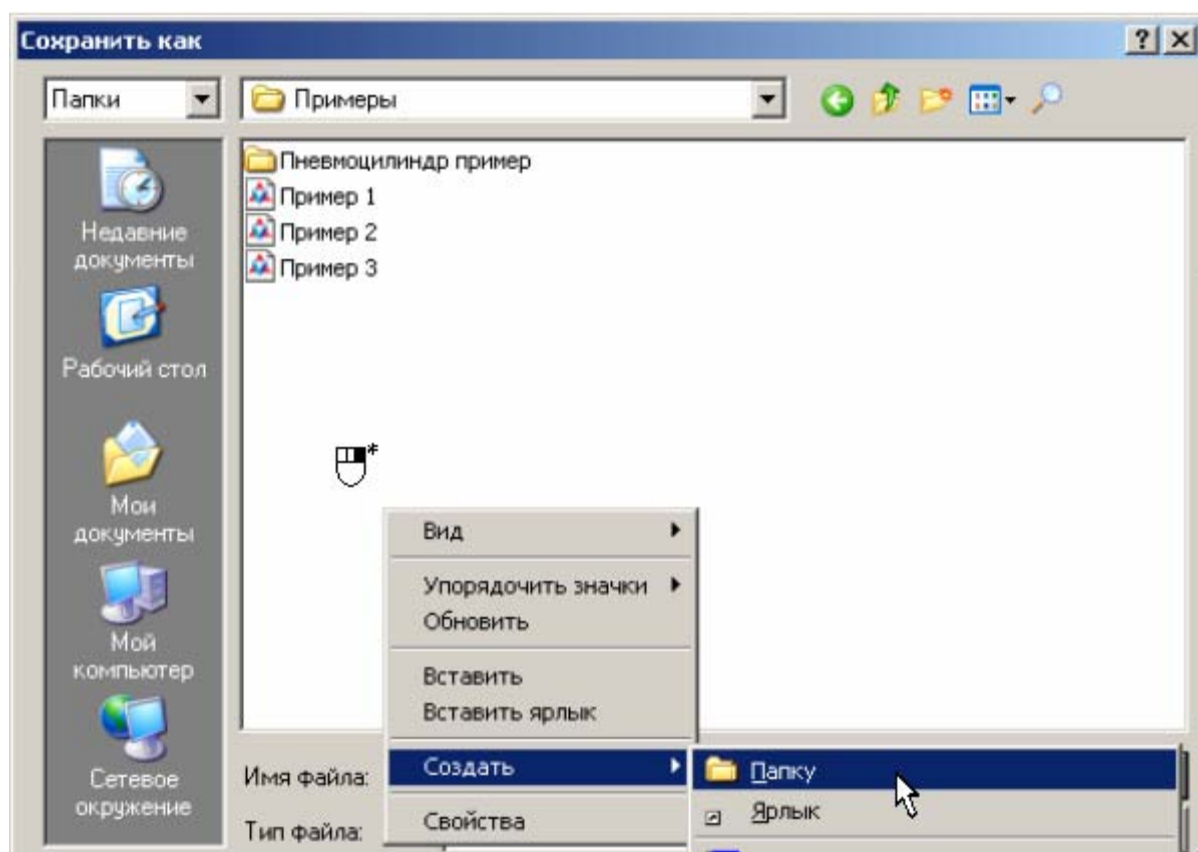
Будет создан новый документ с предлагаемым именем «Без имени 1». В открывшемся файле, вы увидите выделенные красным цветом базовые линии построения.


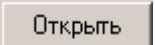
Сохранение файла.



Выработайте у себя привычку сохранять файл сразу же после его создания, а также каждые 10 - 15 минут работы. В системе предусмотрена возможность включения режима «Автоматическое сохранение» и установка таймера: **Настройка\Установки\Сохранение**. Но лучше делать это осознанно. С приобретением опыта работы вы оцените этот совет.

Для сохранения файла выполните следующие действия: **Файл\Сохранить** или нажмите  на панели инструментов. Откроется окно «Сохранить как».

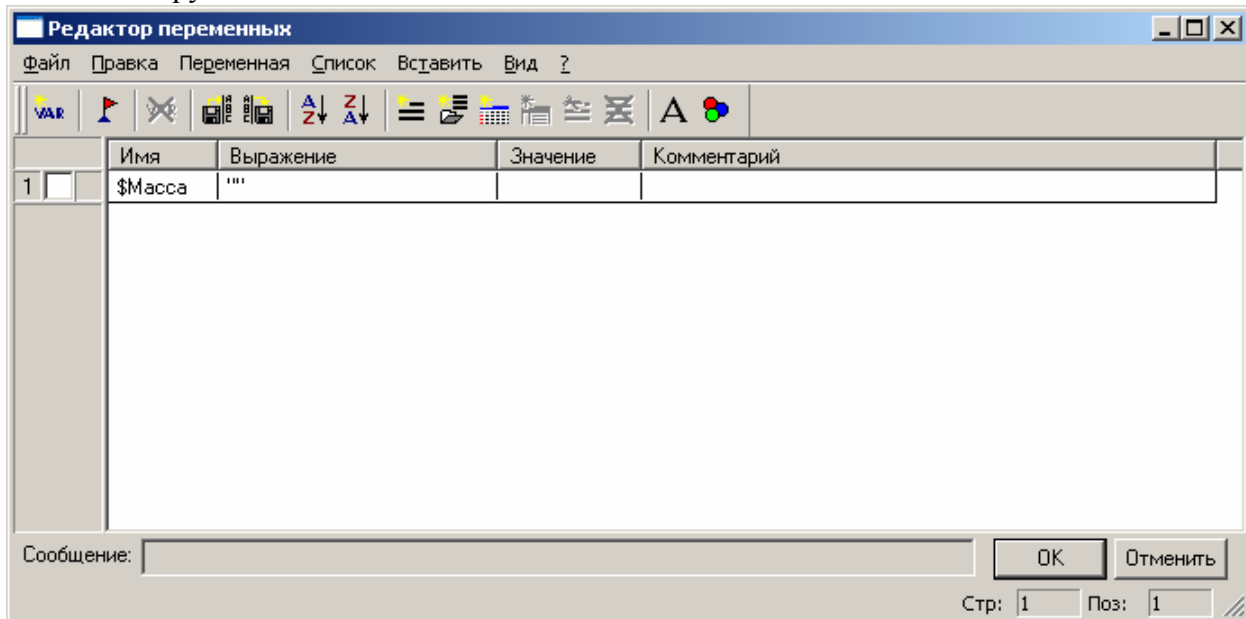


Выберите нужную директорию и создайте папку «Пневмоцилиндр». Для этого щелкните  на свободном месте и выберите в появившемся контекстном меню «Создать» > «Папку». Вместо предложенного «Новая папка» впишите «Пневмоцилиндр». Нажмите кнопку . Далее, вместо предложенного имени файла «Без имени 1.grb», введите «Цилиндр».

Чертеж цилиндра. Вещественные переменные.

Условимся в дальнейшем, под термином «Параметрический», понимать чертеж, геометрия которого описана при помощи переменных. Переменные можно создавать в любой период: перед созданием чертежа, во время создания чертежа и после завершения черчения, подставляя переменные вместо заданных значений параметров элементов построения. Если какие-либо параметры модели известны, то их можно сразу ввести в редактор переменных, а затем во время создания чертежа подставить переменные вместо, запрашиваемых системой значений.


Откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов.




В T-Flex Cad можно создавать два типа переменных: вещественные и текстовые. Текстовые переменные начинаются со знака доллара (\$), вещественные - с буквы. В открывшемся окне редактора, вы увидите текстовую переменную «\$Масса». В имени переменной можно использовать как русские, так и латинские буквы

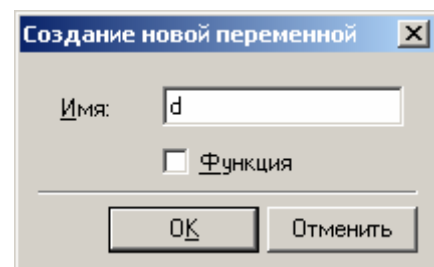


Имена вещественных переменных предпочтительно создавать на основе латинских букв. С одной стороны это привычнее, т.к. все учились в школе (l - длина, b – ширина, h – высота и т.д.), с другой соответствует положениям ЕСКД.

Создайте новую переменную в редакторе переменных: **Переменная\Новая** или нажмите  на панели инструментов редактора.

Откроется окно (см. рис.). В поле «Имя» введите « d » и нажмите кнопку . В редакторе будет создана новая переменная с именем « d ».

После создания переменной курсор находится в поле «Выражение» и в режиме ожидания ввода значения переменной. Введите значение «64».



Если вместо ввода значения переменной, вы попытаетесь выполнить какие-нибудь иные действия - система выдаст сообщение об ошибке.

Теперь переведите курсор в поле «Комментарий» и наберите “Диаметр внутренний”.



Заполнение поля «Комментарий» не является обязательным действием, однако рекомендуется все же заполнять его. К примеру, вы создали какую-либо модель или параметрический чертеж, используя десяток и более переменных. Через некоторое время вы решили отредактировать свою работу. Если комментарии написаны, вы легко вспомните, за что отвечает каждая переменная. Также комментарии помогут разобраться в вашей модели другому пользователю.

	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
1	d ?	64	64	Диаметр внутренний
2	\$Масса	""		




Если слева от поля «Имя» стоит знак «?» - это означает, что данная переменная не используется ни в построениях, ни других выражениях.


Теперь по аналогии создайте переменную с именем «l». Присвойте созданной переменной значение «160» и напишите в поле «Комментарий» «Длина». Создайте еще одну переменную «s» со значением «3.5» и подпишите – «Толщина стенки».

	Имя	Выражение	Значение	Комментарий
1	s ?	3.5	3.5	Толщина стенки
2	l ?	160	160	Длина
3	d ?	64	64	Диаметр внутренний
4	\$Масса	""		

Закройте редактор переменных с сохранением изменений – кнопка .


Сохраните файл - .

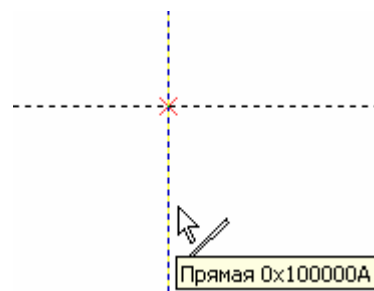
Итак, в окне текущего чертежа, расположены выделенные красным цветом базовые линии построения. Как было рассказано выше, для создания параметрического чертежа или модели необходимо построить каркас из элементов построения. В качестве значений параметров прямых будем использовать созданные переменные из редактора. Вначале построим отрезок равный длине цилиндра, затем построим внутренний диаметр цилиндра, а наружный диаметр получим созданием стенки цилиндра.


 Желательно, чтобы базовые линии совпадали с конструкторской или технологической базой. Например, у тел вращения базой является осевая линия. Поэтому удобнее откладывать радиус от осевой, а затем вторую часть достраивать как симметрию первой.

Выполните следующие действия: **Построения\Прямая** или нажмите  на панели инструментов.

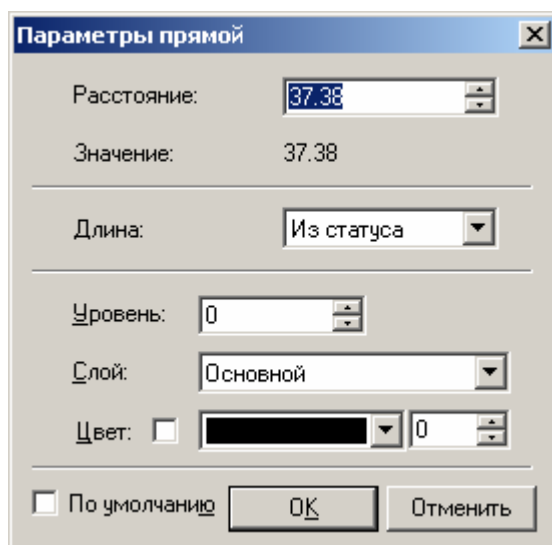
Подведите курсор к вертикальной линии построения.

Щелкните  и отведите курсор влево (рядом с курсором будет двигаться изображение вертикальной прямой). Теперь нажмите на клавиатуре клавишу с латинской буквой «P» (Параметр).






 Причем, не важно какая языковая раскладка клавиатуры в данный момент, русская или английская.

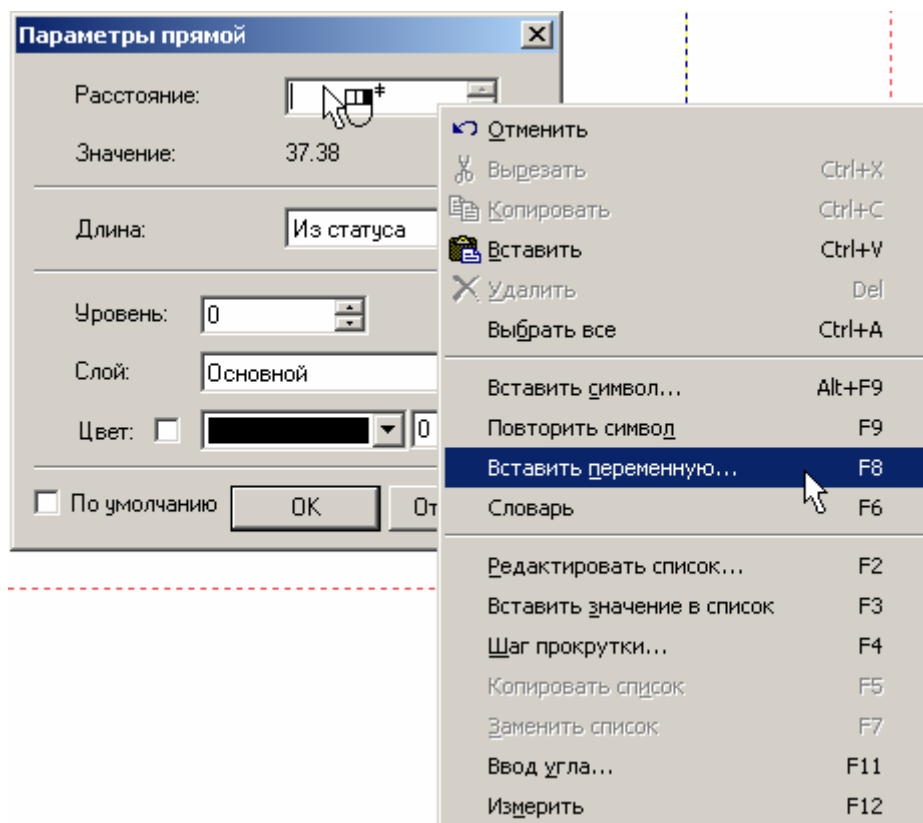
После нажатия клавиши «P» откроется окно «Параметры прямой».



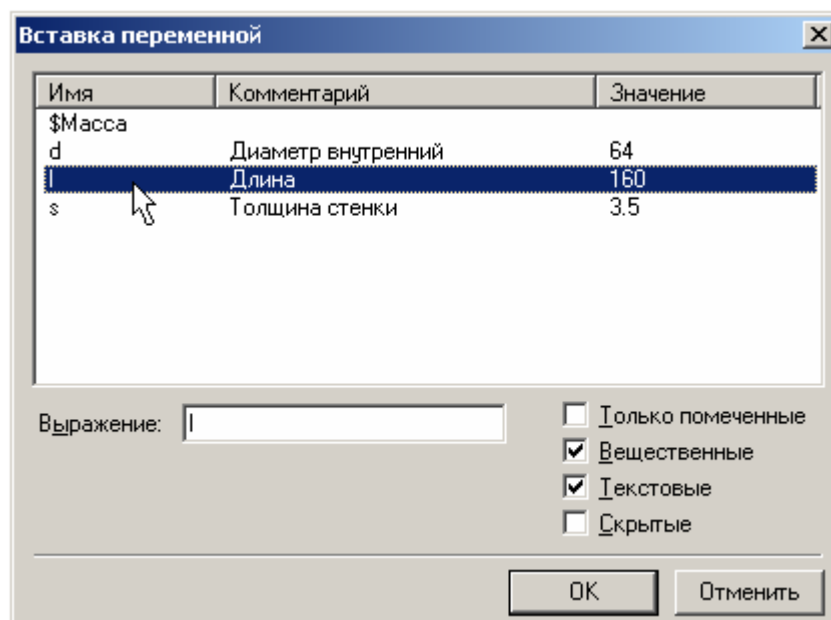
В поле «Расстояние» вы увидите текущее значение параметра прямой, выделенное цветом. Удалите это значение, нажав на клавиатуре клавишу «Delete».

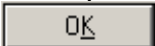
Теперь щелкните  в поле «Расстояние». В появившемся контекстном меню выберите «Вставить переменную...».


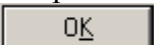
 Вместо нажатия в поле «Расстояние»  и выбора из контекстного меню пункта «Вставить переменную...» можно просто нажать «F8» на клавиатуре.

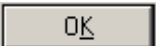


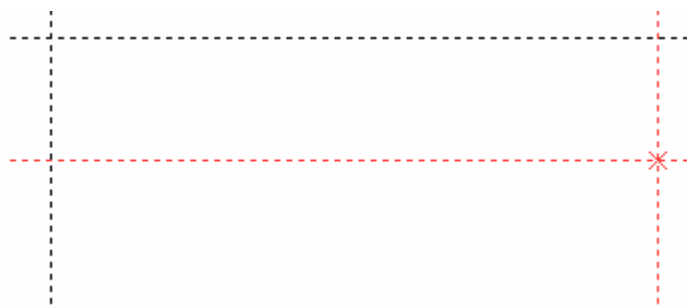
Откроется окно «Вставка переменной». Выберите курсором * переменную «l». После выбора переменная «l» появится в поле «Выражение». Далее нажмите кнопку .



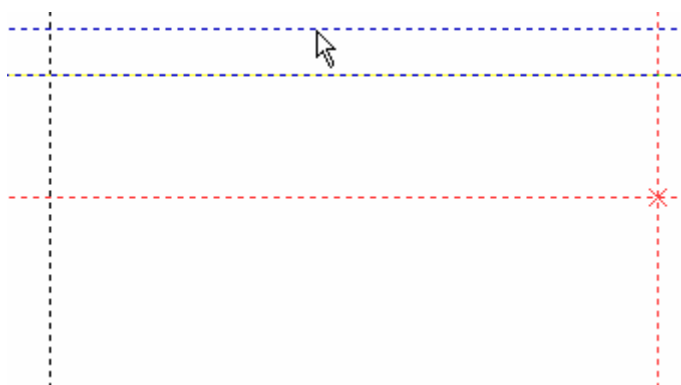
Окно закроется, а переменная будет вставлена в поле «Расстояние». Теперь нажмите кнопку  в окне «Параметры прямой». Будет построена прямая параллельная выбранной вертикальной базовой линии на расстоянии равном значению переменной « l », т.е. 160 мм.

Теперь подведите курсор к горизонтальной линии построения. Щелкните  и отведите курсор вверх (рядом с курсором будет двигаться изображение горизонтальной прямой). Нажмите на клавиатуре клавишу с латинской буквой « P », чтобы открыть окно «Параметры прямой». Удалите предлагаемое значение, нажав на клавиатуре клавишу «Delete», затем нажмите « $F8$ ». В открывшемся окне «Вставка переменной» выберите переменную « d » и нажмите кнопку .

Как отмечалось выше, предпочтительно, чтобы у тел вращения базовая линия совпадала с конструкторской или технологической базой. Поэтому в поле «Расстояние» окна «Параметры прямой» задайте радиус, поделив переменную « d » на 2 (« $d/2$ »). Чтобы ваши действия вступили в силу, в окне «Параметры прямой» нажмите кнопку .

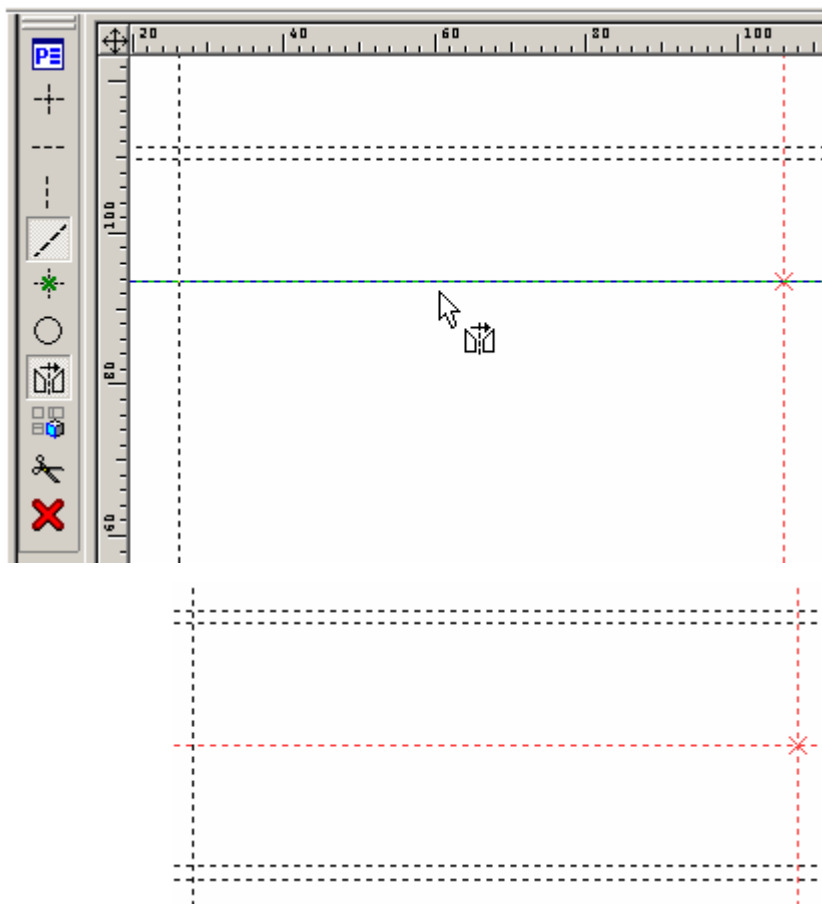


Будет построена прямая, параллельная выбранной горизонтальной базовой линии, на расстоянии « $d/2$ ».

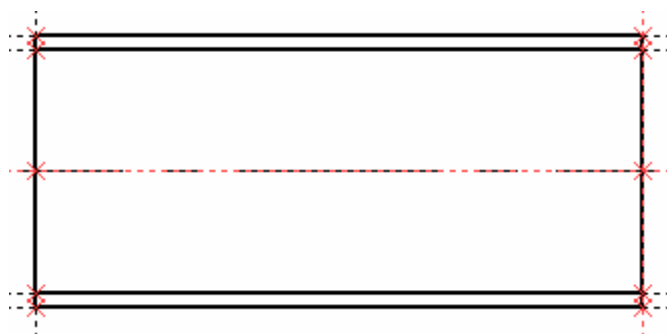


Теперь, отложите вверх параллельную прямую, относительно только что построенной линии, на расстоянии « s », равному толщине стенки цилиндра. Переменную « s » вставьте в окно «Параметры прямой» вышеописанным способом.

Постройте симметричные прямые относительно горизонтальной базовой линии.



После того, как построен каркас, обведите его основными линиями изображения по контуру, проведите линии внутреннего диаметра и осевую линию (см. п.4.2). Всего, в данном примере, вы должны построить семь линий изображения (4 – по контуру, 2 – линии внутреннего диаметра, 1 - осевая).




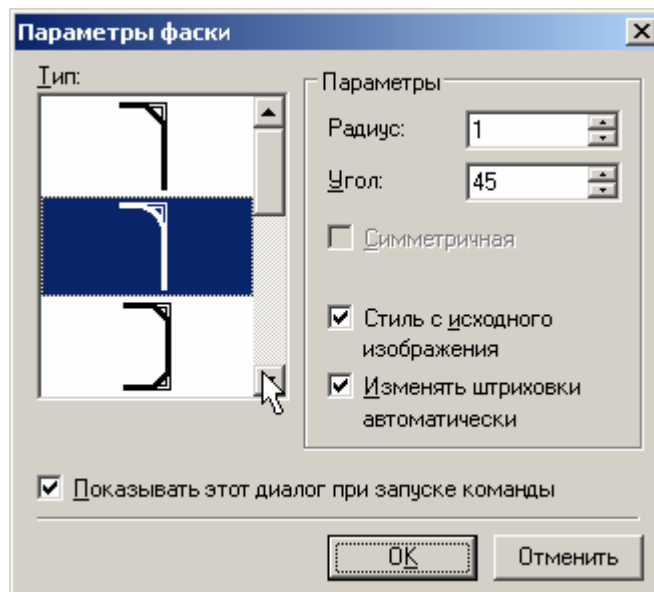
Фаски.


До того, как приступить к нанесению штриховки, построим фаски. Выполните следующее: **Чертеж\Фаска**. Откроется окно «Параметры фаски».

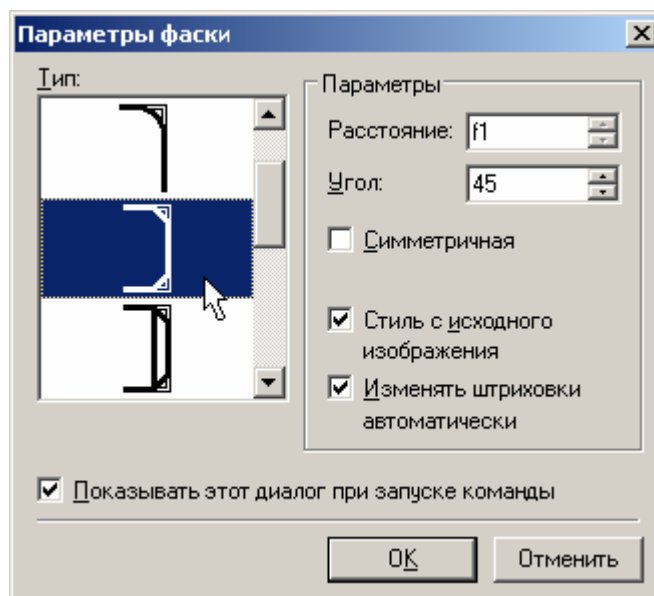
В поле «Тип» вы можете выбрать один из нескольких типов фаски (обратите внимание на наличие полосы прокрутки).

По умолчанию, выбрана фаска «Скругление».

Вам необходимо выбрать другой тип фаски – см. рис. Прокрутите полосу прокрутки вниз и выберите * наружную фаску для тела вращения.



В поле «Расстояние» вместо предложенного значения введите новую переменную «f1» и нажмите кнопку .

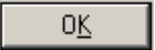


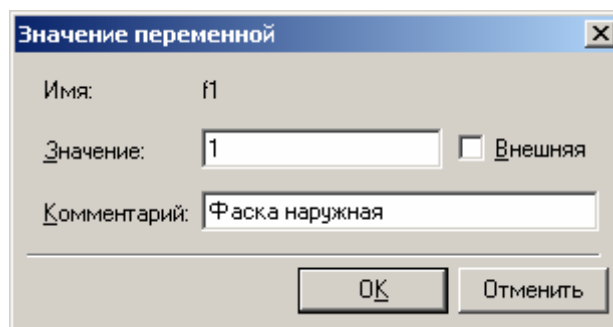
Система выдаст запрос о значении новой переменной.

В поле «Значение» введите «1».

В поле «Комментарий» напишите «Фаска наружная».


Нажмите кнопку .




После нажатия в окне «Значение переменной» кнопки , переменная «f1» будет автоматически создана в «Редакторе переменных». Это еще один способ создания переменных.

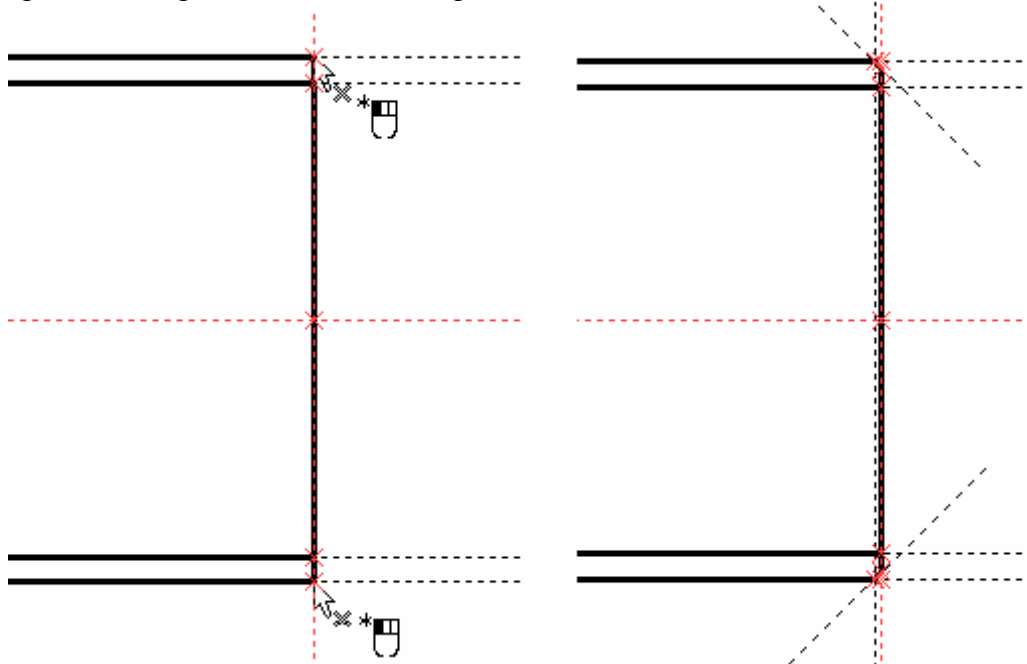





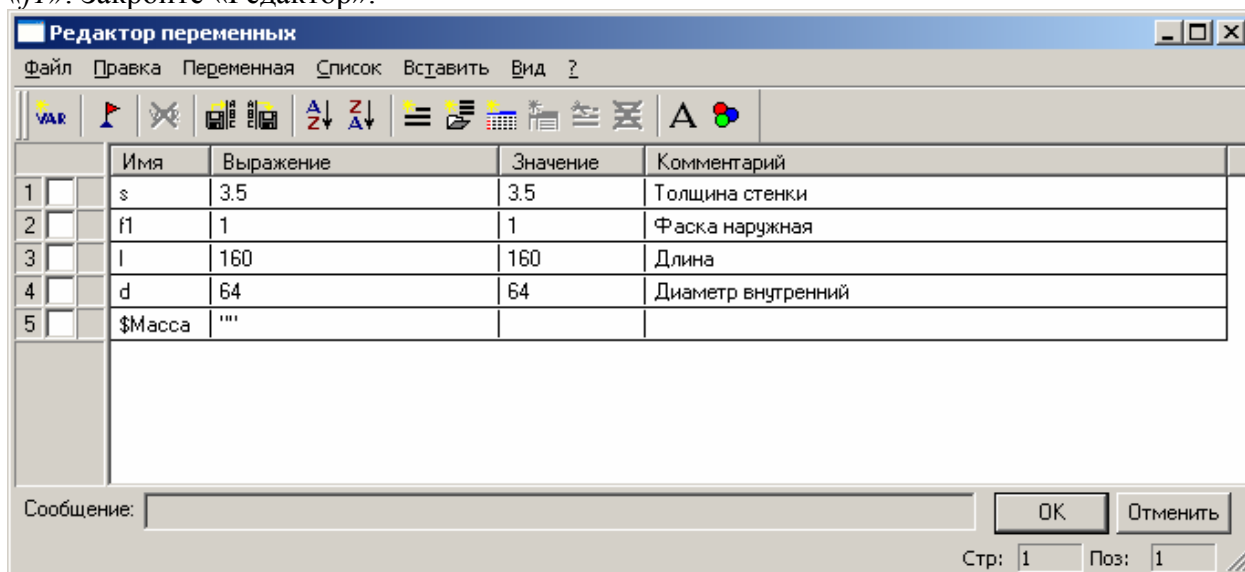
В T-Flex CAD переменные можно создавать как в «Редакторе переменных», так и в поле ввода значения любого параметра документа. Если система обнаруживает вместо текущего значения какого-либо числового параметра символ или не существующую переменную, выдается запрос о значении новой переменной. После ввода значения, переменная автоматически создается в «Редакторе переменных».

После создания новой переменной система будет считывать значение поля «Расстояние» окна «Параметры фаски» из «Редактора переменных». Нажмите  в окне «Параметры фаски».

Постройте наружные фаски цилиндра - подведите курсор к верхнему наружному узлу *, затем к нижнему наружному узлу *. Система создаст наружную фаску цилиндра. Теперь, не выходя из команды, создайте наружную фаску на левом торце цилиндра. После создания фасок выйдите из команды *.



Откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов. В открывшемся «Редакторе» вы увидите созданную переменную «f1». Закройте «Редактор».

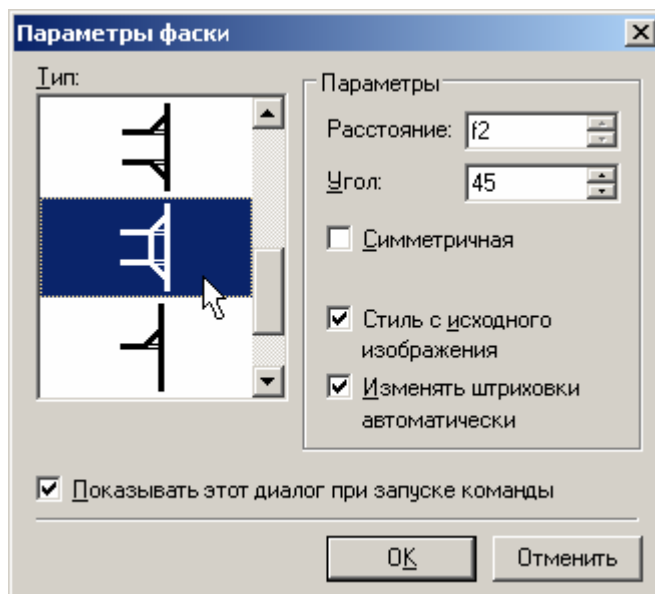


Теперь создайте внутренние фаски цилиндра. Запустите команду: **Чертеж\Фаска**.

В открывшемся окне «Параметры фаски», выберите внутреннюю фаску (см. рис.).

В поле «Расстояние» вместо предложенного значения введите новую переменную «f2» и нажмите кнопку

ОК



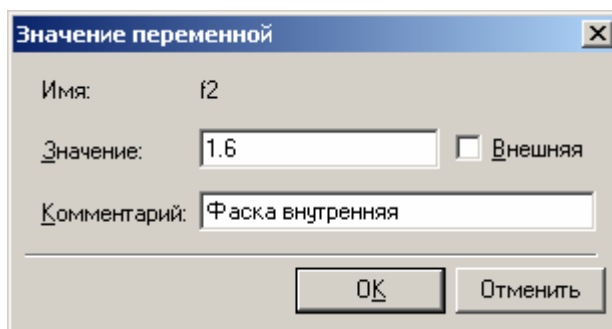
Система выдаст запрос о значении новой переменной.




В поле «Значение» введите «1.6».

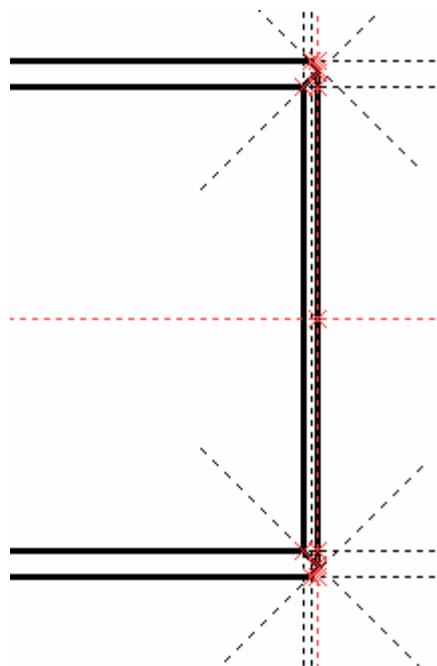
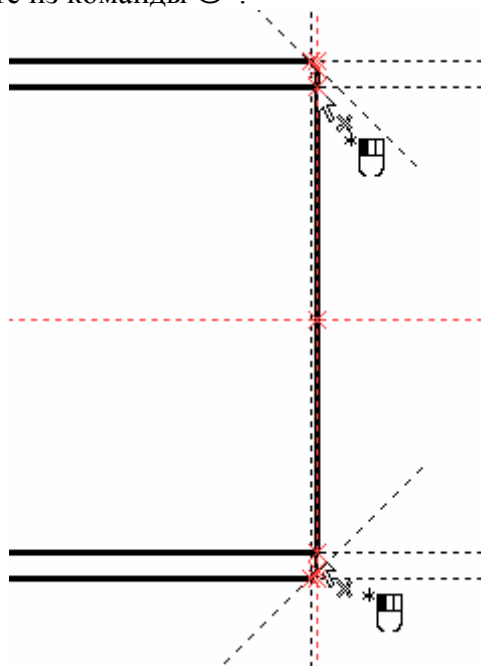
В поле «Комментарий» напишите «Фаска внутренняя».


Нажмите кнопку

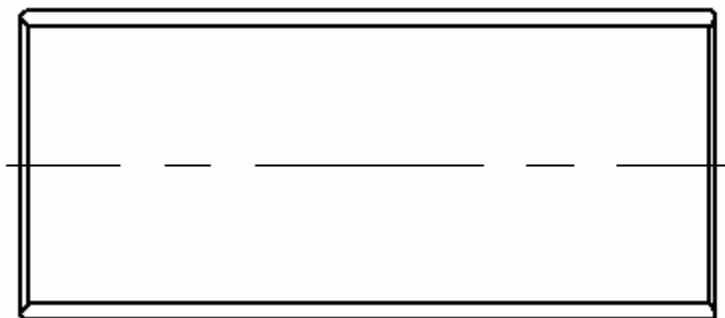
ОК



Подведите курсор к верхнему внутреннему узлу (см. рис.) и нажмите , затем к нижнему . Система создаст внутреннюю фаску цилиндра. Теперь, не выходя из команды, создайте внутреннюю фаску на левом торце цилиндра. После создания фасок выйдите из команды .

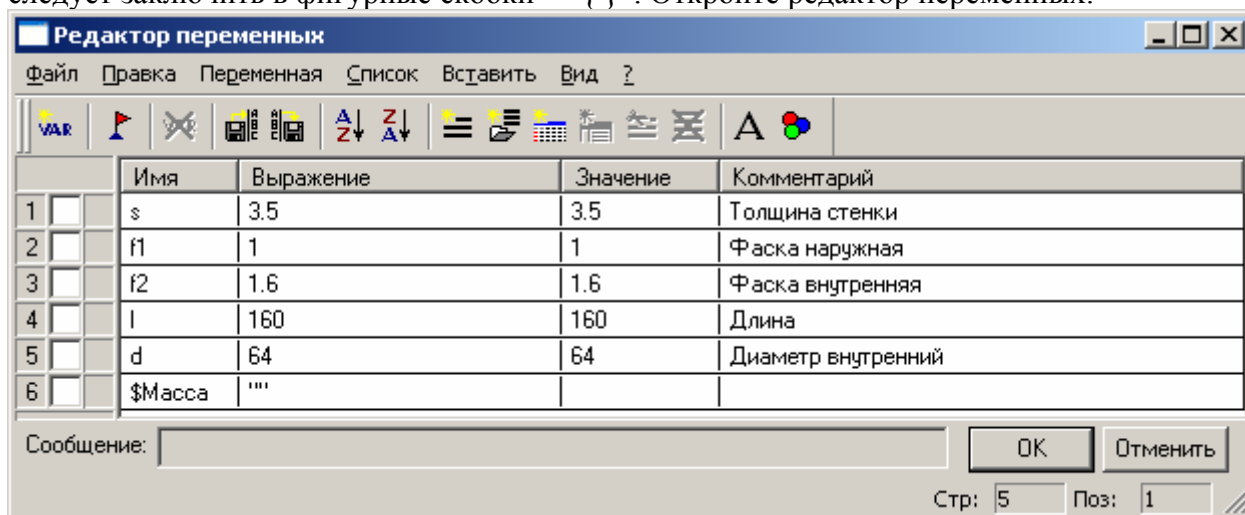


На рисунке показан результат, который должен у вас получиться. Линии построения временно погашены командой «Погасить построения», кнопка .

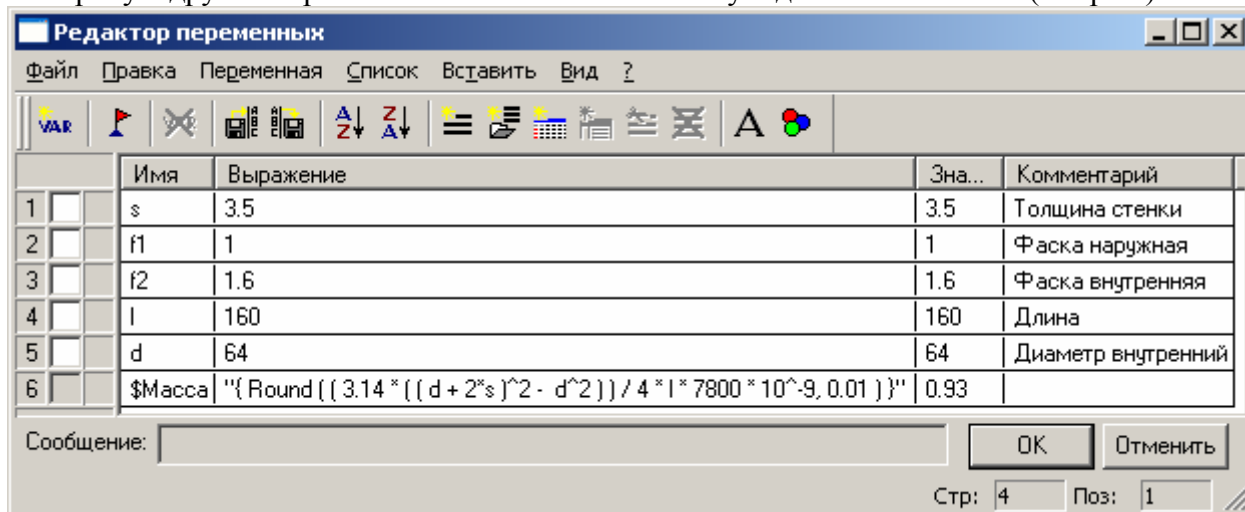


Текстовые переменные.

До текущего момента вы работали с вещественными переменными. В T-Flex CAD можно создавать еще и текстовые переменные. Из названия понятно, что переменной может быть не только число, но и текст. Такой переменной является, например, \$Масса. Перед текстовой переменной всегда должен стоять знак \$, а выражение для переменной записывается в кавычках (" "). Если в текстовой переменной необходимо использовать выражение из вещественных переменных, то помимо кавычек вещественную часть следует заключить в фигурные скобки – "{ }". Откройте редактор переменных.



Запишите в поле «Выражение» текстовой переменной \$Масса следующее: "{ Round ((3.14 * ((d + 2*s)^2 - d^2)) / 4 * l * 7800 * 10^-9, 0.01) }". Переведите курсор на строку с другой переменной. В поле значение вы увидите число «0.93» (см. рис.).





Функция «Round(arg1, arg2)» округляет значение "arg1" с точностью "arg2". Для того чтобы быстро найти информацию об этой и других функциях T-Flex CAD откройте редактор переменных, нажмите на клавиатуре клавишу «F1». Откроется «Справка», затем найдите в тексте справки [функции](#), щелкните по этой ссылке и далее по ссылке [Математические функции](#).



Есть более удобный способ расчета массы детали. Значение массы можно считывать с трехмерной модели. Об этом будет рассказано в Части II «Трехмерное проектирование».

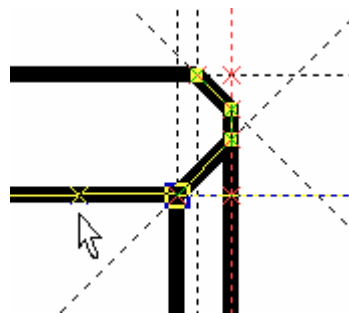
Многоконтурная штриховка.


Штриховка в T-Flex CAD может быть одноконтурной и многоконтурной. В данном примере необходимо отобразить чертеж цилиндра с применением полного разреза, т.е. штриховкой должны быть обведены два контура: верхний и нижний части разреза. Поэтому необходимо создать двухконтурную штриховку.

Запустите команду **Чертеж\Штриховка** или нажмите . Вначале обведите контур, например, верхней части разреза, а затем контур нижней части, и только после того, как вы обведете оба контура, нажмите в Автоменю кнопку  для завершения создания штриховки. Порядок создания штриховки см. в п.4.2.



При создании штриховок увеличивайте изображение (прокрутив колесико мыши “на себя”). Иначе, можно привязать штриховку не к тем узлам, что приведет к ошибкам при модификации чертежа.



*Еще один совет. Если толщина основных линий чертежа при увеличении изображения становится слишком большой, и линии мешают восприятию информации с чертежа, выполните следующее: **Настройка\Статус**, далее закладка **Прорисовка**, раздел **Стиль линий**, в списке “**Отображать толщину линий**” выбрать «**Не более трех пикселей**», нажать .*



Удаление неиспользуемых элементов и обрезка линий построения.

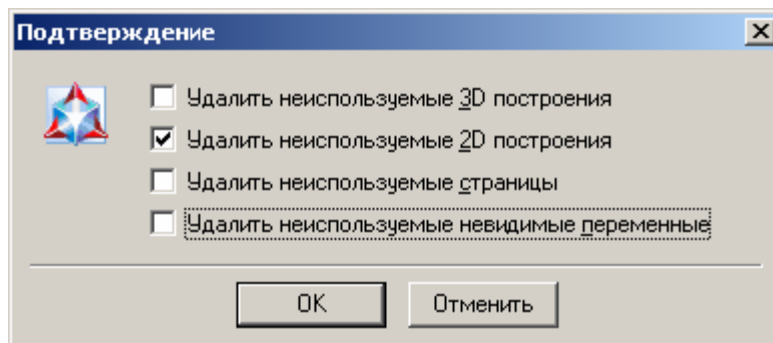
Теперь, когда чертеж построен, можно удалить неиспользуемые 2D элементы, появившиеся при создании чертежа, и обрезать линии построения.

При создании и редактировании документа T-Flex CAD иногда остаются различные элементы, которые больше не используются и затеняют собой полезную информацию. В нашем случае это 2D узлы, оставшиеся после создания фасок. Их можно удалить. Для этого существует специальная команда, которая отслеживает неиспользуемые элементы.

Для удаления неиспользуемых элементов выполните следующие действия:



- запустите команду **Правка\Удалить лишнее...**

Откроется окно, в котором система запрашивает у пользователя тип удаляемых элементов (см. рис.). Оставьте галочки напротив того типа элементов, который необходимо удалить. В нашем случае оставьте галочку напротив «Удалить неиспользуемые 2D построения», а все другие галочки снимите, щелкнув по ним . Для подтверждения удаления элементов нажмите .




Также затеняют полезную информацию и часть линий построения. Обычно – это свободные концы линий, которые можно обрезать. После обрезки, линии построения будут выступать за пределы узлов на несколько миллиметров. Величина выступания линий построения устанавливается в параметрах текущего документа (см. в статусе - **Настройка\Статус\Экран\Линии построения\Выступания**).




Для обрезки линий построения выполните следующие действия:

- запустите команду **Правка\Построения\Линия построения** или нажмите 
- в Автоменю выберите опцию  (Обновить выступание всех прямых)




*Вы можете также временно погасить элементы построения, для того чтобы посмотреть, как будет выглядеть чертеж на бумаге. Запустите команду **Вид\Погасить построения** или нажмите на пиктограмму  в правой части рабочего окна программы. Чтобы вновь увидеть элементы построения запустите эту команду повторно.*

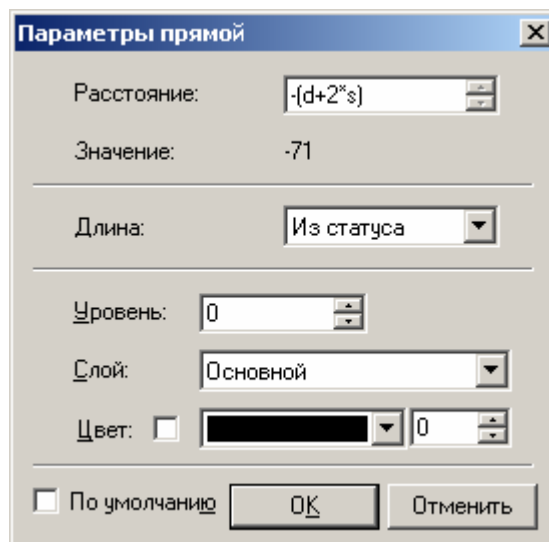


Не перепутайте пиктограмму  с похожей на нее  (Погасить/показать элементы). Опцией  можно временно погасить любые элементы чертежа, а не только элементы построения (подробнее см. документацию или справку).

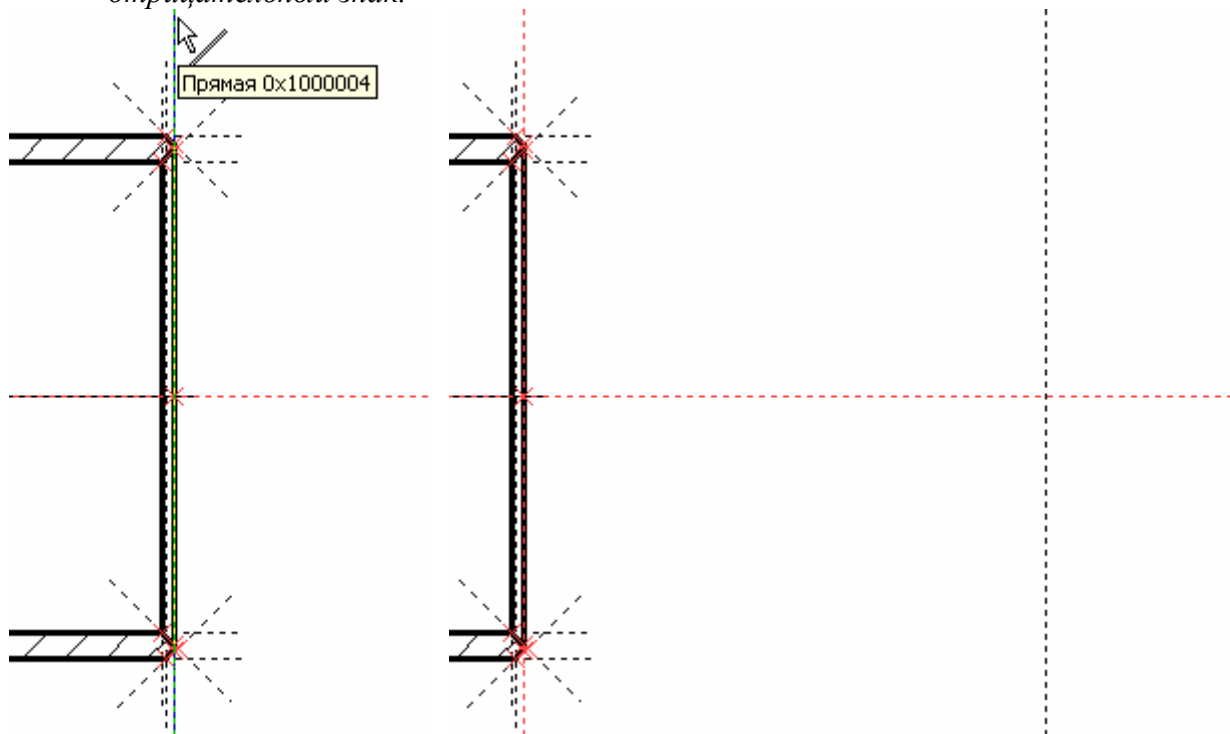
Восстановление обрезанных линий. Построение дополнительного вида по существующему.


Возможно через какое-то время после того, как вы уже обрезали линии построения, вам понадобится продлить длину некоторых линий или восстановить их длину до бесконечной. Рассмотрим это на примере.

Создадим дополнительный вид цилиндра – вид слева. Сделаем это в учебных целях, т.к. для понимания чертежа нашего цилиндра достаточно одного главного вида с разрезом. Постройте вертикальную линию - будущую ось цилиндра на виде слева. Для этого отложите от линии правого торца цилиндра параллельную прямую на расстоянии, например, равном наружному диаметру цилиндра $\langle d+2*s \rangle$. Почему именно наружному диаметру вы поймете при модификации чертежа. Это будет описано ниже, в п. 4.8. А сейчас, выберите  курсором вертикальную линию (см. рис.), затем отведите курсор вправо и нажмите на клавиатуре латинскую «P». В открывшемся окне «Параметры прямой» напишите $-(d+2*s)$.

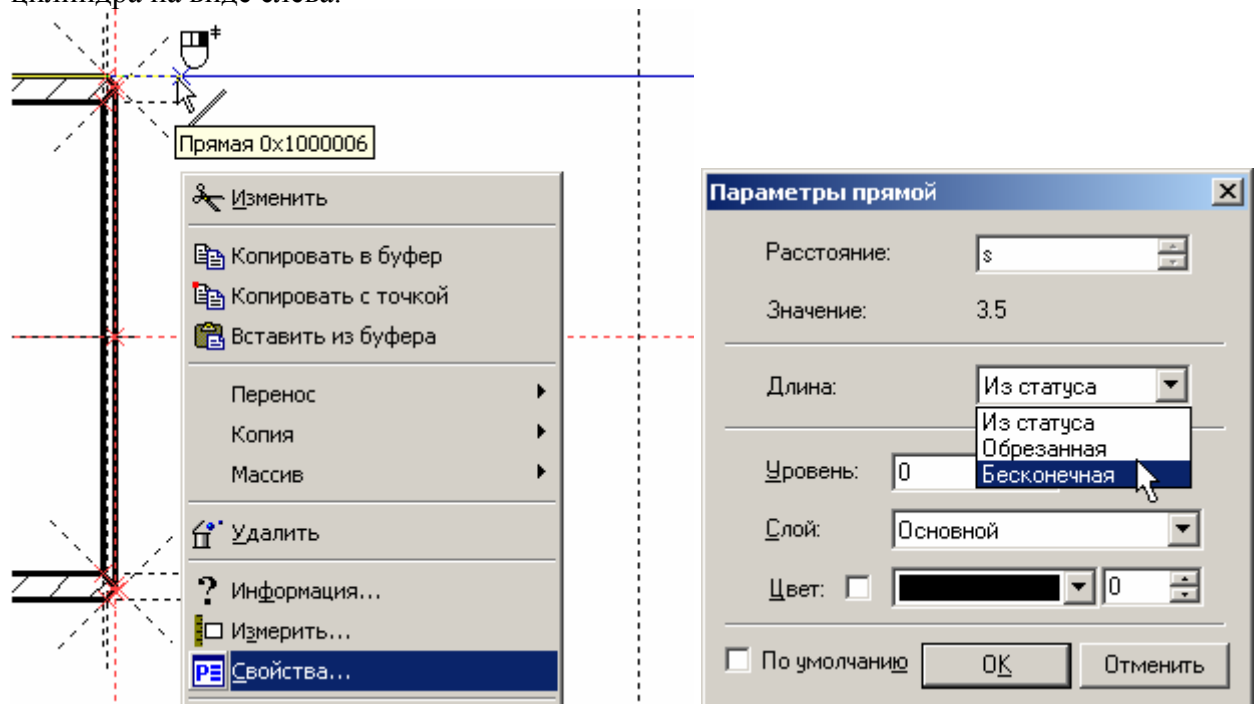



Обратите внимание на подсказку в поле «Значение:» открывшегося окна. Значение отрицательное. Поэтому наше выражение тоже должно иметь отрицательный знак.

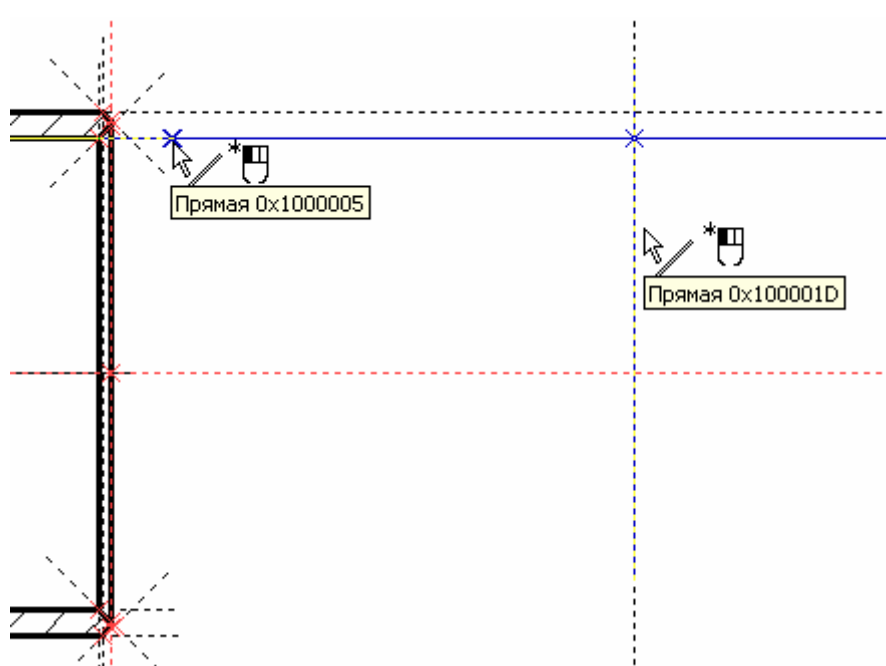



Теперь восстановите длину горизонтальной линии построения до бесконечной. Подведите курсор к прямой, как показано на рисунке ниже (линия выделится цветом), щелкните  по линии. В вызванном контекстном меню выберите свойства. В открывшемся окне «Параметры прямой», в списке параметра «Длина:» выберите

«Бесконечная» и нажмите . Теперь линия пересекает вертикальную ось цилиндра на виде слева.




Но есть другой, более предпочтительный способ продления обрезанных линий построения – построить узел на пересечении линий (см. рис. ниже). Выполните следующие действия: **Построения\Узел** или нажмите  на панели инструментов.




Выберите курсором обрезанную линию внутреннего диаметра, как показано на рисунке. После выбора линии, рядом с курсором будет двигаться изображение узла. Подведите курсор к вертикальной оси вида слева и щелкните по ней . На пересечении линий построения будет создан узел, а обрезанная линия будет продлена до узла.

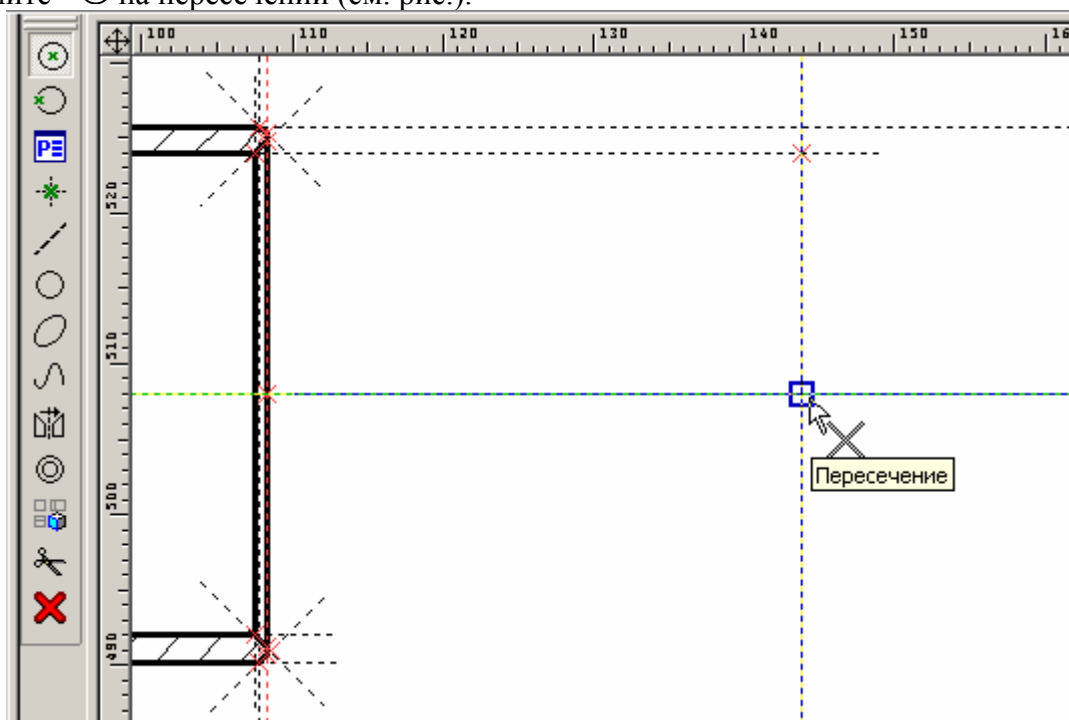
Теперь построим вид слева. Как отмечалось выше, система T-Flex CAD использует классические приемы создания чертежей. Поэтому вид слева будем строить в проекционной связи с главным видом. Две линии построения, которые были только что продлены до осевой линии вида слева, как раз будут образовывать проекционную связь между главным видом и видом слева.


Выполните следующие действия: **Построения\Окружность** или нажмите  на панели инструментов. Эта команда позволяет строить окружность двумя способами:

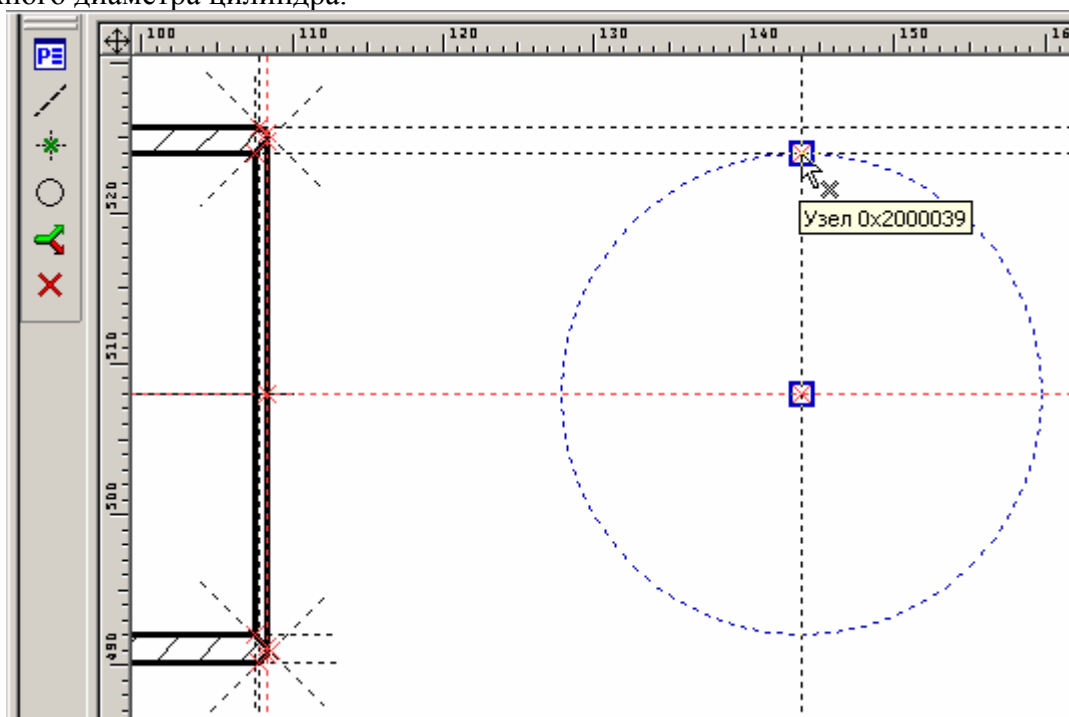
можно выбрать узел, который является центром окружности – кнопка в Автоменю
 можно выбрать узел, через который проходит сама окружность – кнопка в Автоменю






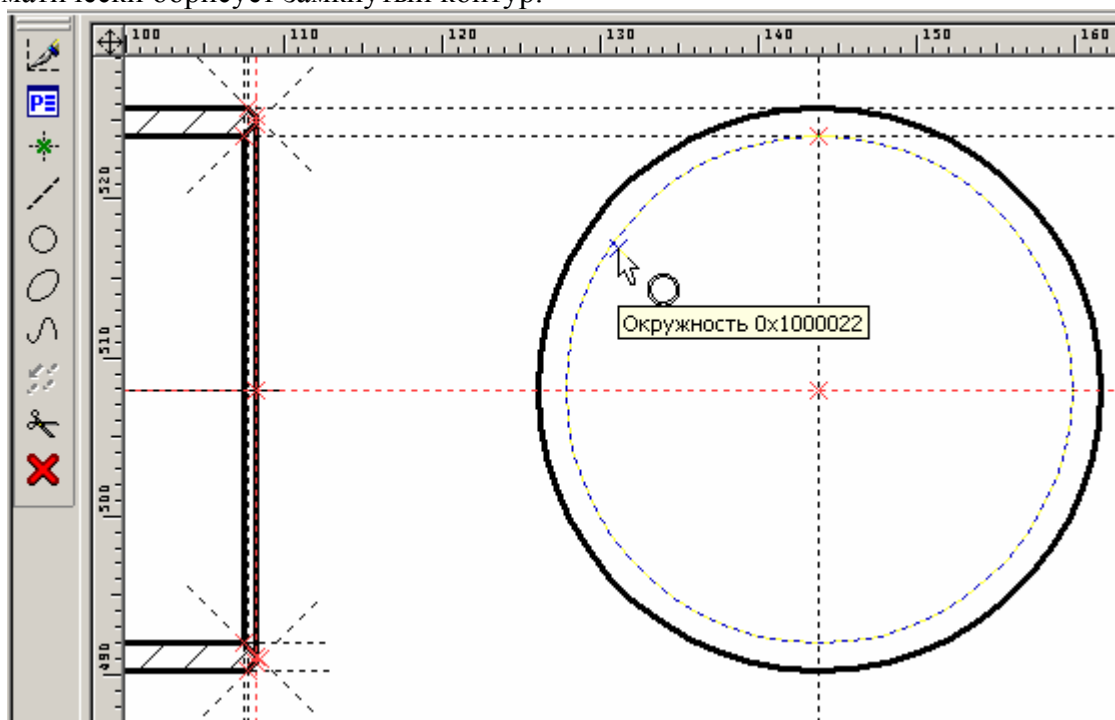
В нашем случае нужен первый способ, поэтому убедитесь, что в Автоменю кнопка находится в нажатом состоянии, как это показано на рисунке ниже. Если нет, то нажмите на нее. Затем подведите курсор к пересечению осевых линий главного вида и вида слева и щелкните  на пересечении (см. рис.).


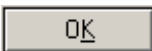


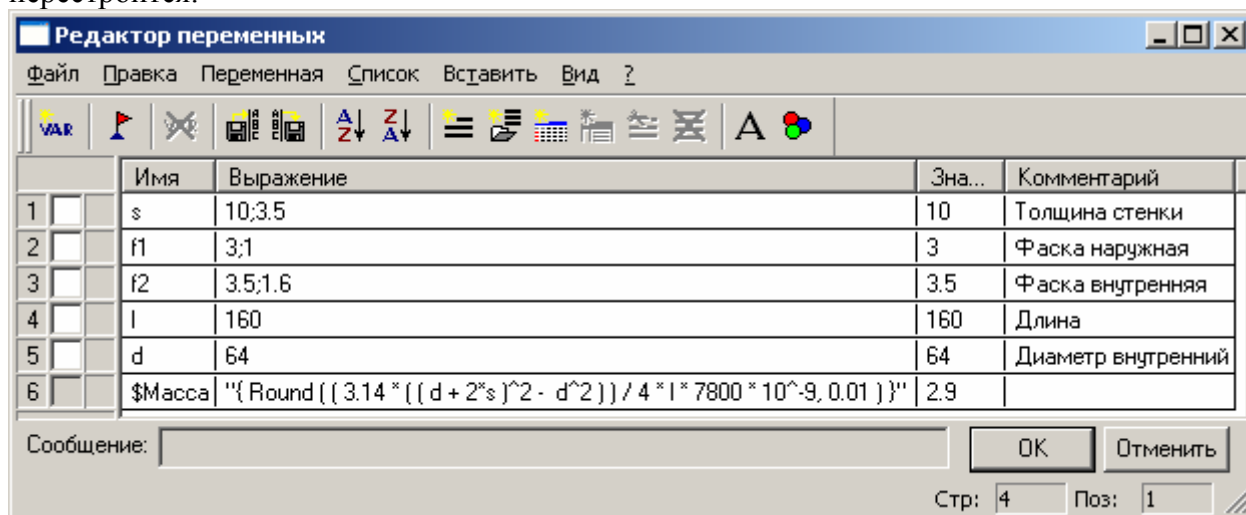
Появится изображение окружности. Подведите курсор к узлу, как это показано на рисунке ниже и щелкните . Будет построена окружность внутреннего диаметра цилиндра, находящаяся в проекционной связи с главным видом. Аналогично постройте окружность наружного диаметра цилиндра.

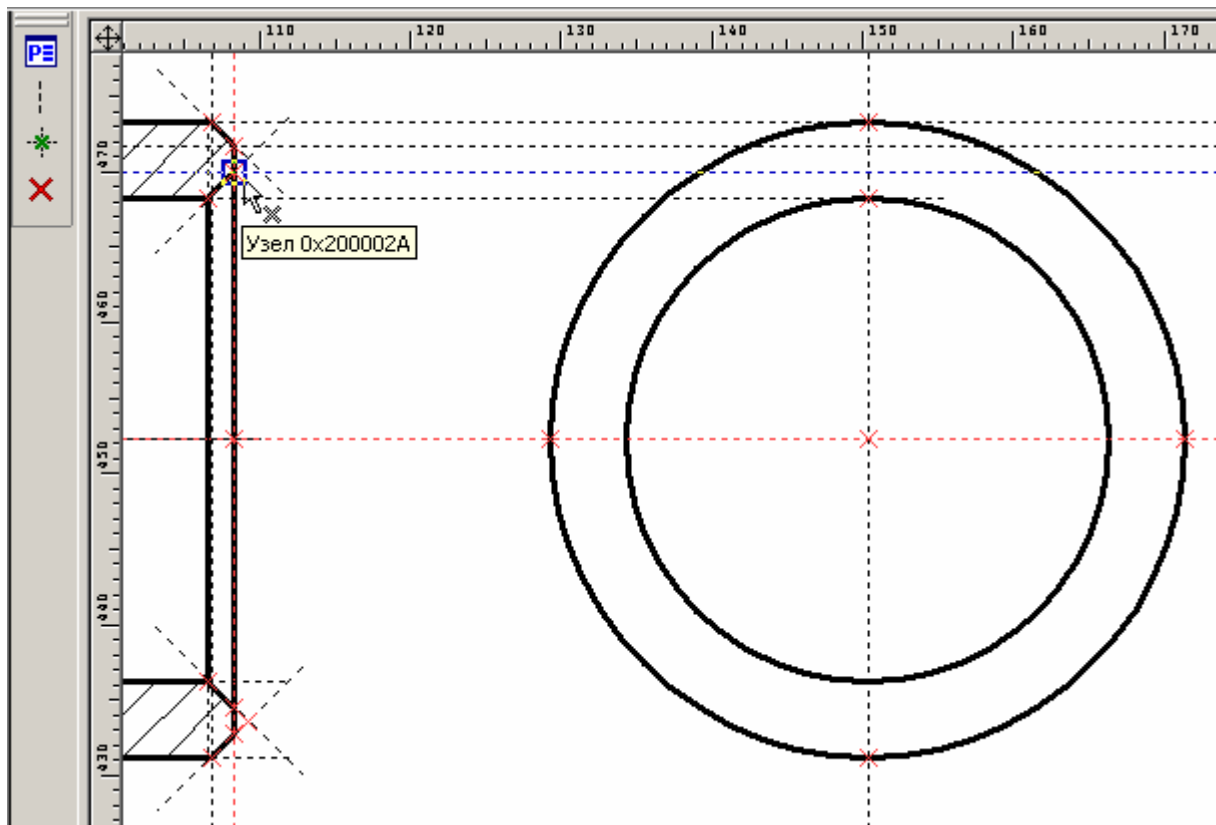





Теперь обведите окружности основными линиями изображения. Выполните следующее: **Чертеж\Изображение** или нажмите  на панели инструментов. Убедитесь, что выбрана основная линия (см. п. 4.2). Выберите, например, наружную окружность *, затем внутреннюю * как это показано ниже на рисунке. Система автоматически обрисует замкнутый контур.




После того как вы обвели обе окружности необходимо построить видимые на виде слева фаски. Толщина стенки цилиндра, в данном примере, небольшая и сравнима с размерами фасок. Для того чтобы построить горизонтальные вспомогательные линии придется либо сильно увеличивать изображение, либо пойти на одну хитрость – временно увеличить толщину стенки и размеры фасок. Для этого зайдите в редактор переменных **Параметры\Переменные** (кнопка ), поставьте «10;» перед числом «3.5» у переменной «s», «3;» перед числовым значением фаски переменной «f1» и «3.5;» у переменной «f2» (см. рис.). Все, что стоит после «;» знака точка с запятой система не воспринимает. Когда чертеж будет закончен, значения переменных можно будет восстановить. Закройте редактор - нажмите . Чертеж автоматически перестроится.



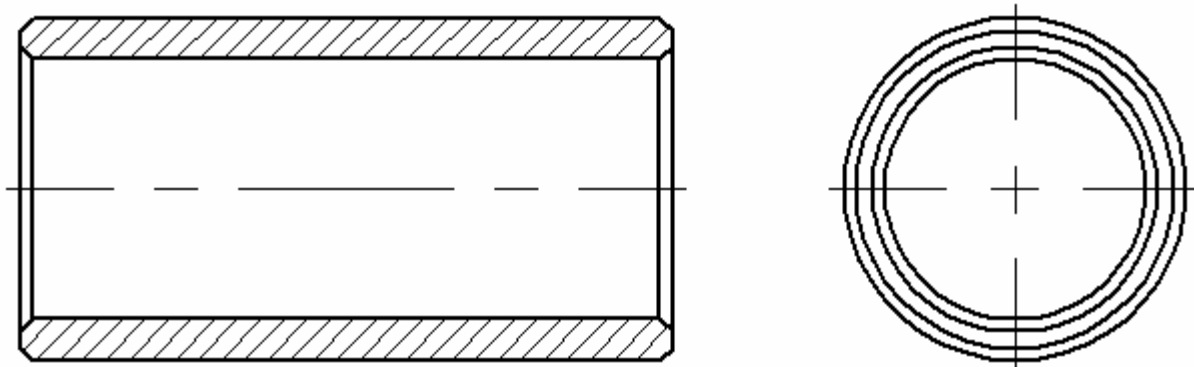


В этом примере фаски с обоих торцов одинаковы, поэтому проекционные связи можно построить с правого торца цилиндра. Выполните следующие действия:
Построения\Прямая или нажмите  на панели инструментов. В появившемся Автоменю нажмите кнопку  (построить горизонтальную линию). Подведите курсор к узлу фаски (см. рис.) и нажмите . Аналогично постройте вторую прямую.



Именно в этом и подобных случаях стоит прибегать к подобной опции , т.к. горизонтальная линия привязывается к узлу. Во всех остальных случаях стройте параллельные линии относительно других линий.


Постройте и обведите окружности фасок на виде слева. Нанесите осевые линии изображения. Удалите неиспользуемые 2D элементы и обрежьте линии построения.



На рисунке показан результат, который должен у вас получиться. Линии построения временно погашены командой .

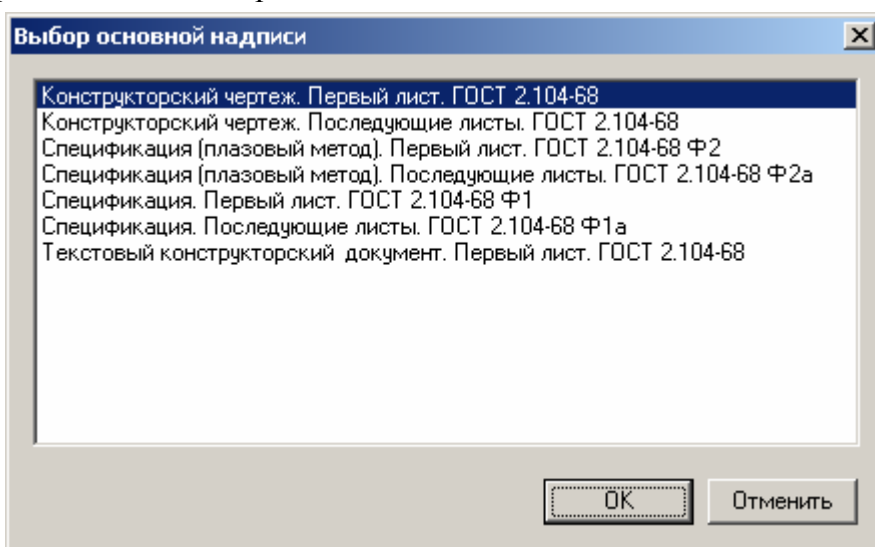
4.7 Оформление чертежа.

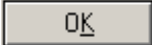
Основная надпись. Словарь.

Уменьшите масштаб изображения при помощи колесика мыши (прокрутите колесико “от себя”) так, чтобы стали видны границы листа (контур листа показан тонкими серыми линиями) или нажмите  в правой части рабочего окна программы. При создании основной надписи вставляемая форматка автоматически располагается по границам листа. При изменении формата листа (по умолчанию А3), соответственно изменяются и размеры форматки.

Выполните следующие действия: запустите команду **Оформление\Основная надпись\Создать**. Откроется окно «Выбор основной надписи».

Из списка открывшегося окна, вы можете выбрать различные типы форматок. Список вы можете отредактировать и пополнить собственными форматками (см. документацию). По умолчанию выбрана форматка «Конструкторский чертеж. Первый лист. ГОСТ 2.104-68».





Нажмите кнопку .

Откроется диалоговое окно. Здесь вы можете заполнить основную надпись.

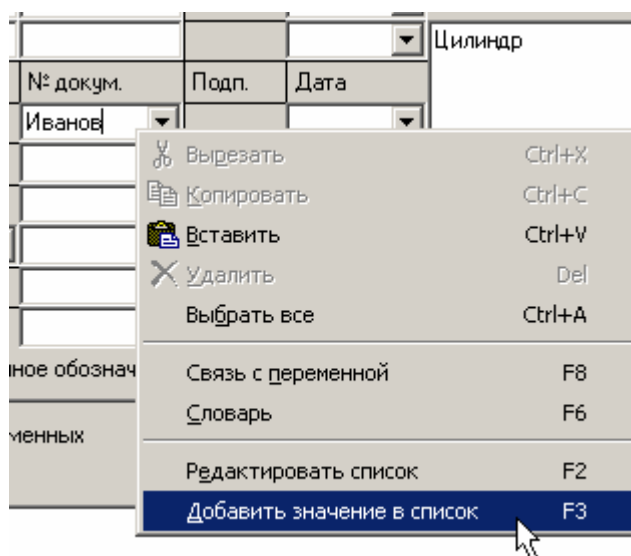
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов		
Провер.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

Заполните поля: обозначение, наименование чертежа (см. рис.), количество листов, фамилии разработчика, проверяющего, выпускающего и фамилию нормоконтролера.


В поле «Разраб.» имеется список. По умолчанию он пуст. Вы можете заполнить его, а в дальнейшем, при необходимости отредактировать.

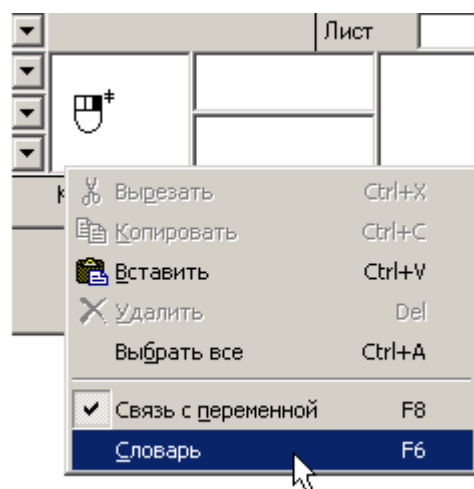
Напишите в поле фамилию, затем щелкните  по тексту. Откроется контекстное меню. Выберите пункт «Добавить значение в список». Теперь при заполнении данного поля достаточно нажать кнопку  в правой части поля и выбрать фамилию разработчика. Аналогично, вы можете заполнить списки с фамилиями проверяющего, выпускающего чертеж, а также фамилии нормоконтролеров. Отредактированные списки будут доступны в форматах всех

файлов T-Flex CAD открытых, впоследствии, на данной машине. Также, заполните поле с названием предприятия в нижнем правом углу диалогового окна.

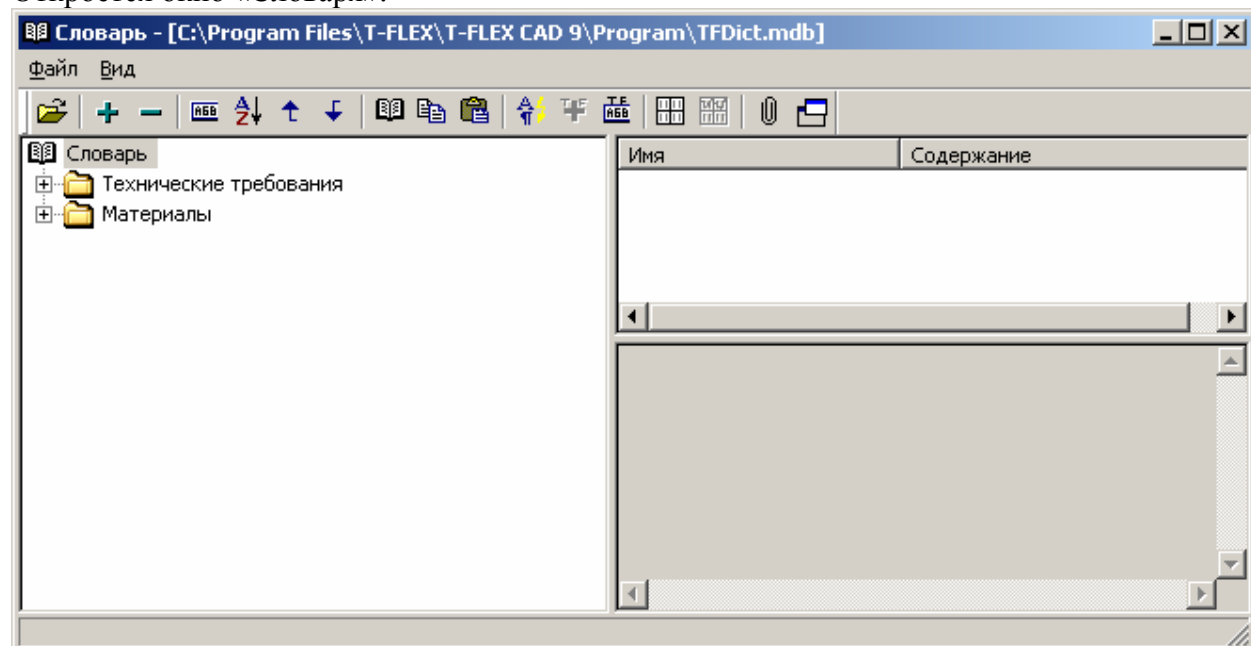


Обратите внимание на то, что поле «Масса» уже заполнено (см. п. 4.6 «Текстовые переменные»).

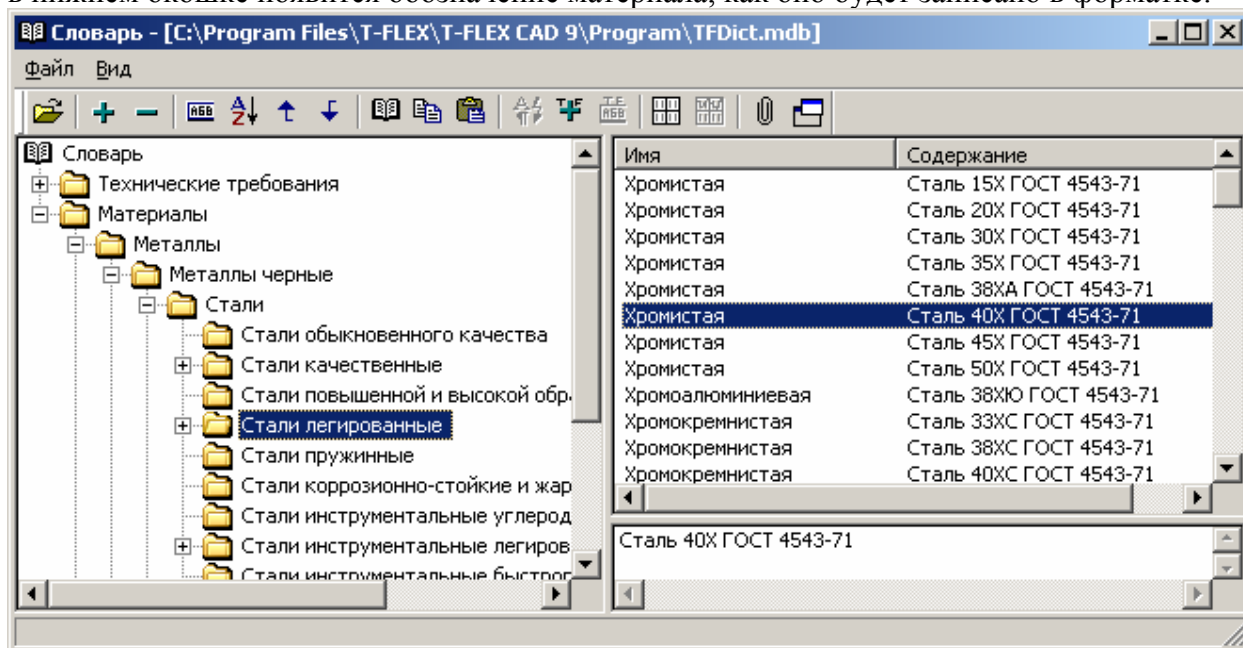
Для заполнения поля материала выполните следующее: щелкните  в первом поле обозначения материала (см. рис.) и выберите в контекстном меню пункт «Словарь».



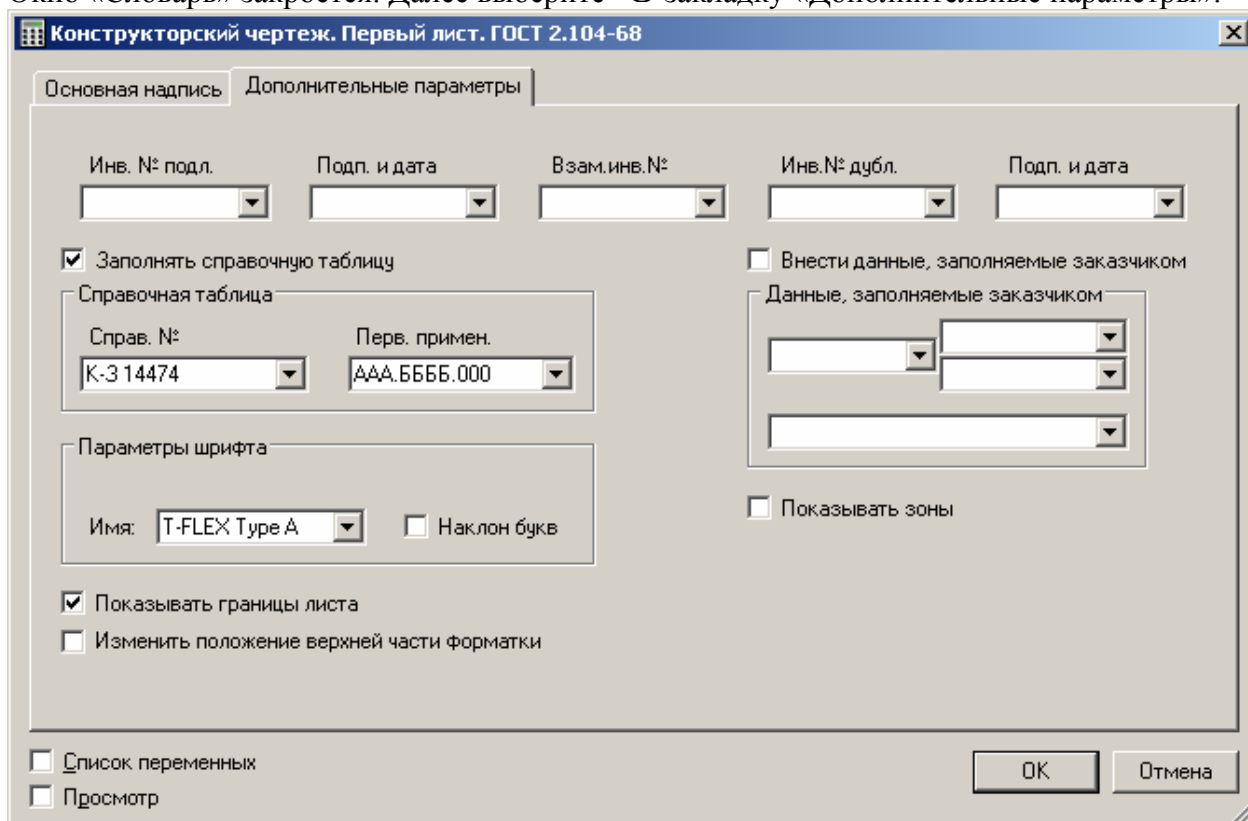
Откроется окно «Словарь».




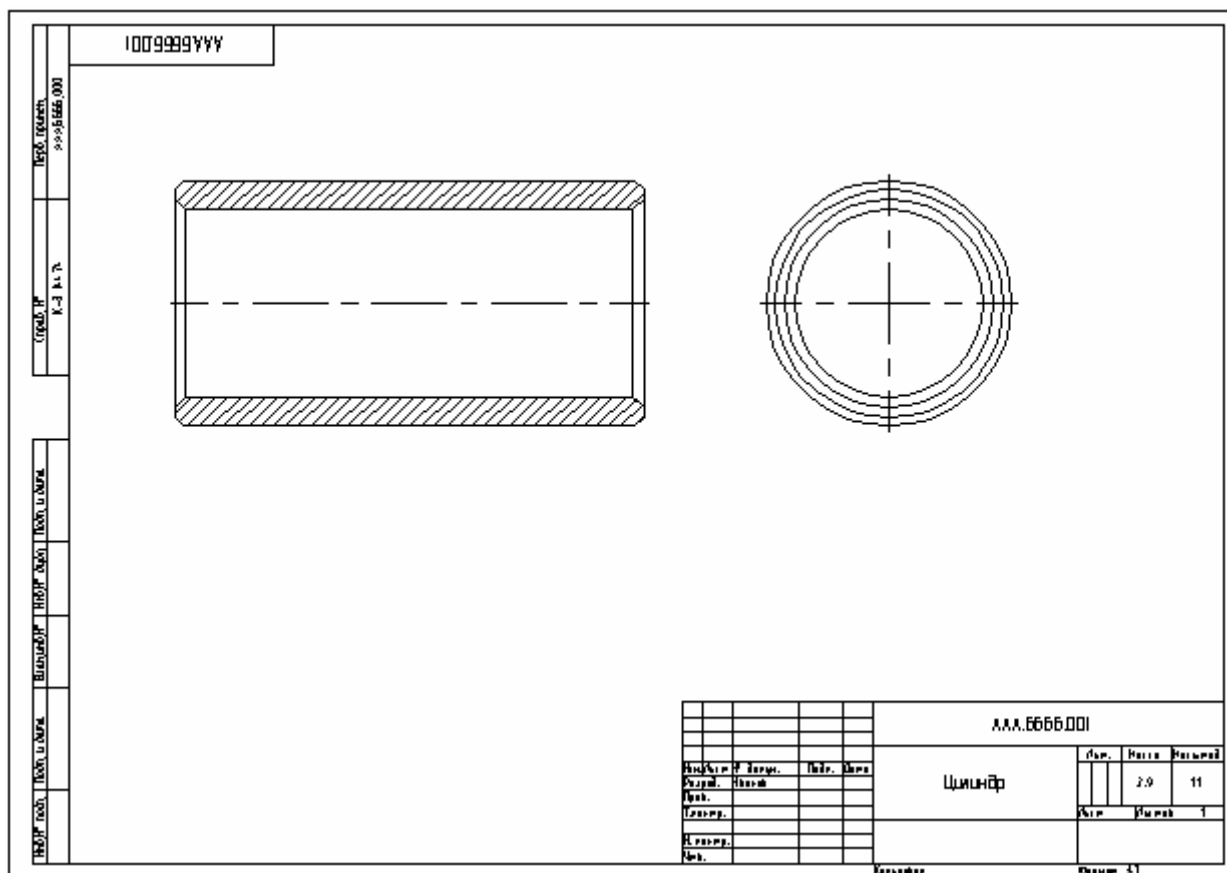
Щелкните по знаку “+” слева от папки «Материалы». Знак “+” поменяется на “-” и раскроется, т.н. «дерево» каталогов, по аналогии с другими Windows-приложениями. В раскрывшейся папке «Материалы», вы обнаружите папки «Металлы» и «Неметаллы». Далее раскройте папку «Металлы» и вложенные в нее папки «Металлы черные» и «Стали». В папке «Стали» щелкните по значку папки «Стали легированные» (см. рис.) - в правом окошке появится список сталей. Выберите в этом списке «Сталь 40Х ГОСТ 4543-71» – в нижнем окошке появится обозначение материала, как оно будет записано в форматке.





Для вставки материала в форматку нажмите кнопку на панели инструментов. Окно «Словарь» закроется. Далее выберите закладку «Дополнительные параметры».



После заполнения основных и дополнительных параметров закройте диалоговое окно, нажав кнопку . Форматка будет вставлена в документ.







И, наконец, очень полезная функция – перемещение форматки (вместе с листом) относительно чертежа. Вызовите команду **Оформление\Основная надпись\Переместить**. При выполнении данной команды система будет перемещать форматку и лист, относительно чертежа, синхронно с перемещением курсора мыши. Выберите новое положение форматки и щелкните . Форматка и, соответственно лист, займут новое положение.

Сохраните файл - 

58


Нанесение размеров.

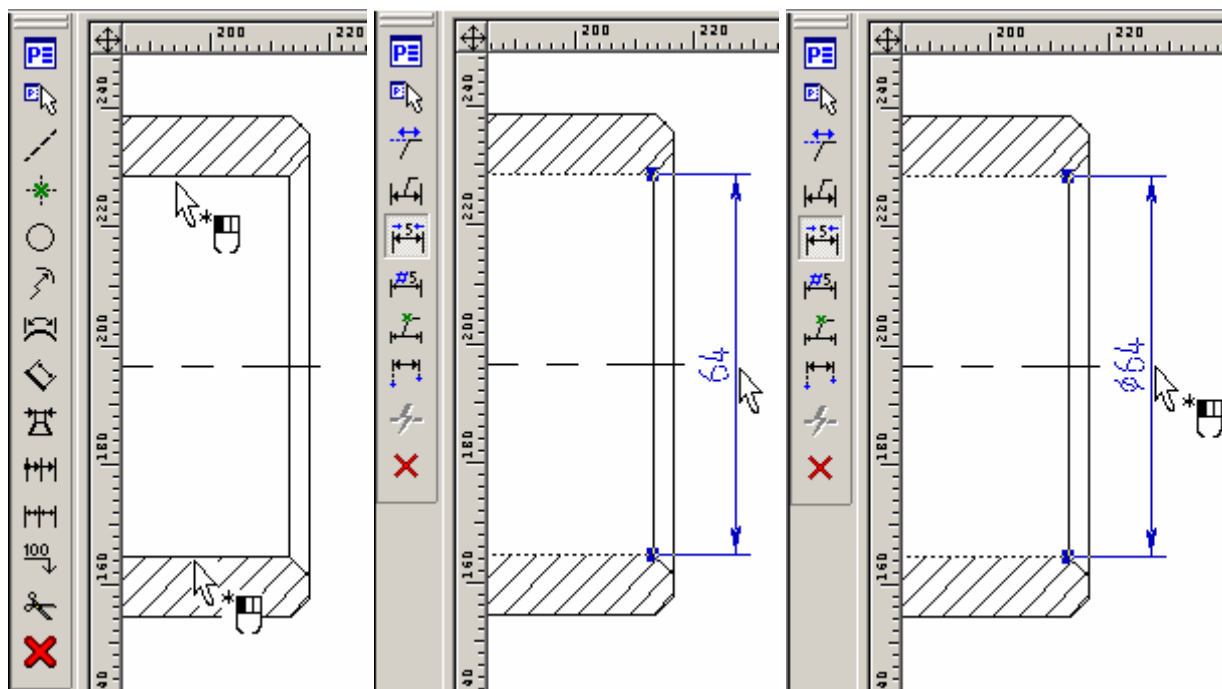
В T-Flex CAD вы можете нанести любой тип размера в формате ЕСКД и ANSI. Причем если чертеж оформлен в формате ЕСКД, вы легко можете преобразовать его в формат ANSI и обратно (см. документацию). Размеры часто удобнее проставлять при погашенных линиях построения (кнопка  находится в нажатом состоянии). Вызовите команду **Чертеж\Размер** или нажмите  на панели инструментов. После вызова команды в Автоменю будут доступны различные опции для простановки размеров.

Проставим основные размеры. Вначале нанесите размер внутреннего диаметра цилиндра. Подведите курсор к верхней линии изображения внутреннего диаметра (см. рис.) и нажмите , затем к нижней линии . Появится подвижное изображение размера. Т.к. это диаметр, необходимо поставить знак диаметра перед размерным числом, поэтому нажмите на клавиатуре «D» (не важно какая языковая раскладка клавиатуры в данный момент). После первого нажатия на кнопку «D» появится знак радиуса. Нажмите «D» еще раз – появится знак диаметра (см. рис.).



Нажимая клавишу «D», вы будете перебирать различные знаки, используемые перед размерным числом.

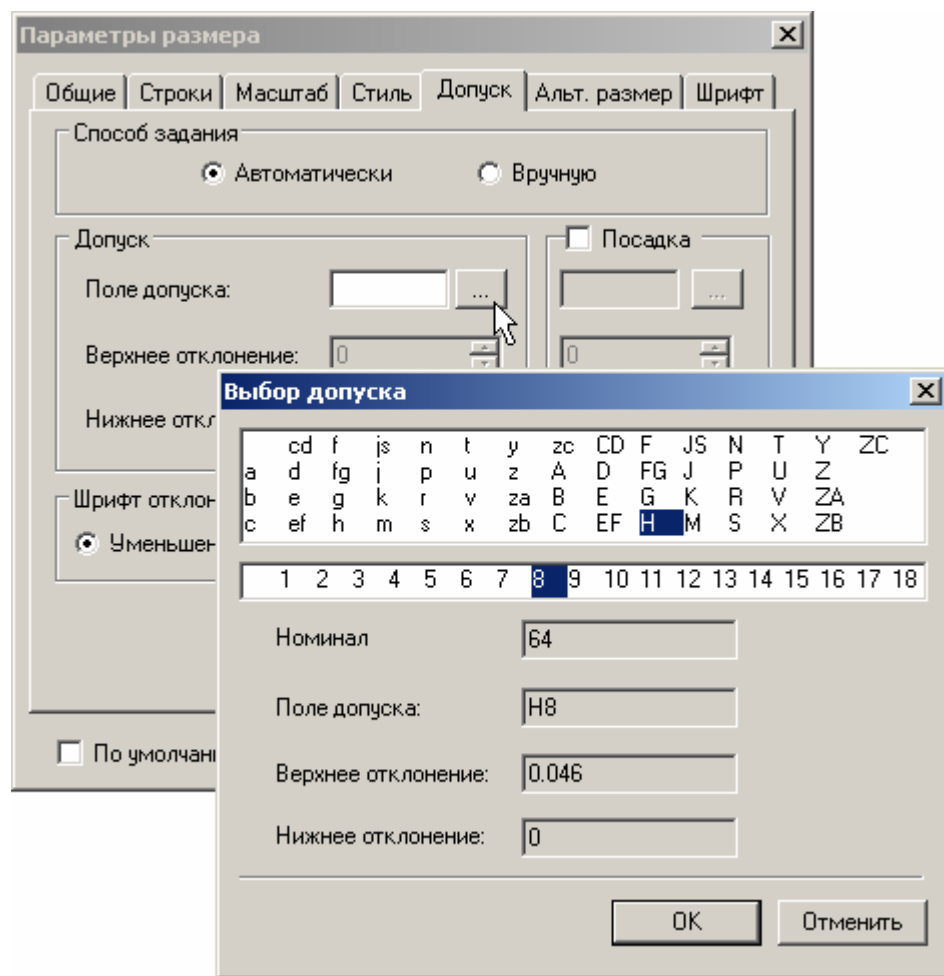
Теперь отведите изображение размера на необходимое расстояние от торца цилиндра и нажмите .



Откроется окно «Параметры размера» (см. рис. ниже). В открывшемся окне, вы сможете установить все возможные параметры размеров, соответствующие ЕСКД. По умолчанию, активна закладка «Общие».

В дополнение к знаку диаметра проставьте допуск на размер, для этого вверху окна выберите закладку «Допуск». На закладке «Допуск» (см. рис. ниже) вы увидите два основных способа задания: «Автоматически» (выбран по умолчанию) и «Вручную». Оставьте параметр, по умолчанию - «Автоматически». Ниже вы увидите область

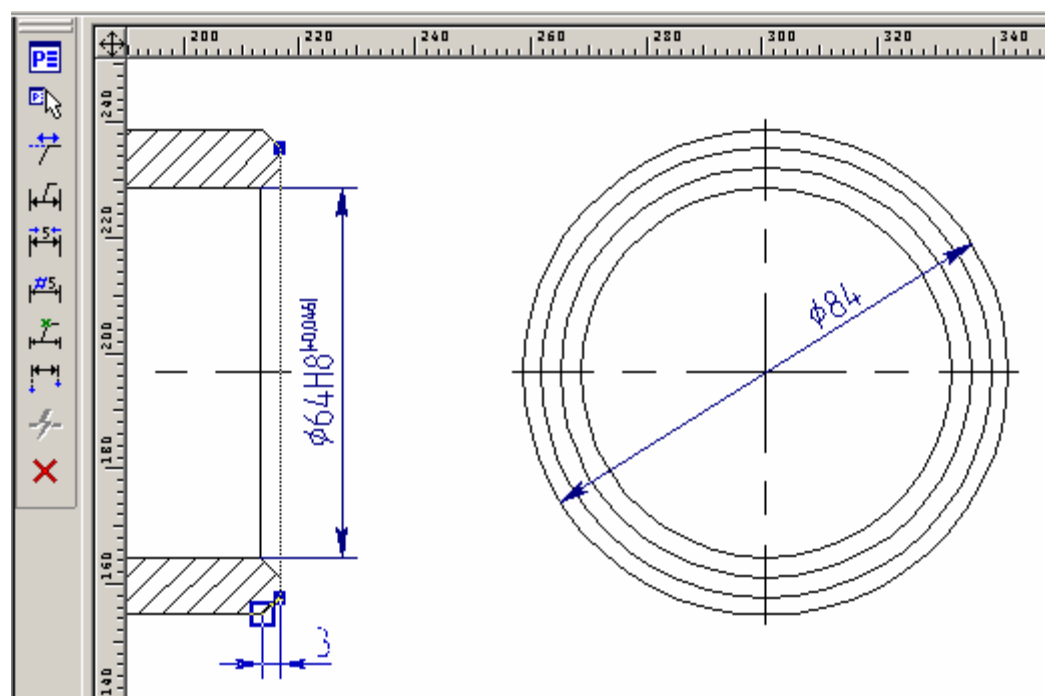
«Допуск». Справа от окошка для ввода значения поля допуска нажмите кнопку (см. рис.). Откроется окошко «Выбор допуска». В верхнем списке окошка выберите «H», в нижнем списке – «8» и нажмите . В поле ввода значения появится «H8». Для завершения ввода параметров размера нажмите .




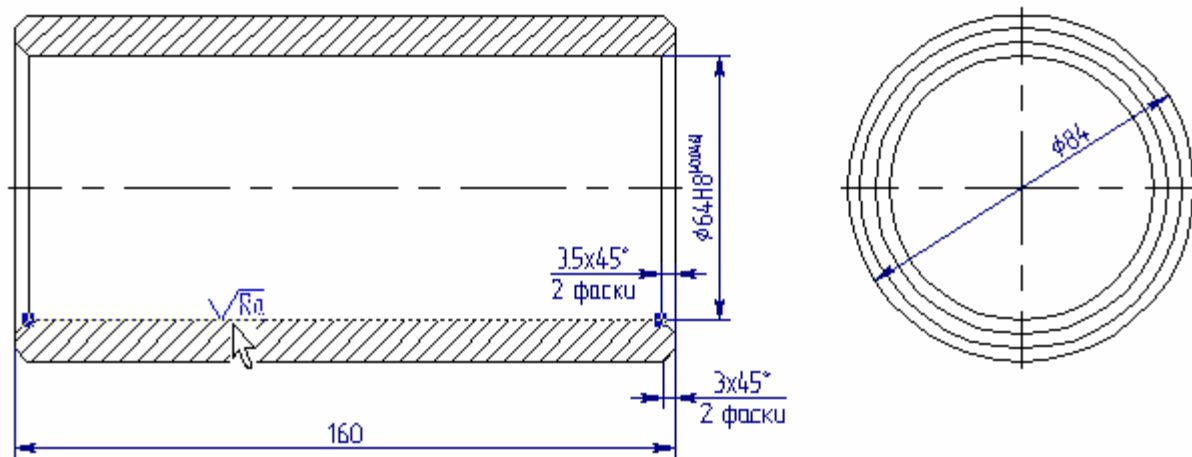
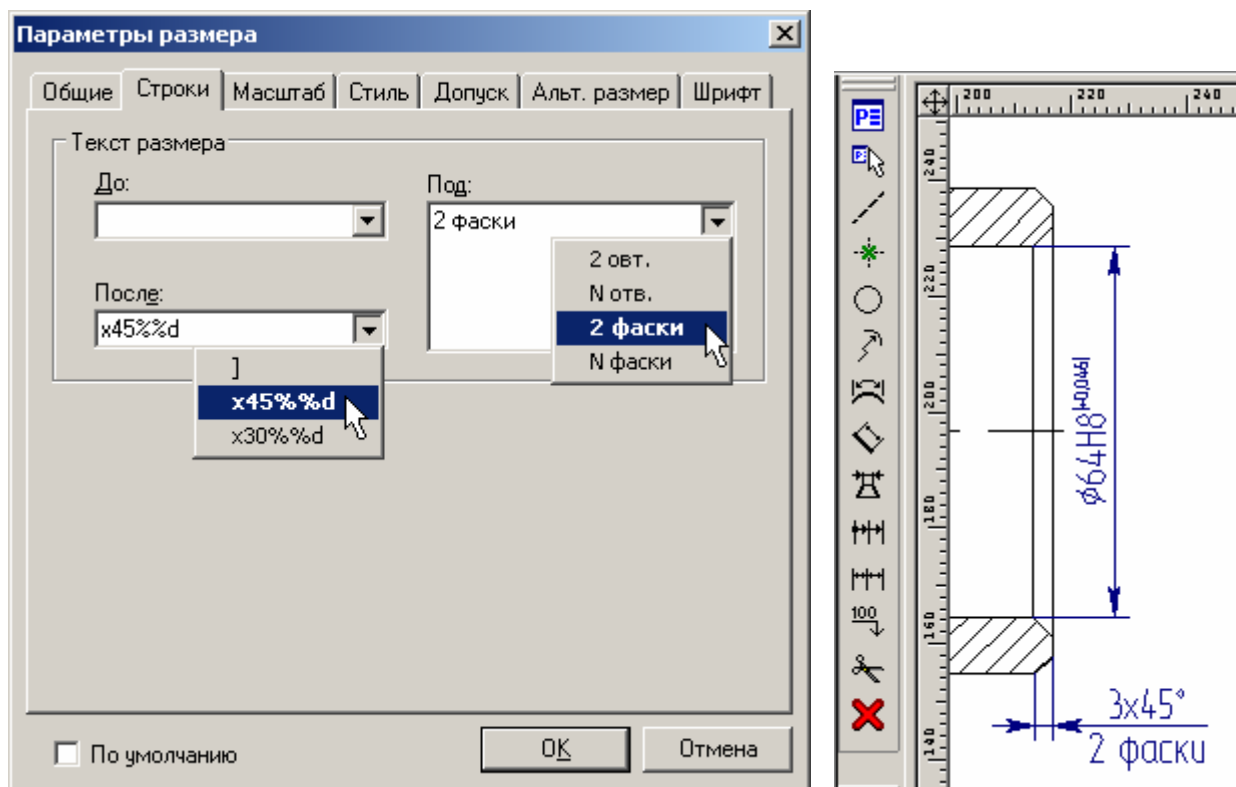
внутреннего диаметра цилиндра с полем допуска «H8». Теперь проставьте размер наружного диаметра цилиндра на виде слева – подведите курсор к линии окружности и когда линия выделится цветом, нажмите . Знак диаметра, в этом случае система поставит сама.





Для простановки размера наружной фаски выполните следующее:

выберите линию торца цилиндра и пересечение линий наружного диаметра и фаски (см. рис. ниже).



Откроется окно «Параметры размера». Выберите закладку «Строки». Здесь вы можете вписать необходимую информацию до размерного числа, после размерного числа и под размерным числом. В нашем случае, после размерного числа нужно проставить $x45^0$, под размерным числом – 2 фаски. Нажмите на кнопку списков  и выберите нужное выражение, как показано на рисунке. Списки можно редактировать, т.е. вы можете пополнить их своими выражениями. Проставьте самостоятельно остальные размеры.



Теперь укажите шероховатости поверхностей цилиндра: **Чертеж\Шероховатость**. Выберите  линию внутренней поверхности, курсором укажите местоположение знака шероховатости на линии . После этого откроется окно «Параметры шероховатости» (см. рис. ниже). В окне выберите тип высотного параметра и его значение. Например, по умолчанию, выбран параметр R_a , нажмите кнопку списка  и выберите значение параметра «0.80». Для завершения ввода параметров шероховатости нажмите .

Параметры шероховатости

Тип | Стил**ь** | Шрифт

Высотный параметр

Тип: Ra 0.80

0.008	0.080	0.80	8.0	80
0.010	0.100	1.00	10.0	100
0.012	0.125	1.25	12.5	125
0.016	0.160	1.60	16.0	160
0.020	0.20	2.0	20	200
0.025	0.25	2.5	25	250
0.032	0.32	3.2	32	320
0.040	0.40	4.0	40	400
0.050	0.50	5.0	50	
0.063	0.63	6.3	63	

Нет

☒ Показывать окно диалога параметров при создании

☐ По умолчанию


OK Отмена

Для того чтобы нанести на поле чертежа неуказываемую шероховатость поверхностей, выполните следующее: **Оформление\Неуказываемая шероховатость\Создать**. В открывшемся окне «Параметры шероховатости» выберите параметр «12.5» и нажмите **ОК**.

Для нанесения знака шероховатости поверхности необрабатываемой по данному чертежу, в окне «Параметры шероховатости», вам необходимо перейти на закладку «Стил**ь**», указать тип знака и поставить галочку напротив строки «Отображение без учета изменения №3 ГОСТ 2.309-73».

Параметры шероховатости


Тип | Стил**ь** | Шрифт

Знак:  Перед знаком:

Направление неровностей: После знака:

Указание:

Стрелка


Тип:  ☐ Неуказанная шероховатость

Размер: Из статуса ☐ Значок в скобках

☒ **Отображение без учёта изменения №3 ГОСТ 2.309-73**

☒ Выносная линия

Уровень: 0 Слой: Размеры





Приоритет: 10 Цвет:  0

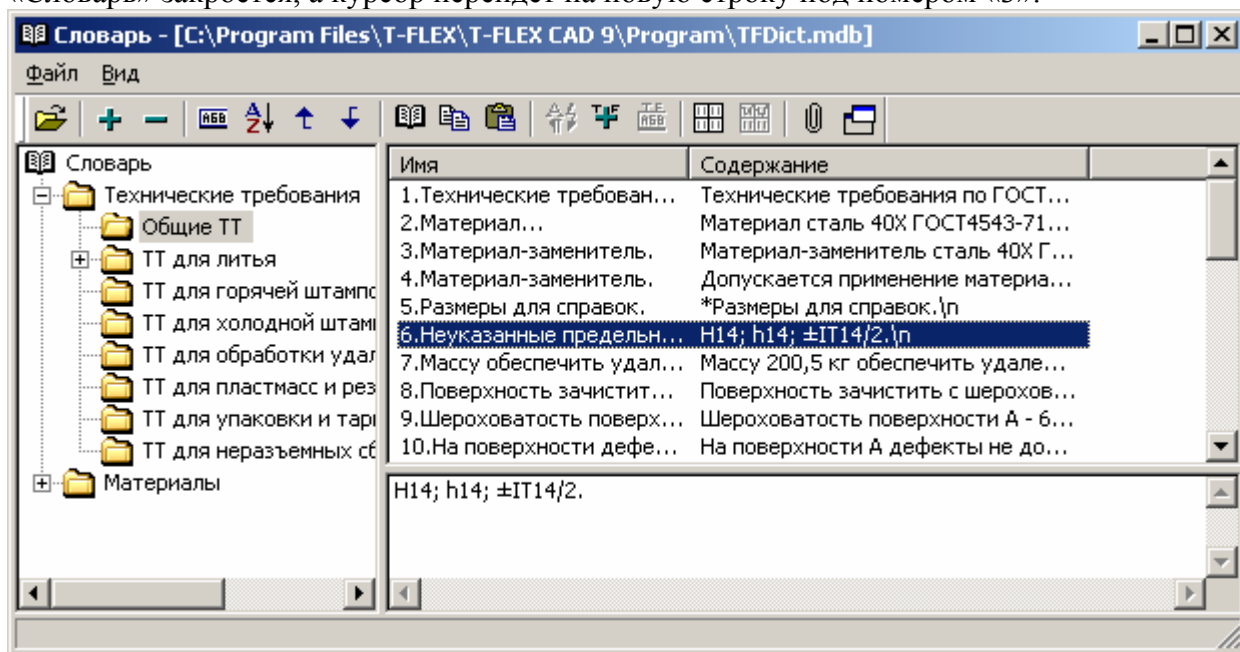
☐ По умолчанию



OK Отмена

Технические требования.


Создайте технические требования: **Оформление\Технические требования\Создать**. После запуска команды над основной надписью будет создана незаполненная текстовая область с проставленной цифрой «1.» и мигающим курсором. Вы можете ввести технические требования с клавиатуры. Например, введите 32...37 HRC. Затем нажмите клавишу «Enter» - и курсор перейдет на новую строку под цифрой «2».

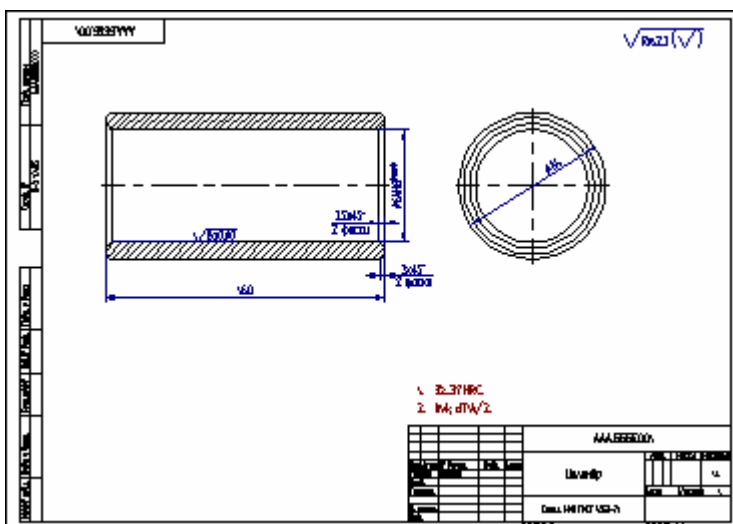
Однако удобнее воспользоваться «Словарем» (см. оформление основной надписи). Вызовите «Словарь»: щелкните  рядом с мигающим курсором, в появившемся контекстном меню выберите «Словарь»; второй вариант - просто нажмите «F6» на клавиатуре. В открывшемся окне словаря раскройте каталог «Технические требования», щелкнув  по знаку «+». Выберите папку «Общие ТТ» (см. рис.) - в правом окошке появится список требований. Выберите  в этом списке «Неуказанные предельные...». При этом в нижнем окошке появится текст, который будет вставлен в технические требования. Для вставки текста нажмите кнопку  на панели инструментов. Окно «Словарь» закроется, а курсор перейдет на новую строку под номером «3».



В нашем случае требований достаточно, поэтому поставьте  курсор в конце второй строки и нажмите на клавиатуре клавишу «Delete». Третья строчка будет удалена. И еще – отредактируйте вторую строку: т.к. допуск на внутренний диаметр проставлен, удалите «H14;». Теперь завершите создание технических требований, нажав  в Автоменю.


Если вы все сделали правильно, то чертеж должен выглядеть так.

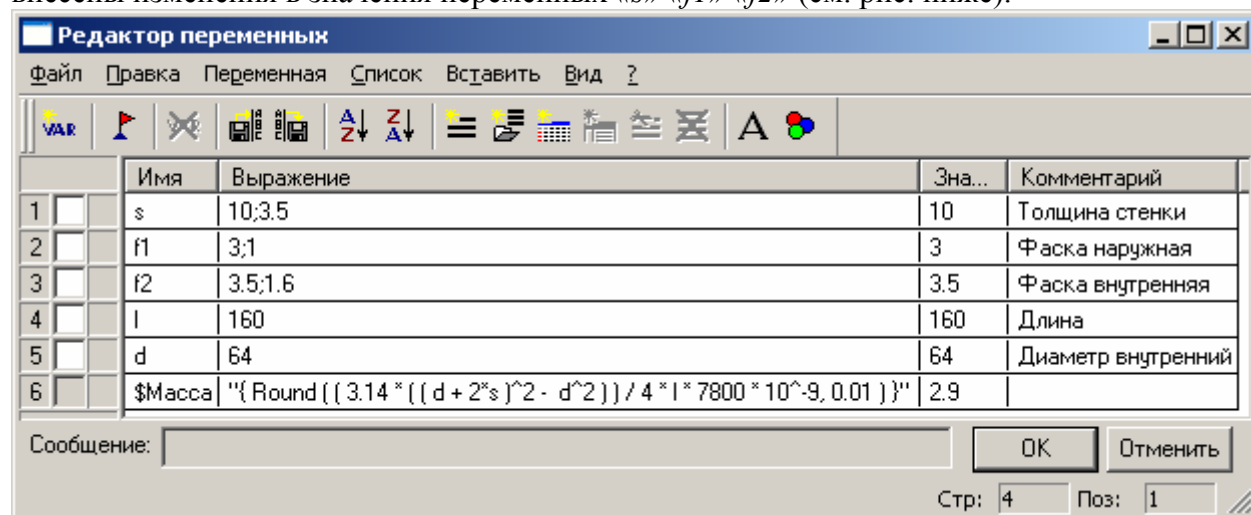
Сохраните файл - .

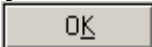


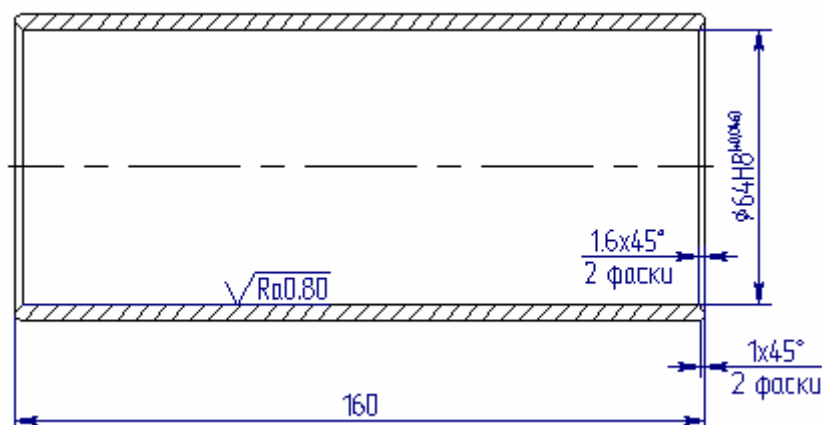
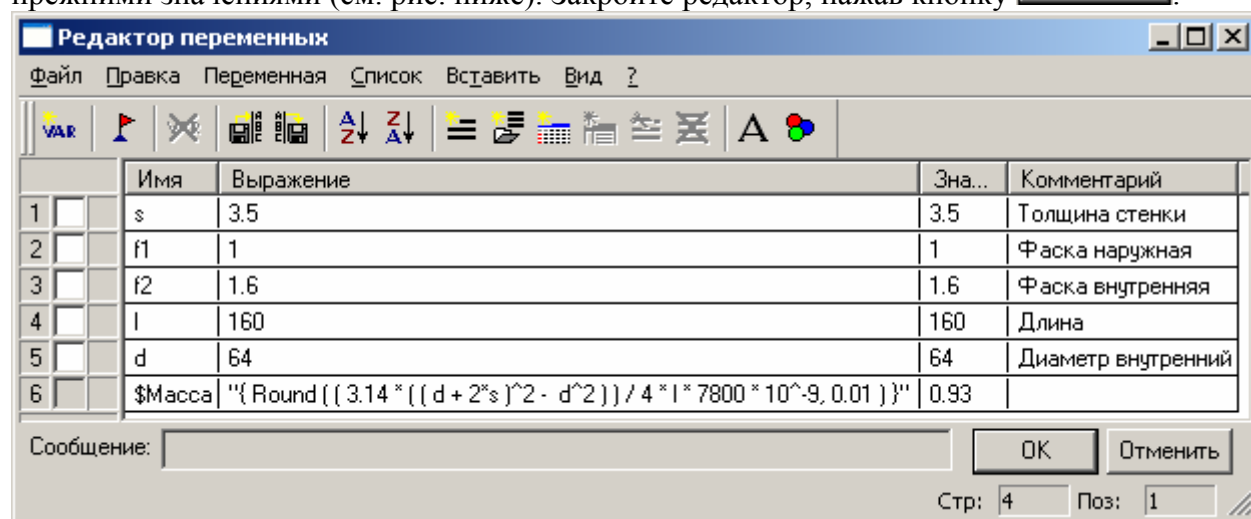
4.8 Модификация чертежа.

Теперь, когда построен параметрический чертеж цилиндра, модифицируем его, изменив значения переменных.

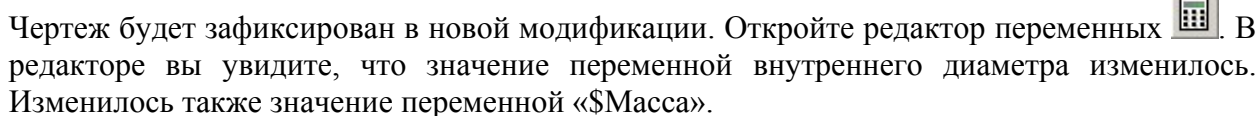
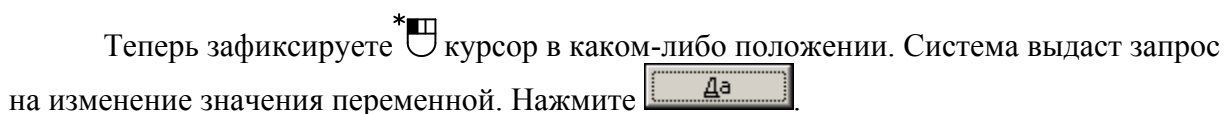
Зайдите в редактор переменных - **Параметры\Переменные** или нажмите кнопку  на панели инструментов. Ранее в редакторе переменных (см. п. 4.6) были временно внесены изменения в значения переменных «s» «f1» «f2» (см. рис. ниже).

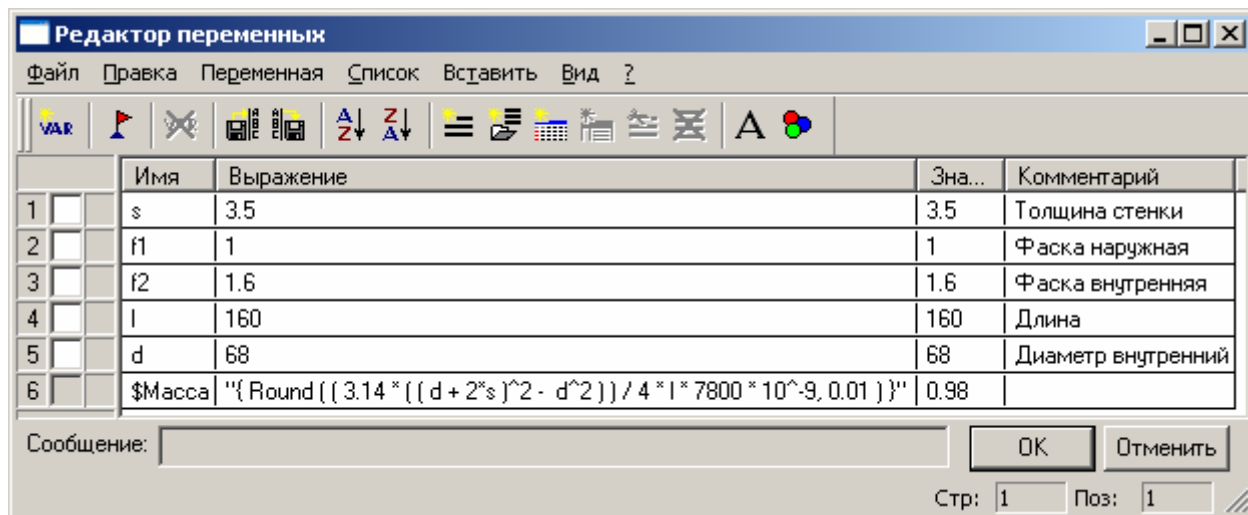


Восстановите прежние значения переменных, удалив число и точку с запятой перед прежними значениями (см. рис. ниже). Закройте редактор, нажав кнопку .



Модифицировать чертеж можно, не только меняя переменные. Существует и обратная связь – изменив геометрию, вы измените значения переменных.





Отмена-повтор изменений.

Вы можете отменить последнее изменение, выполнив **Правка\Отменить** или нажать . Для повтора последнего изменения - **Правка\Повторить** или нажать . По умолчанию кнопка не вынесена на панель инструментов. На панель инструментов кнопку можно вынести также как и в других Windows-приложениях.

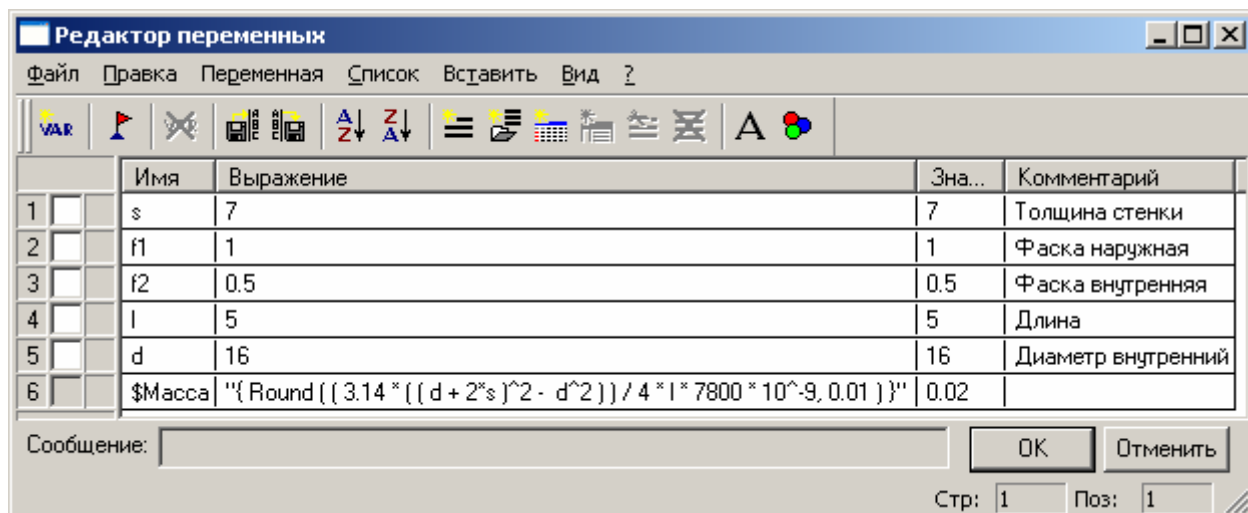


Команда «Отмена-Повтор» действует не только при создании чертежей, но и при работе с трехмерными моделями.

Создание на основе существующего чертежа нового документа.

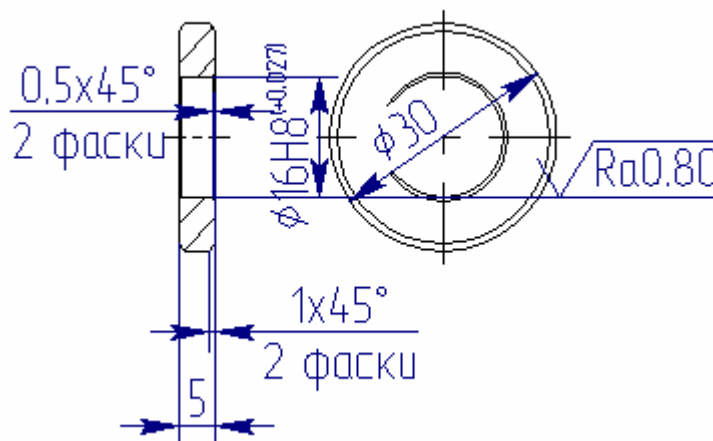
Модифицируя параметрический чертеж при помощи переменных, вы можете быстро получать новую документацию. Создадим на основе чертежа цилиндра чертеж шайбы.

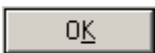
Откройте редактор переменных . Измените, значения переменных так, как это показано на рисунке ниже и нажмите .

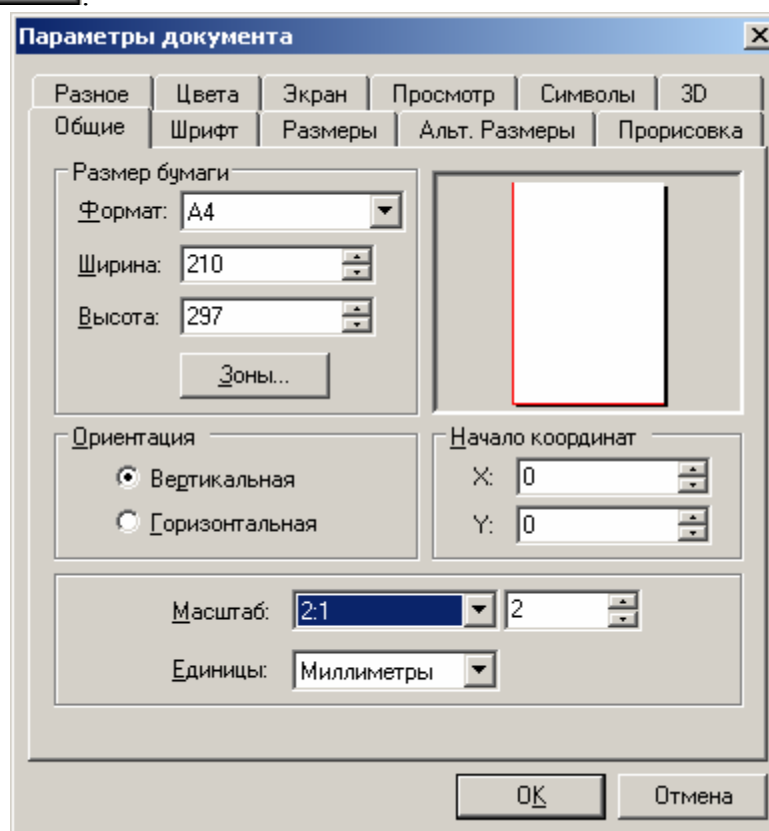



После изменения значений чертеж выглядит не совсем, так как нужно.

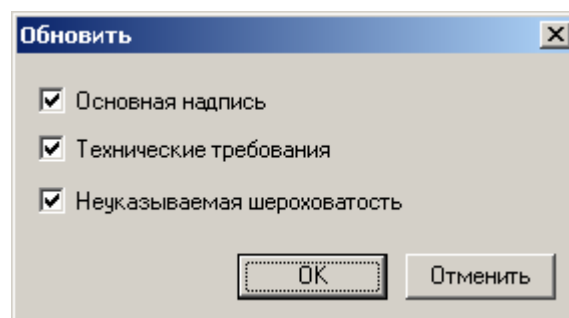
Для того чтобы чертеж читался, измените: формат листа с «A3» на «A4»; ориентацию листа с «Горизонтальной» на «Вертикальную»; масштаб с «1:1» на «2:1». Отредактируйте размеры – разнесите их так, чтобы было удобно читать чертеж.

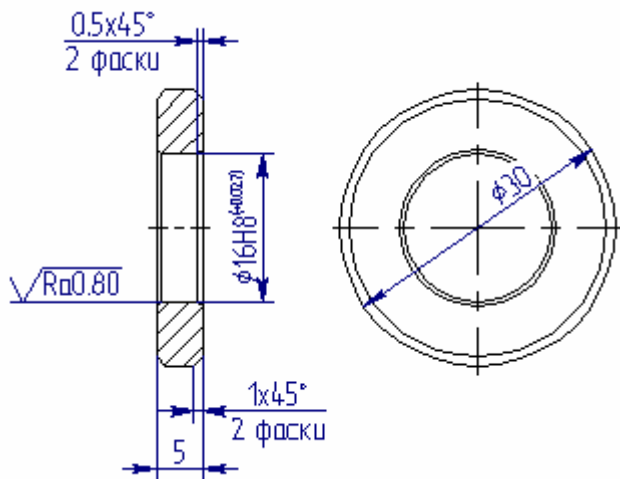





Выполните следующее: **Настройка\Статус**. Откроется окно «Параметры документа». Измените в соответствии с рисунком «Формат», «Ориентацию», «Масштаб» и нажмите .



Теперь обновите элементы оформления: **Оформление\Обновить**. Откроется окно «Обновить». В окне вы можете указать нужные элементы оформления. В нашем случае оставьте все по умолчанию и нажмите .







Отредактируйте размеры, как это показано на рисунке. Для редактирования размера достаточно щелкнуть  по нему, и вы зайдете в режим редактирования – размер будет динамически изменяться синхронно перемещению курсора. Выберите новое положение размера и щелкните . Чтобы очищался фон под размерным числом на виде слева – наведите на размерное число курсор и когда он выделится цветом, щелкните . В открывшемся окне «Параметры размера», зайдите на

закладку «Шрифт» и поставьте галочку напротив «Очистка фона». Нажмите .

В нашем случае, для размещения чертежа внутри форматки можно воспользоваться двумя вариантами:

1. Зайти в режим редактирования базовых линий построения – щелкнуть  по линии и переместить ее в нужное положение, аналогично и для второй линии.
2. Переместить форматку относительно чертежа - **Оформление\Основная надпись\Переместить**. При выполнении данной команды система будет перемещать форматку и лист, относительно чертежа, синхронно с перемещением курсора мыши. Выберите новое положение форматки и щелкните . Форматка и, соответственно лист, займут новое положение.

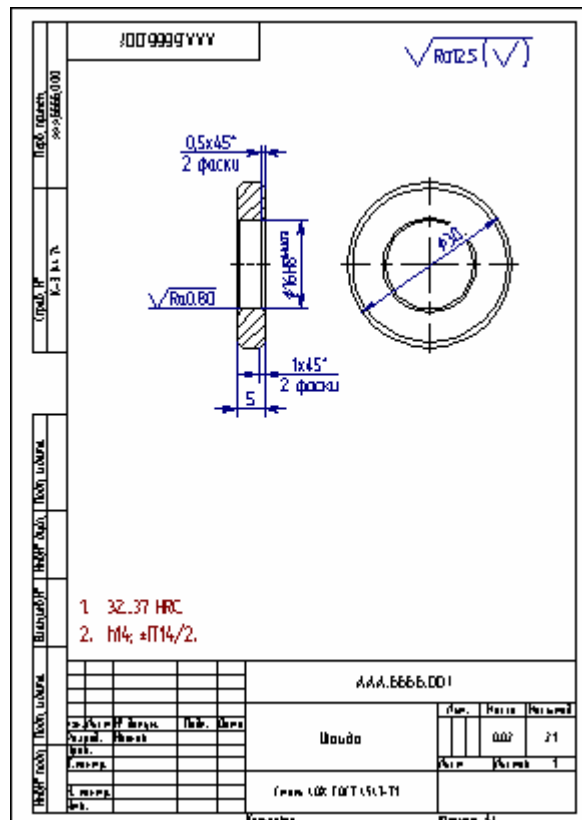
И последнее измените наименование чертежа на «Шайба»: **Оформление\Основная надпись\Редактировать**.

Результат, который должен у вас получиться смотри на рисунке.

Сохраните файл под другим именем: **Файл\Сохранить как**. В открывшемся окне напишите новое имя файла «Шайба».

На простом примере создания чертежа цилиндра и впоследствии модификации его в чертеж шайбы вы научились основным принципам параметрического черчения. Работая в системе T-Flex CAD, вы заметите, что черчение перестало быть рутинной, ваши чертежи становятся «живыми». Используя математические зависимости, вы сделаете свой чертеж еще и «умными». Не забывайте про очень полезную клавишу на клавиатуре «F1». Находясь в любой команде, нажмите «F1» и вы получите подробную справку по данной команде.

Но самое интересное - впереди. Если вы проектируете изделия сложной конструкции, например, изделия



машиностроения, то двухмерное проектирование, как и черчение за кульманом - уже прошлый век. Не отставайте от времени, изучайте трехмерное моделирование. Многие утверждают, что 3D это излишество. Не верьте им. Так могут говорить люди, не владеющие или плохо владеющие компьютерным проектированием. 3D очень сильно облегчит ваш труд, поможет избежать досадных ошибок при проектировании и наряду с мощными параметрическими возможностями позволит создавать «живые» и «умные» 3D проекты. Но об этом во второй части пособия.