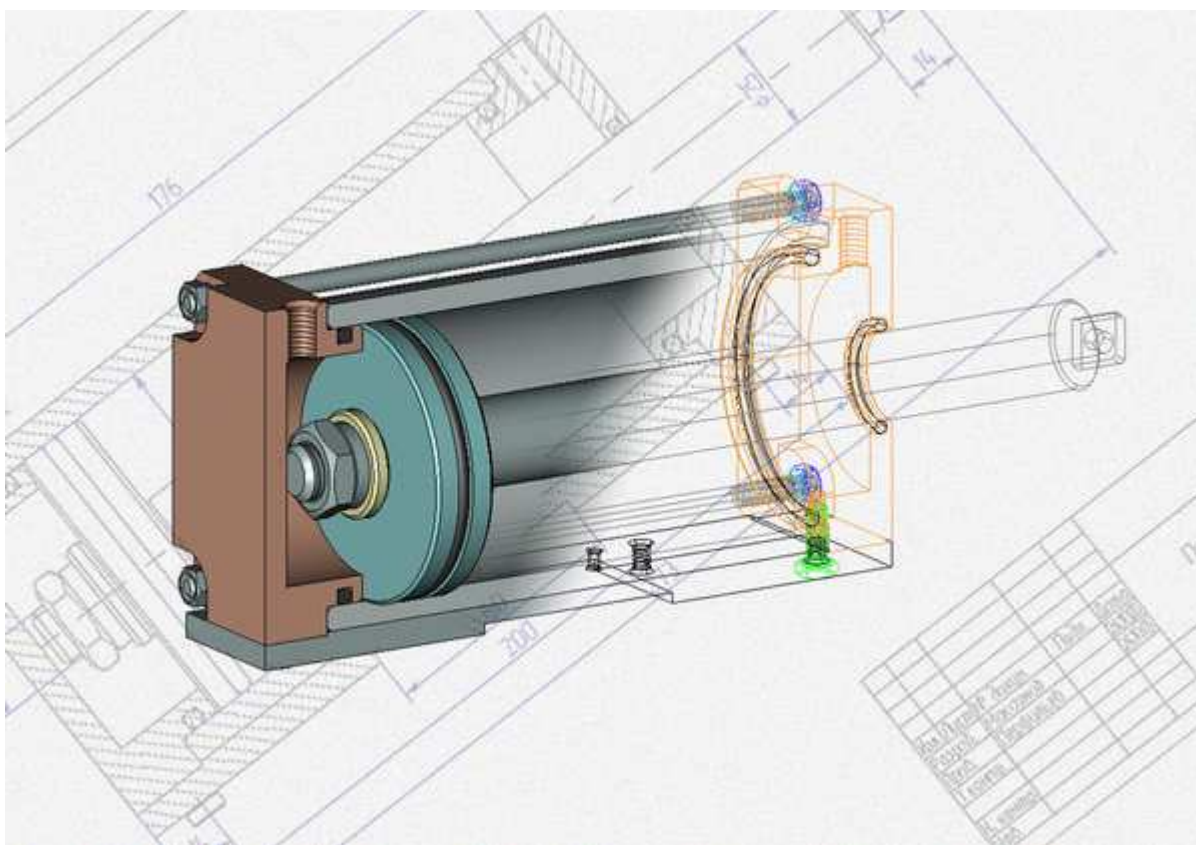


T-FLEX CAD



НАЧАЛЬНЫЙ КУРС

УЧЕБНИК

С.В. Протасова
С.В. Максимов

г. Северодвинск 2011 г.

Основная задача учебника - минимизировать время на освоение параметрического черчения и трехмерного проектирования в T-FLEX CAD инженерами и студентами судостроительных и машиностроительных специальностей.

Учебник основан на материале, вошедшем в первую часть методического пособия «Начальный курс» с изменениями. Авторы, на протяжении трех лет, получают положительные отзывы об успешном применении пособия «Начальный курс» первой и второй частей в качестве учебного материала при освоении T-FLEX CAD в ВУЗах. Было принято решение о написании полноценного учебника по T-FLEX CAD. Материал был переработан с учетом опыта трехлетнего преподавания по методичке «Начальный курс» студентам Севмашвуза и инженерам конструкторского отдела оснастки технологической службы ОАО "ПО "Севмаш". В учебник вошли новые главы, не вошедшие в методическое пособие. Вторая часть «Трехмерное проектирование» была переписана полностью с учетом новых возможностей, появившихся в T-FLEX CAD 11-й версии. В обе части были добавлены видеоролики, позволяющие лучше усвоить материал учебника.

В качестве «сквозного» примера для учебника использовано изделие типа «Пневмоцилиндр двухходовой» с некоторыми упрощениями конструкции в методических целях. Подобные изделия применяются в системах управления различными устройствами подводных и надводных кораблей, тяжелом машиностроении. На примере изделия «Пневмоцилиндр» показана методика разработки параметрических чертежей, 3D моделей (деталей), 3D сборки, оформлении проекций, спецификации и оформления деталировки. Большое количество иллюстраций и видеороликов для каждой главы помогают проработать учебник в течение достаточно короткого времени.

В приложениях к учебнику вы найдете: примеры, видеоролики, прототипы документов T-FLEX CAD, файлы-заготовки для выполнения упражнений, оформленную и проведенную через нормоконтроль конструкторского отдела оснастки ОАО «ПО «Севмаш» конструкторскую документацию на учебное изделие-пример «Пневмоцилиндр» в форматах «GRB» (формат T-FLEX CAD) и «PDF».

Для более удобной и эффективной работы с учебником рекомендуем пользоваться интерактивным оглавлением, прилагаемыми примерами и просматривать видеоролики.

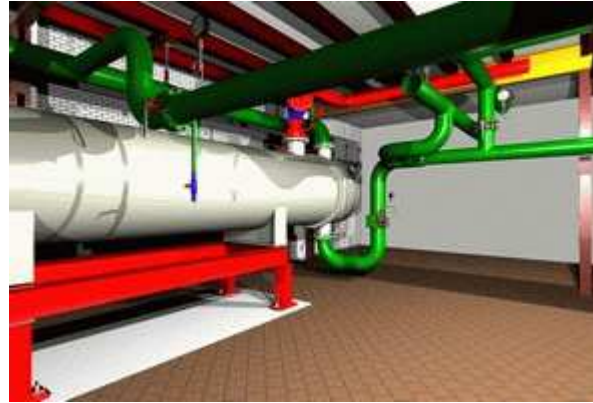
Содержание

Примеры работ в T-FLEX CAD северодвинских пользователей	6
Об авторах	7
Введение	8
Принципы работы с учебником	9
Принятые соглашения.....	9
ЧАСТЬ I ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ	10
Глава 1. Интерфейс, Автоменю	10
Глава 2. Справка – удобно и просто.....	13
Глава 3. Основные принципы работы с документом	13
3.1 Работа с изображением.....	13
3.2 Селектор	14
3.3 Объектная привязка	14
Глава 4. Параметрическое черчение. Основные принципы	16
4.1 Первый чертеж. Элементы построения.....	16
Страницы.....	16
4.2 Элементы изображения	23
Линии изображения	23
Штриховка	27
4.3 Редактирование геометрии чертежа	31
Редактирование.....	31
Настройка базовых линий	32
4.4 Прототипы документов T-FLEX CAD	35
4.5 Переменные	37
Редактор переменных.	38
4.6 Параметрический чертеж	41
Создание файла	41
Сохранение файла	42
Чертеж цилиндра. Вещественные переменные.....	43
Фаски	49
Текстовые переменные	52
Многоконтурная штриховка	53
Удаление неиспользуемых элементов и обрезка линий построения.	54
Восстановление обрезанных линий. Построение дополнительного вида по существующему.	55
4.7 Оформление чертежа	61

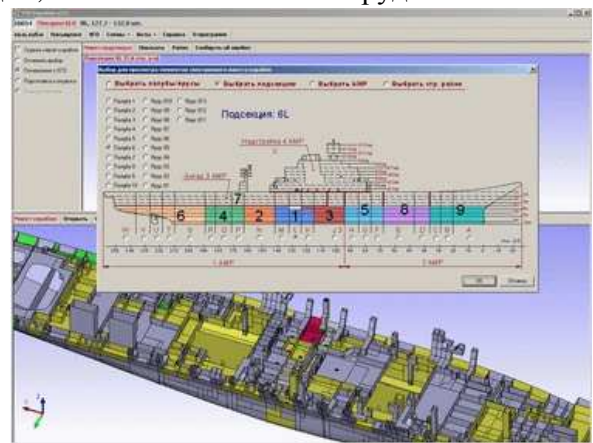
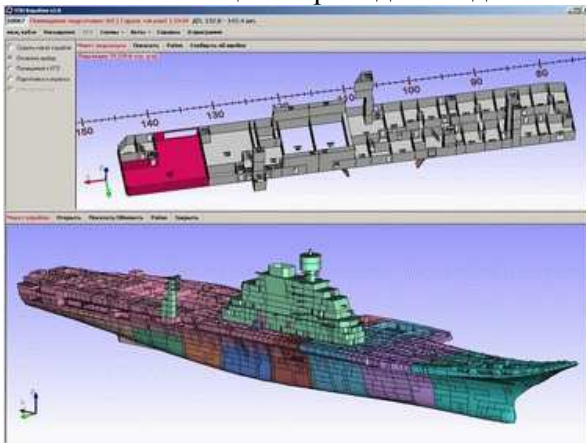
Основная надпись. Словарь.....	61
Нанесение размеров.....	65
Технические требования.....	69
4.8 Модификация чертежа.....	71
Отмена-повтор изменений.....	73
Создание на основе существующего чертежа нового документа.....	73
ЧАСТЬ II. ТРЕХМЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	76
Глава 5. Создание 3D модели по существующему чертежу на основе одной рабочей плоскости.....	76
Глава 6. Создание 3D модели по существующему чертежу на основе двух рабочих плоскостей.....	82
Глава 7. Создание 3D модели в 3D пространстве.....	89
Глава 8. Конфигурации библиотек.....	101
8.1 Создание конфигурации библиотек проекта.....	101
8.2 Подключение конфигурации библиотек.....	103
Глава 9. Подготовка деталей для вставки в 3D сборку. Создание локальных систем координат (ЛСК) и 3D коннекторов.....	104
9.1. Создание ЛСК для фрагмента плиты.....	104
9.2. Создание 3D коннекторов.....	107
9.3. Создание ЛСК для привязки штока к поршню и создание 3D коннектора для привязки фрагментов из библиотеки «Стандартные изделия», поставляемой с T-FLEX CAD.....	113
Глава 10. Создание параметрической 3D сборки.....	116
10.1 Создание прототипа 3D сборки.....	116
10.2 Создание параметрической сборки.....	122
10.3 Подготовка к вставке фрагментов в сборку.....	125
10.4 Вставка фрагмента «Плита».....	126
10.5 Вставка фрагмента «Крышка_1».....	129
10.6 Вставка фрагментов «Кольцо уплотнительное».....	131
10.7 Вставка фрагмента «Поршень».....	133
10.8 Вставка фрагмента «Шток».....	135
10.9 Вставка фрагмента «Шайба».....	136
10.10 Вставка крепежа поршня.....	137
10.11 Вставка фрагмента «Крышка_2» и уплотнительных колец.....	139
10.12 Вставка фрагмента «Цилиндр».....	141
10.13 Вставка фрагментов «Стяжка».....	143

10.14 Вставка фрагментов крепежа стяжек	144
10.15 Вставка фрагментов крепежа крышек.....	146
10.16 Завершение создания параметрической 3D сборки.....	150
10.17 Управление фрагментами в дереве 3D модели	153
Глава 11. Создание чертежей на основе 3D модели.....	157
11.1 Создание проекций	157
Создание главного вида пневмоцилиндра	157
Создание проекции вида сверху	163
Создание проекции вида слева	166
Создание проекции местного разреза	167
Создание изометрической проекции	172
Построение на проекциях осевых линий	173
Перемещение проекций	174
Создание проекций по обозначению разреза	175
Создание вида по стрелке.....	179
Создание выносного вида.....	181
11.2 Заполнение основной надписи.....	185
11.3 Создание технических требований.....	186
11.4 Создание спецификации.....	187
11.5 Переименование файлов фрагментов.....	193
11.6 Простановка позиций в сборочном чертеже	197
11.7 Простановка размеров на сборочном чертеже	203
11.8 Создание надписи.....	209
11.9 Модификация чертежа.....	211
Приложение А	215
Приложение Б	215
Приложение В.....	215
Приложение Г	215
Приложение Д.....	215

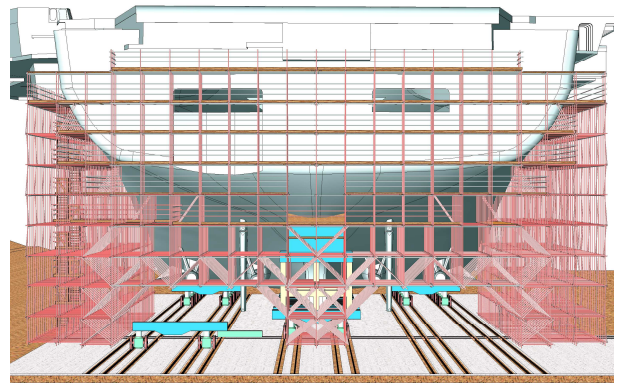
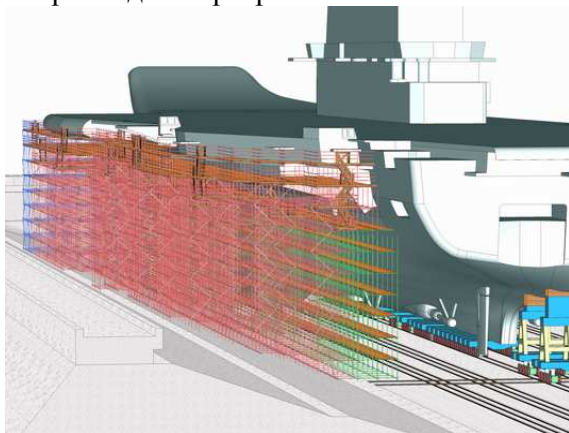
Примеры работ в T-FLEX CAD северодвинских пользователей



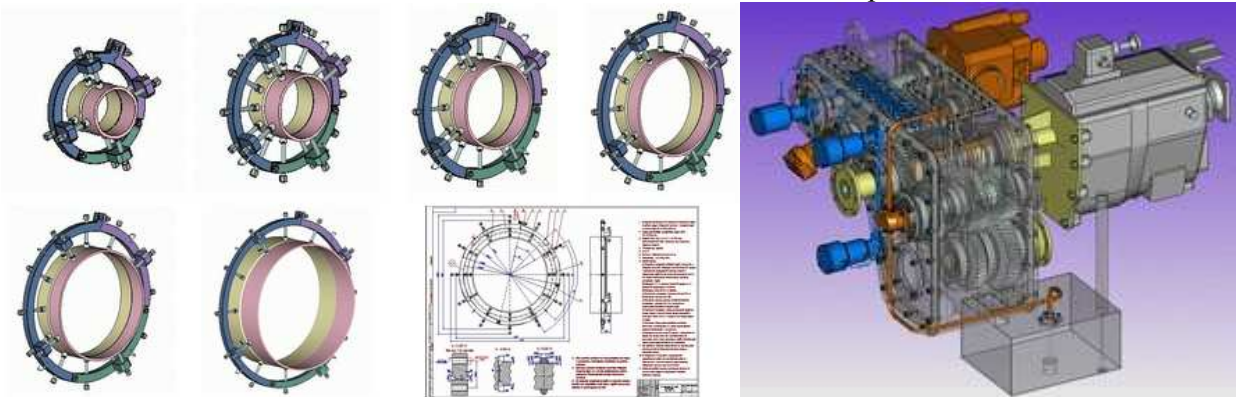
Авианосец «Викрамадитья» для ВМФ Индии, тепломеханическое оборудование



Прикладное программное обеспечение «ТПО Корабля» для мониторинга работ на корабле



Применение мини-САПР «Леса трубчатые» на базе T-FLEX CAD при проектировании технологической оснастки для обеспечения доковых работ на авианосце



Центраторы труб для «МЛСП Приразломная», большой раздаточный редуктор снегоочистителя

Об авторах

Протасова Светлана Витальевна. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Проектирования подъемно-транспортного и технологического оборудования» «Севмашвуза» (филиал Морского государственного Санкт-Петербургского технического университета). Опыт работы и преподавания T-FLEX CAD 5 лет.

Максимов Сергей Васильевич. Ведущий инженер в производстве «Военно-технического сотрудничества» в ОАО «ПО «Севмаш» (разработка прикладного программного обеспечения на базе T-FLEX CAD и СУБД ORACLE). 8 лет проработал инженером-конструктором изделий и оснастки, опыт работы в T-FLEX CAD 12 лет. Один из основателей «Информационно-методического сайта профессиональных пользователей T-FLEX CAD из г.Северодвинска» www.tflex-nord.narod.ru.

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. Для тех, кому недостаточно конструкторского инструментария, в системе предусмотрена возможность написания макросов и приложений на основе T-FLEX API.**

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 учебном пособии акцент сделан на классический подход к работе с T-FLEX CAD, а именно на т.н. «объектно-ориентированное проектирование». При грамотном использовании этого подхода вы сможете получать легко изменяемые чертежи и 3D модели, а также существенно автоматизировать разработку конструкторской документации.

Учебник создан на основе методического пособия, разработанного в помощь конструкторам отдельных подразделений ОАО «ПО «Севмаш» (г. Северодвинск) при освоении системы T-FLEX CAD (с учетом возраста пользователей 50 лет). Материалы книги базируются на практическом опыте проведения обучения системе T-FLEX CAD. Многие пользователи, при освоении системы впервые садились за компьютеры. Для облегчения понимания материала учебник написан по принципу «шпаргалки для освоения». По этой причине первая часть книги, для некоторых пользователей, может показаться излишне подробной, а сам учебник слишком объемным. На самом деле основную часть материала составляет большое количество иллюстрации к тексту. В тексте каждого раздела вы также найдете ссылки на видеопримеры.

Уже более трех лет материал для данного учебника успешно применяется для обучения пользователей системы T-FLEX CAD в ВУЗах и на предприятиях. На проработку первой части пособия «Параметрическое черчение» обычно требуется от 3 до 6 часов и, как правило, зависит от индивидуальных способностей пользователя.

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 понадобятся вам для работы.

Принципы работы с учебником

В книге 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 Главе 2. Текст в учебнике сопровождается иллюстрациями, примерами и упражнениями, а также снабжен ссылками на видеопримеры (в случае использования электронной версии учебника для просмотра видеопримера достаточно щелкнуть по соответствующей ссылке). Примеры и упражнения вы найдете в папке «Примеры», видеопримеры – в папке «Video». **Если вы не имеете опыта работы в T-FLEX CAD, то рекомендуем изучать данный материал ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО, ПРОСМАТРИВАЯ ВИДЕОПРИМЕРЫ 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 с 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>.

Имена переменных – «l», значения параметров – «14».

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 текстового 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**.

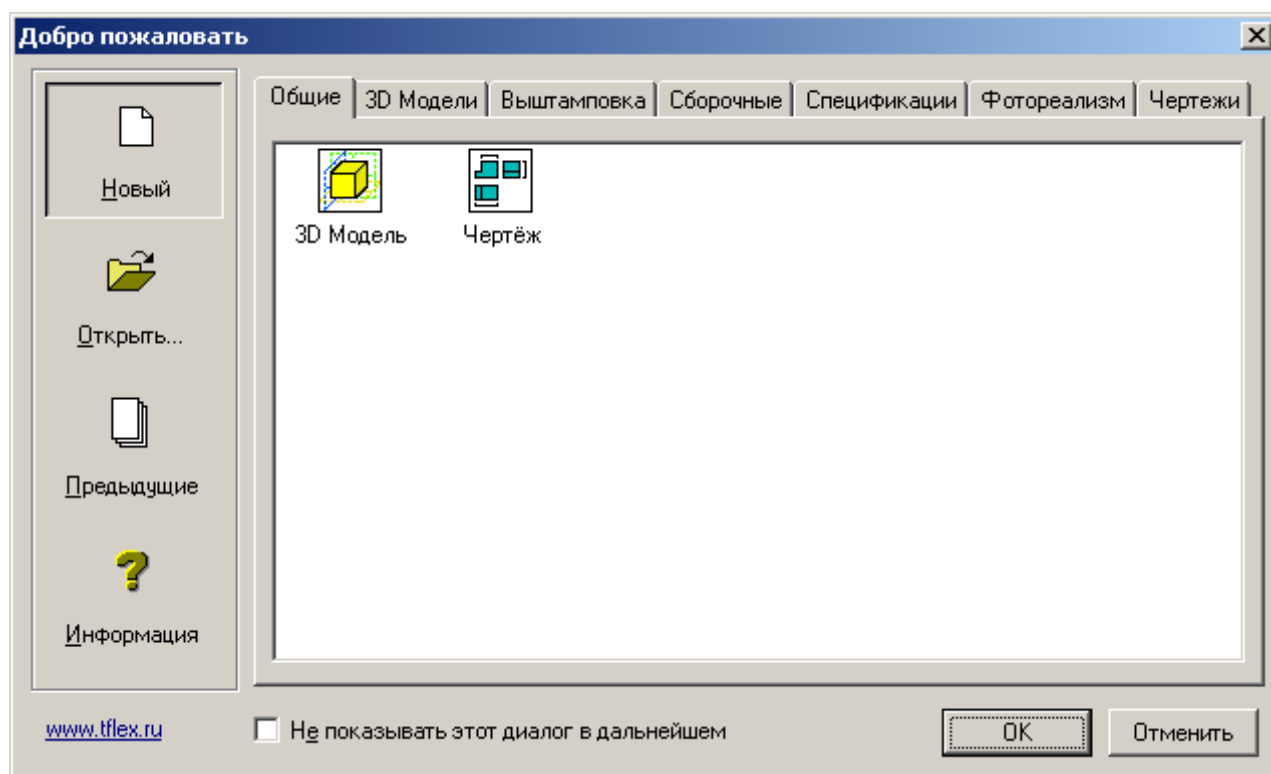


Обратите внимание на то, что в выпадающем списке, слева от наименования каждой команды, присутствует **изображение пиктограммы**. Различные пиктограммы можно встретить на панелях инструментов. Поэтому, наряду с вышеописанной схемой вызова команды, можно нажать на соответствующую **пиктограмму** панели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

ЧАСТЬ I ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Глава 1. Интерфейс, Автоменю

Запустите систему – **Пуск\Программы\T-FLEX\T-FLEX CAD**. Другой способ запустить программу - щелкнуть ****** на ярлыке «T-FLEX CAD», который вы найдете на рабочем столе Windows после завершения установки системы на ваш компьютер. При запуске системы откроется окно диалога «Добро пожаловать». С 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 «ОК».

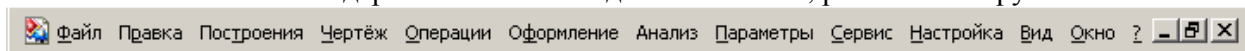
С помощью кнопки «Открыть...» открываются документы T-FLEX CAD с расширением «.grb».

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 «ОК».

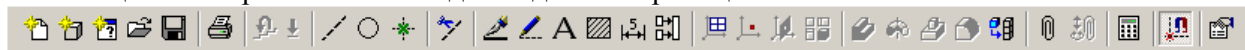
В данном случае выберите «Чертеж» и нажмите «ОК».

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

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



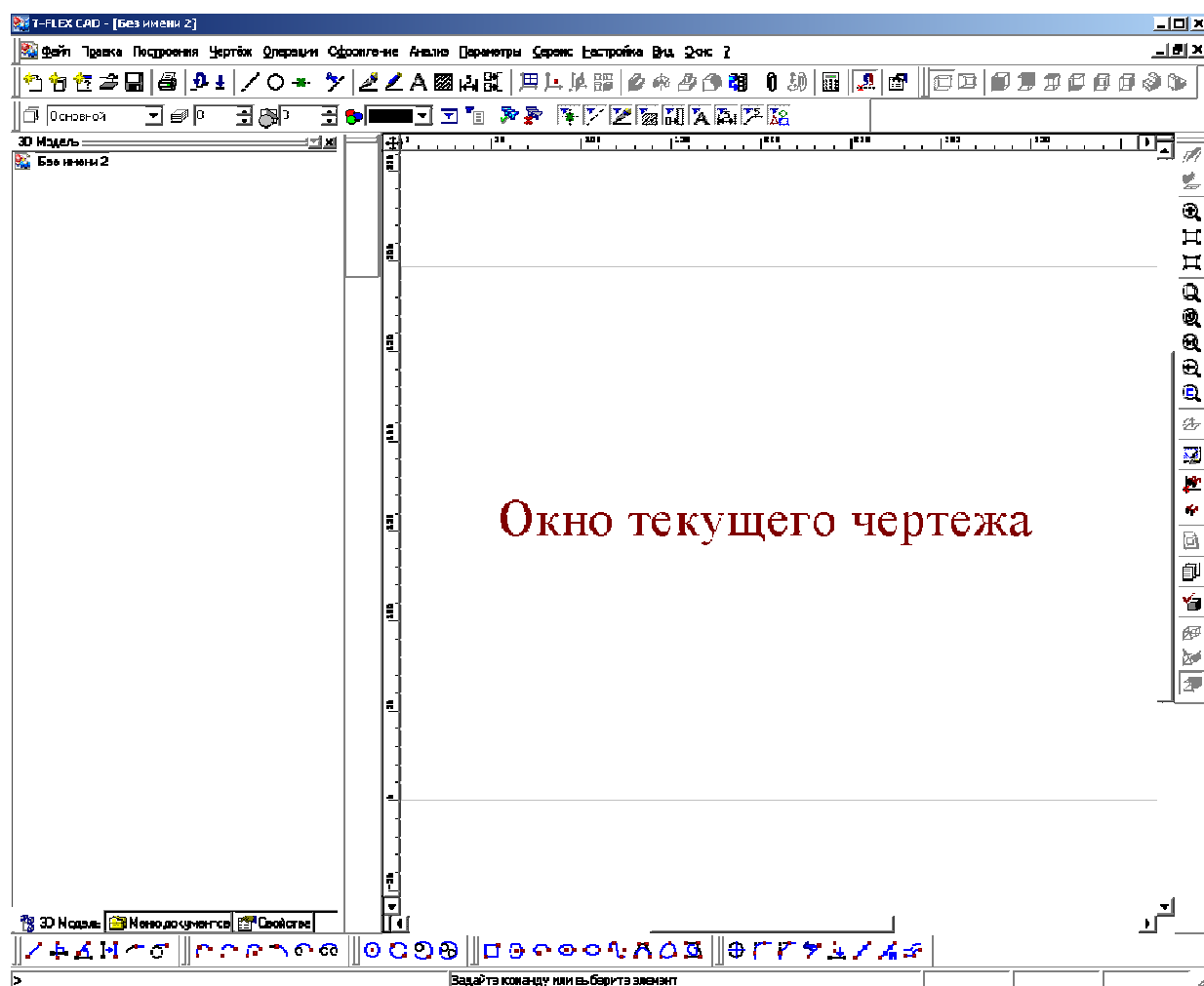
Панель инструментов содержит команды T-FLEX CAD в виде пиктограмм. В окне системы может содержаться несколько инструментальных панелей. Панели могут быть плавающими или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.

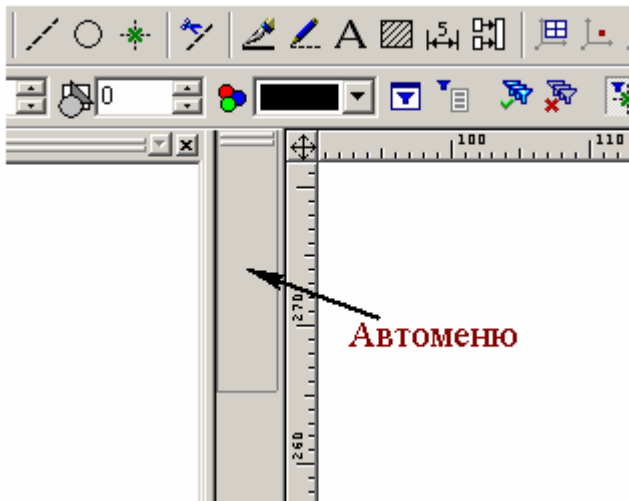


Системная панель содержит поля для изменения текущих установок элементов изображения: цвет, тип линий, уровень, слой. Также панель содержит кнопки для выполнения команд конфигурации слоев, конфигурации уровней текущего документа и кнопки для установки селектора.



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:

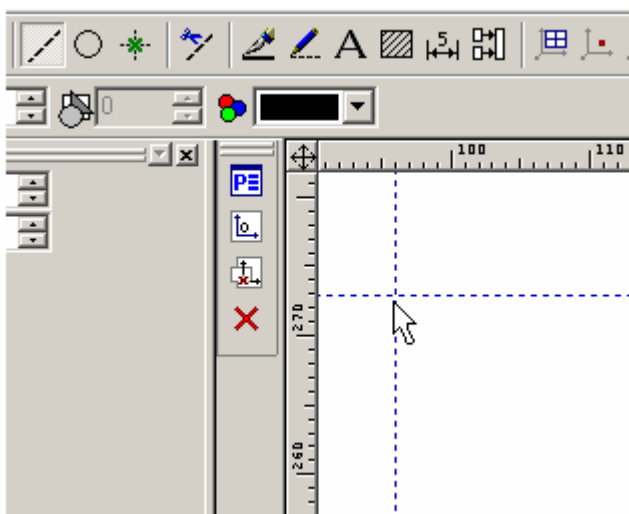
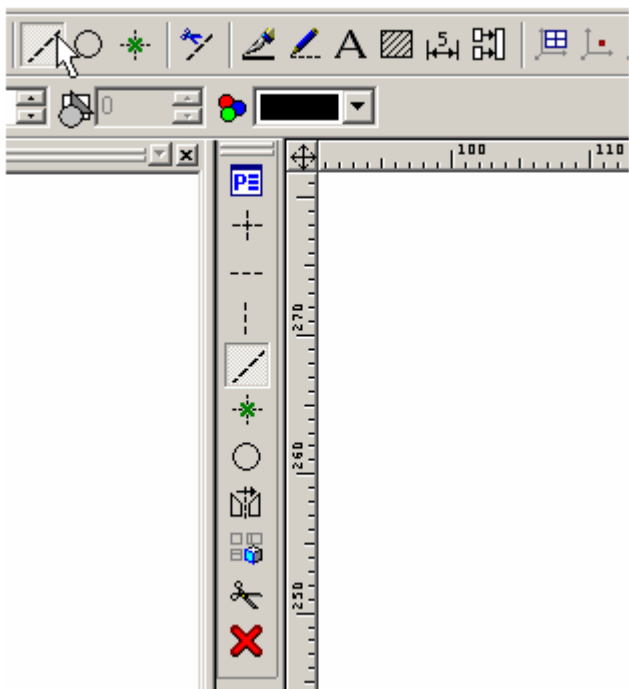
запустите команду

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 .

[Video\Part-I\v01-01.exe](#)

Глава 2. Справка – удобно и просто

Цель книги – 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 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 соответствующий раздел справки. Если в текущем разделе справки встречается текст, выделенный цветом с подчеркиванием (ссылка), то, указав курсором мыши на этот текст и щелкнув , вы можете перейти к разделу, в котором более подробно описано данное понятие.

[Video\Part-I\02-01.exe](#)

Во время работы с 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).

[Video\Part-I\02-02.exe](#)

Глава 3. Основные принципы работы с документом


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\Часть I**»:

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 и клавиатуре 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 .

[Video\Part-I\031-01.exe](#)

3.2 Селектор

Для удобства выбора элементов чертежа и 3D модели в T-FLEX CAD предусмотрен селектор. Селектор позволяет задать набор из тех элементов, которые необходимы пользователю на момент работы с чертежом или 3D моделью. 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 кнопки селектора. 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.

[Video\Part-I\032-01.exe](#)

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).

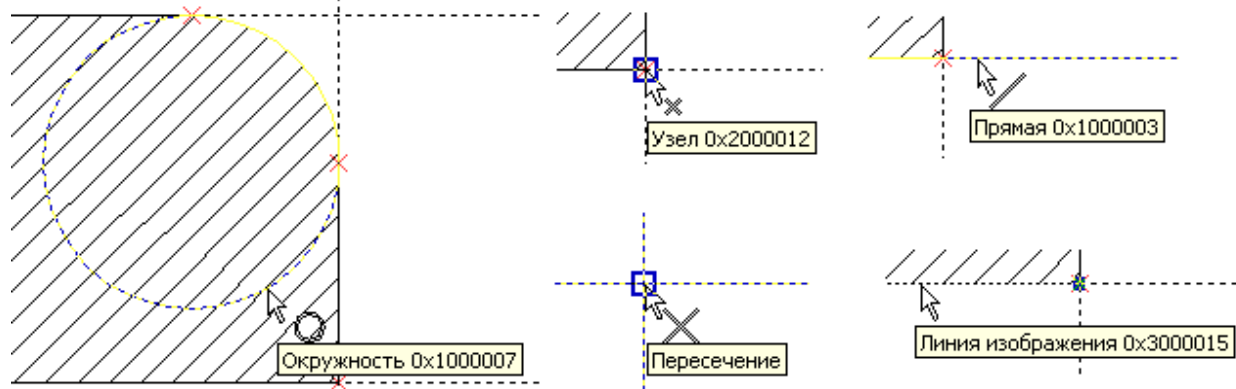



Объектная привязка – очень хороший помощник при создании чертежей и 3D моделей. Но к этому помощнику нужно привыкнуть и уметь с ним работать.





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.

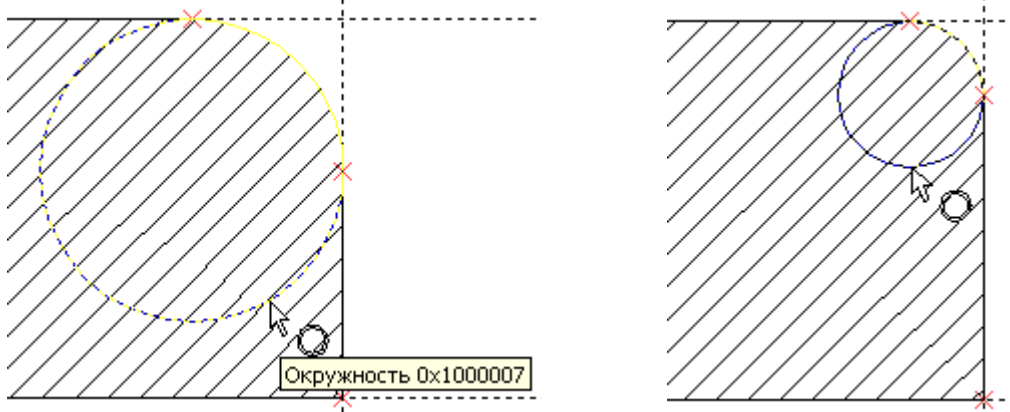
[Video\Part-I\033-01.exe](#)




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

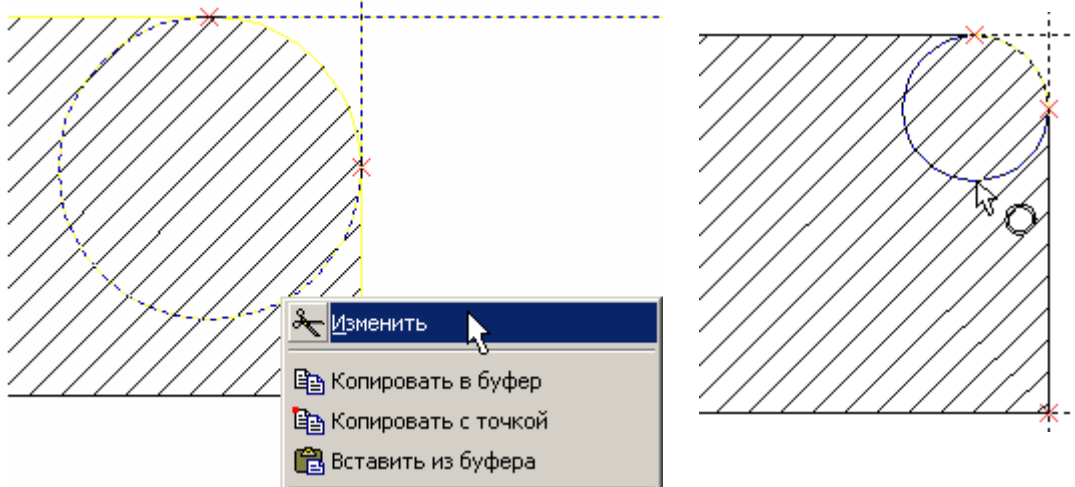






Вы можете выбрать объект, если щелкните , в тот момент, когда объект выделен цветом. Таким образом, вы зайдете в режим редактирования выбранного объекта.


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).

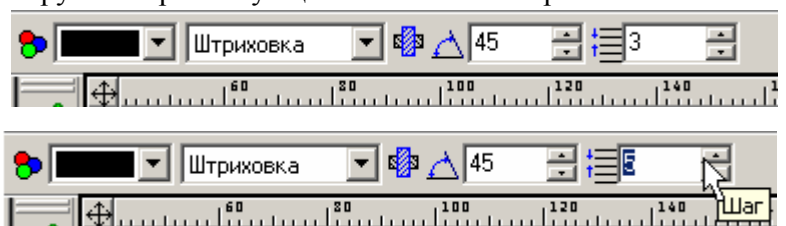




Такого же результата вы можете добиться другим способом - щелкните  на выделенном объекте и будет вызвано контекстное меню. Выберите в меню  пункт «Изменить», отредактируйте окружность и зафиксируйте новое положение .



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.

[Video\Part-I\033-02.exe](#)

Глава 4. Параметрическое черчение. Основные принципы

4.1 Первый чертеж. Элементы построения


В предыдущих разделах и упражнениях, 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**) – см. пример из предыдущей главы. Элементы построения по умолчанию на печать не выводятся, выступая только как вспомогательные.

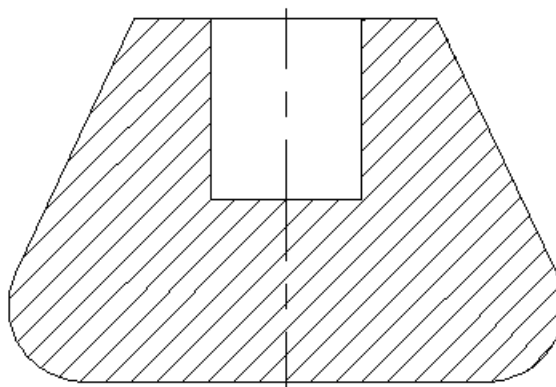
Порядок создания чертежа в T-FLEX CAD выглядит так:

1. **Каркас** (элементы построения)
2. **Линии изображения** (включая фаски)
3. **Штриховка** (в т.ч. заливка)
4. **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 базовых линий создает каркас из вспомогательных элементов построения.

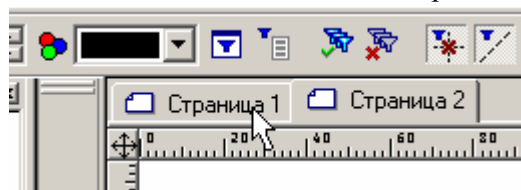
Прежде чем приступить к созданию чертежа – небольшое отступление от темы: в T-FLEX CAD вы можете создавать многостраничные документы, т.е. в одном файле можно разместить несколько листов с чертежами, спецификациями и, например, пояснительной запиской.


Откройте файл **Пример 2.grb** из папки «Примеры\Часть I»: **Файл\Открыть...** (кнопка ). В открывшемся примере, вы увидите чертеж, который вам предлагается построить.



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.







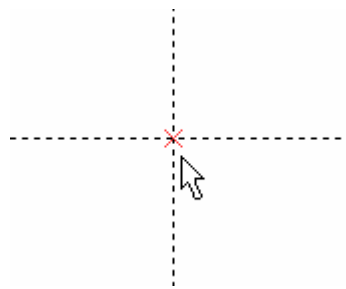
Вы можете переключаться между страницами. Для выбора соответствующей странице закладки, нажмите . Перейдите на «Страницу 2». В 11-й версии, в отличие от предыдущих версий, закладки страниц по умолчанию расположены в нижней части документа.

Положение закладок страниц настраивается.

[Video\Part-I\v041-01.exe](#)

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 листа и щелкните , затем один раз  для выхода из подкоманды. Будут созданы две пересекающиеся линии построения и узел в месте их пересечения.

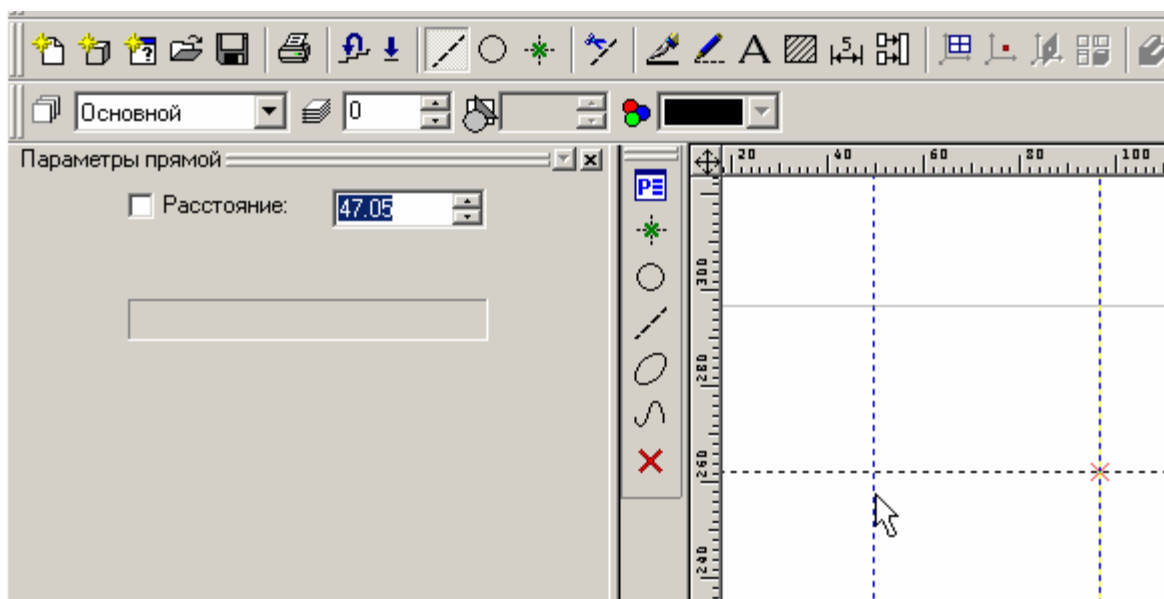
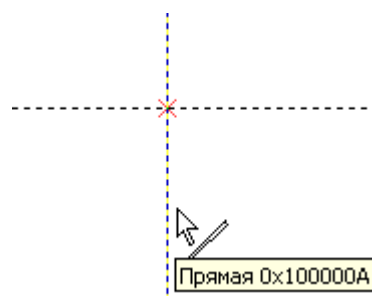



[Video\Part-I\v041-02.exe](#)



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>.

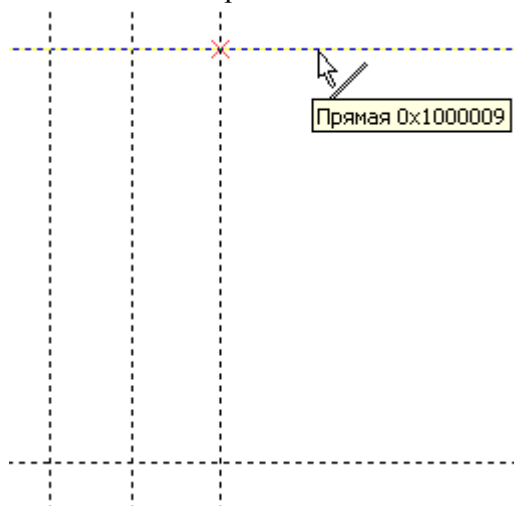



Будет создана вертикальная прямая, **параллельная выбранной**, на расстоянии от последней 50 мм. Система все еще находится в режиме создания прямых, параллельных выбранной базовой линии. Наберите на клавиатуре «25» и нажмите <Enter>. Будет создана прямая на расстоянии 25 мм от базовой линии. Больше прямых,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





[Video\Part-I\v041-03.exe](#)

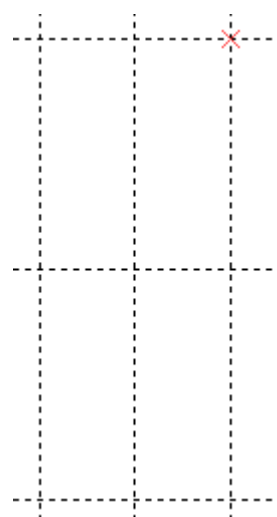
Теперь необходимо разделить пространство между двумя горизонтальными линиями на две равные части.



 В 11-й версии для выполнения этой команды выберите в Автоменю опцию . В 10-й версии этого делать не нужно.

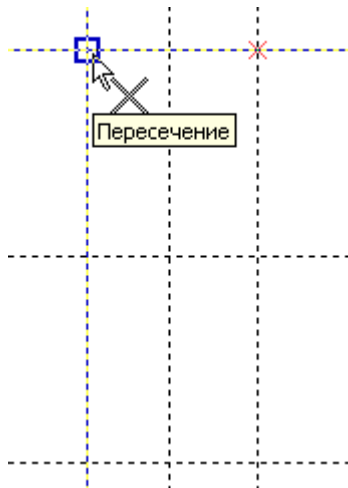
Подведите курсор к верхней прямой (верхний рисунок) и выберите ее, щелкнув .

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



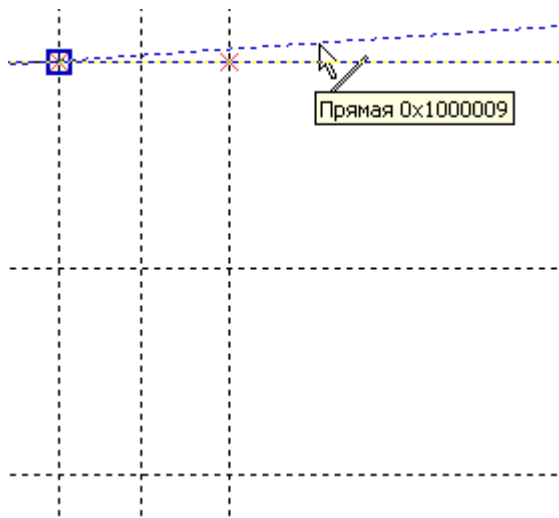
Будет построена прямая, как *ось симметрии* двух прямых.

[Video\Part-I\v041-04.exe](#)

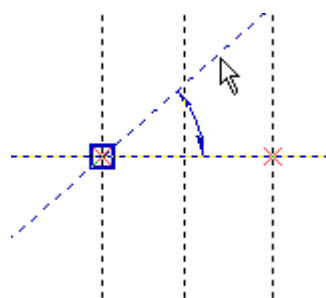


Далее необходимо построить прямую, **проходящую через узел и под углом к горизонтальной прямой.**

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.



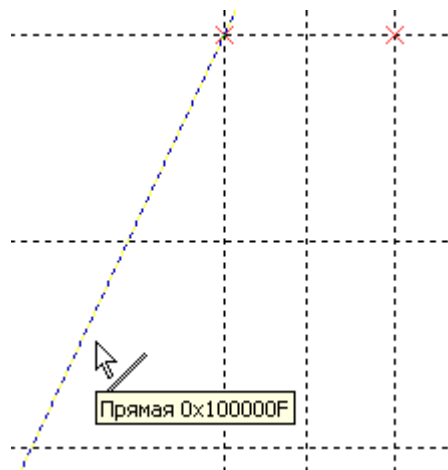
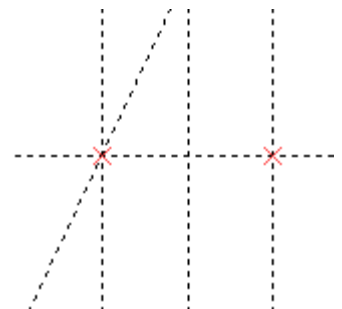
Подведите курсор к горизонтальной линии, и когда объектная привязка подсветит линию, щелкните .



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

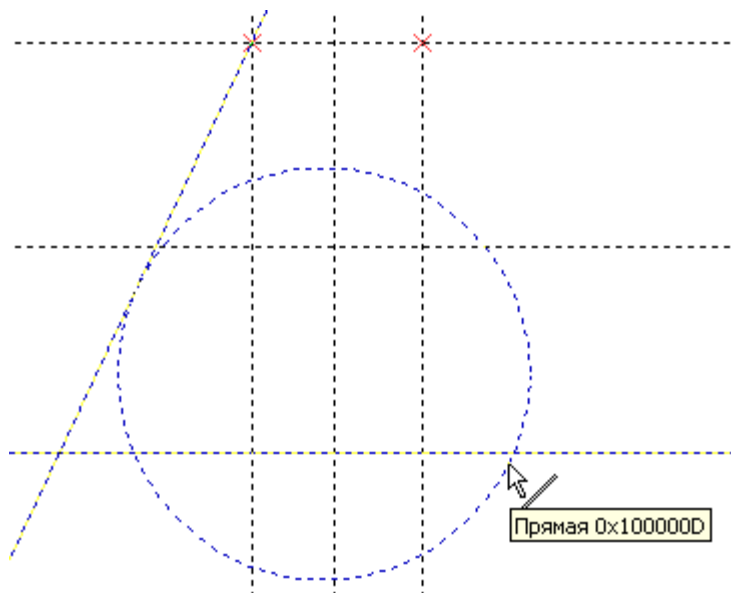
Откажитесь от дальнейших построений, щелкнув от .



[Video\Part-1\041-05.exe](#)

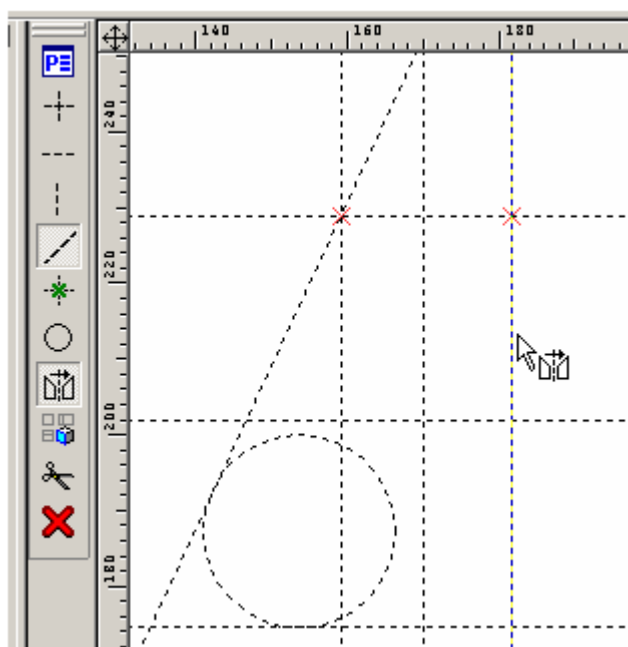
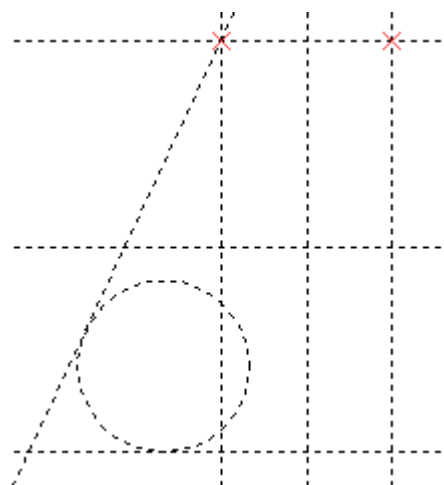




Далее построим **окружность, касательную к двум прямым и заданной радиусом.** Запустите команду


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.




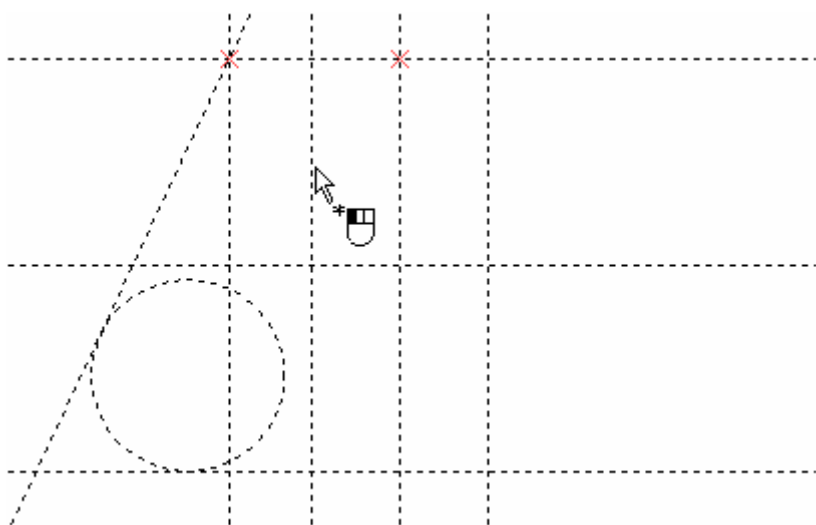
Выберите  нижнюю горизонтальную прямую . Введите на клавиатуре «25» и нажмите <Enter>. [Video\Part-I\041-06.exe](#)

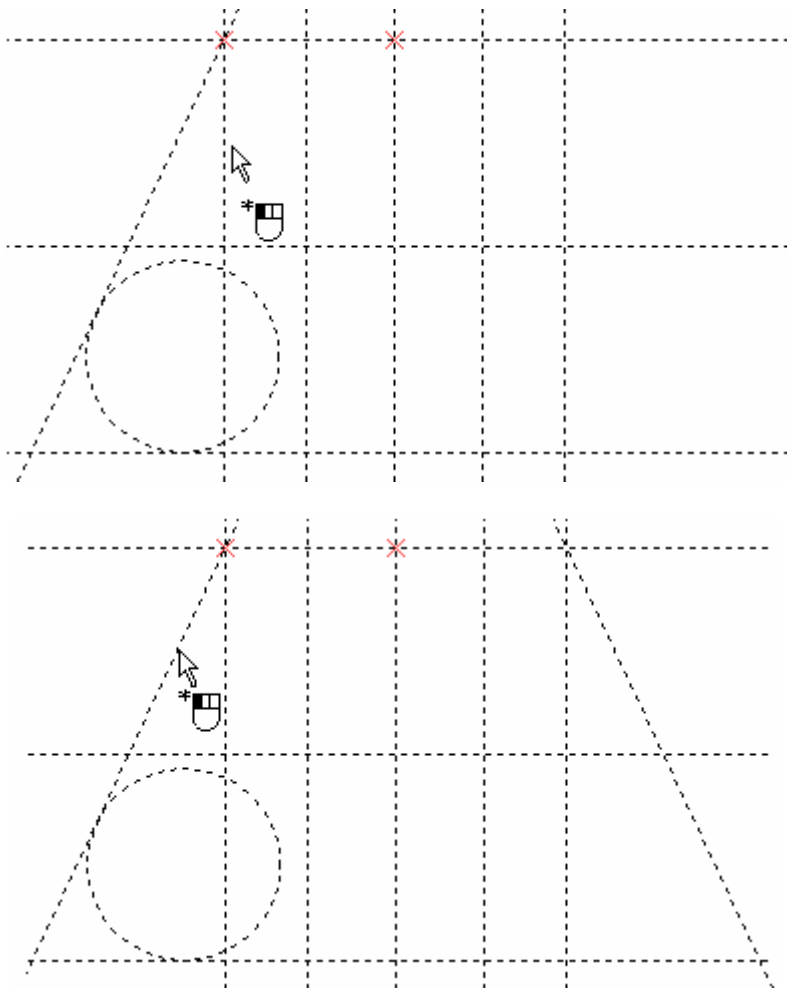



Теперь необходимо построить прямые **относительно оси симметрии**. Запустите команду **Построения\Прямая** или нажмите . В Автоменю выберите опцию .

Подведите курсор к базовой вертикальной прямой (крайняя правая) и щелкните , выбрав ось симметрии.



Далее **последовательно** выберите вертикальную и наклонную линии, щелкая , см. рис. ниже.



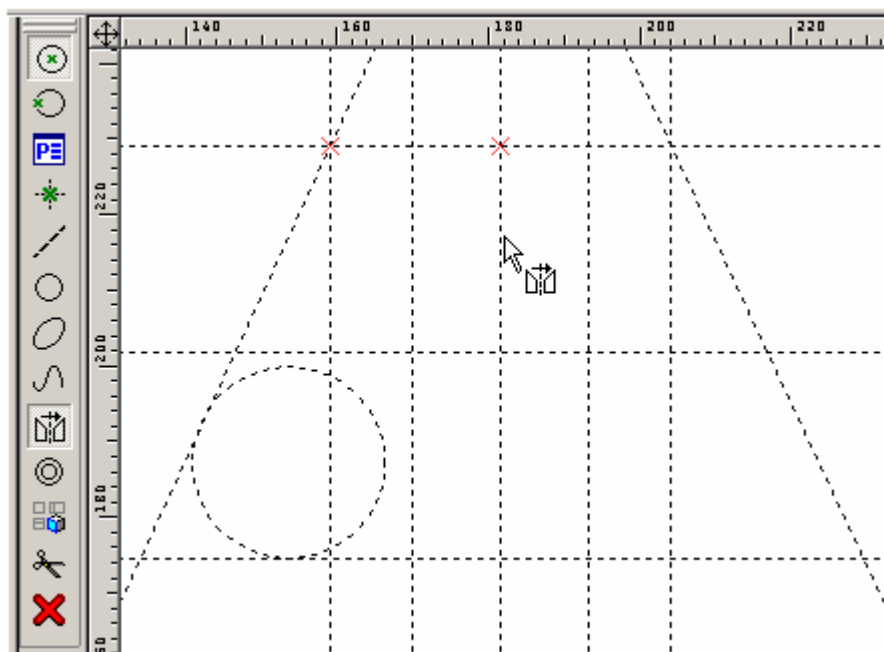


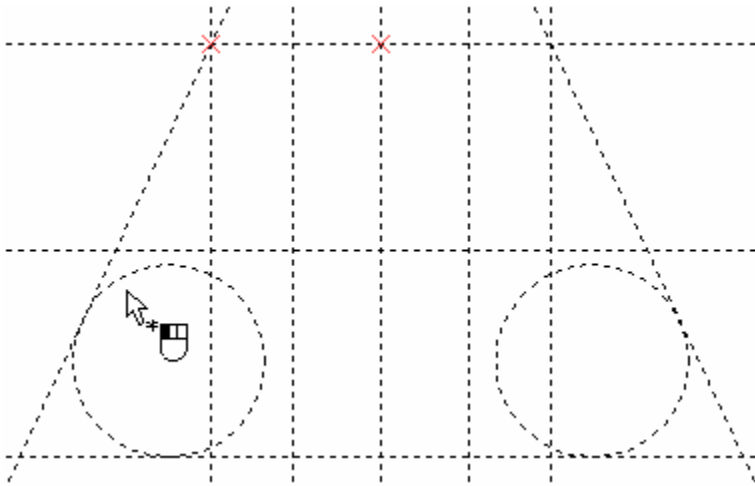
После создания симметричных прямых **обязательно** щелкните , чтобы выйти из команды.


[Video\Part-1\y041-07.exe](#)


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.

[Video\Part-I\v041-08.exe](#)

Каркас модели построен.


В этом разделе вы научились:

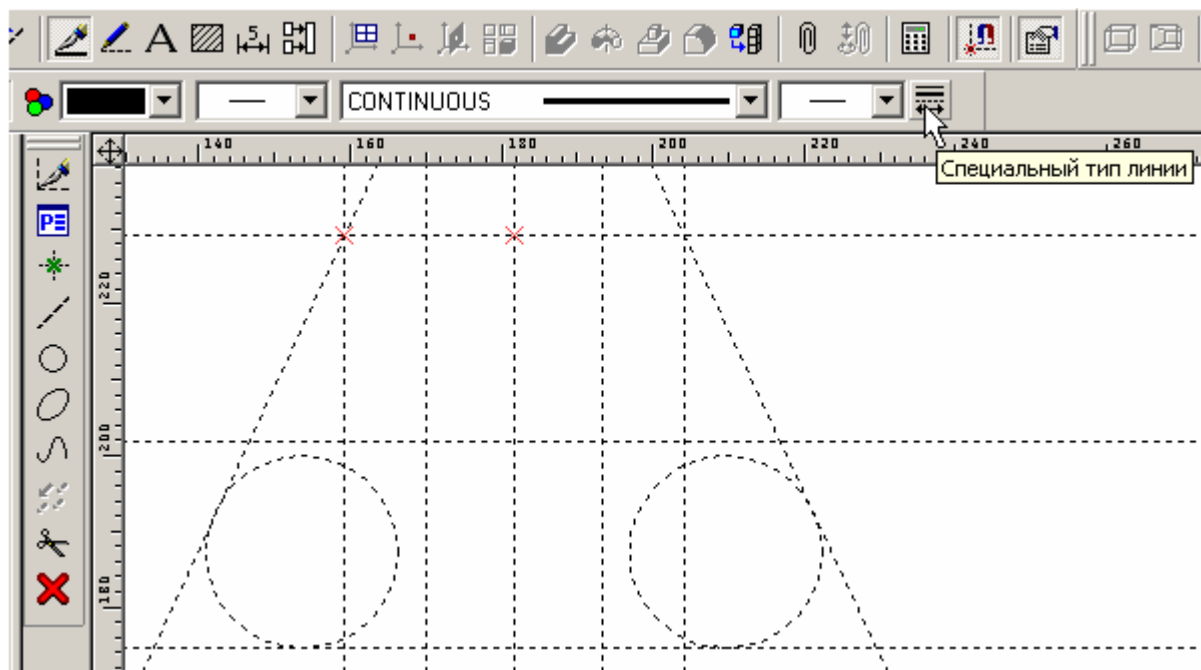
- строить каркас модели, на основе элементов построения [Video\Part-I\v041-09.exe](#);
- строить прямые параллельные выбранной [Video\Part-I\v041-03.exe](#);
- строить прямую, как ось симметрии двух прямых [Video\Part-I\v041-04.exe](#);
- строить прямую, проходящую через узел и под углом к выбранной прямой [Video\Part-I\v041-05.exe](#);
- строить окружность, касательную к двум прямым и заданной радиусом [Video\Part-I\v041-06.exe](#);
- строить прямые относительно оси симметрии [Video\Part-I\v041-07.exe](#);
- строить окружность относительно оси симметрии [Video\Part-I\v041-08.exe](#);
- создавать в документе новые страницы [Video\Part-I\v041-01.exe](#).

4.2 Элементы изображения

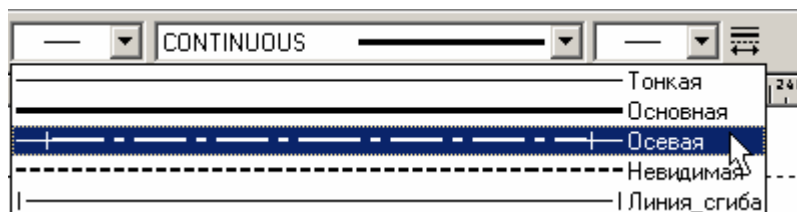
После создания **каркаса** модели, в файле **Пример 2.grb**, «привяжем» к **каркасу** элементы изображения: обведем **каркас** линиями изображения и нанесем штриховку.


Линии изображения

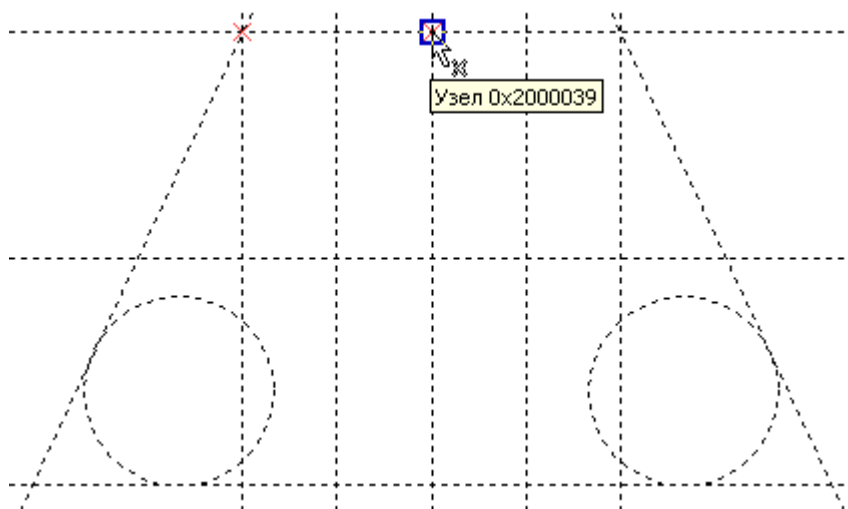
Запустите команду **Чертеж\Изображение** или нажмите . В системной панели вы можете выбрать соответствующий тип линии изображения.




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

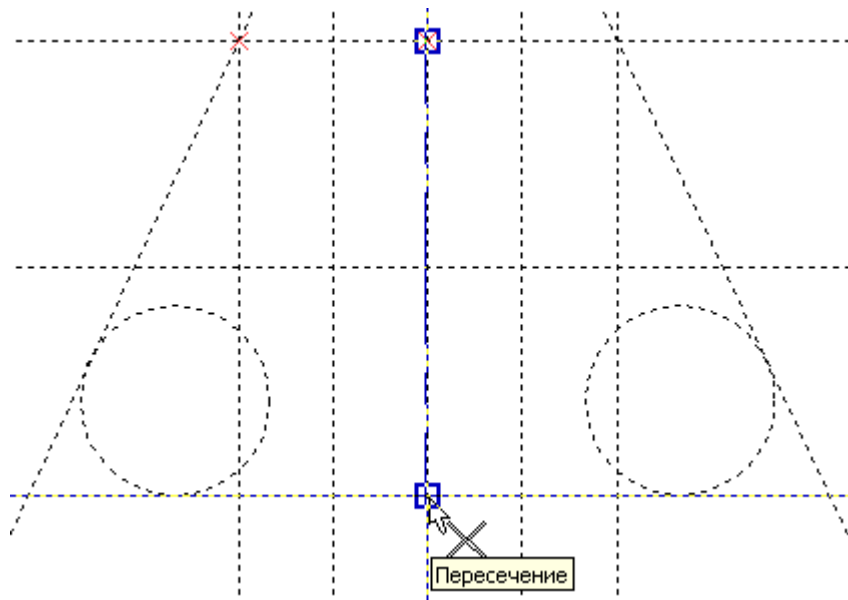


Подведите курсор к верхнему узлу, как это показано на рисунке и щелкните .




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

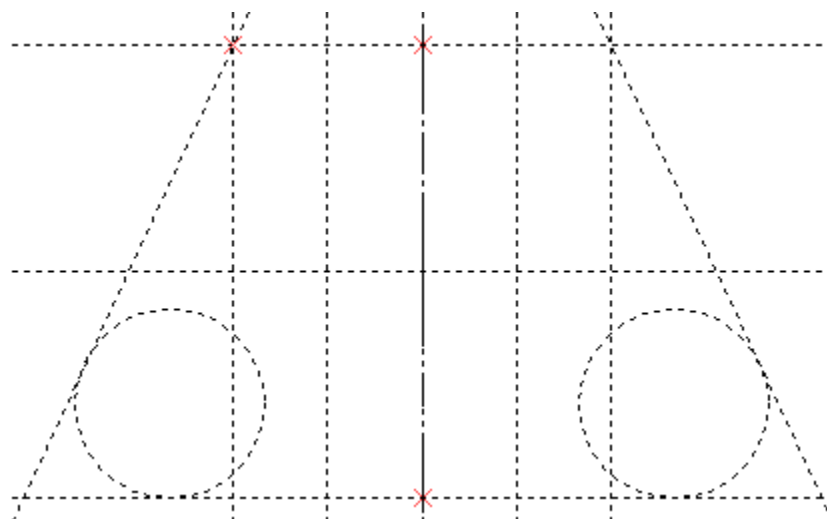
На пересечении базовой и горизонтальной линий построения система автоматически создаст узел и привяжет к этому узлу конец линии изображения





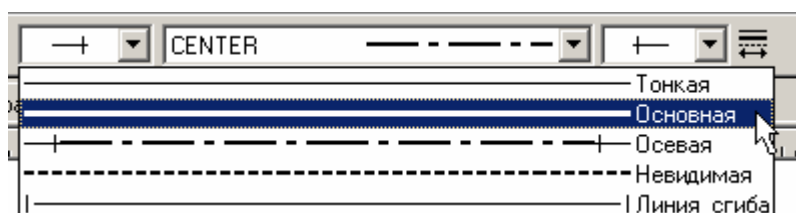
Таким образом, вы привязали к **каркасу** осевую линию изображения, которая совпадает с вертикальной базовой линией построения.


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

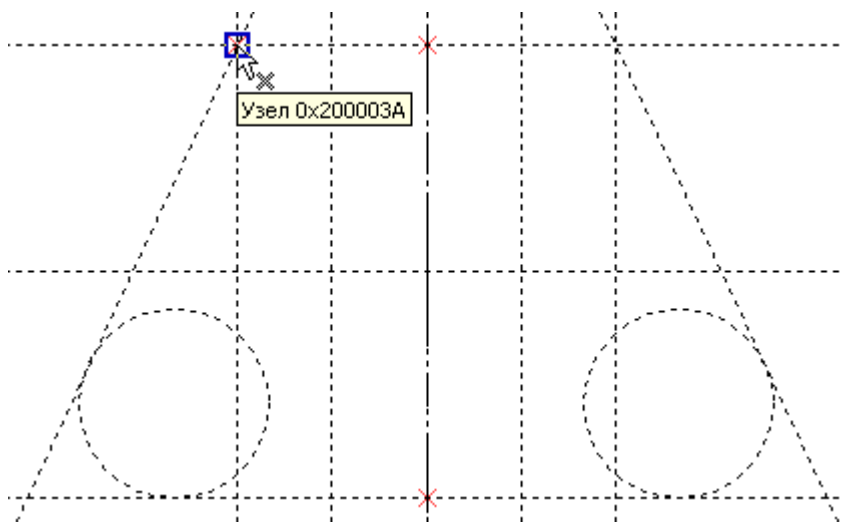
[Video\Part-1\v042-01.exe](#)




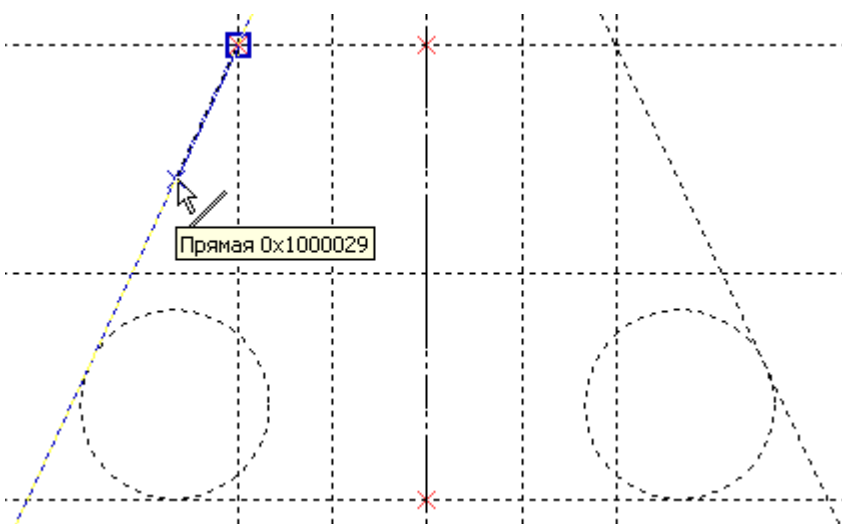
Нажмите  в системной панели кнопку  и смените тип линии изображения на «Основную».



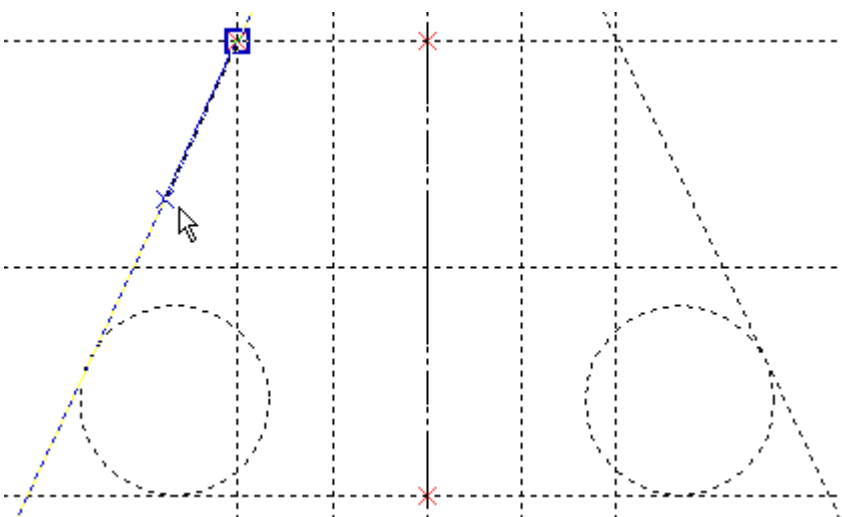
Подведите курсор к верхнему левому узлу (см. рис.) и щелкните . Первая точка линии изображения привяжется к выбранному узлу.




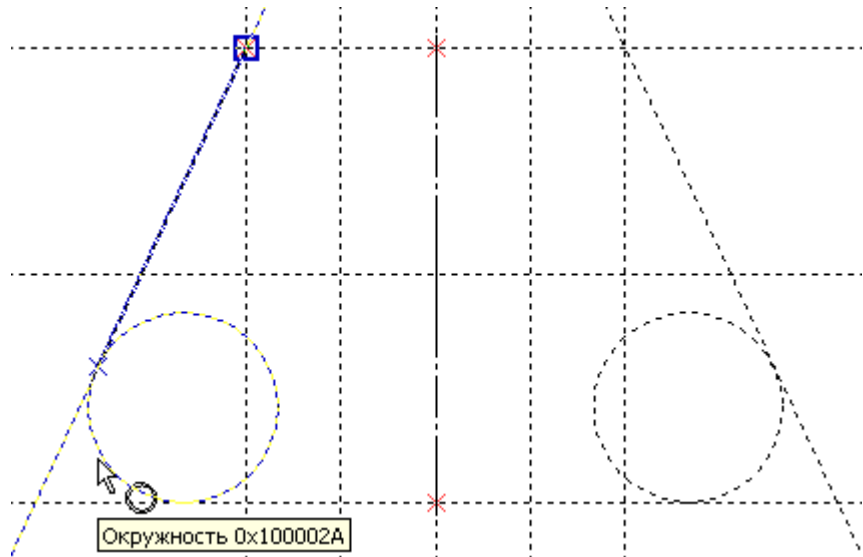
Подведите курсор к прямой, построенной под углом, как это показано на рисунке и, щелкните .





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.

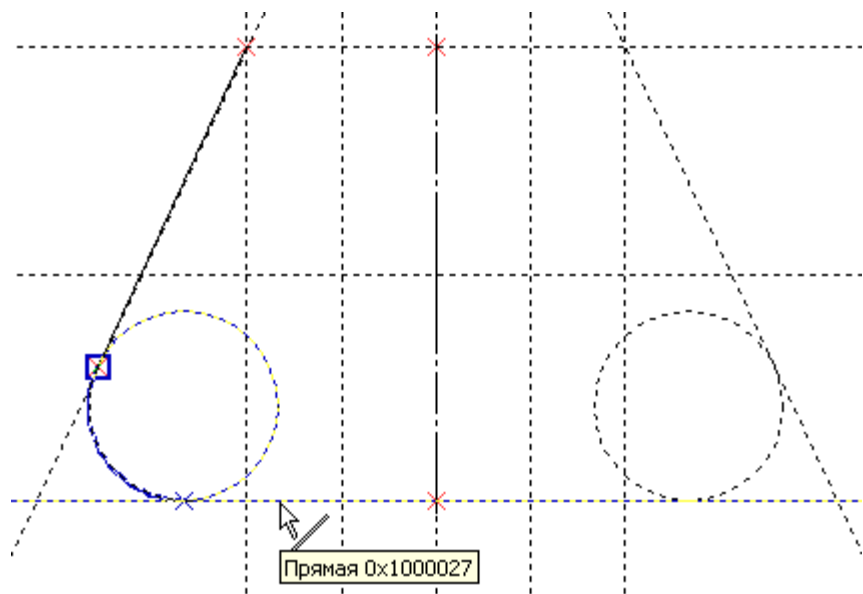





Следующий шаг –
 подведите курсор к
 окружности, щелкните .




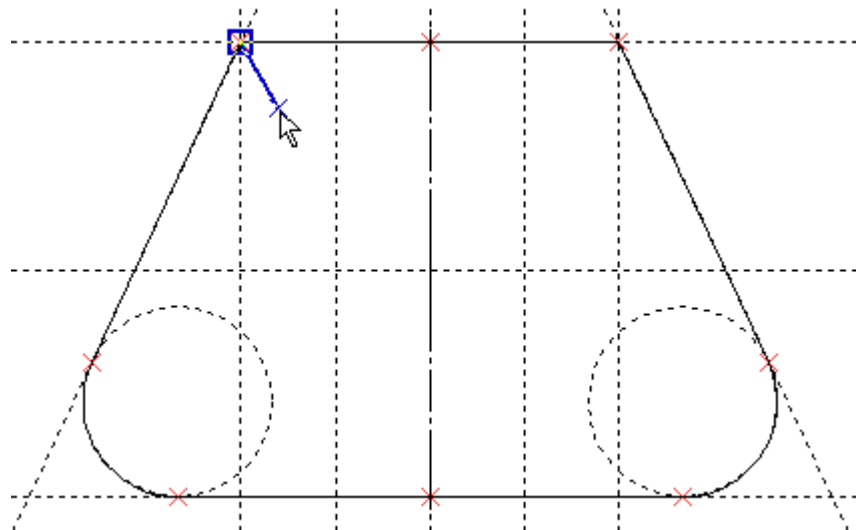
Линия изображения
 «привяжется» к
 окружности (конечная точка
 линии изображения будет
 перемещаться по
 окружности).

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



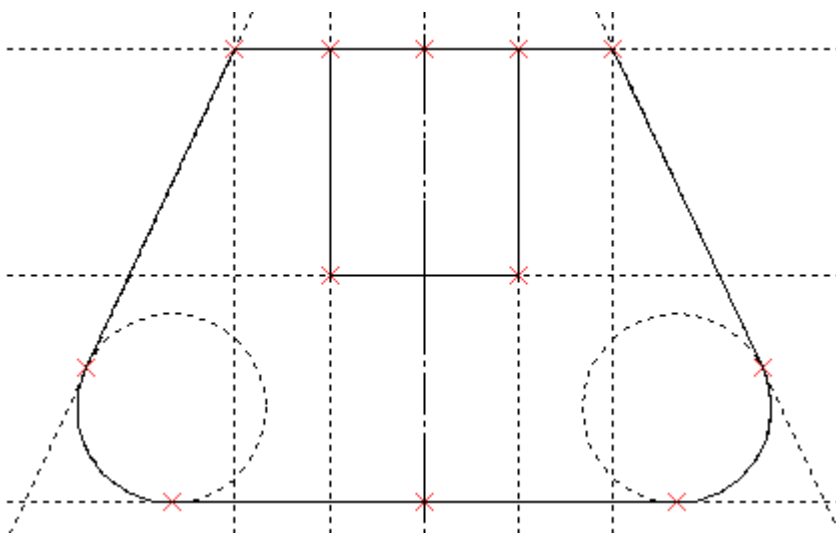
построения, проходящую под углом . Выберите горизонтальную базовую линию  (верхняя
 линия). Подведите курсор к
 верхнему левому узлу (с которого начинали наносить линии
 изображения), щелкните .

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




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



[Video\Part-I\v042-02.exe](#)




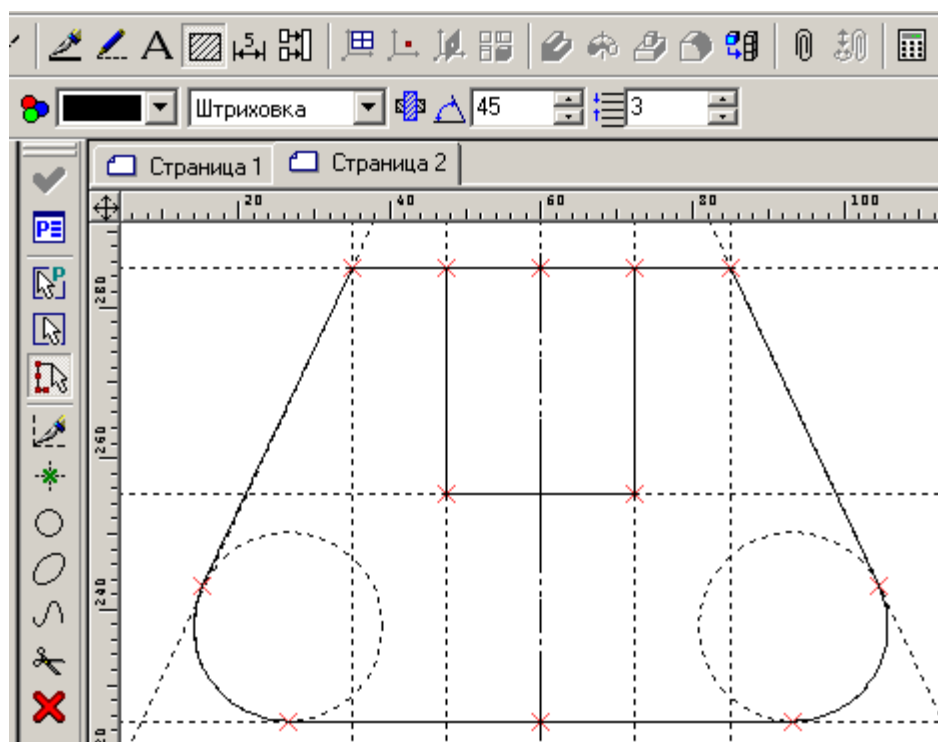
Штриховка


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

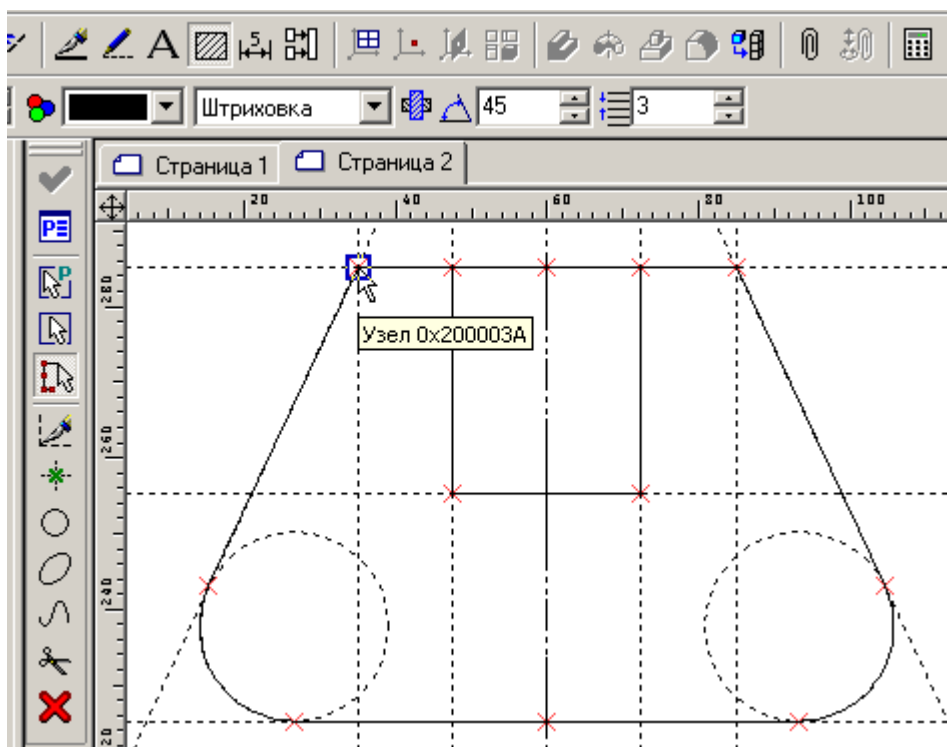
В T-FLEX CAD существует два способа создания штриховки (см. в Автоменю):


 - «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.

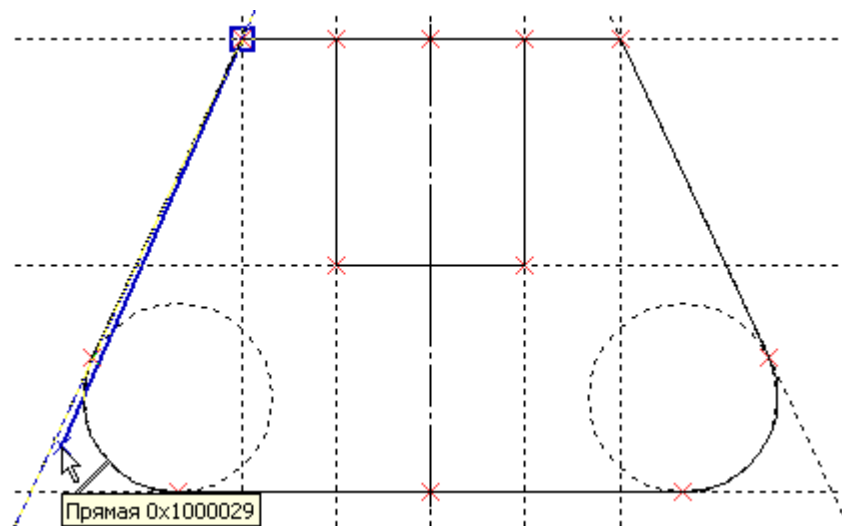
В данной книге акцент сделан именно на режиме ручного ввода. В Автоменю, по умолчанию, нажата кнопка  («Режим ручного ввода контура»). В этом режиме штриховка наносится на каркас модели примерно также как и линии изображения.




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

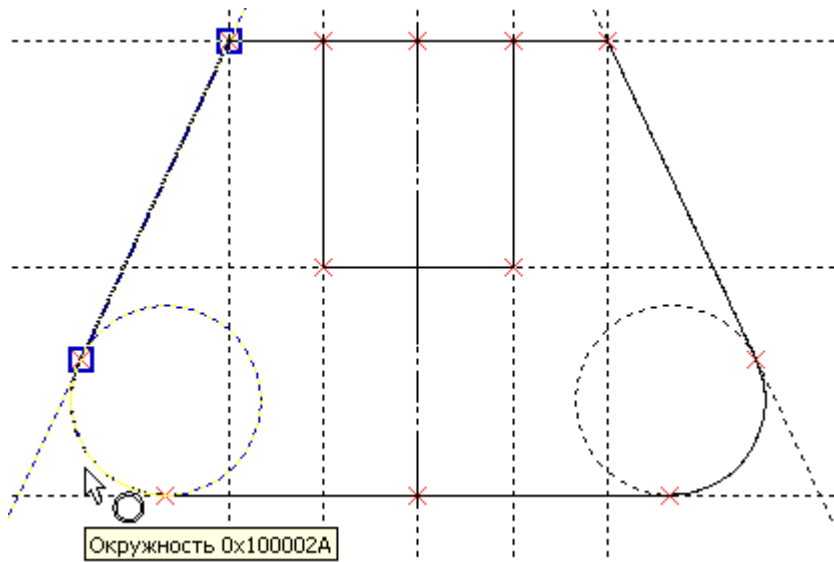


Подведите курсор к **свободному от линии изображения и узлов участку прямой** (см. рисунок). Когда объектная привязка выдаст соответствующую подсказку выбора линии построения (см. рисунок), щелкните .




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.

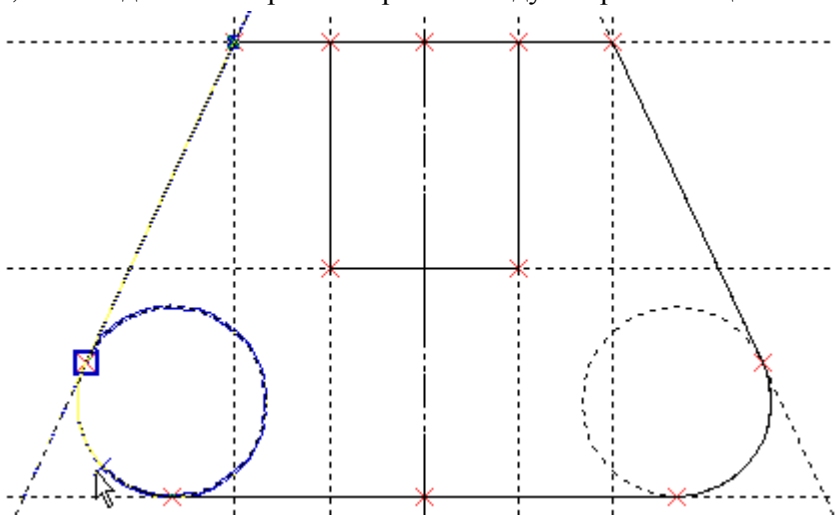
Следующий шаг –
 подведите курсор к
 окружности, щелкните .




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

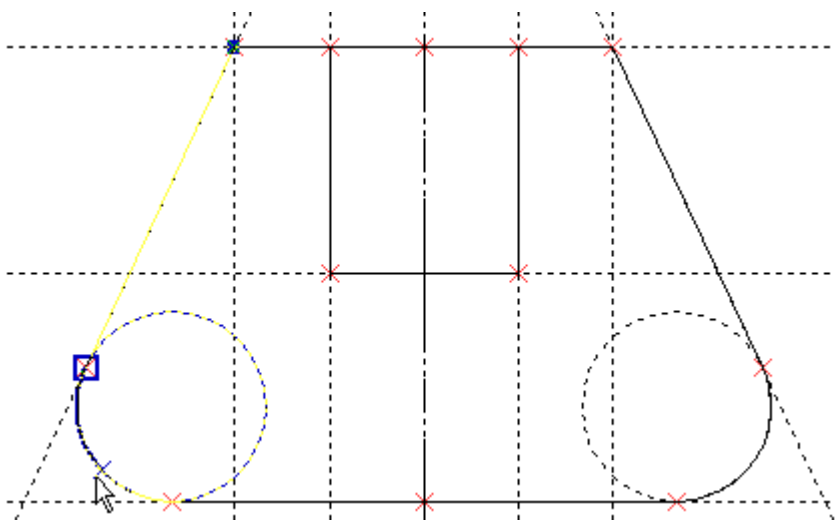
При обводке окружностей, необходимо выбирать направление дуги при помощи кнопки  в Автоменю или клавиши <Tab> на клавиатуре.


Неправильно!



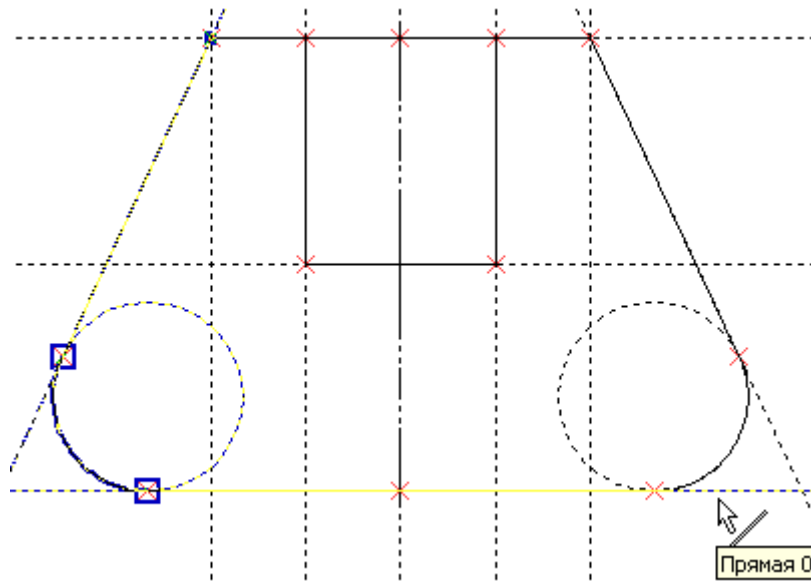
Обратите внимание, что на рисунке дуга контура расположена внутри фигуры. Нажмите  или <Tab> и измените направление дуги.



Правильно!



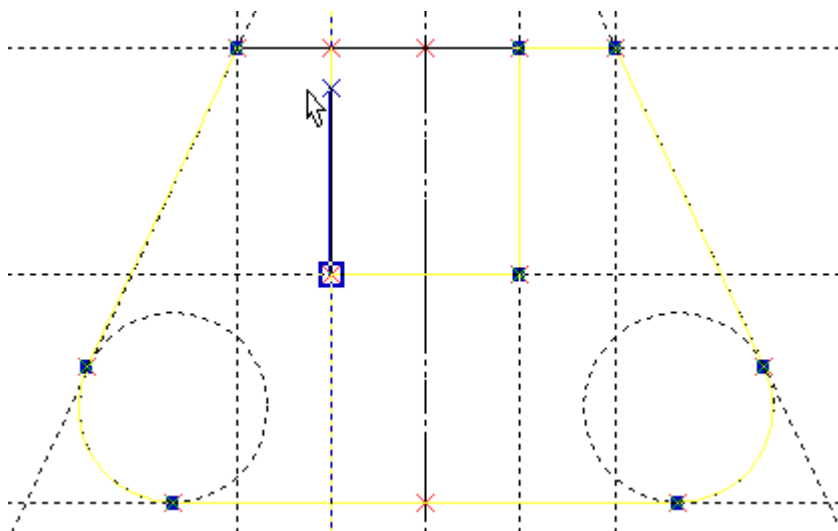
Подведите курсор, к свободному от линии изображения и узлов участку прямой (см. рисунок) и щелкните .

Контур штриховки «привяжется» к горизонтальной линии построения.




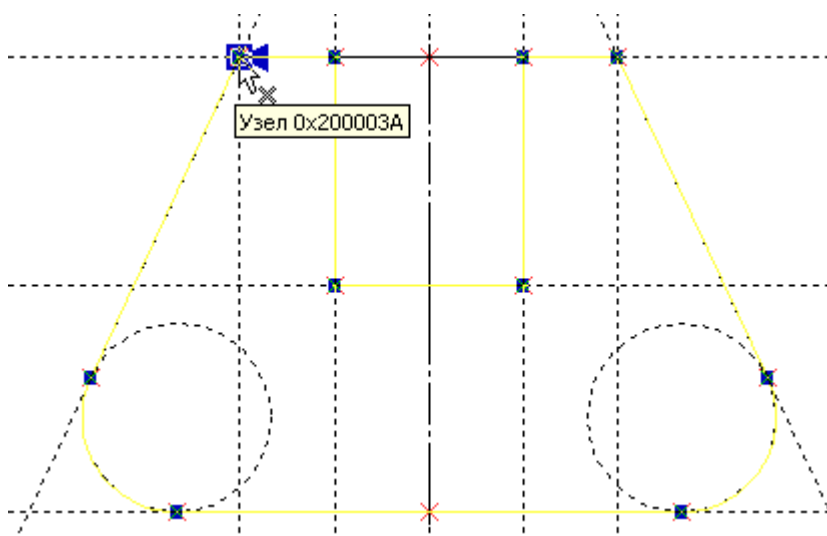
Подведите курсор к правой окружности и щелкните . Не забудьте выбрать правильное направление дуги при помощи  или клавиши <Tab>.


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



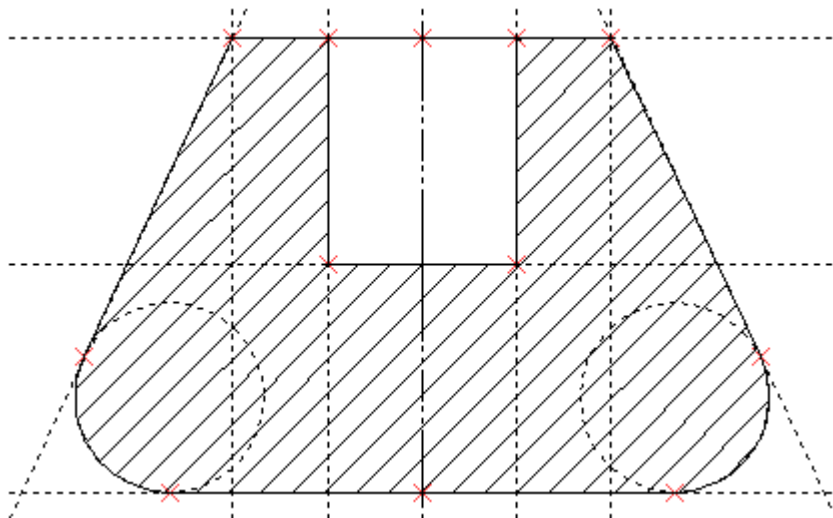
Замкните контур штриховки. Для этого выберите узел, с которого вы начинали обводить контур. Если контур замкнулся, вы увидите стрелку, показывающую направление обводки.

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





Последний шаг в создании штриховки – нажмите в Автоменю кнопку  [Video\Part-I\v042-03.exe](#)

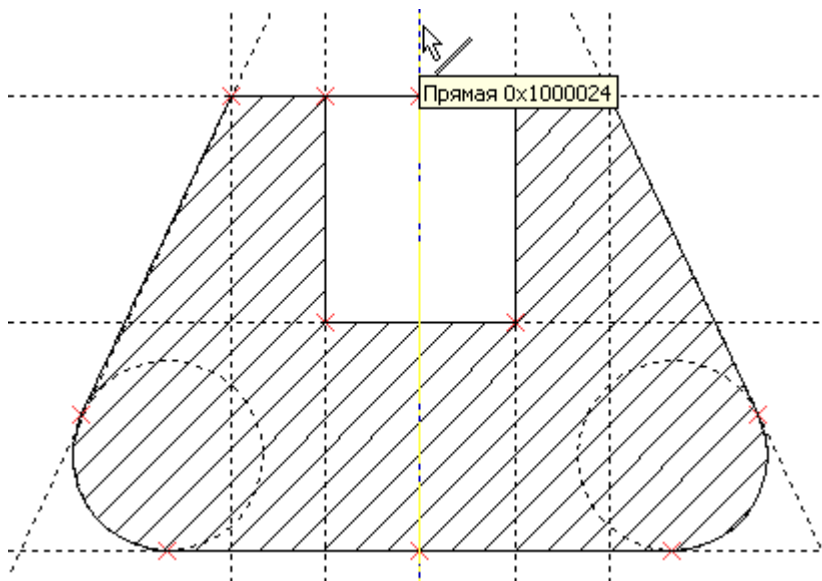
Дополнительно, по различным параметрам штриховок см. справку. Находясь в режиме редактирования или создания штриховки, нажмите <F1>. Откроется справка по активной команде.




4.3 Редактирование геометрии чертежа

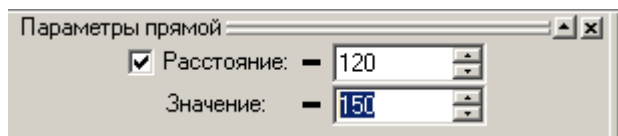
Редактирование

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.

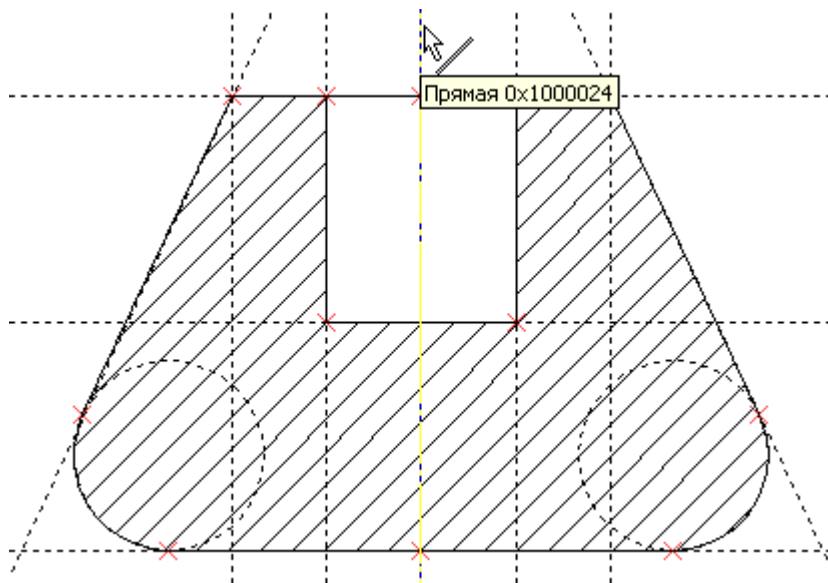



Используйте для удобства редактирования настройки селектора (см. п. 3.2).

[Video\Part-I\v043-01.exe](#)

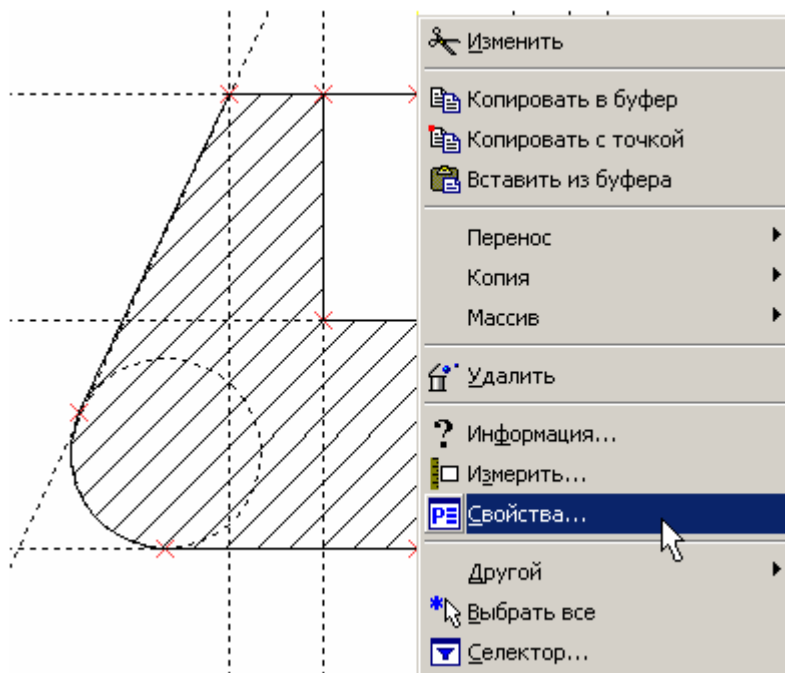
Настройка базовых линий

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 *.

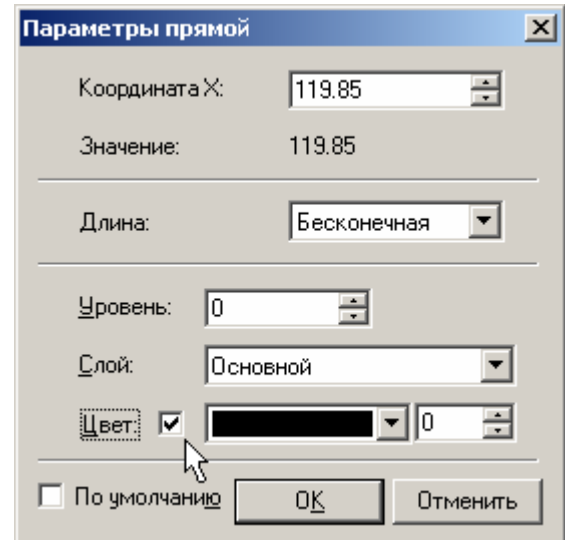
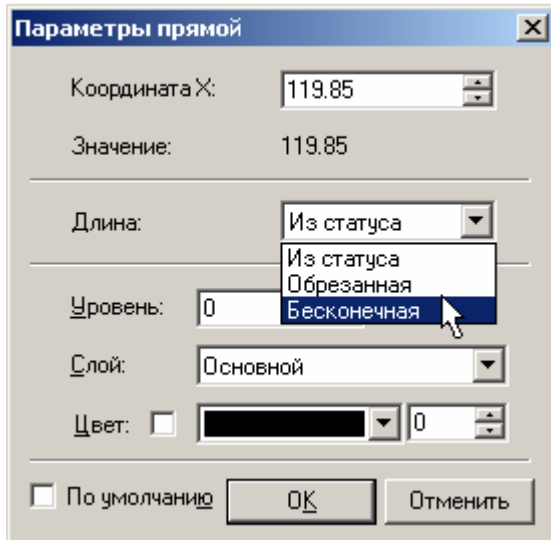
В открывшемся контекстном меню выберите пункт Свойства....



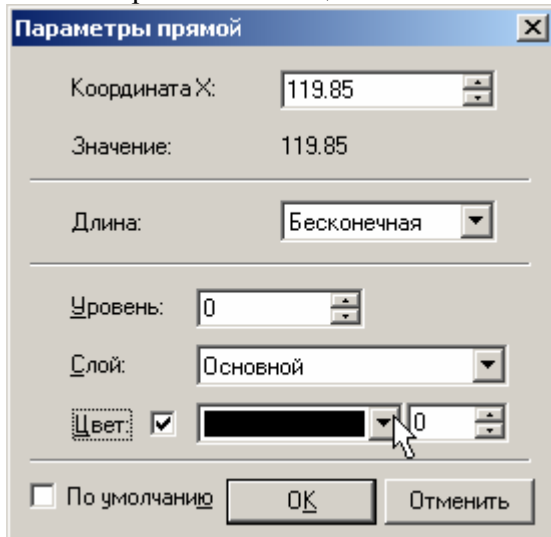
В появившемся окне «Параметры прямой» задайте следующие значения (см. рисунки):

В списке выберите бесконечную длину.
цвет.

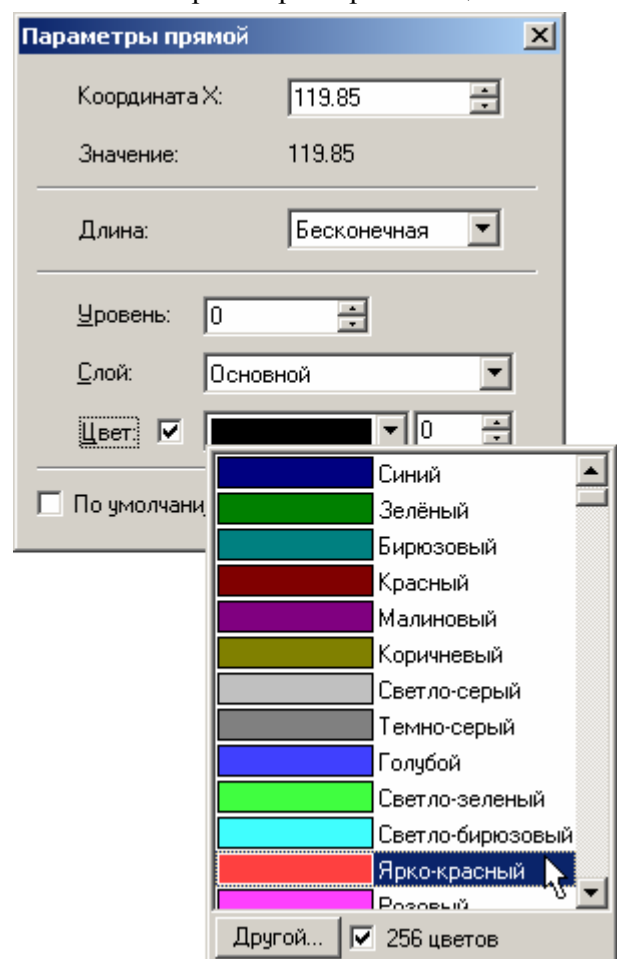
Поставьте галочку в окошке



Откройте список цветов.

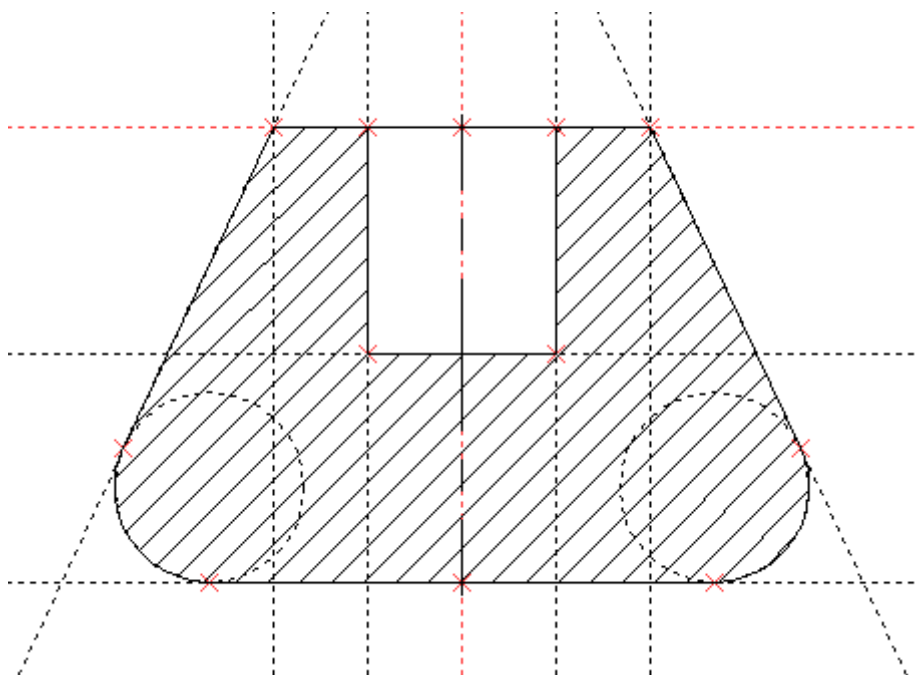


Выберите Ярко-красный цвет.




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



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

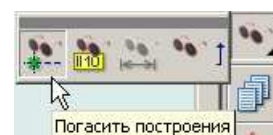





[Video\Part-I\v043-02.exe](#)

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.



С 11- версии опция  расположена во вложенном меню. Для того чтобы раскрыть вложенное меню щелкните *  по иконке с черным треугольником в правом нижнем углу.



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).

[Video\Part-I\v043-03.exe](#)

На этом примере вы научились:

- «привязывать» к каркасу модели линии изображения [Video\Part-I\v042-04.exe](#);
- наносить на каркас модели штриховку [Video\Part-I\v042-03.exe](#);
- редактировать геометрию чертежа [Video\Part-I\v043-01.exe](#);
- изменять параметры линий построения [Video\Part-I\v043-02.exe](#);
- «скрывать» линии построения [Video\Part-I\v043-03.exe](#).

4.4 Прототипы документов T-FLEX CAD

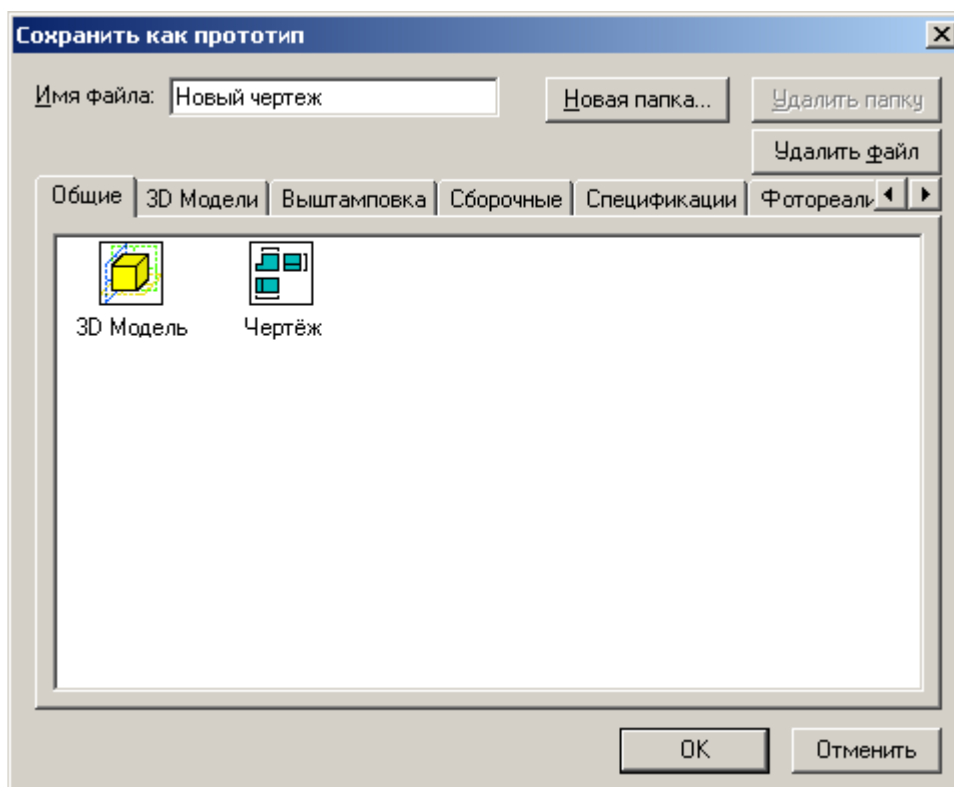
В T-FLEX CAD новые документы создаются на основе заранее настроенных прототипов. Пользователь может подготовить собственные прототипы и создавать на их основе чертежи, спецификации, схемы, 3D модели и т.п. О том, как создать прототип, подробно описано в справке и документации к программе. В этой части книги рассказано, как подключить уже настроенный прототип.

Откройте из папки **Прототипы** файл **Новый Чертеж.grb**.

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




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

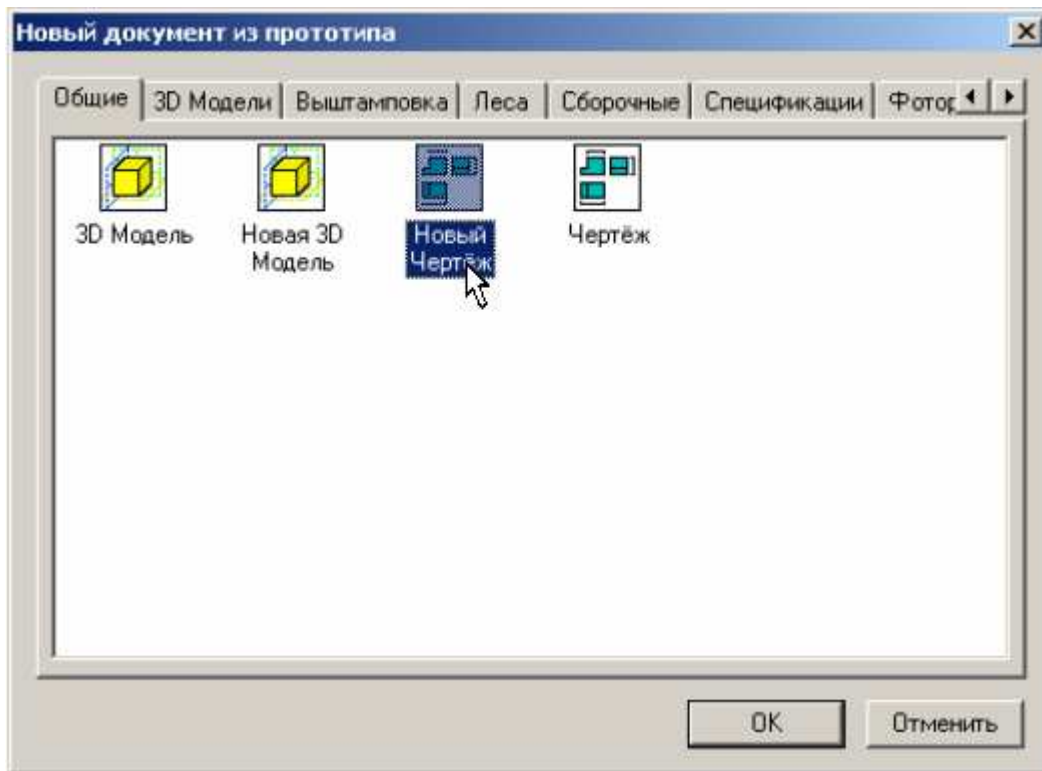
И нажмите кнопку .



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

[Video\Part-I\y044-01.exe](#)

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 приступать 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.

[Video\Part-I\y044-02.exe](#)

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 основан на описании параметров модели при помощи переменных. Т.е. при необходимости изменения параметров 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 (с учетом толщины уплотнения). 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, внутренний диаметр цилиндра построен на геометрии наружного диаметра поршня. Диаметр отверстия поршня зависит от диаметра штока и т.д. При изменении наружного диаметра поршня изменяется внутренний диаметр цилиндра, при изменении диаметра штока – диаметр отверстия 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 родительскую деталь, в лучшем случае, вы потеряете все параметрические связи, в худшем – 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 детализовок. Связь отдельных деталей сборочного чертежа посредством переменных, гарантирует сохранность геометрии и параметрических связей 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 СПП 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 для конструктора – как иностранцы. Если не владеешь их языком (терминологией и понятиями) 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 книге акцент сделан на проектировании с использованием переменных.

Редактор переменных.

Редактор переменных – мощный математический инструмент, позволяющий конструктору производить различные расчеты, считывать данные с внутренних и внешних баз 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, т.е. приходится держать на машине дополнительный файл.

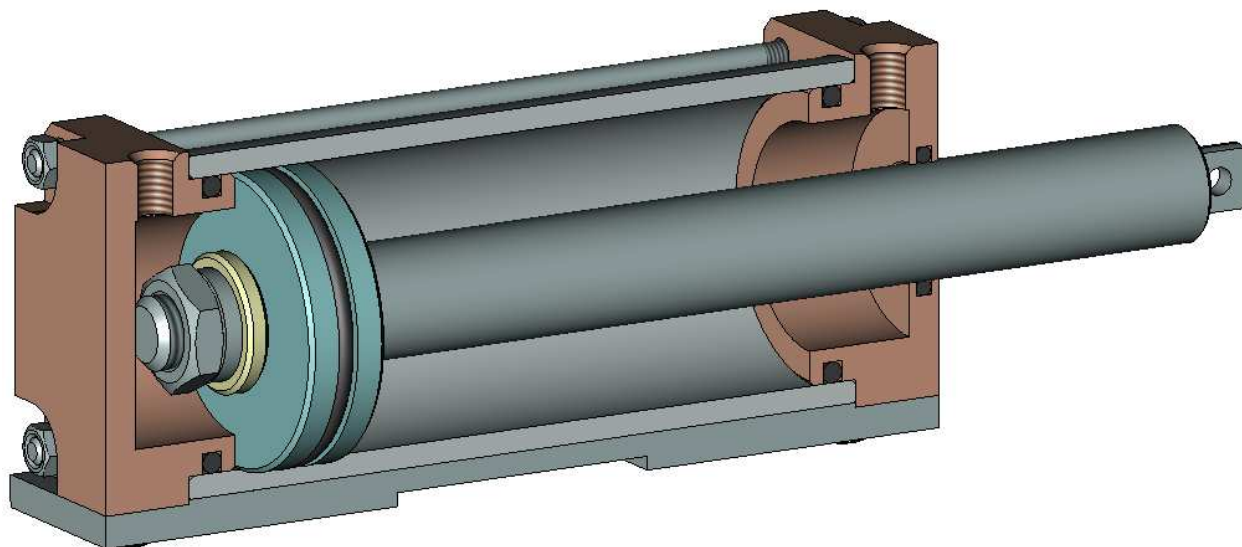
Работая с T-FLEX CAD, вы также можете производить необходимые расчеты в Excel или же других расчетных программах, затем результаты передавать в T-FLEX CAD (см. документацию). Но для небольших расчетов и переменных данных документа (в пределах 200 – 300 строк) удобнее пользоваться внутренним редактором.


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



Сообщение:

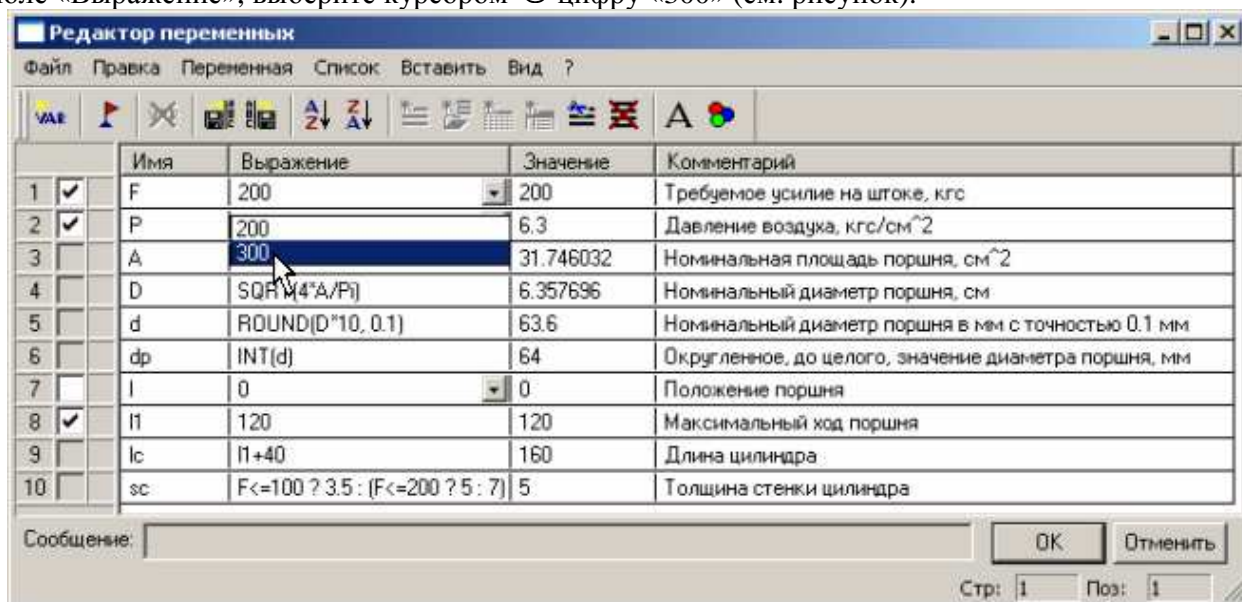
Стр: 1 Поз: 1

Откройте из папки «Пневмоцилиндр пример» файл **Примеры\Часть I\Пневмоцилиндр пример\Пневмоцилиндр СБ.grb**. В открывшемся файле вы обнаружите 3D модель пневмоцилиндра.



Далее откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов. В открывшемся окне редактора вы увидите небольшой расчет диаметра поршня пневмоцилиндра «*dp*» 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).



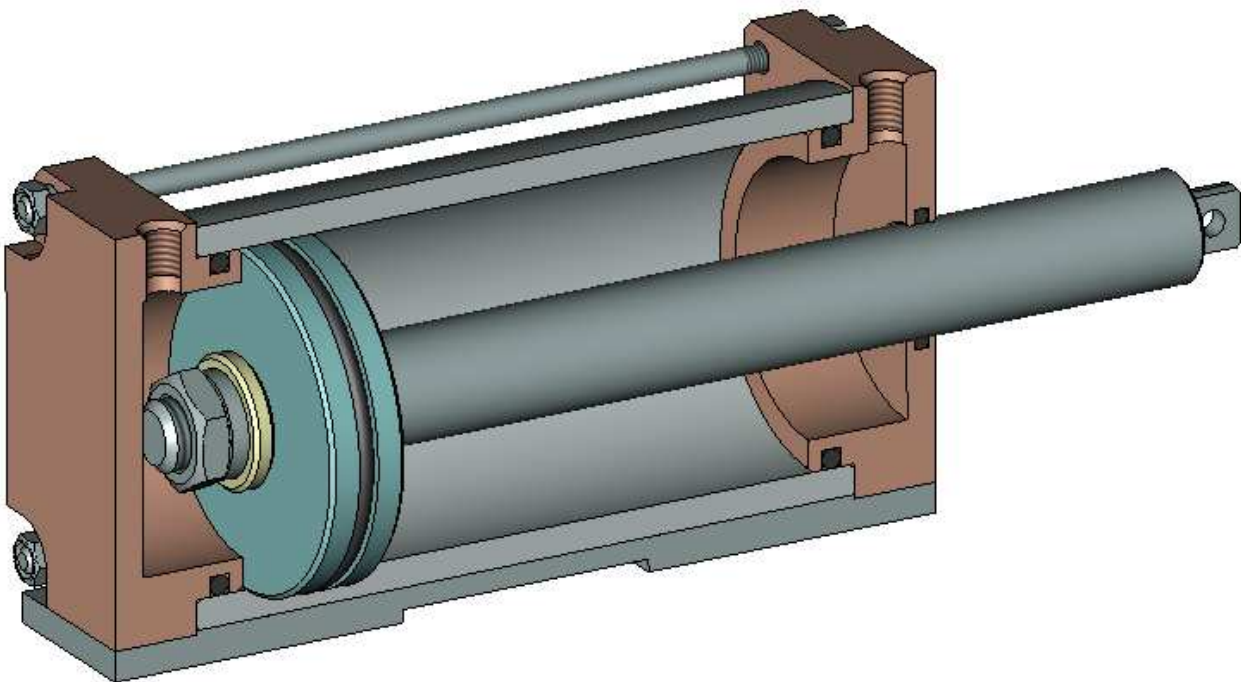
Значения переменных будут пересчитаны в связи с новым значением требуемого усилия на штоке.

Редактор переменных				
Файл Правка Переменная Список Вставить Вид ?				
<input type="checkbox"/> VAR <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>				
	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:

Стр: 1 Поз: 1

Теперь закройте редактор, нажав на кнопку . 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 . 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.

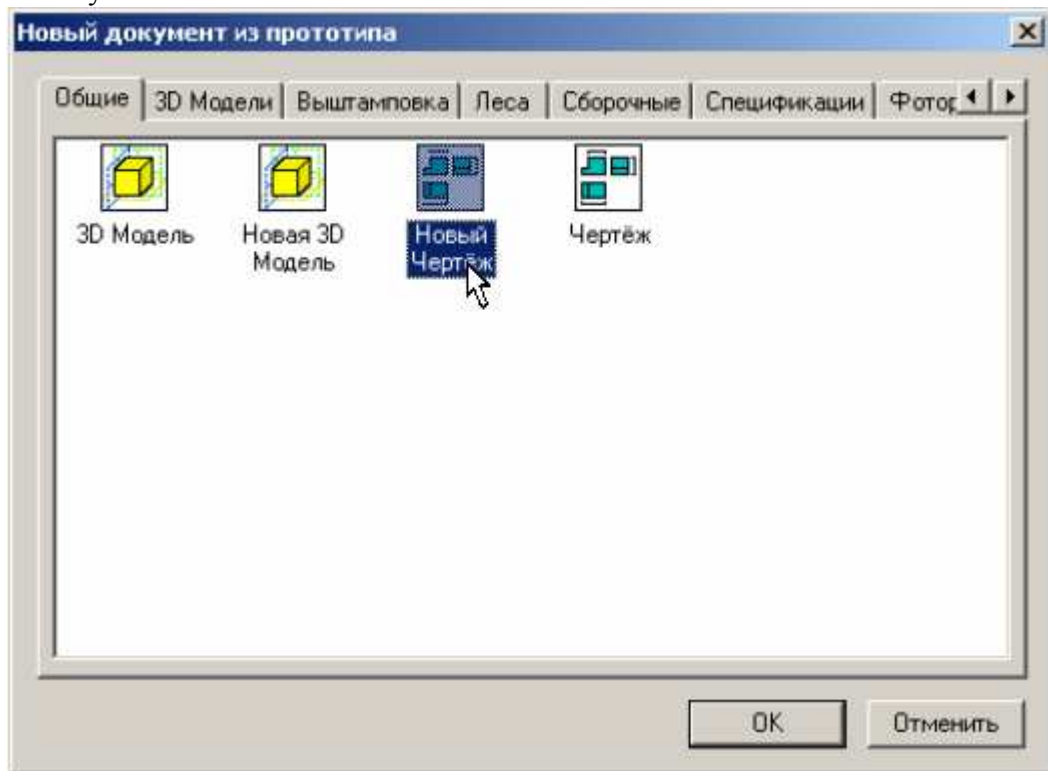
[Video\Part-1\p045-01.exe](#)

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

4.6 Параметрический чертёж

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 чертёж»: щелкните  по иконке «Новый чертёж» и нажмите кнопку .




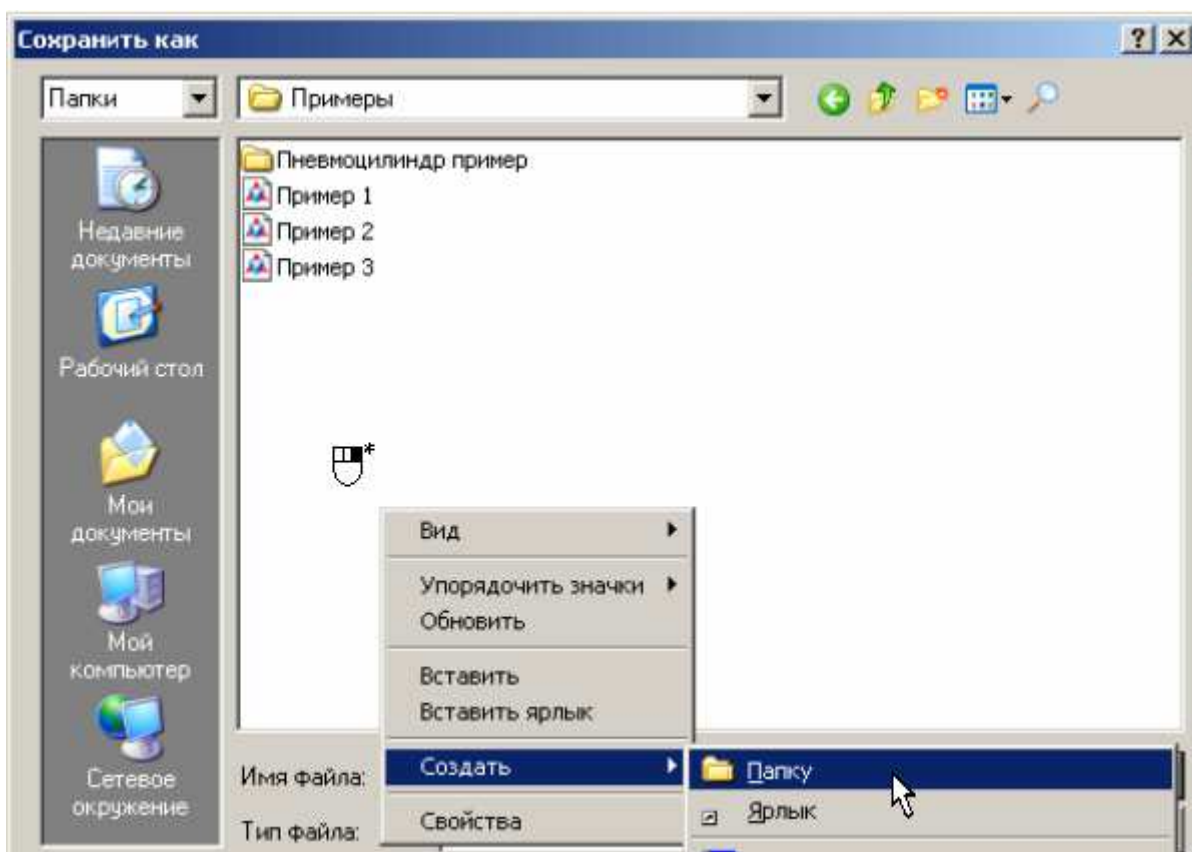
Будет создан новый документ с предлагаемым именем «**Без имени 1**». В открывшемся файле, вы увидите выделенные красным цветом базовые линии построения.



[Video\Part-I\046-01.exe](#)

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».




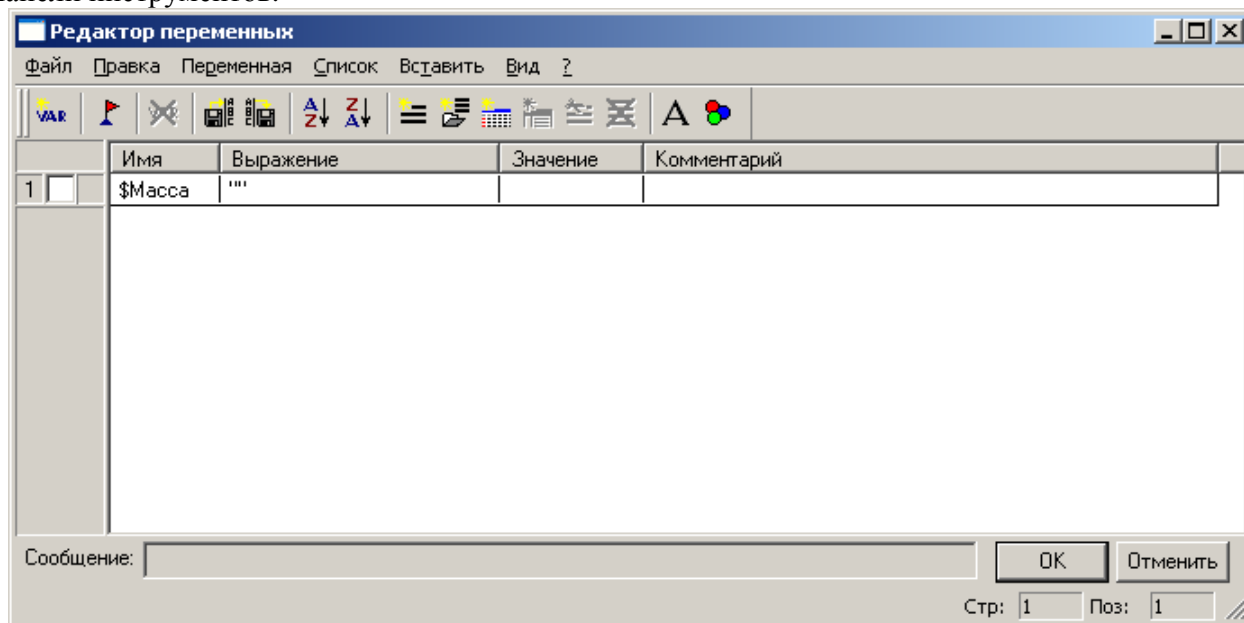
Выберите нужную директорию и создайте папку «Пневмоцилиндр». Для этого щелкните  на свободном месте и выберите в появившемся контекстном меню «Создать» > «Папку». Вместо предложенного «Новая папка» впишите «Пневмоцилиндр». Нажмите кнопку . Далее, вместо предложенного имени файла «**Без имени 1**», введите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

[Video\Part-I\046-02.exe](#)


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.

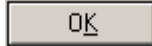
Откройте окно редактора переменных: **Параметры\Переменные** или нажмите  на панели инструментов.

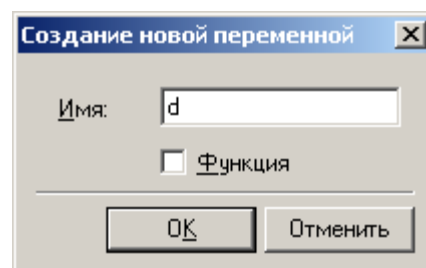


В T-FLEX CAD можно создавать два типа переменных: вещественные и текстовые. Текстовые переменные начинаются со знака доллара (\$), вещественные - с буквы. В открывшемся окне редактора, вы увидите текстовую переменную «\$Масса». В имени переменной можно использовать как русские, так и латинские буквы

 *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 ». Начиная с версии 11, диалоговое окно создания переменной изменилось (см. видеопример ниже).



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

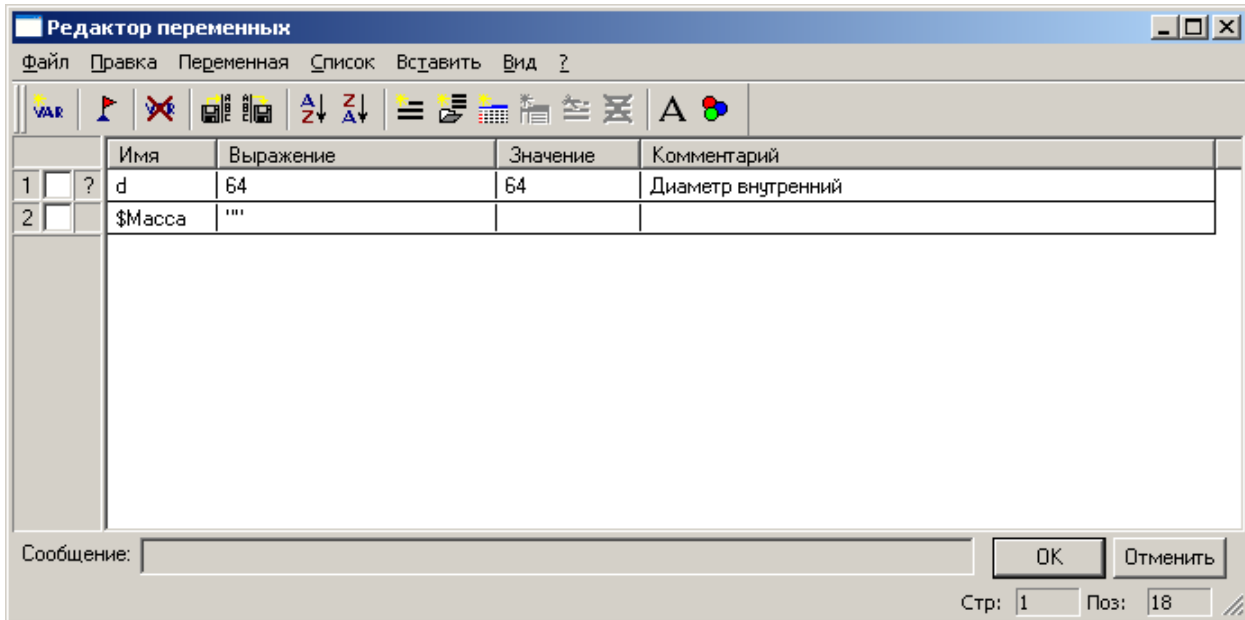


Если вместо ввода значения переменной, вы попытаетесь выполнить какие-нибудь иные действия - система выдаст сообщение об ошибке.

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

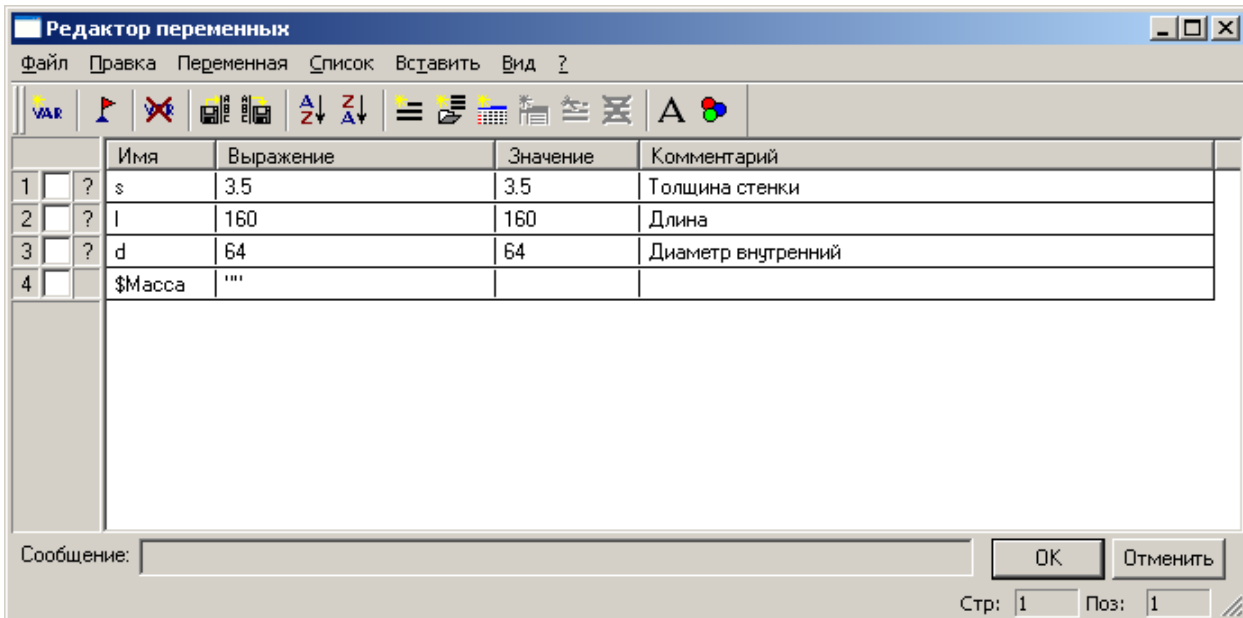


Заполнение поля «Комментарий» не является обязательным действием, однако рекомендуется все же заполнять его. К примеру, вы создали какую-либо модель или параметрический чертеж, используя десяток и более переменных. Через некоторое время вы решили отредактировать свою работу. Если комментарии написаны,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

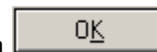



Если слева от поля «Имя» стоит знак «?» - это означает, что данная переменная не используется ни в построениях, ни других выражениях.

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».




Закройте редактор переменных с сохранением изменений – кнопка




Сохраните файл .

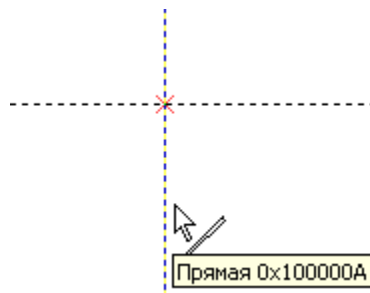
Video\Part-I\046-03.exe


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.

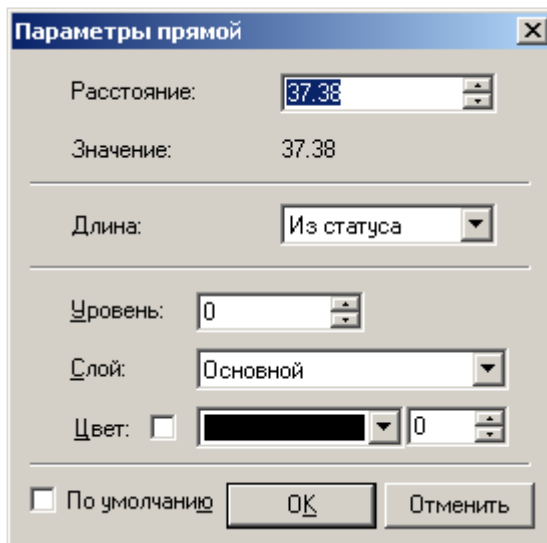
Выполните следующие действия: **Построения \ Прямая** или нажмите  на панели инструментов.

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.

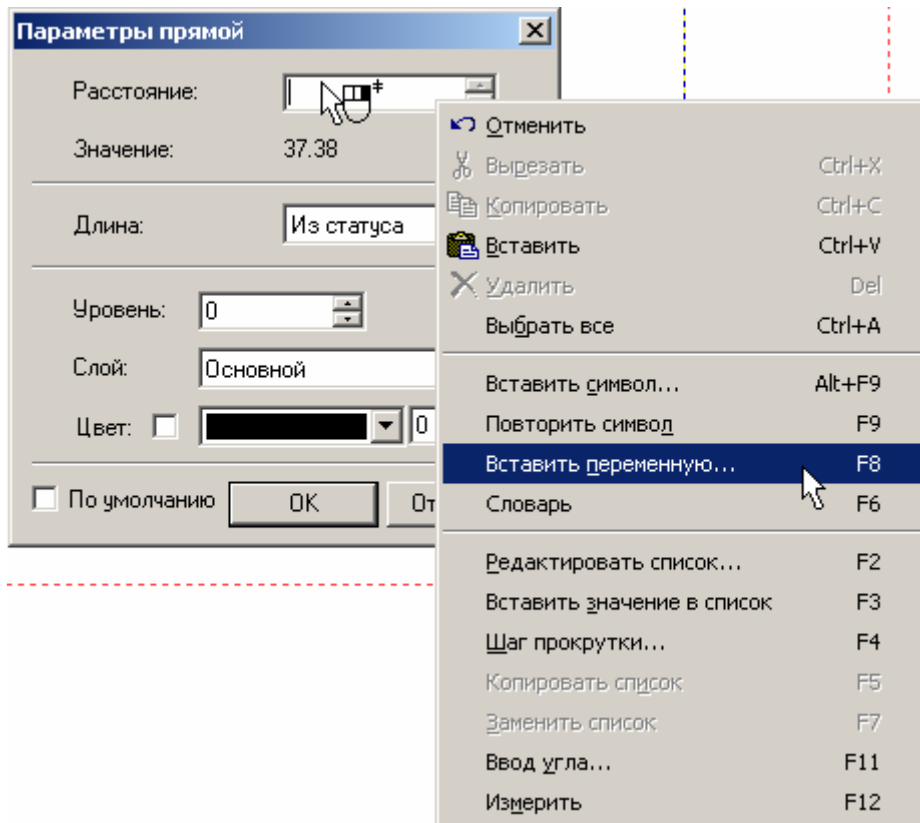
После нажатия клавиши «P» откроется окно «Параметры прямой».




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...».

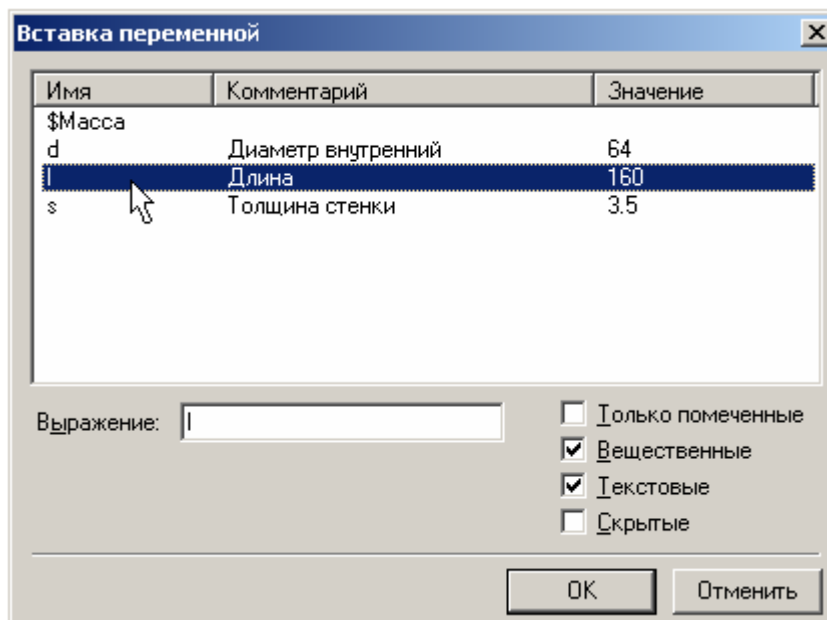
 Вместо нажатия в поле «Расстояние»  и выбора из контекстного меню пункта «Вставить переменную...» можно просто нажать «F8» на клавиатуре.

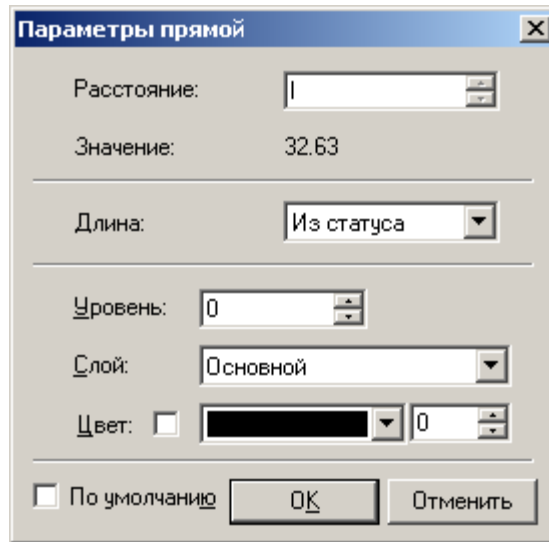


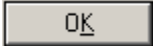
Откроется окно «Вставка переменной». Выберите курсором * переменную «l».

После выбора переменная «l» появится в поле «Выражение». Далее нажмите кнопку



ОК

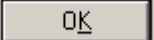


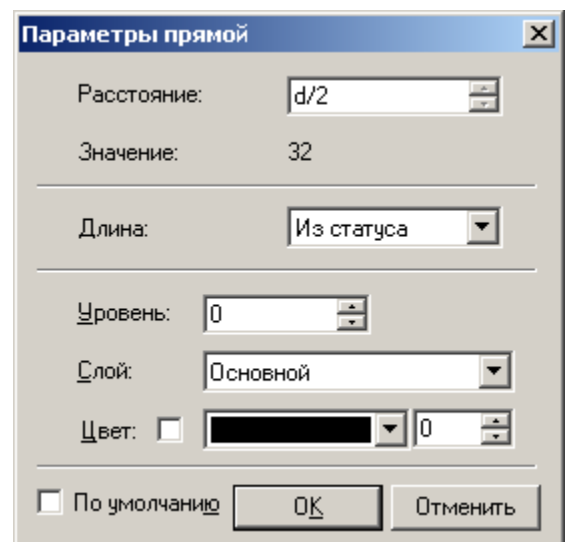
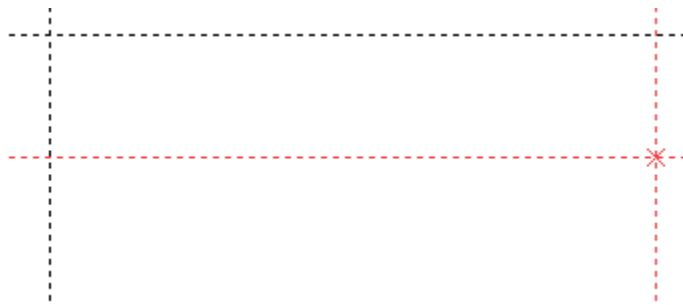


Окно закрывается, а переменная будет вставлена в поле «Расстояние». Теперь нажмите кнопку  в окне «Параметры прямой». Будет построена прямая параллельная выбранной вертикальной базовой линии на расстоянии равном значению переменной « l », т.е. 160 мм.

[Video\Part-I\046-04.exe](#)

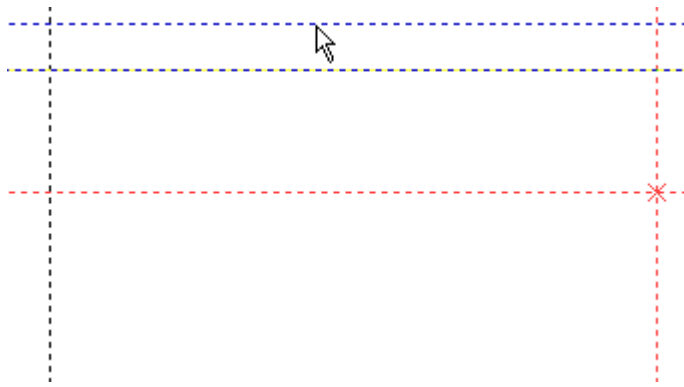
Теперь подведите курсор к горизонтальной линии построения. Щелкните  и отведите курсор вверх (рядом с курсором будет двигаться изображение горизонтальной прямой). Нажмите на клавиатуре клавишу с латинской буквой « P », чтобы открыть окно «Параметры прямой». Удалите предлагаемое значение, нажав на клавиатуре 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 .



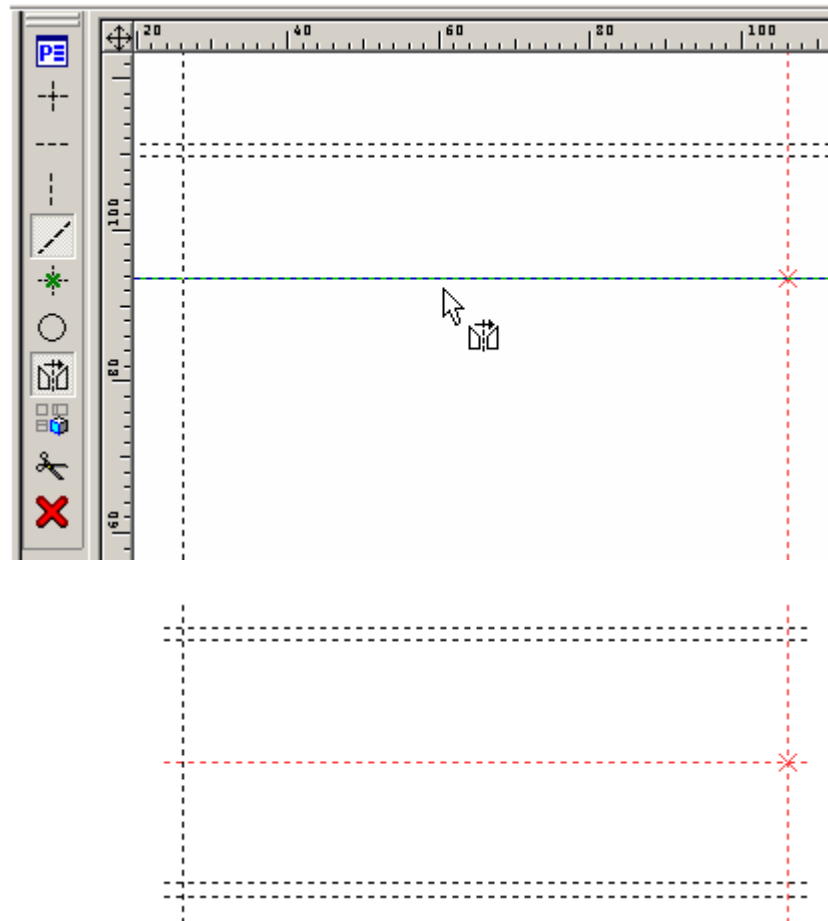
Будет построена прямая, параллельная выбранной горизонтальной базовой линии, на расстоянии « $d/2$ ».

[Video\Part-I\046-05.exe](#)



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.



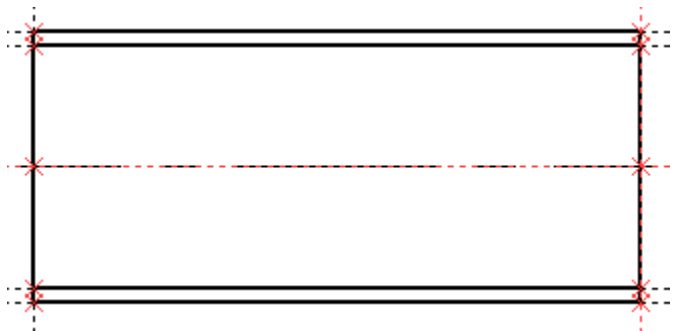
[Video\Part-I\v046-06.exe](#)

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).**



Это важно для последующей работы, например, для создания фасок, т.к. команда автоматического создания фасок работает по определенному алгоритму и в случае некорректной обводки каркаса линиями изображения будет выдаваться сообщение об ошибке.

[Video\Part-I\v046-07.exe](#)



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».

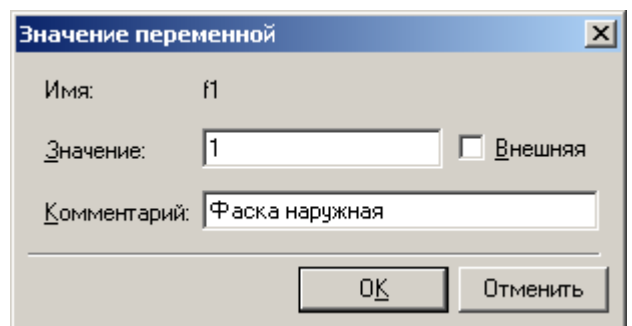
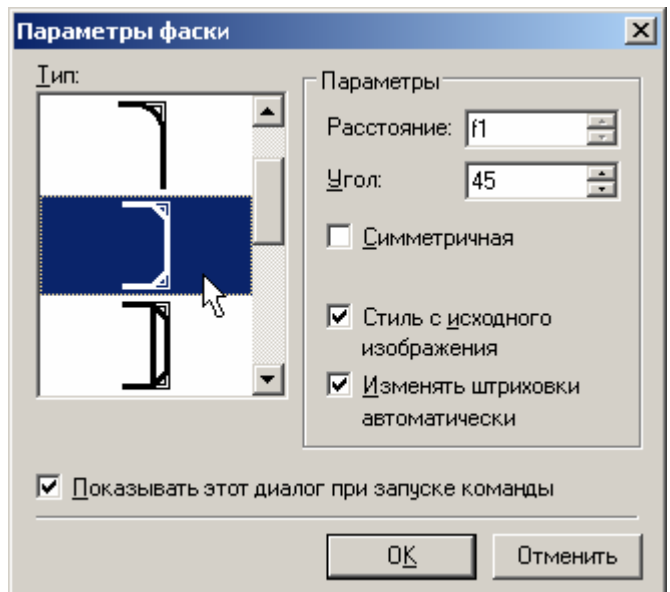
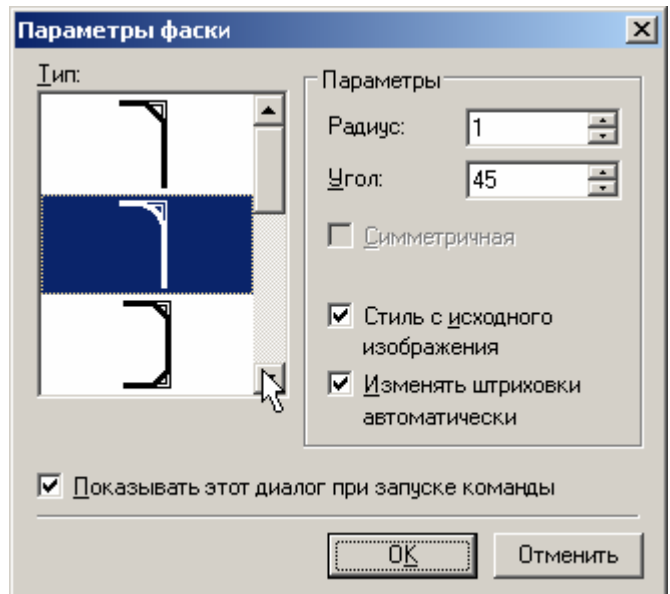
Вам необходимо выбрать другой тип фаски – см. рис. Прокрутите полосу прокрутки вниз и выберите * наружную фаску для тела вращения.

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.

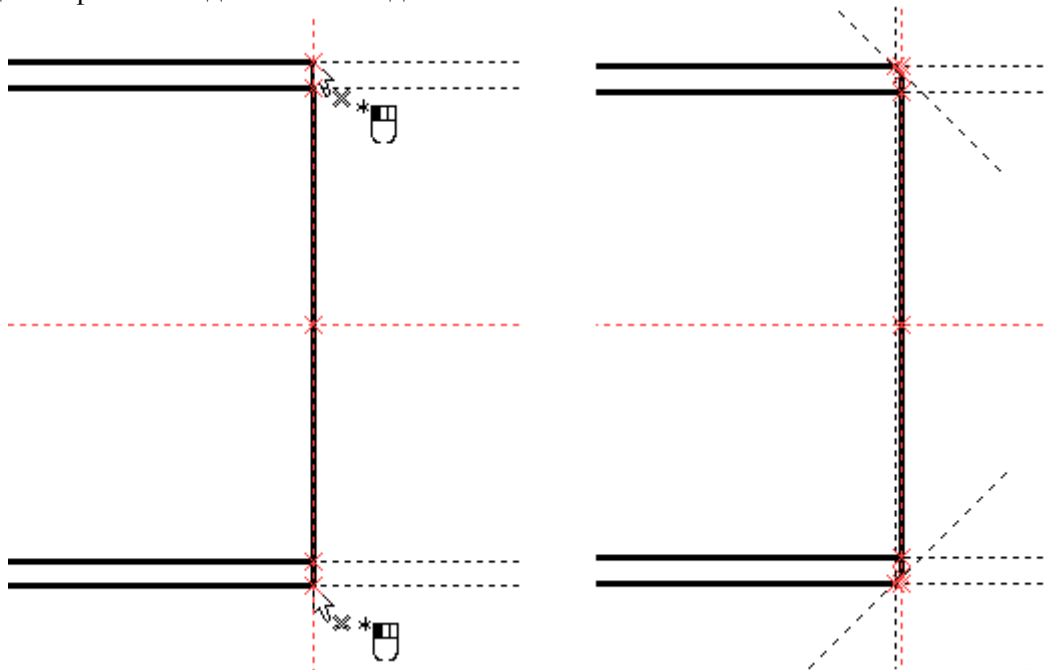





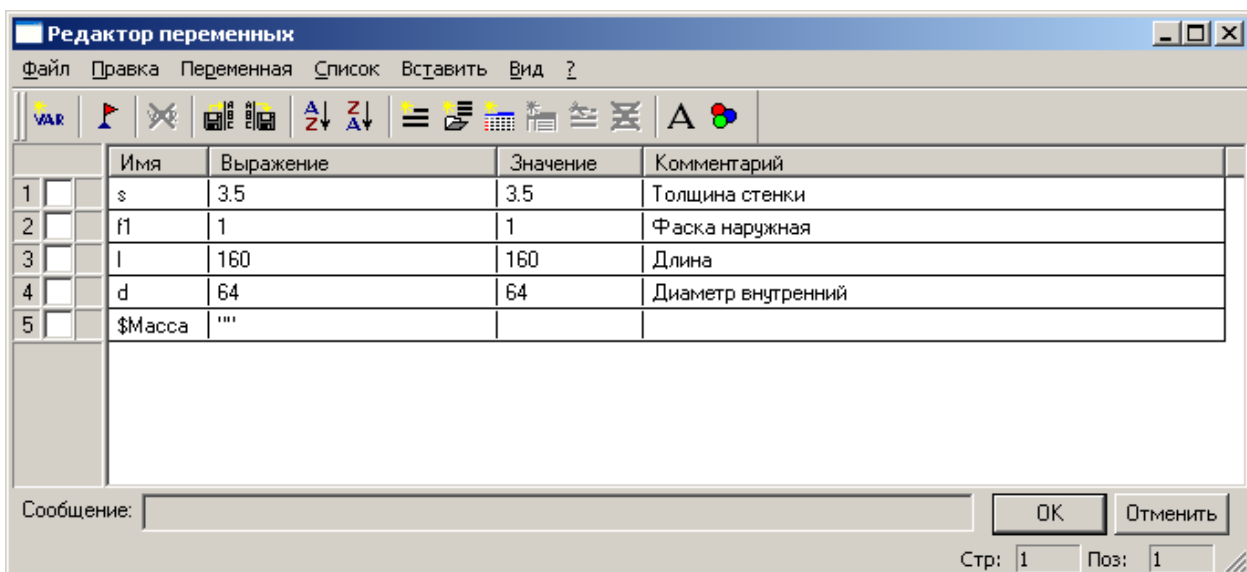
В T-FLEX CAD переменные можно создавать как в «Редакторе переменных», так и в поле ввода значения любого параметра документа. Если система обнаруживает вместо текущего значения какого-либо числового параметра символ и этот символ не определен в документе как переменная, выдается запрос о значении новой 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 (см. рис.) и щелкните , 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 .

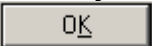


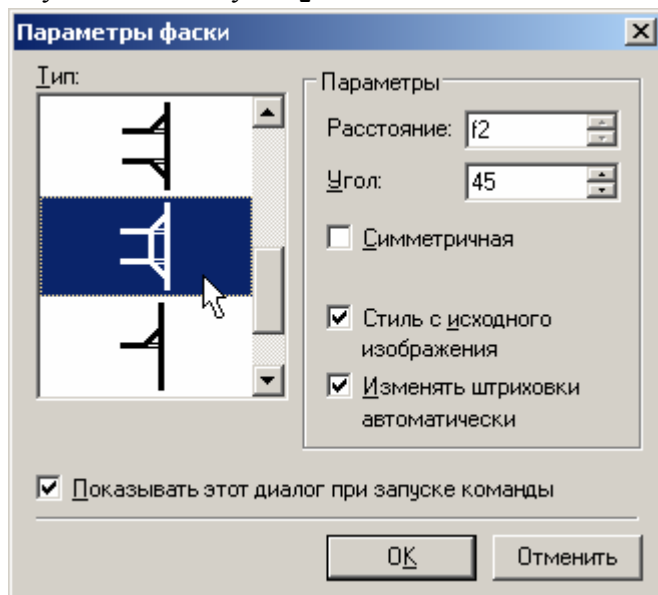
Откройте окно редактора переменных: **Параметры \ Переменные** или нажмите  на панели инструментов. В открывшемся «Редакторе» вы увидите созданную переменную «f1». Закройте «Редактор».



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

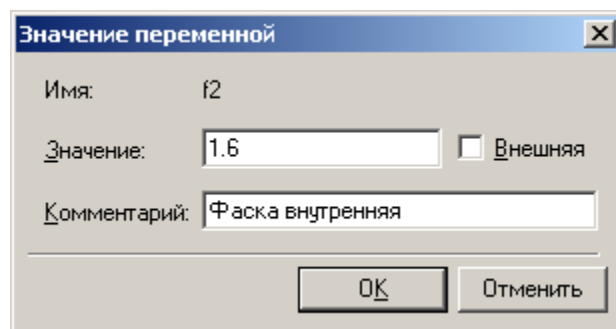
В открывшемся окне «Параметры фаски», выберите внутреннюю фаску (см. рис.).




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

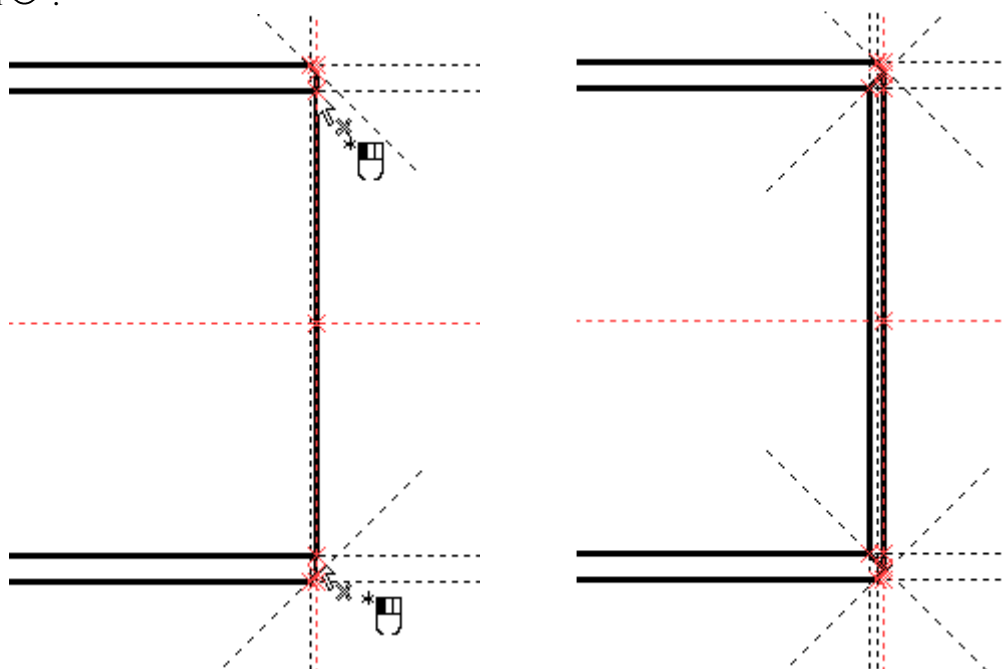


Система выдаст запрос о значении новой переменной. В поле «Значение» введите «1.6». В поле «Комментарий» напишите «Фаска внутренняя».


Нажмите кнопку .

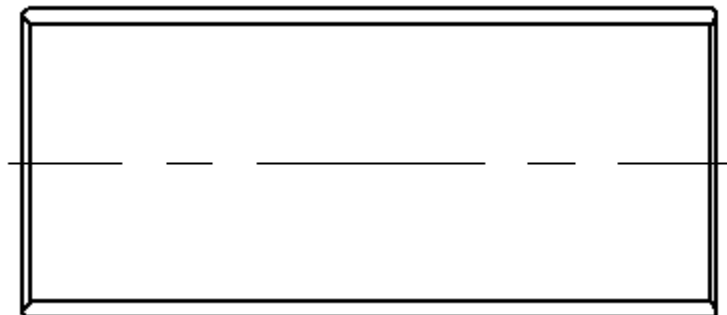


Подведите курсор к верхнему внутреннему узлу (см. рис.) и нажмите , затем к нижнему . Система создаст внутреннюю фаску цилиндра. Теперь, не выходя из команды, создайте внутреннюю фаску на левом торце цилиндра. После создания фасок выйдите из команды .



Video\Part-I\046-09.exe

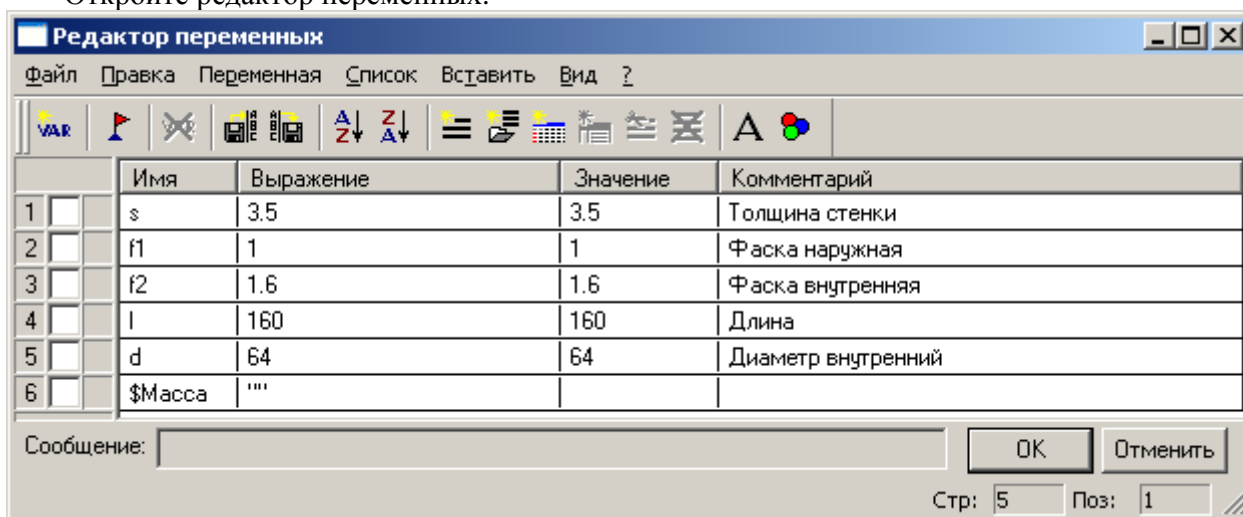
На рисунке показан результат, который должен у вас получиться. Линии построения временно погашены командой «Погасить построения», кнопка .



Текстовые переменные

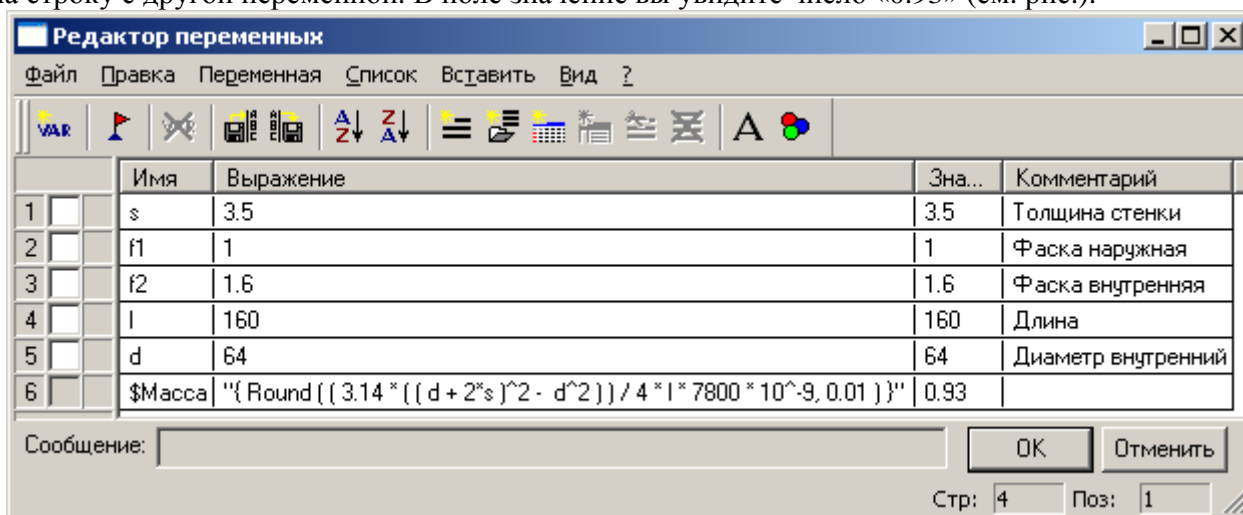
До текущего момента вы работали с вещественными переменными. В T-FLEX CAD можно создавать еще и текстовые переменные. Из названия понятно, что переменной может быть не только число, но и текст. Такой переменной является, например, \$Масса. Перед текстовой переменной всегда должен стоять знак «\$», а выражение для переменной записывается в кавычках (“”). Если в выражении 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(арг1, арг2)» округляет значение "арг1" с точностью "арг2". 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 ссылку [функции](#), щелкните по этой ссылке и далее по ссылке [Математические функции](#).

[Video\Part-I\046-10.exe](#)






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.



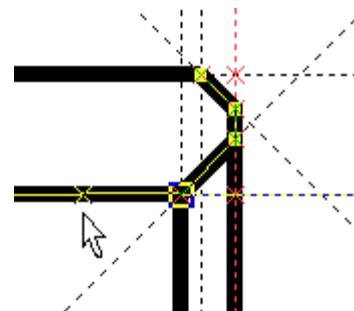
При создании одноконтурной штриховки – после создания замкнутого контура, вы сразу завершаете команду нажатием в Автоменю кнопки . Если необходимо создать многоконтурную штриховку, то вам необходимо до нажатия в Автоменю кнопки  обвести все необходимые замкнутые контура и только потом нажимать в Автоменю кнопку .

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.

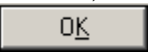


При создании штриховок увеличивайте изображение (прокрутив колесико мыши “на себя”). Иначе, можно привязать штриховку не к тем узлам, что приведет к ошибкам при модификации чертежа.



[Video\Part-I\046-11.exe](#)



*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 .*



[Video\Part-I\046-12.exe](#)

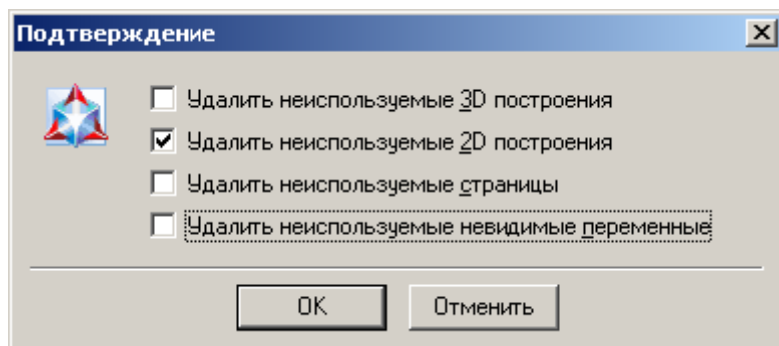
Удаление неиспользуемых элементов и обрезка линий построения.

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 затемяют собой полезную информацию. В нашем случае это 2D узлы, оставшиеся после создания фасок. Их можно удалить. Для этого существует специальная команда, которая позволяет удалять неиспользуемые в документе 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 .



[Video\Part-I\v046-13.exe](#)


Также затемяют 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 выступления 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).

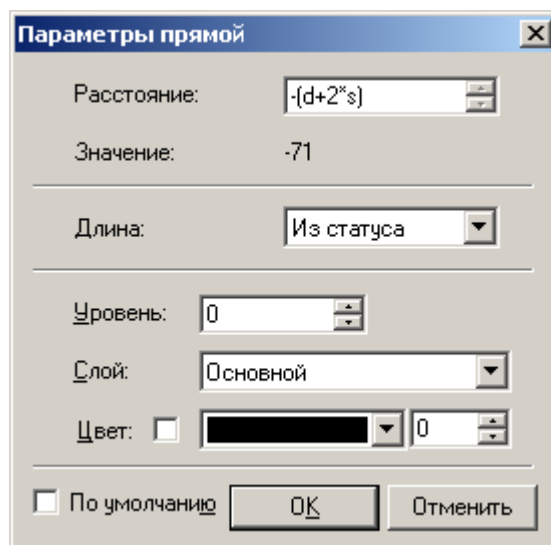
Опцией  можно временно погасить любые элементы чертежа, а не только элементы построения (подробнее см. документацию или справку).

[Video\Part-I\v046-14.exe](#)

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.

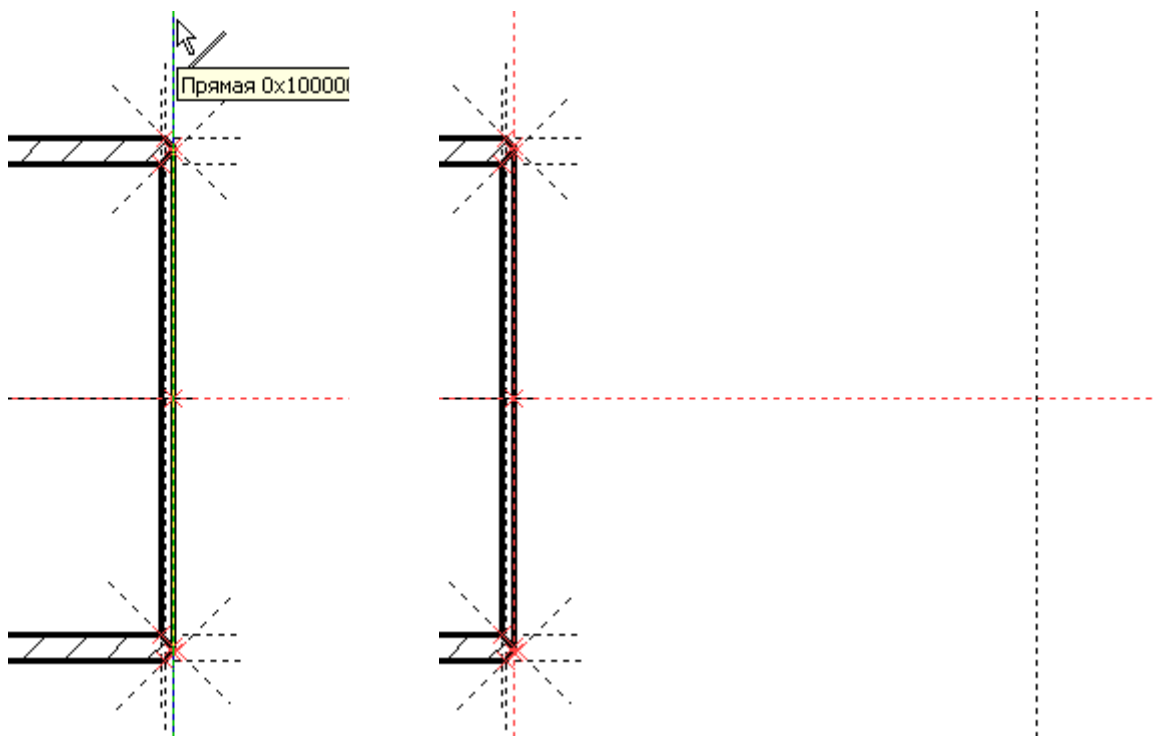
Создадим дополнительный вид цилиндра – вид слева. Сделаем это в учебных целях, т.к. для понимания чертежа нашего цилиндра достаточно одного главного вида с разрезом. Постройте вертикальную линию - будущую вертикальную осевую цилиндра на виде слева. Для этого отложите от линии правого торца цилиндра параллельную 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 $\langle -(d+2*s) \rangle$.





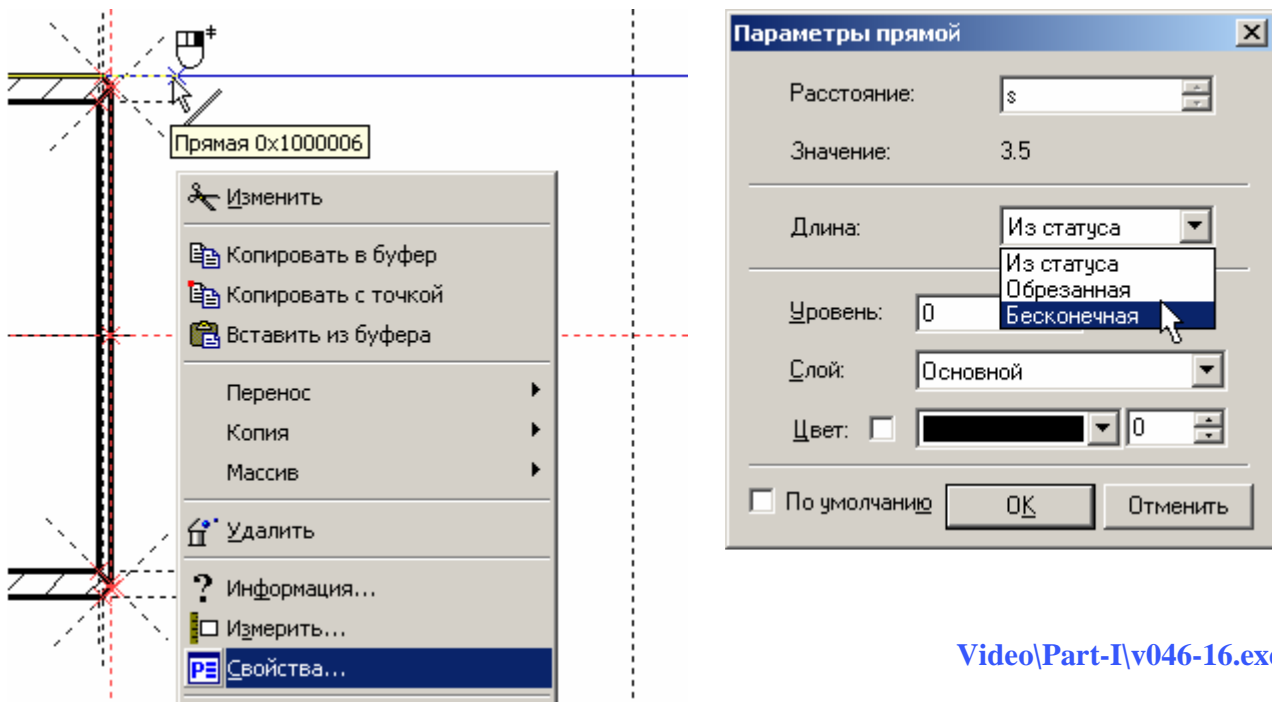
[Video\Part-Дv046-15.exe](#)



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.



[Video\Part-I\v046-16.exe](#)

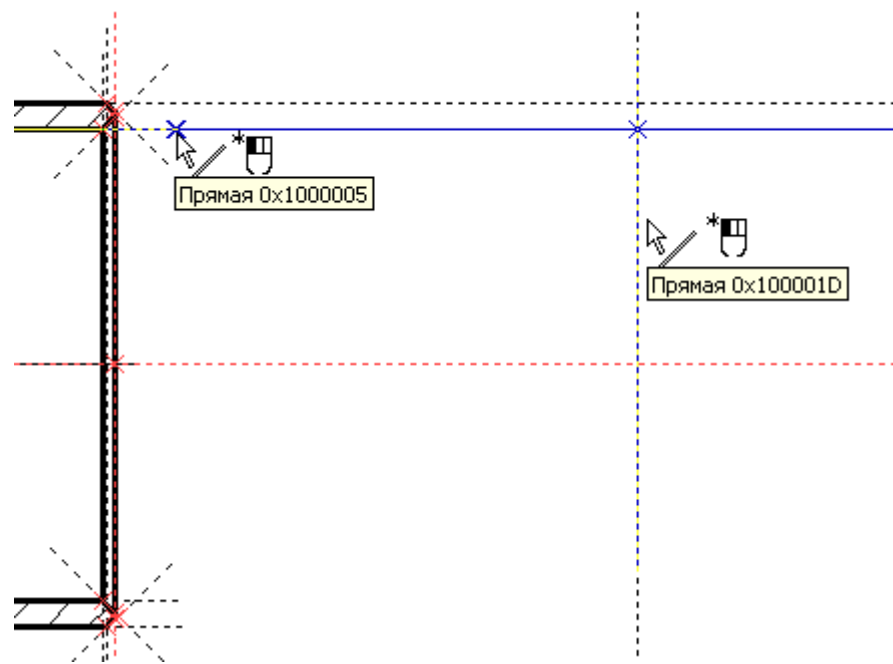
Но есть другой, более предпочтительный способ продления обрезанных линий построения – построить узел на пересечении линий (см. рис. ниже). Выполните следующие действия:

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.


[Video\Part-I\v046-17.exe](#)

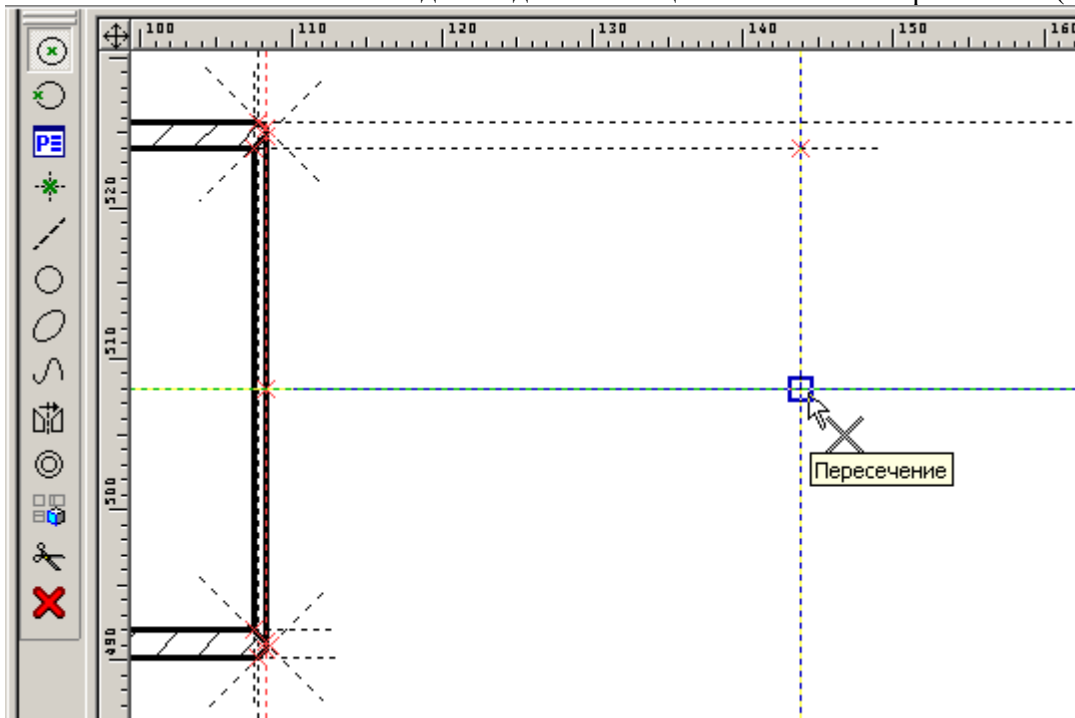
Теперь построим вид слева. Как отмечалось выше, система T-FLEX CAD использует




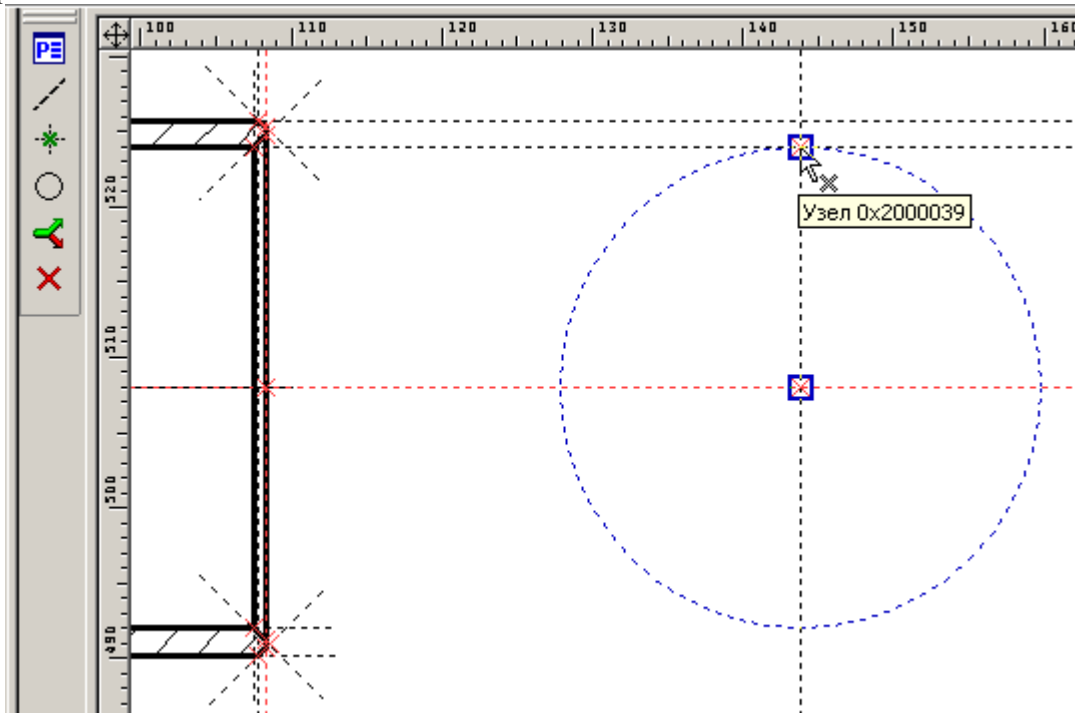
классические приемы создания чертежей. Поэтому вид слева будем строить в проекционной связи с главным видом. Две линии построения, которые были только что продлены до осевой линии вида слева, как раз будут образовывать проекционную связь между главным видом и видом слева.

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.).




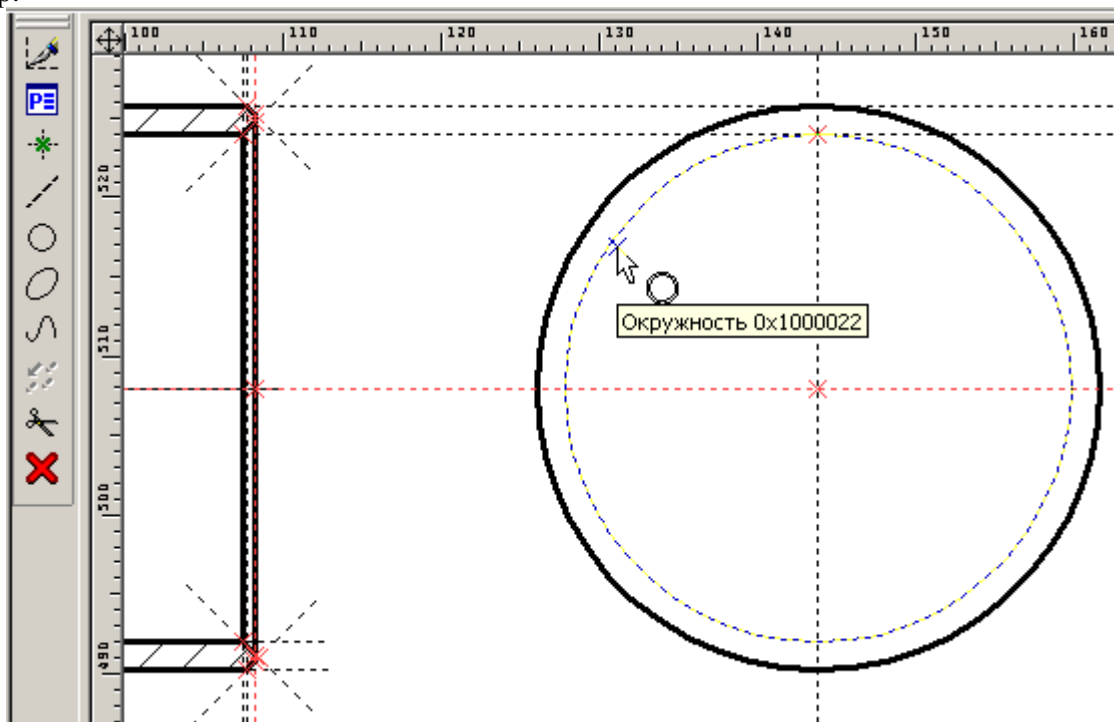
Появится изображение окружности. Подведите курсор к узлу, как это показано на рисунке ниже и щелкните . Будет построена окружность внутреннего диаметра цилиндра, находящаяся в проекционной связи с главным видом. Аналогично постройте окружность наружного диаметра цилиндра.




[Video\Part-I\046-18.exe](#)

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

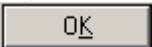
внутреннюю  как это показано ниже на рисунке. Система автоматически обрисует замкнутый контур.

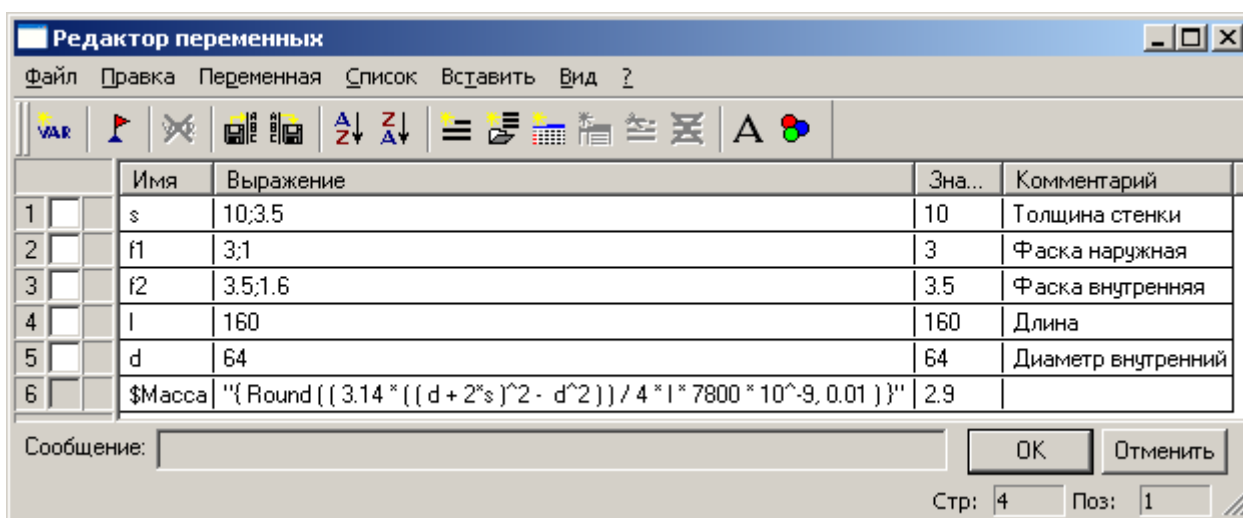


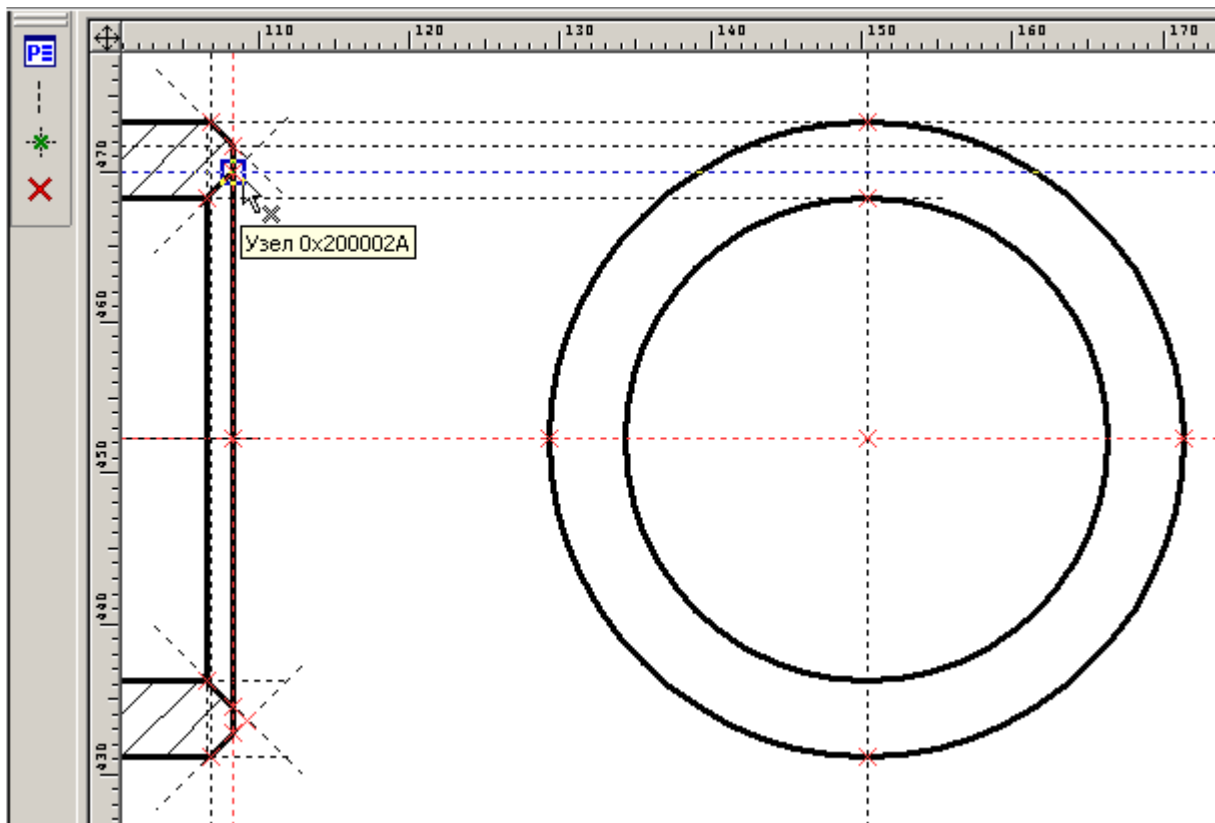
[Video\Part-I\v046-19.exe](#)

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. В последствии, когда чертеж будет закончен, значения



переменных можно будет восстановить. А сейчас закройте редактор - нажмите . Чертеж автоматически перестроится.



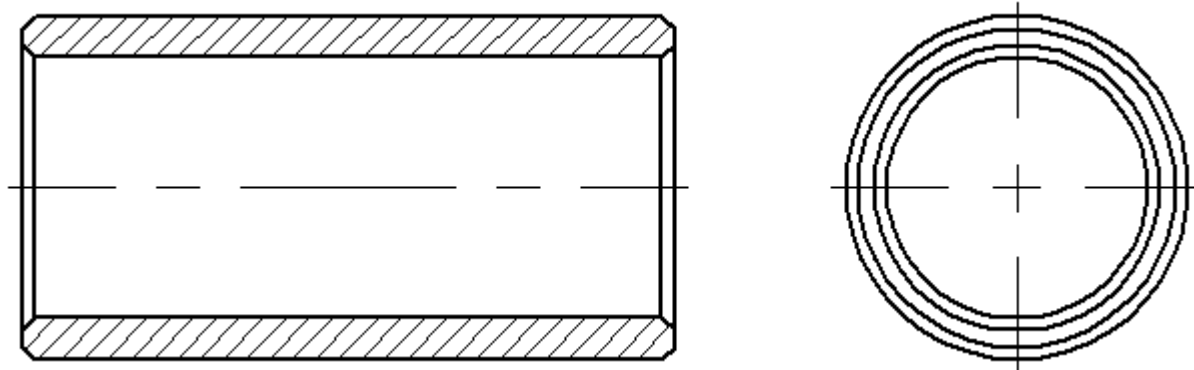



[Video\Part-I\046-20.exe](#)

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 опции , т.к. горизонтальная линия привязывается к узлу и в конечном итоге построение тоже является относительным (относительно узла). 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 .


[Video\Part-I\046-21.exe](#)

На этом примере вы научились:

- создавать документ T-FLEX CAD [Video\Part-I\v046-01.exe](#);
- сохранять документ T-FLEX CAD [Video\Part-I\v046-02.exe](#);
- строить параметрический каркас цилиндра [Video\Part-I\v046-22.exe](#);
- строить внешние и внутренние фаски цилиндра [Video\Part-I\v046-23.exe](#);
- создавать и применять текстовые переменные [Video\Part-I\v046-10.exe](#);
- создавать многоконтурные штриховки [Video\Part-I\v046-11.exe](#);
- изменять в настройках T-FLEX CAD отображение толщины линий изображения [Video\Part-I\v046-12.exe](#);
- удалять неиспользуемые элементы в документе T-FLEX CAD [Video\Part-I\v046-13.exe](#);
- обрезать линии построения [Video\Part-I\v046-14.exe](#);
- восстанавливать обрезанные линии построения [Video\Part-I\v046-24.exe](#);
- строить дополнительный вид, используя проекционные связи [Video\Part-I\v046-25.exe](#).

4.7 Оформление чертежа

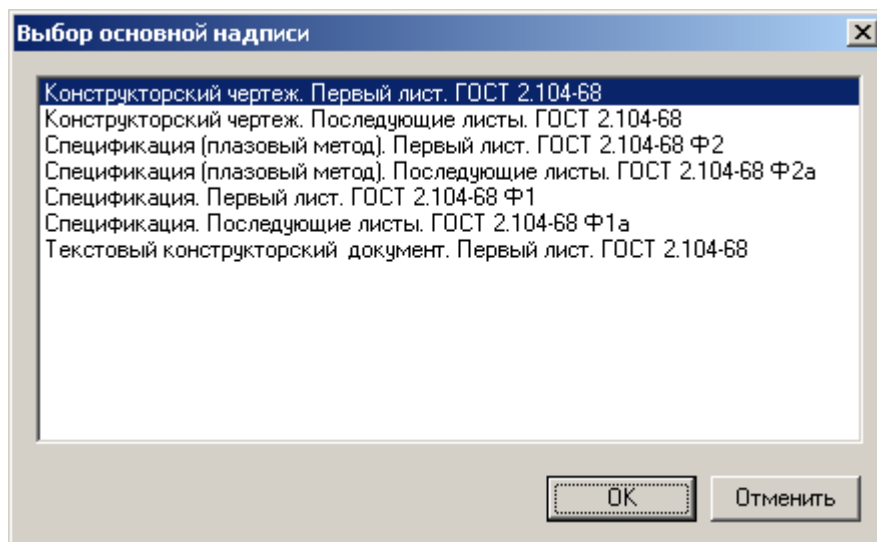
Основная надпись. Словарь.

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

ОК





Откроется диалоговое окно. Здесь вы можете заполнить основную надпись.

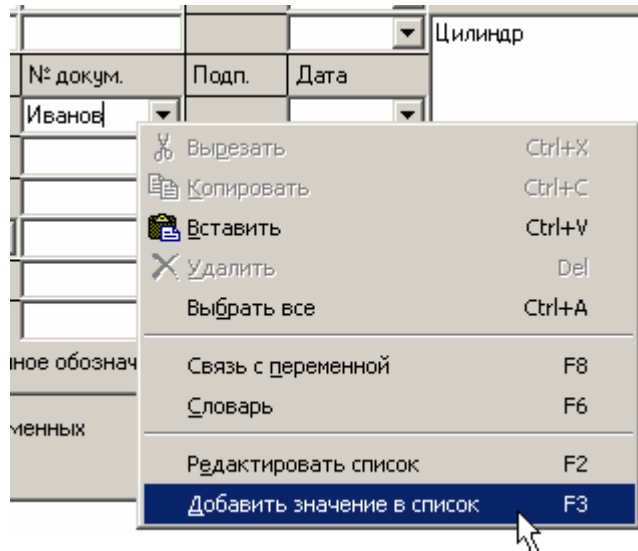
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Иванов		
Провер.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				


Лит.	Масса	Масштаб
	0.93	1:1


Лист	Листов
	1

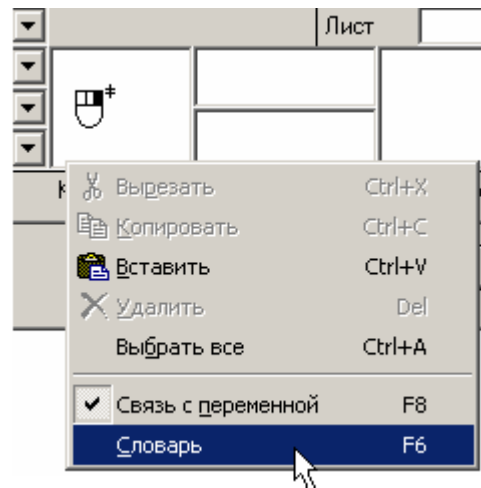
Заполните поля: обозначение, наименование чертежа (см. рис.), количество листов, фамилии разработчика, проверяющего, выпускающего и фамилию нормоконтролера.

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 нормоконтролера. 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.

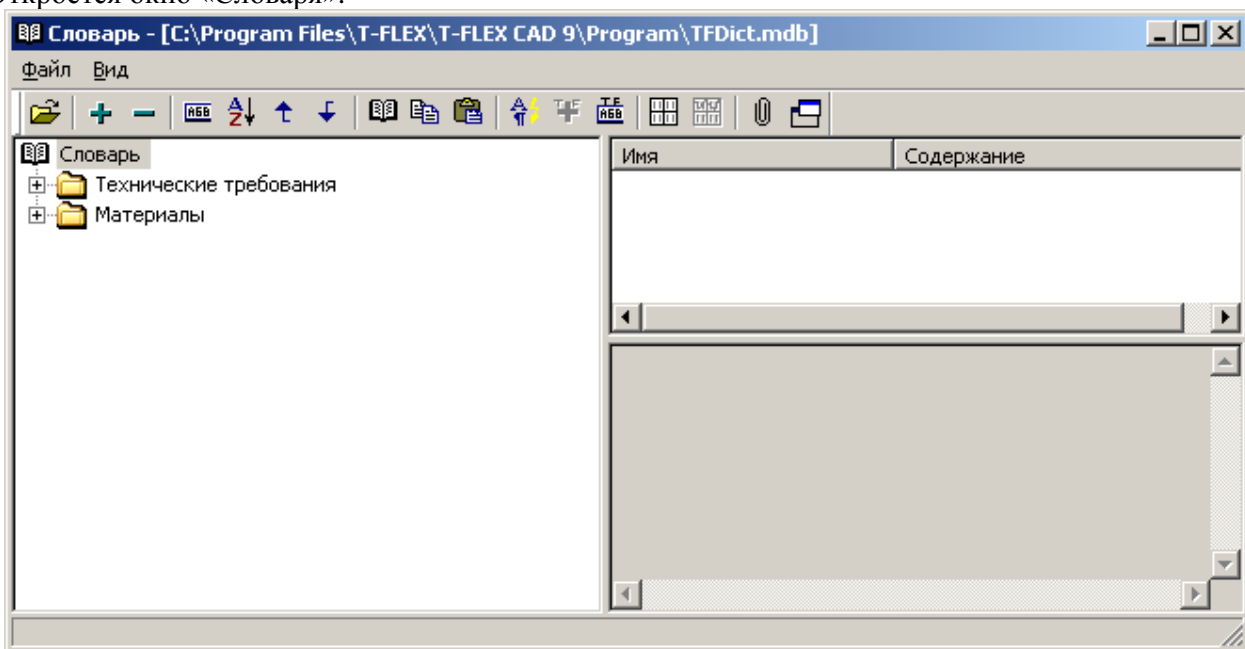


 *Обратите внимание на то, что поле «Масса» уже заполнено (см. п. 4.6 «Текстовые переменные»).*

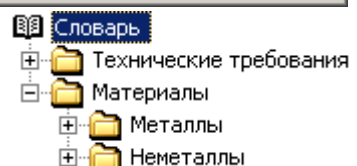
Для заполнения поля материала выполните следующее: щелкните * в первом поле обозначения материала (см. рис.) и выберите в контекстном меню пункт «Словарь».



Откроется окно «Словаря».

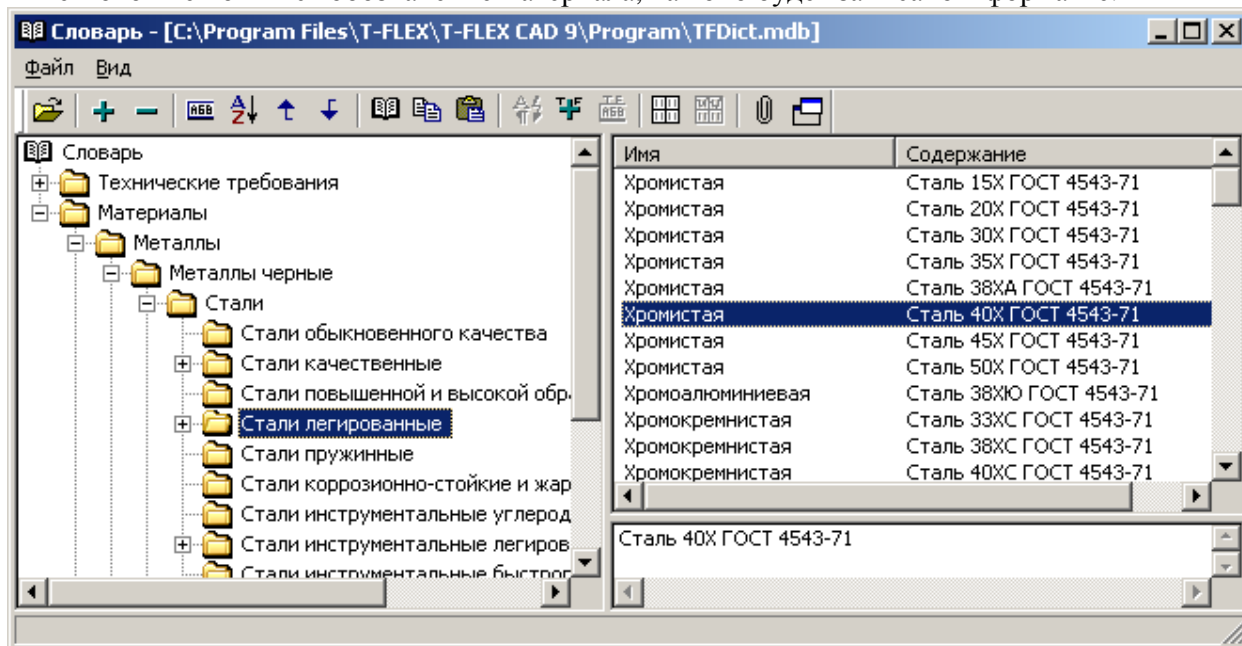


Щелкните по знаку “+” слева от папки «Материалы». Знак “+” поменяется на “-” и раскроется, т.н. «дерево» каталогов, по

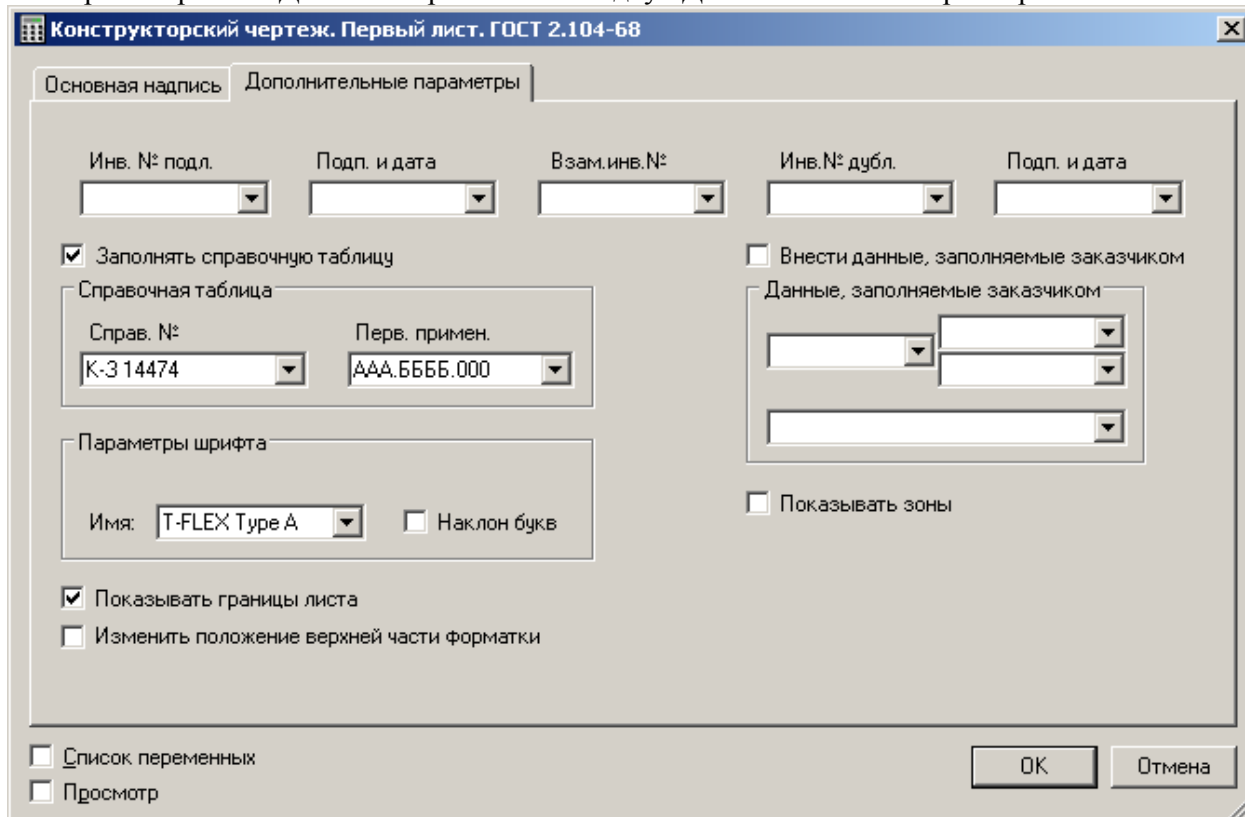


аналогии с другими Windows-приложениями. В раскрытой папке «Материалы», вы обнаружите папки «Металлы» и «Неметаллы».


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.

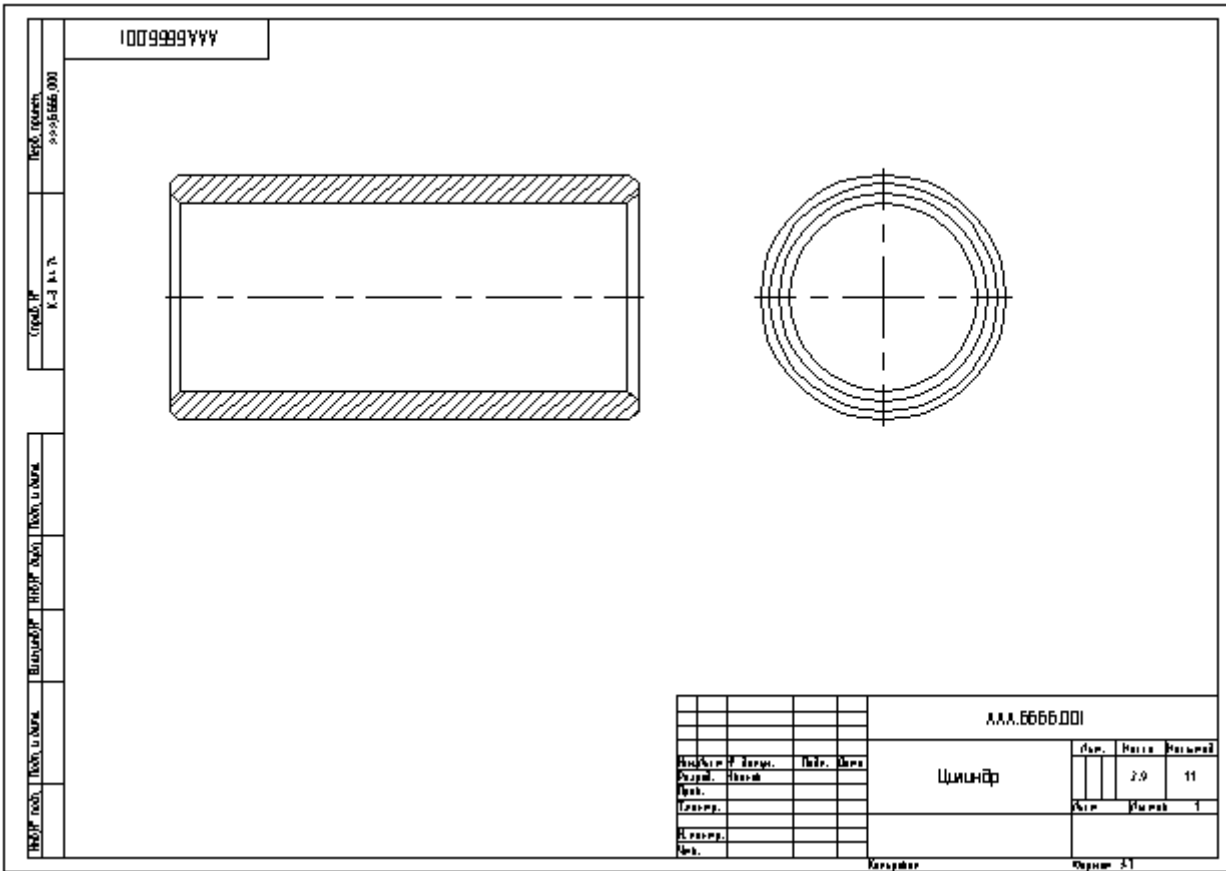


Для вставки материала в форматку нажмите кнопку на панели инструментов. Окно «Словарь» закроется. Далее выберите закладку «Дополнительные параметры».



Здесь вы можете заполнить, например, справочную таблицу: № карты-задания и первичное применение чертежа.

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




[Video\Part-I\047-01.exe](#)

Вы можете отредактировать, при необходимости, содержимое форматки вызвав команду **Оформление\Основная надпись\Редактировать**.


[Video\Part-I\047-02.exe](#)

Откроется диалоговое окно с основными и дополнительными параметрами. Вы также можете сменить тип форматки - **Оформление\Основная надпись\Изменить тип**.

[Video\Part-I\047-03.exe](#)



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.




[Video\Part-I\047-04.exe](#)

Сохраните файл .

Конечно, для такой простой детали как цилиндр, достаточно одной проекции. Но в учебных целях оформим две проекции цилиндра.


Нанесение размеров.

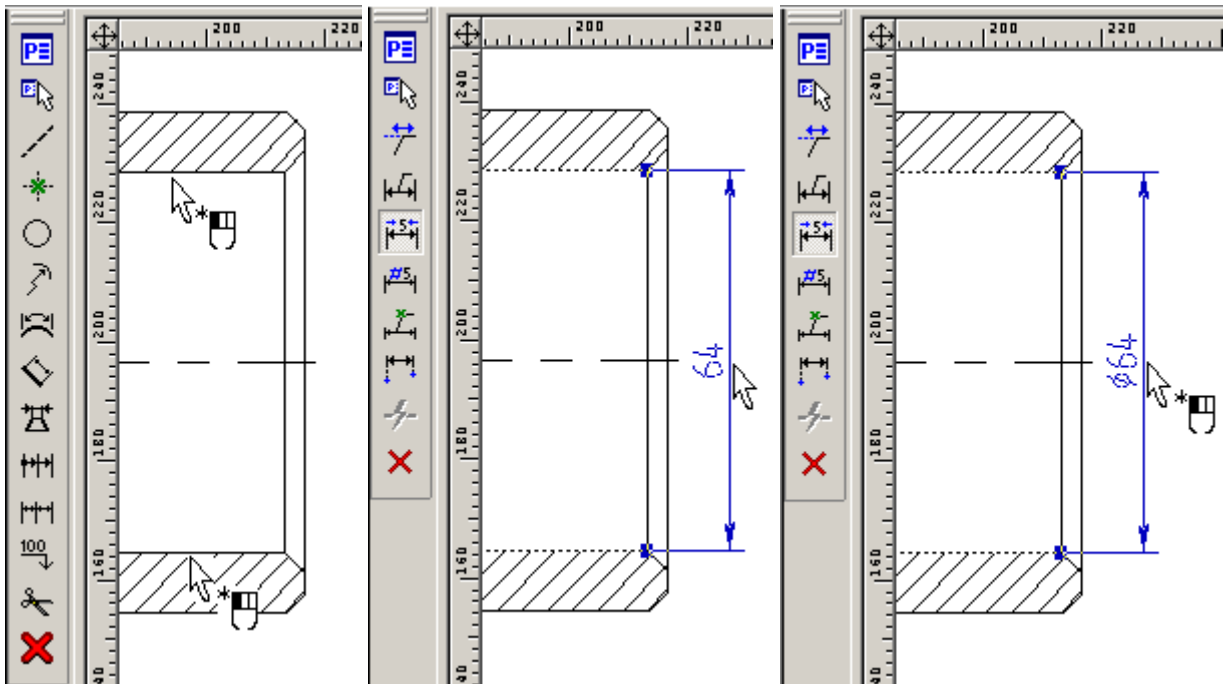
В T-Flex CAD вы можете нанести любой тип размера в формате ЕСКД и ANSI. Причем если чертеж оформлен в формате ЕСКД, вы легко можете преобразовать его в формат ANSI и обратно (см. документацию). Размеры часто удобнее проставлять при погашенных линиях построения (кнопка  находится в нажатом состоянии). 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) либо кнопку  в Автоменю. После первого нажатия на кнопку «D» появится знак радиуса. Нажмите «D» еще раз – появится знак диаметра (см. рис.).





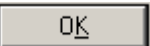
Нажимая клавишу «D», вы будете перебирать различные знаки, используемые перед размерным числом.


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».

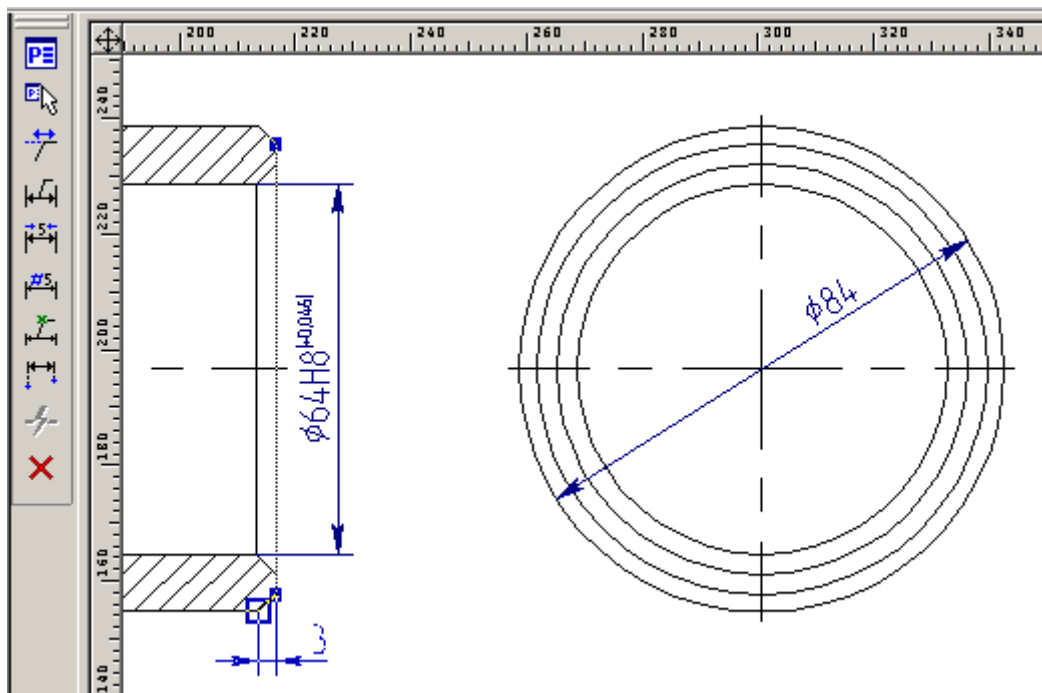
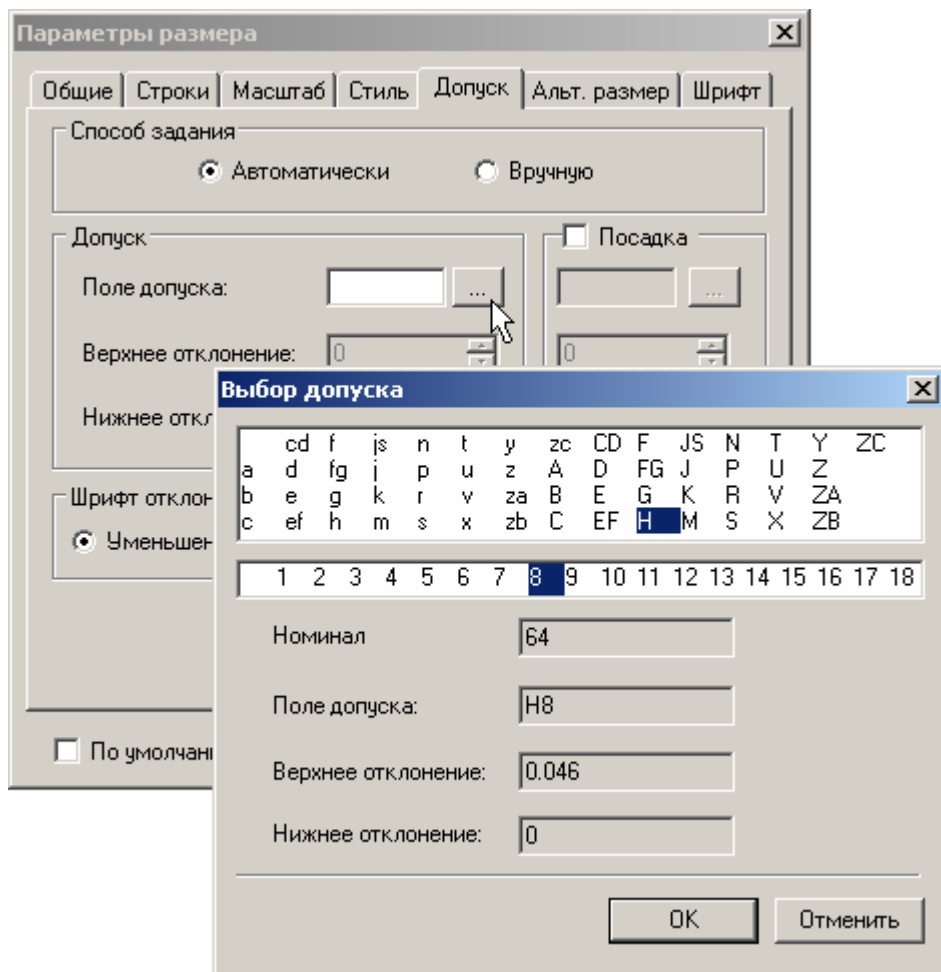
В дополнение к знаку диаметра проставьте допуск на размер, для этого вверху окна выберите закладку «Допуск». На закладке «Допуск» (см. рис. ниже) вы увидите два основных способа задания: «Автоматически» (выбран по умолчанию) и «Вручную». Оставьте параметр, по умолчанию - «Автоматически». Ниже вы увидите область «Допуск». Справа от окошка для ввода значения поля допуска нажмите кнопку  (см. рис.). Откроется окно «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 . Будет проставлен размер внутреннего диаметра цилиндра с полем допуска «H8». Теперь проставьте размер наружного диаметра

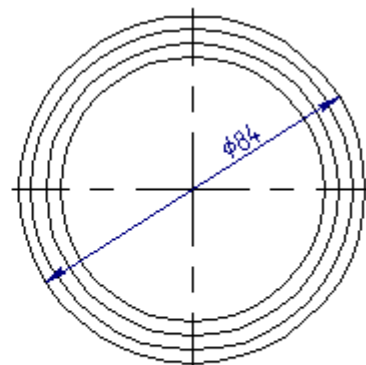
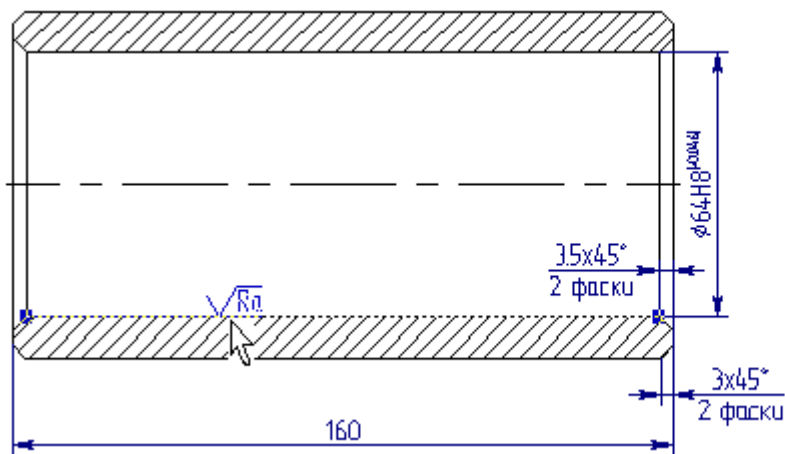
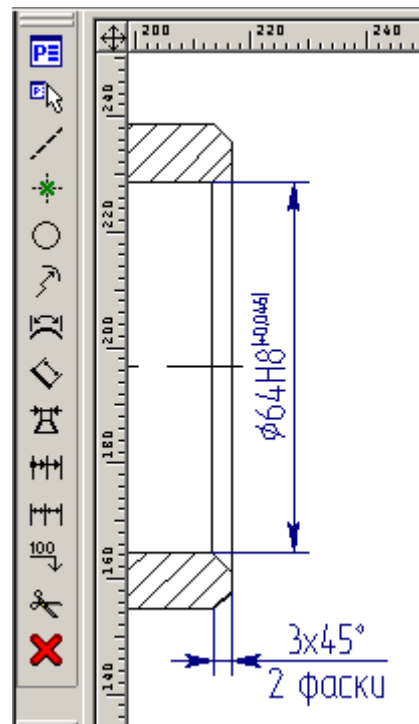
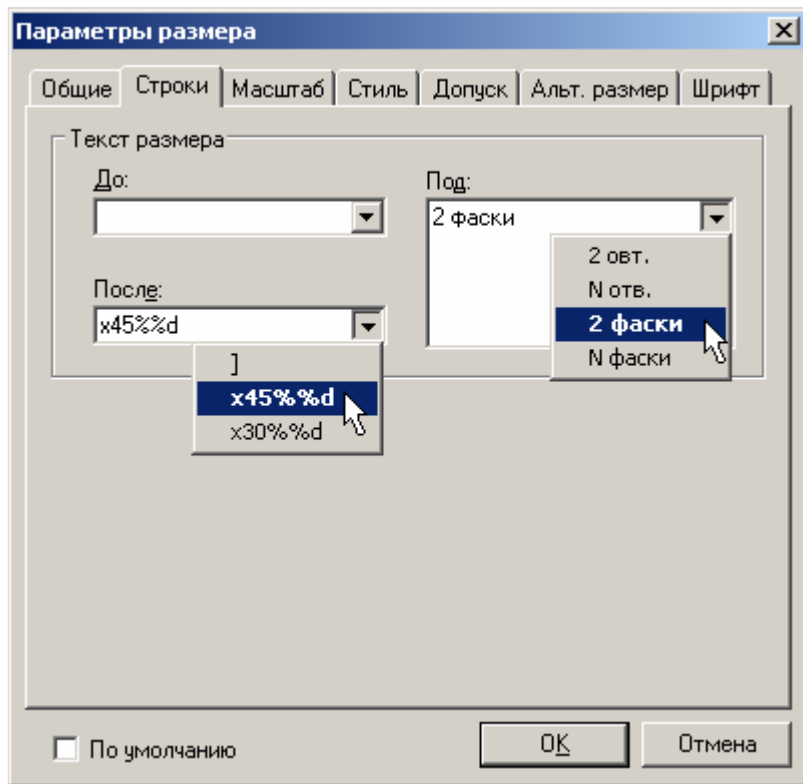
цилиндра на виде слева – подведите курсор к линии окружности и когда линия выделится цветом, нажмите . Знак диаметра, в этом случае система поставит сама.

Для простановки размера наружной фаски выполните следующее:




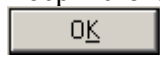
выберите  линию торца цилиндра и пересечение линий наружного диаметра и фаски  (см. рис. ниже).

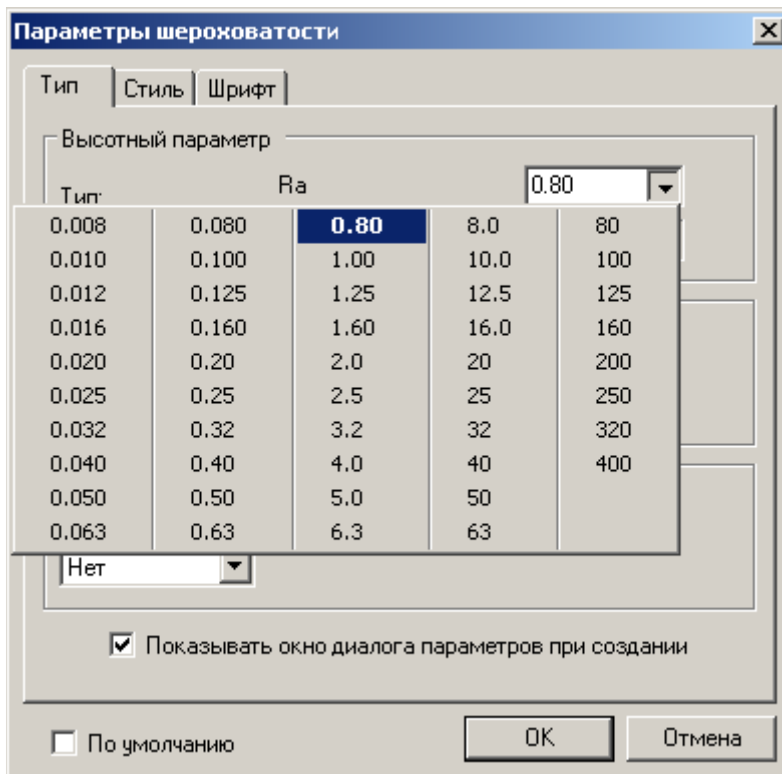


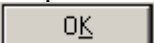
Откроется окно «Параметры размера». Выберите закладку «Строки». Здесь вы можете вписать необходимую информацию до размерного числа, после размерного числа и под размерным числом. В нашем случае, после размерного числа нужно проставить $x45^0$, под размерным числом – 2 фаски. Нажмите на кнопку списков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



[Video\Part-I\047-05.exe](#)

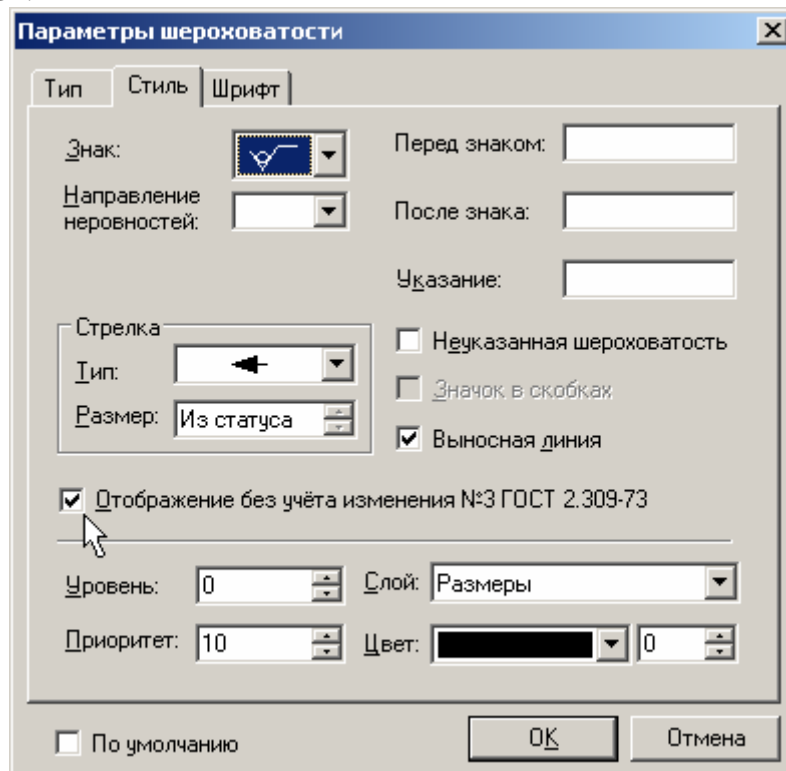
Теперь укажите шероховатости поверхностей цилиндра: **Чертеж\Шероховатость**. Выберите  линию внутренней поверхности, курсором укажите местоположение знака шероховатости на линии . После этого откроется окно «Параметры шероховатости» (см. рис. ниже). В окне выберите тип высотного параметра и его значение.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



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 

[Video\Part-I\047-06.exe](#)





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

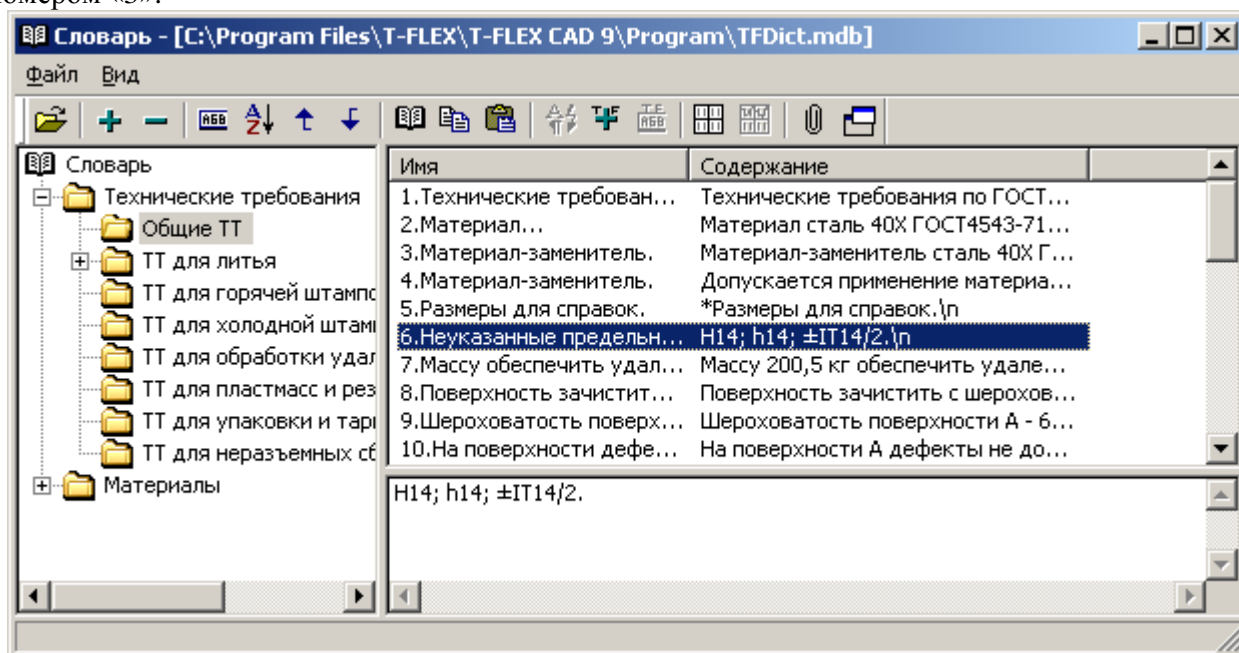


[Video\Part-I\047-07.exe](#)

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».

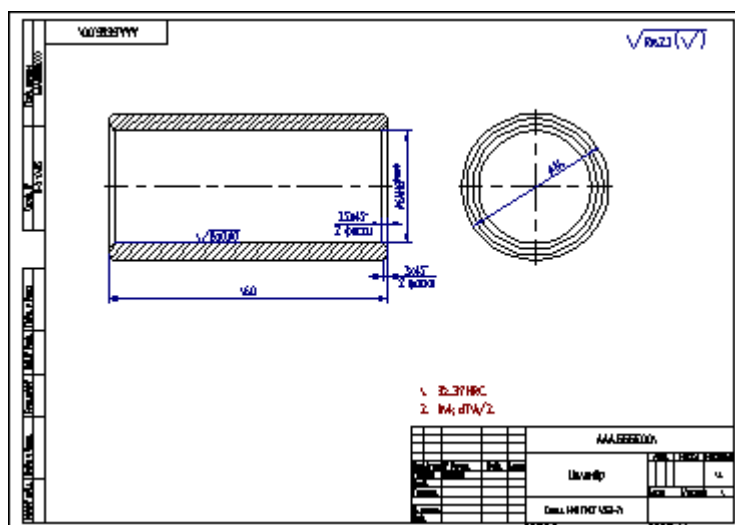


В нашем случае требований достаточно, поэтому поставьте  курсор в конце второй строки и нажмите на клавиатуре клавишу «Delete». Третья строка будет удалена. И еще – отредактируйте вторую строку: т.к. допуск на внутренний диаметр проставлен, удалите «H14;». Теперь завершите создание технических требований,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

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

[Video\Part-I\p047-08.exe](#)

Сохраните файл .




На этом примере вы научились:

- заполнять основную надпись и пользоваться Словарем **Video\Part-I\v047-09.exe**;
- наносить размеры **Video\Part-I\v047-05.exe**;
- наносить шероховатость **Video\Part-I\v047-06.exe**;
- наносить неуказанную шероховатость **Video\Part-I\v047-07.exe**;
- заполнять технические требования **Video\Part-I\v047-08.exe**.

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).

	Имя	Выражение	Зна...	Комментарий
1	s	10;3.5	10	Толщина стенки
2	f1	3;1	3	Фаска наружная
3	f2	3.5;1.6	3.5	Фаска внутренняя
4	l	160	160	Длина
5	d	64	64	Диаметр внутренний
6	\$Масса	"{ Round ((3.14 * ((d + 2*s)^2 - d^2)) / 4 * l * 7800 * 10^-9, 0.01)}"	2.9	

Сообщение:

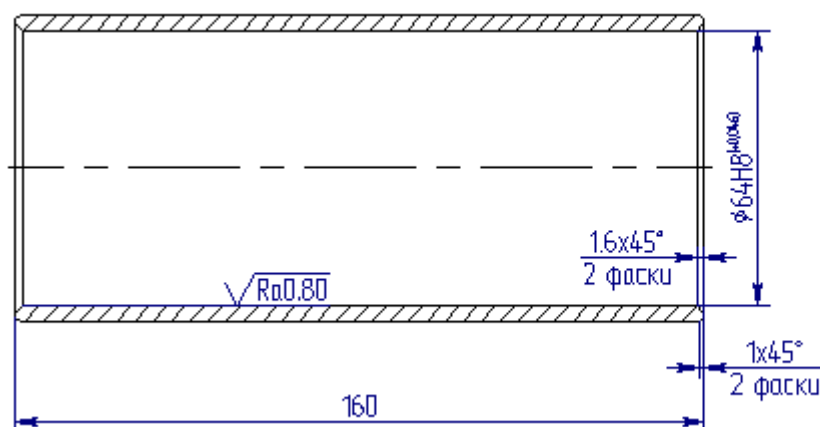
Стр: 4 Поз: 1

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

	Имя	Выражение	Зна...	Комментарий
1	s	3.5	3.5	Толщина стенки
2	f1	1	1	Фаска наружная
3	f2	1.6	1.6	Фаска внутренняя
4	l	160	160	Длина
5	d	64	64	Диаметр внутренний
6	\$Масса	"{ Round ((3.14 * ((d + 2*s)^2 - d^2)) / 4 * l * 7800 * 10^-9, 0.01)}"	0.93	

Сообщение:



Стр: 4 Поз: 1

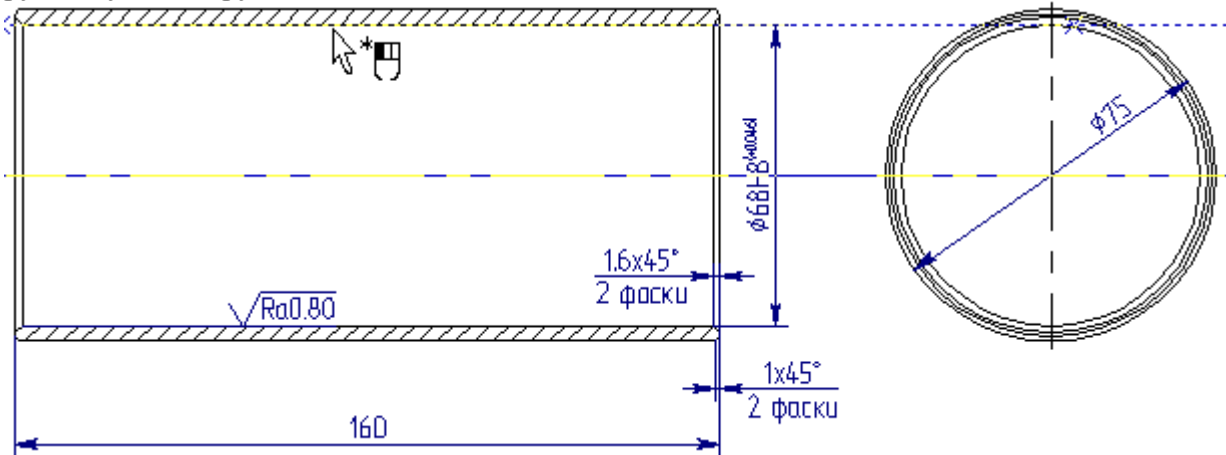




Система автоматически пересчитает чертеж, включая размеры, допуски и массу.

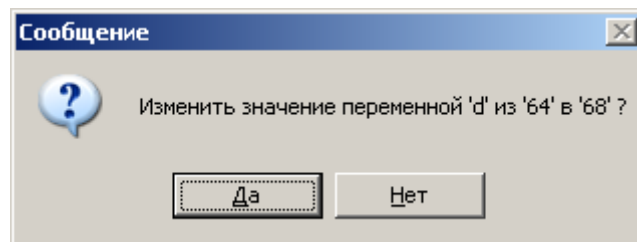
[Video\Part-I\y048-01.exe](#)


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

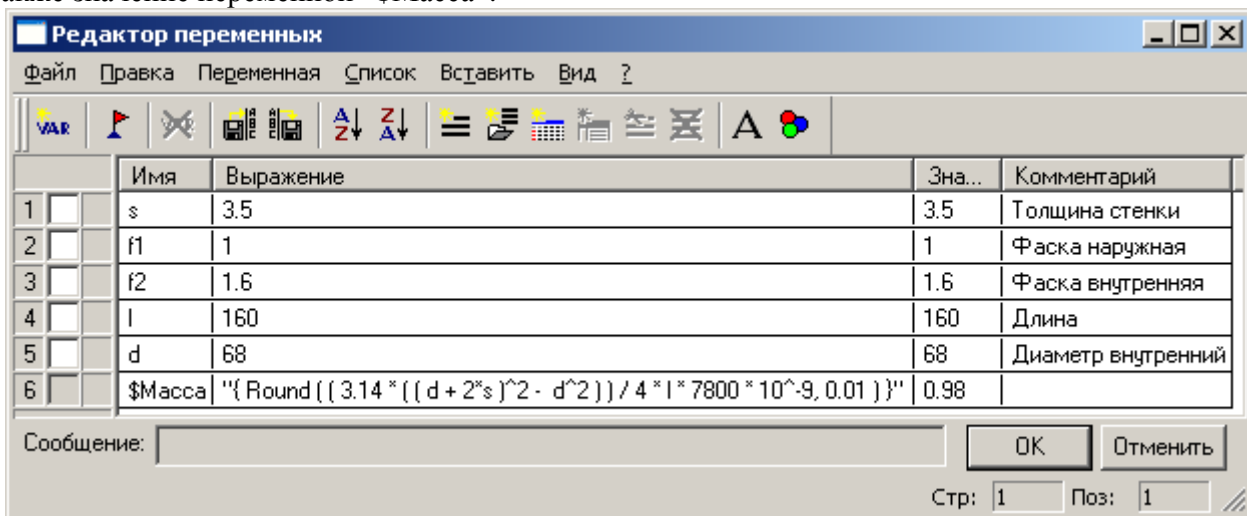
Выполните следующее: **Правка\Построения\Линия построения** или нажмите  на панели инструментов. Подведите курсор к верхней линии внутреннего диаметра цилиндра, когда линия подсветится, щелкните . Перемещайте курсор вверх-вниз. Чертеж, при этом будет динамически изменяться. Обратите внимание на то, что при изменении диаметра вид слева не пересекается с главным видом. Это происходит потому, что расстояние между вертикальной осевой линией вида слева и торцом цилиндра было задано выражением и всегда равняется наружному диаметру (см. п. 4.6).



Теперь зафиксируете  курсор в каком-либо положении. Система выдаст запрос на изменение значения переменной. Нажмите .





Чертеж будет зафиксирован в новой модификации. Откройте редактор переменных . В редакторе вы увидите, что значение переменной внутреннего диаметра изменилось. Изменилось также значение переменной «\$Масса».




Video\Part-I\y048-02.exe

Отмена-повтор изменений.


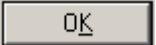
Вы можете отменить последнее изменение, выполнив **Правка\Отменить** или нажать . Для повтора последнего изменения - **Правка\Повторить** или нажать .

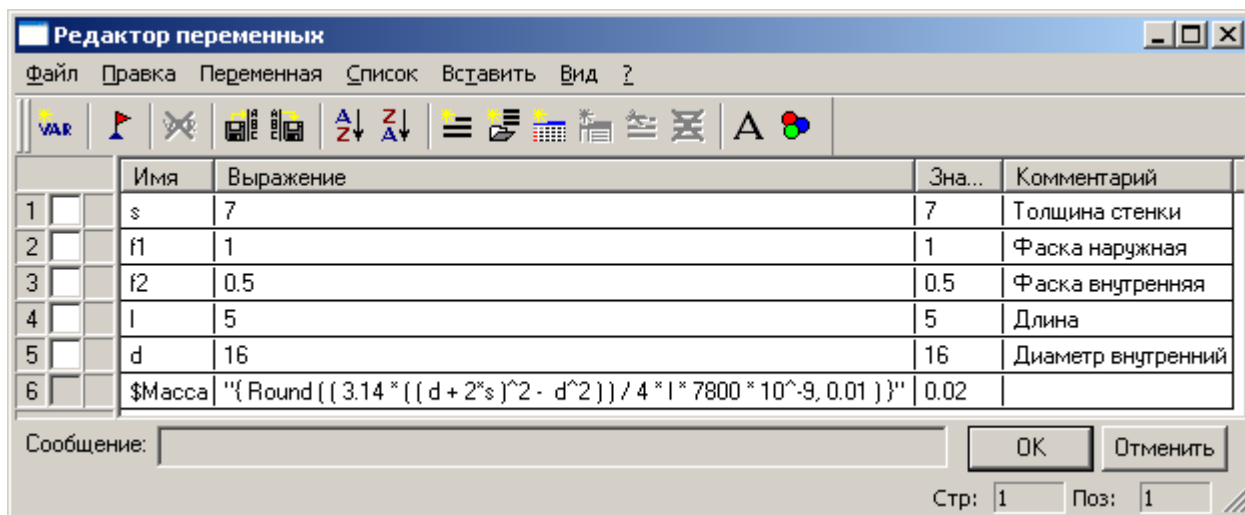
[Video\Part-1\y048-03.exe](#)

 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.

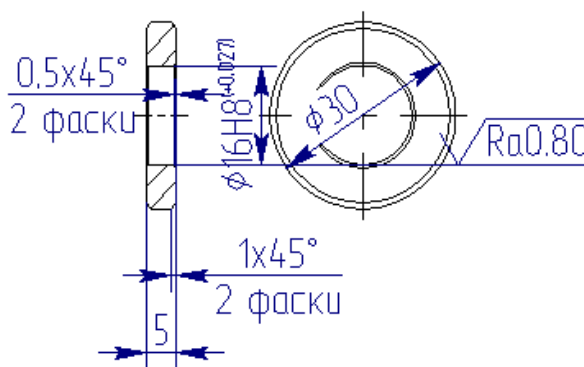
Откройте редактор переменных . Измените значения переменных так, как это показано на рисунке ниже и нажмите .



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

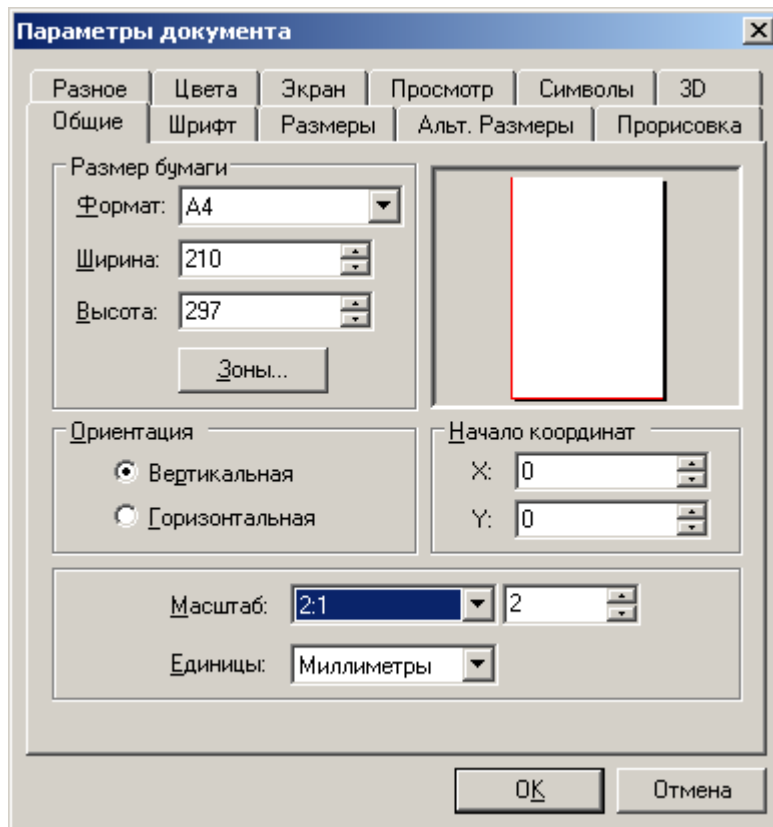
Для того чтобы чертеж читался, измените:


- формат листа с «А3» на «А4»;
- ориентацию листа с «Горизонтальной» на «Вертикальную»;
- масштаб с «1:1» на «2:1».
- Отредактируйте размеры – разнесите их так, чтобы чертеж было удобно читать.

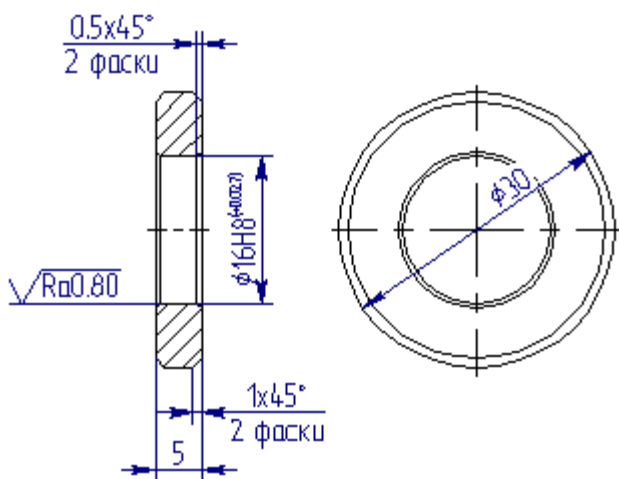
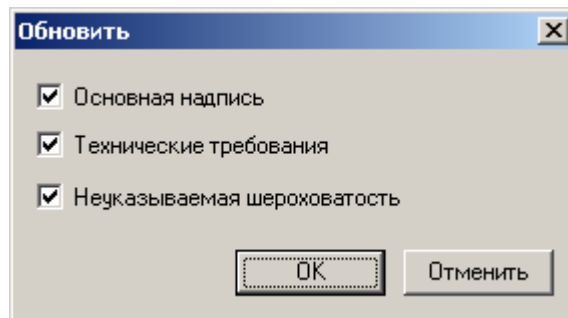





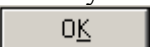
Выполните следующее: **Настройка\Статус**. Откроется окно «Параметры документа». Измените в соответствии с рисунком «Формат», «Ориентацию», «Масштаб» и нажмите







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**.

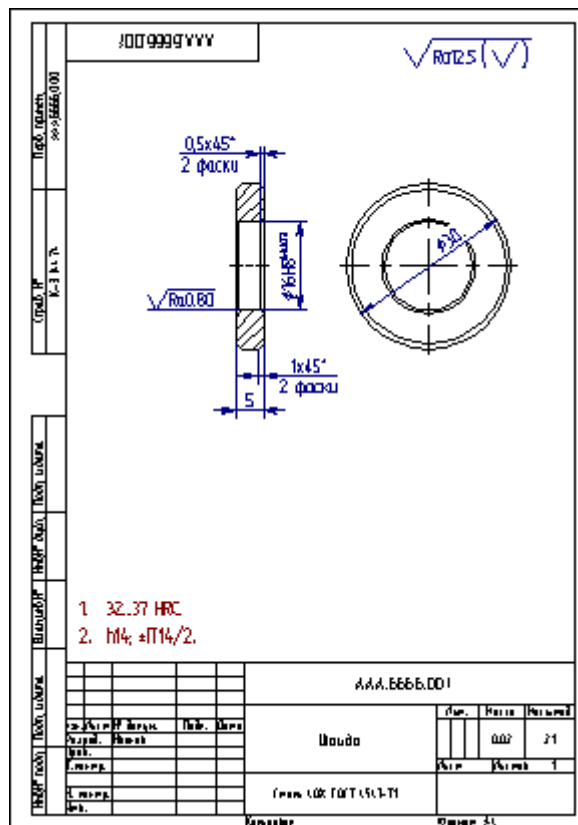
Результат, который должен у вас получиться смотри на рисунке.

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

[Video\Part-1\048-04.exe](#)

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 свои чертежи 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, металлоконструкции, то двухмерное проектирование, как и черчение за кульманом - уже прошлый век! Не отставайте от времени, изучайте трехмерное проектирование. Многие утверждают, что 3D в машиностроении или какой-либо другой области проектирования это излишество. Не верьте им. Так могут говорить люди, не владеющие или плохо владеющие компьютерным трехмерным 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 учебника.



ЧАСТЬ II. ТРЕХМЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Итак, переходим к самому интересному. Если вы не проработали первую часть учебника, где описаны принципы создания 2D построений, то настоятельно рекомендуется это сделать, т.к. без знаний двухмерного проектирования в T-FLEX CAD, вы не сможете правильно освоить трехмерные моделирование и проектирование. Если вы проработали пособие с самого начала, многие вещи вам будут понятны без объяснения.

Моделировать в T-FLEX CAD 3D можно тремя основными способами:

1. Первый и самый простой способ – создание трехмерной модели по уже существующему чертежу. В основном к этому способу 3D моделирования прибегают в случае несложной конструкции. К несложной конструкции можно отнести объекты, для понимания которых достаточно одной - двух проекций. Как правило, это: оси, втулки, простые плиты, крепежные изделия и т.д.

2. Второй способ (классический) – создание 3D объектов со сложной геометрией. Объекты моделируются в 3D пространстве и сюда же можно отнести создание большинства 3D сборок. Затем, на основе 3D модели объекта создаются проекции, виды, разрезы и т.д.


3. И третий способ – создание 3D сборок по принципу «3D Планировка». Очень эффективный и прогрессивный способ создания 3D сборок на основе параметрических объектов, значительно сокращающий время на проектирование. Этот способ эффективно работает при проектировании различных металлоконструкций, помещений и др., где применимо проектирование на плоскости, будь то горизонтальная, вертикальная или наклонная плоскость. Моделирование ведется на основе ранее созданных фрагментов стандартных или уникальных элементов на плоскости, а в трехмерном пространстве система автоматически создает 3D объект.

Начнем с самого простого.

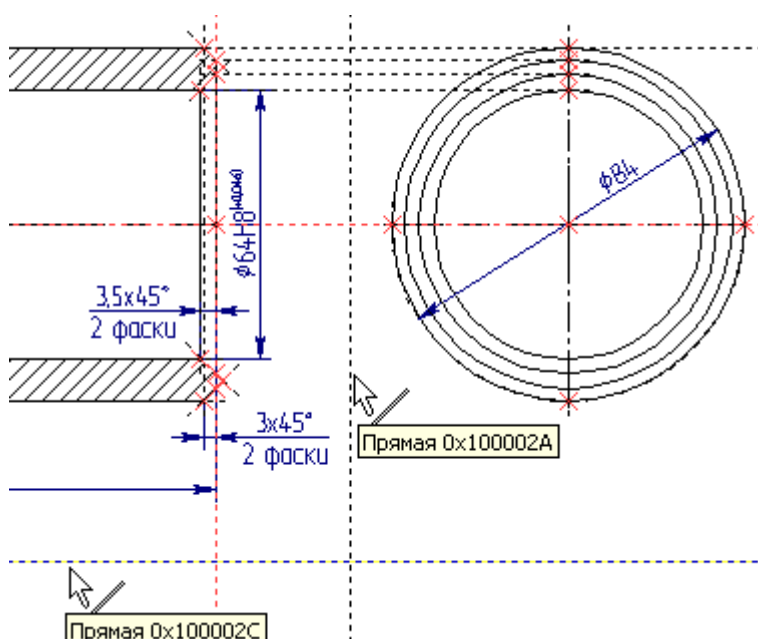
Глава 5. Создание 3D модели по существующему чертежу на основе одной рабочей плоскости

Для того чтобы построить 3D модель, в первую очередь необходимо создать рабочую плоскость, затем 3D профиль и, наконец, перемещая 3D профиль по какой-либо траектории можно получить 3D объект.

Откройте, если закрыт, созданный ранее файл



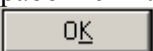
Цилиндр.grb. Если кнопка  (погасить построения) находится в нажатом состоянии, отожмите ее.

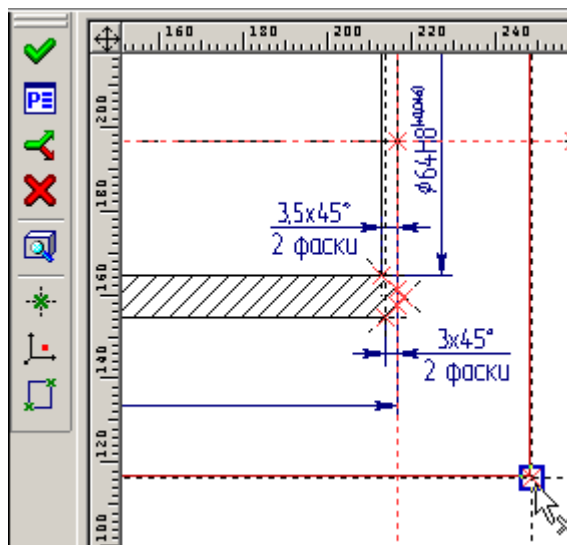
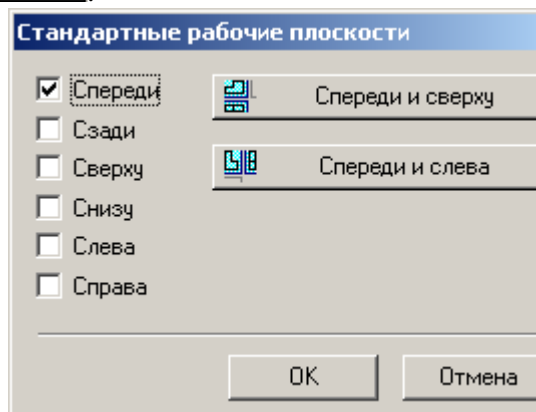
Положение рабочей плоскости (далее РП) в пространстве, как известно, определяют три точки.





В нашем случае точки задавать не нужно, т.к. рабочая плоскость будет совпадать с плоскостью чертежа, ориентация которой системе известна.

Для начала необходимо задать границы рабочей плоскости. Отложите от линии правого торца цилиндра и от нижней линии наружного диаметра цилиндра параллельные прямые, или другими словами отложите две линии построения от наружного контура цилиндра (см. рис.). Построенные линии будут являться правой и нижней границами РП. Вверху и слева РП будут ограничивать контуры листа.

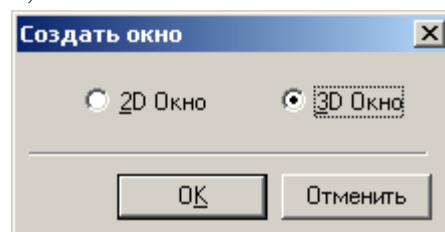
Создайте РП: **Построение/Рабочая плоскость** или нажмите  на панели инструментов. В появившемся Автоменю, выберите опцию . Откроется окно «Стандартные рабочие плоскости». Поставьте галочку напротив названия РП «Спереди» и нажмите .






Подведите курсор к пересечению линий задающих границы РП и нажмите . Появится изображение рабочей плоскости, выделенное красным цветом, нажмите  в Автоменю.

Теперь откройте 3D окно: **Окно/Разделить по вертикали**. В появившемся диалоге «Создать окно» выберите – 3D Окно. Откроется 3D окно.

[Video\Part-I\05-01.exe](#)

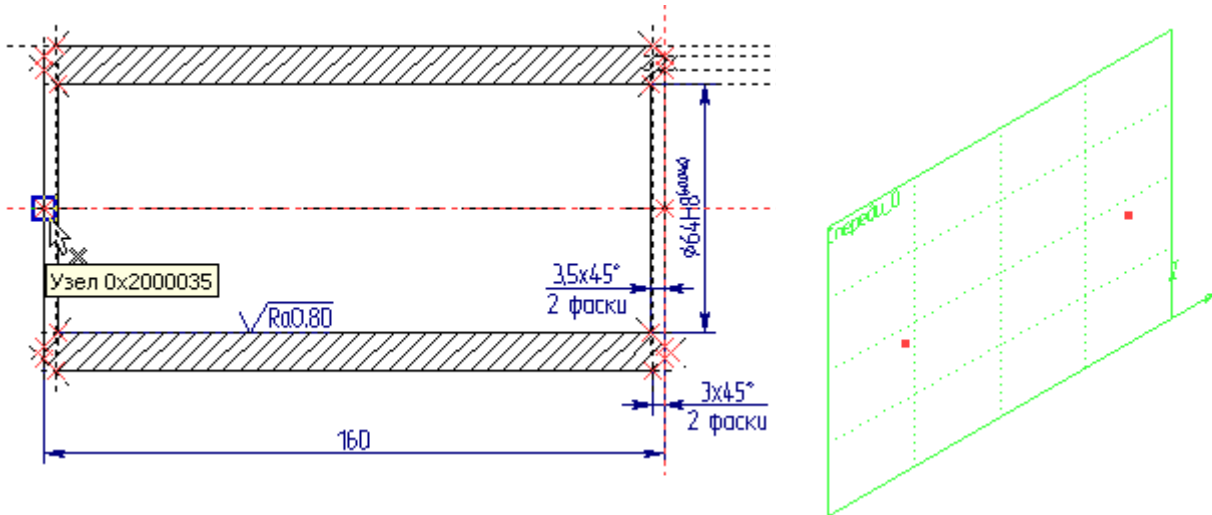


Если вы создавали чертеж цилиндра на основе прототипа подключенного в п. 4.4 «Начальный курс. Часть I Параметрическое черчение», то в 3D окне вы увидите рабочую плоскость. Если чертеж цилиндра создан на основе прототипа, поставляемого с системой, то РП видно не будет, что в данном случае не критично. В прототипе, поставляемом с системой, в свойствах РП не поставлена галочка «Показывать на 3D виде». РП есть, просто она не отображается в 3D.


После того как вы построили рабочую плоскость можно приступать к созданию 3D построений. Цилиндр – тело вращения. Значит необходимо построить два 3D узла, задающих ось вращения. Выполните следующее: **Построение/3D Узел** или нажмите  на панели инструментов. Далее укажите первый 2D узел, на основе которого будет построен 3D узел, например, укажите левый узел пересечения торцевой и осевой линии (см. рис. ниже) и нажмите  в Автоменю. Затем выберите второй 2D узел (правый) и нажмите  в Автоменю.

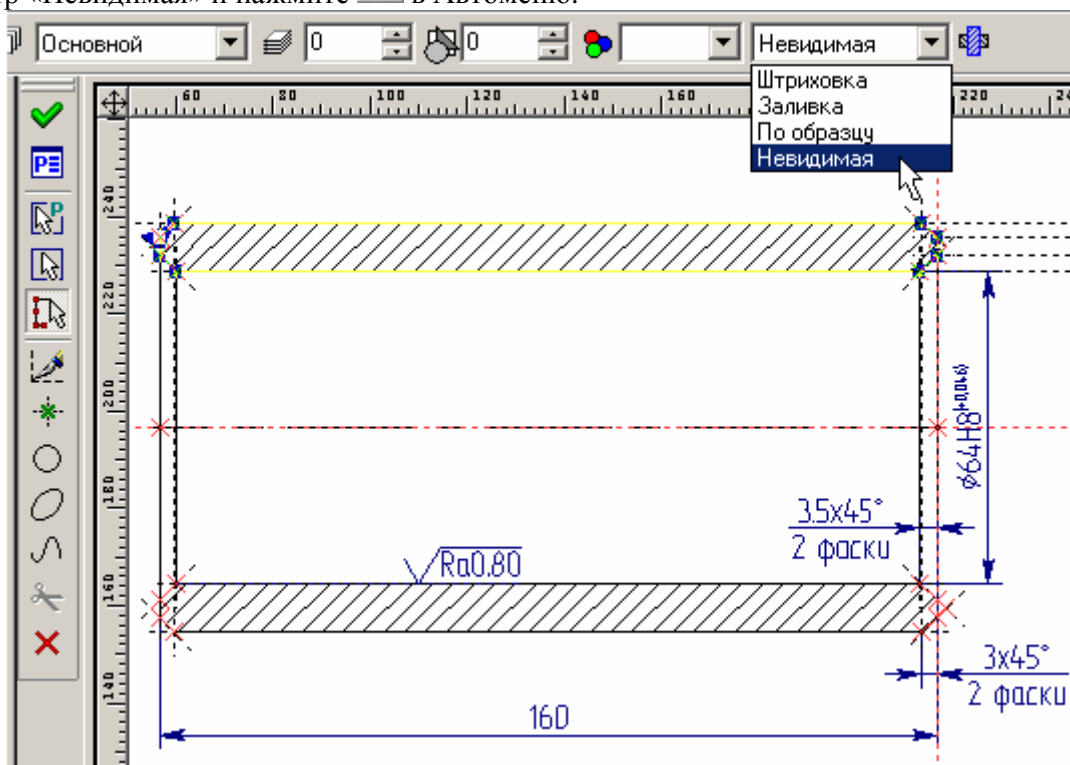




Так как для создания данной 3D модели используется одна рабочая плоскость – достаточно указывать одну проекцию 3D узла.




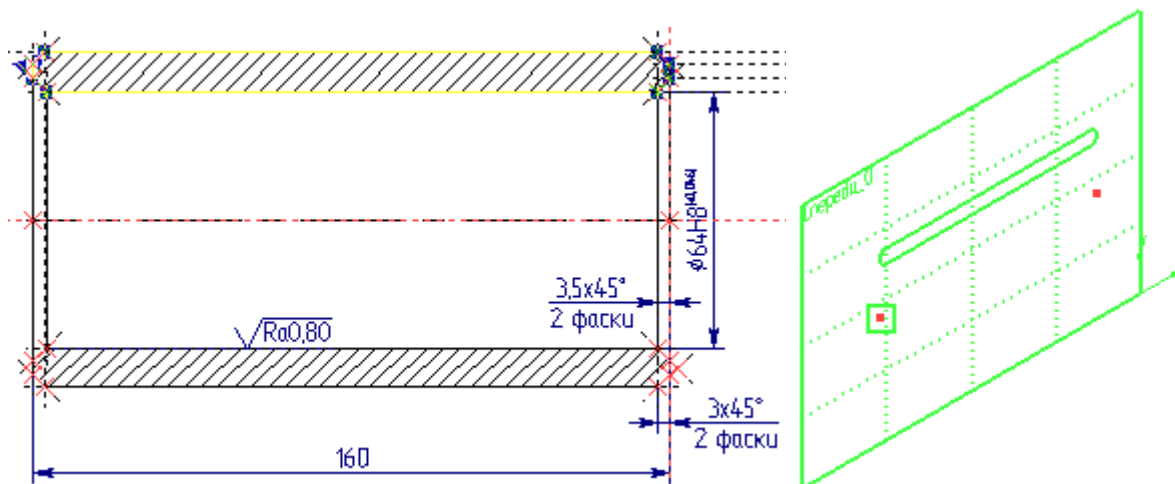
Теперь, когда построены 3D узлы, построим 3D профиль и привяжем его к одному из 3D узлов. 3D профиль создается на основе 2D штриховки. Цилиндр получается вращением 3D профиля вокруг оси, заданной двумя 3D узлами. Поэтому создадим одноконтурную штриховку, а чтобы создаваемая штриховка не затеняла собой разрез на чертеже, сделаем ее невидимой.



Постройте контур штриховки, как это показано на рис. ниже, выберите для штриховки параметр «Невидимая» и нажмите  в Автоменю.








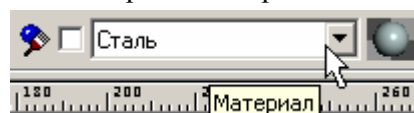
Постройте 3D профиль на основе только что созданной штриховки: **Построение / 3D Профиль** или нажмите  на панели инструментов. Щелкните по штриховке . В 2D окне штриховка выделится цветом, а в 3D – появится изображение 3D профиля.



 Если выбралась не та штриховка – нажмите на клавиатуре клавишу с латинской буквой <I>. Каждый раз, когда вы нажимаете клавишу <I>, будет выбираться ближайший элемент того же типа.

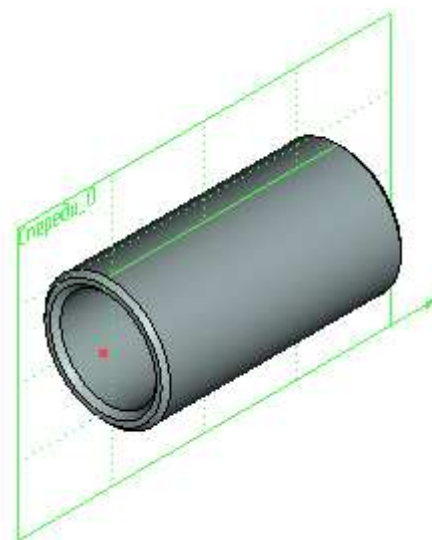
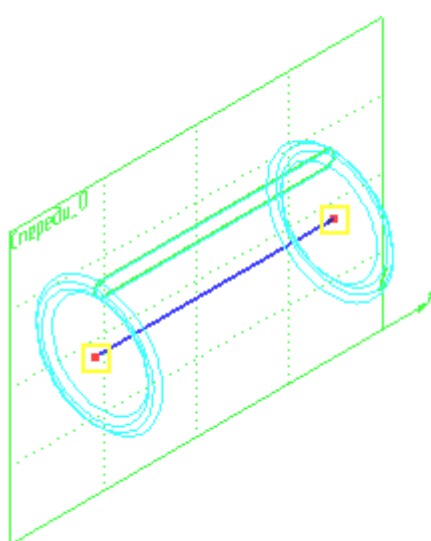


После того, как вы выбрали нужную штриховку, и в 3D окне появилось изображение 3D профиля, укажите курсором  3D узел для привязки 3D профиля, затем нажмите  в Автоменю.


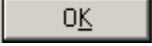

Для создания тела выполните следующее: **Операции/Вращение** или нажмите  на панели инструментов. Вначале в 3D окне укажите  3D профиль. Затем задайте ось вращения: укажите первый 3D узел , потом второй 3D узел , выберите материал в верхней части рабочего окна программы (см. рис.). Система покажет предварительный результат операции вращения. Для завершения операции нажмите  в Автоменю. В 3D окне будет создана 3D модель цилиндра в реберном изображении.



Для того чтобы система отображала цилиндр в тоновой заливке, соответствующей материалу, запустите команду **Вид/Изображение/Тоновая заливка с материалами** или нажмите  на панели инструментов в правой части экрана. Чтобы вернуть реберное отображение модели выполните **Вид/Изображение/Реберное изображение** или . С 11-й версии системы опции доступны в выпадающем меню на панели инструментов, которая расположена в правой части экрана.



Video\Part-I\p05-02.exe

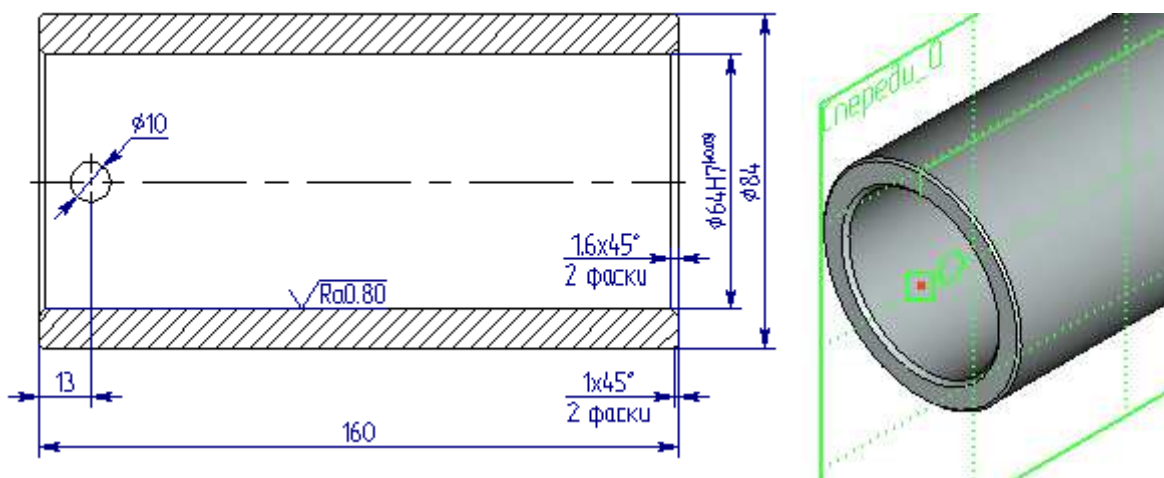
Теперь откройте редактор переменных , измените значение переменной, например «d». Закройте редактор, нажав кнопку . В 2D окне чертеж перестроится сразу после закрытия «Редактора». Для того чтобы изменения произошли и в 3D окне, выполните следующее: **Сервис/Обновить** или нажмите .




Так, изменяя значения переменных, вы будете получать новые модификации оформленного параметрического чертежа и связанной с ним 3D модели.

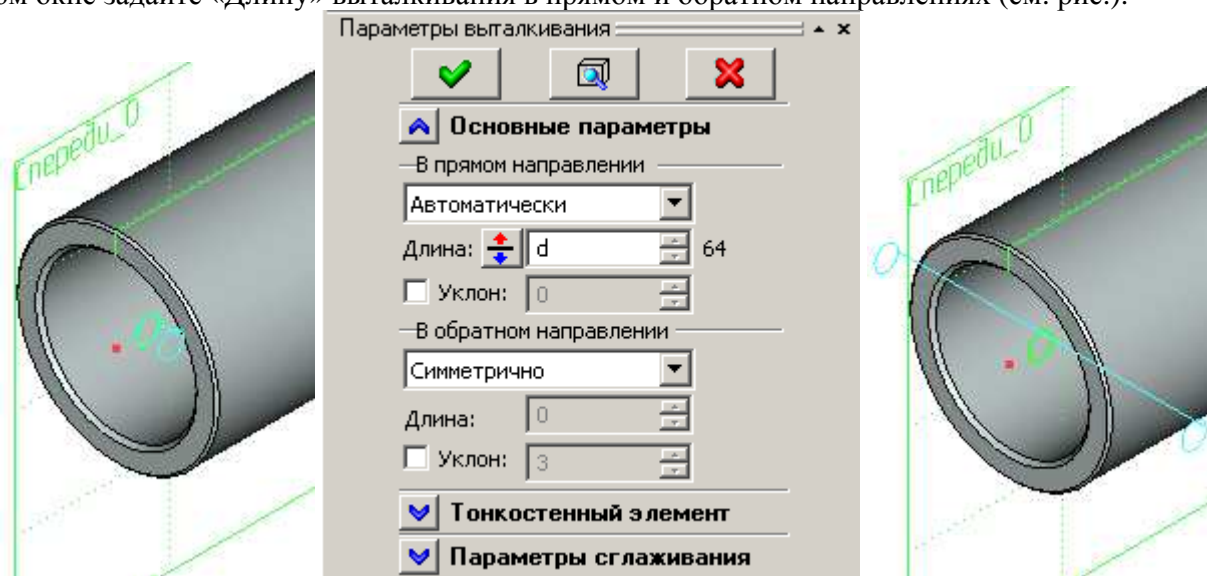
Сохраните документ .

Вы научились создавать тело операцией «Вращение», а теперь на примере сквозного отверстия в стенке цилиндра вы научитесь выполнять операцию «Выталкивание» совместно с «Булевой» операцией. В данном случае, создание отверстия носит учебный характер. В изделии цилиндра такое отверстие не предусмотрено.


Начертите отверстие в стенке цилиндра, как это показано на рисунке. Затем нанесите штриховку на окружность отверстия с параметром «Невидимая». Создайте 3D профиль, указав на штриховку окружности, и привяжите 3D профиль, например, к первому 3D узлу.





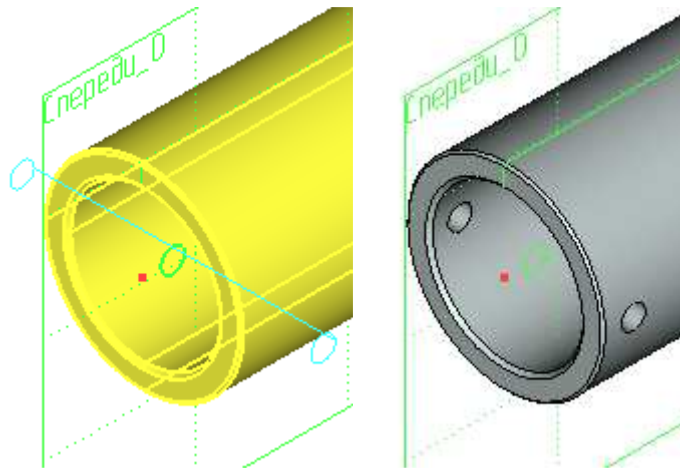
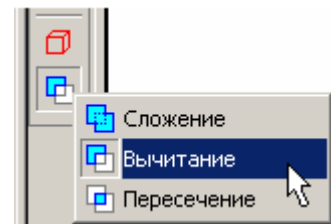
Вызовите команду **Операции/Выталкивание** или нажмите . В 3D окне укажите  3D профиль. Система покажет направление выталкивания по умолчанию. Направление выталкивания можно сменить кнопкой , в появившемся окне «Параметры выталкивания». В этом окне задайте «Длину» выталкивания в прямом и обратном направлениях (см. рис.).



При создании выталкивания для получения отверстий длину выталкивания лучше задавать немного больше размеров основной детали.


Находясь в команде «Вытачивание», можно выполнить «Булеву» операцию (сложение, вычитание, пересечение) с другим телом. Для этого в Автоменю из выпадающего списка выберите опцию «Вычитание» (см. рис.). (Для того чтобы список раскрылся, нажмите  и некоторое время удерживайте кнопку мыши в нажатом состоянии.)

После того, как вы указали опцию «Вычитание», выберите в Автоменю опцию , а затем укажите тело, из которого будете вычитать операцию «Вытачивание» (выбранное тело при этом выделится желтым цветом), в нашем случае цилиндр. Завершите команду . Отверстие будет создано.

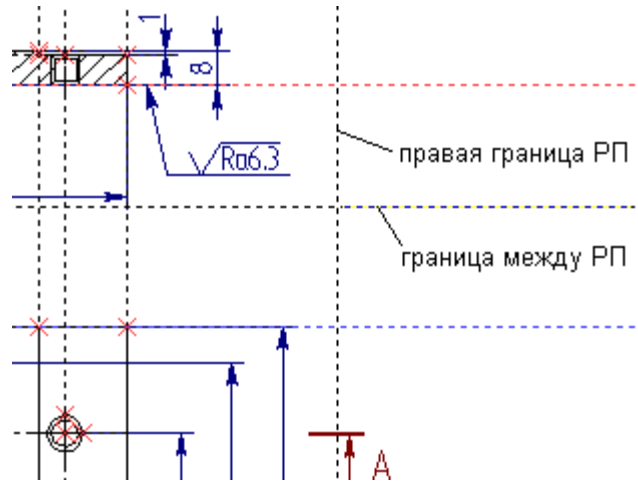




[Video\Part-I\p05-03.exe](#)

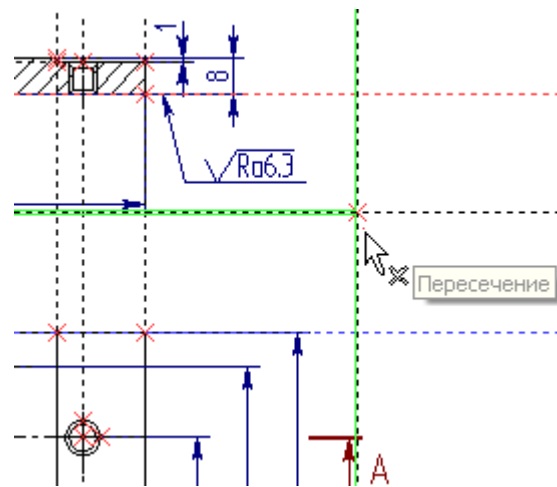
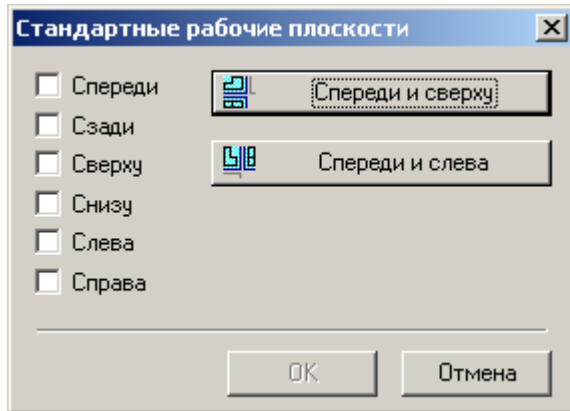
Глава 6. Создание 3D модели по существующему чертежу на основе двух рабочих плоскостей



Откройте файл **Плита 2d.grb**. При создании 3D модели по данному чертежу удобнее использовать две рабочие плоскости (РП). Если кнопка  (погасить построения) находится в нажатом состоянии, отожмите ее.

Для начала необходимо задать границы рабочих плоскостей. Постройте прямую как ось симметрии относительно красной и синей линий построения или, другими словами, постройте линию построения посередине между видами спереди и сверху (это будет граница между РП). Также отложите прямую от правого торца плиты (это будет правая граница РП). (См. рис.).

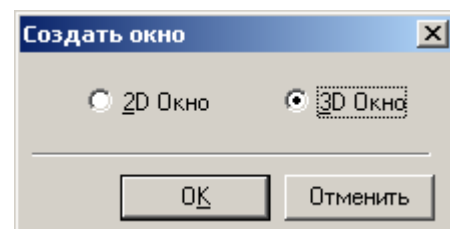


Создайте РП: **Построение/Рабочая плоскость** или нажмите  на панели инструментов. В появившемся Автоменю, выберите опцию . Откроется окно «Стандартные рабочие плоскости». В окне нажмите кнопку «Спереди и сверху».




В Автоменю, выберите опцию . В появившемся окне параметров рабочей плоскости установите флажок **Показывать на 3D виде** и закройте окно параметров. Подведите курсор к пересечению линий, задающих границы РП, и щелкните . Появится изображение рабочих плоскостей, выделенное зеленым цветом. Граница между рабочими плоскостями будет проходить как раз посередине между видами спереди и сверху.






Теперь откройте 3D окно: **Окно/Разделить по вертикали**. В появившемся диалоге «Создать окно» выберите – 3D Окно. Откроется 3D окно.

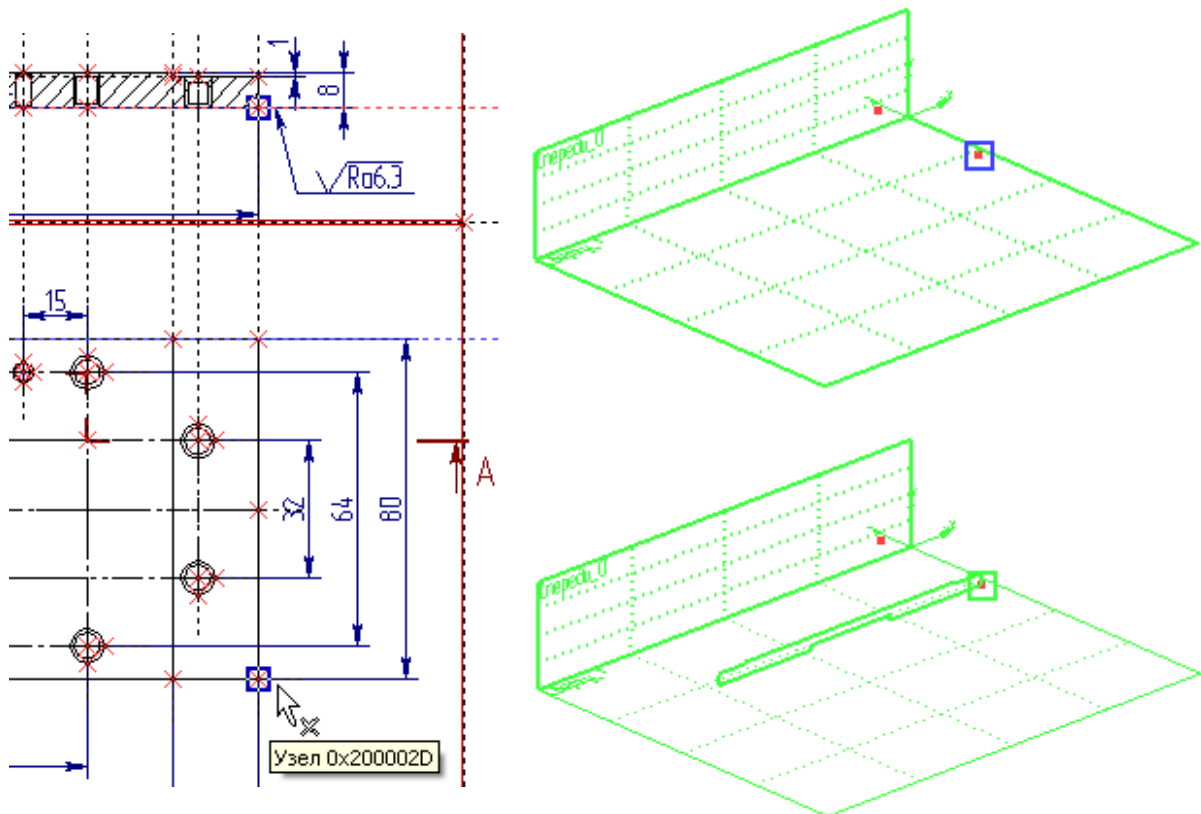


В 3D окне вы увидите две созданные перпендикулярно друг другу рабочие плоскости.






После того как вы построили рабочие плоскости, можно приступить к созданию 3D построений. Плита – тело, получаемое операцией выталкивания. Для задания границ выталкивания необходимо построить 3D узлы.

 Так как для создания данной 3D модели используются две рабочие плоскости, то при построении 3D узла необходимо указывать две его проекции.


Выполните следующее: **Построения/3D Узел** или нажмите  на панели инструментов. На виде спереди, укажите первый 2D узел , например, правый нижний (это будет первая проекция 3D узла), затем, на виде сверху – второй 2D узел , например правый верхний (это будет вторая проекция 3D узла) и нажмите  в Автоменю. Затем создайте второй 3D узел – выберите на виде спереди правый нижний 2D узел и правый нижний 2D узел на виде сверху и нажмите  в Автоменю. См. рис.

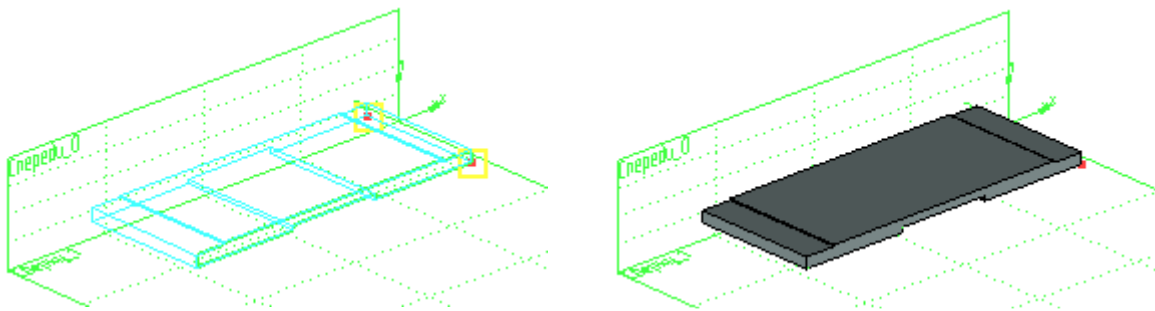




Так как штриховка на виде спереди построена «по контуру», не имеет разрывов, а отверстия наложены 2D фрагментами, то 3D профиль построите на основе уже существующей штриховки и привяжите его к одному из 3D узлов, как это показано на рисунке (см. Главу 5).

Для создания тела выполните следующее: **Операции/Выталкивание** или нажмите  на панели инструментов. В 3D окне укажите  3D профиль, выберите в Автоменю опцию , укажите  первый 3D узел (к которому привязан 3D профиль), затем второй 3D узел  (ограничивающий выталкивание), выберите материал в верхней части рабочего окна программы (см. рис.).



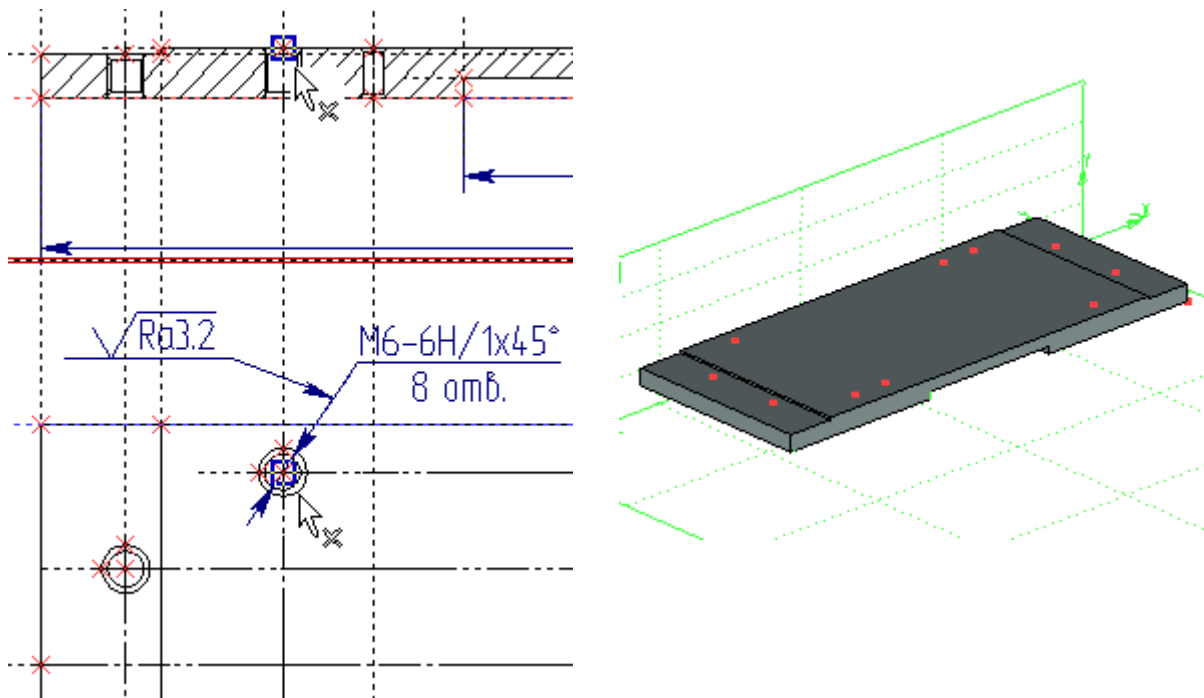
Система покажет предварительный результат операции выталкивания. Для завершения операции нажмите  в Автоменю. В 3D окне будет создана 3D модель плиты в реберном изображении.



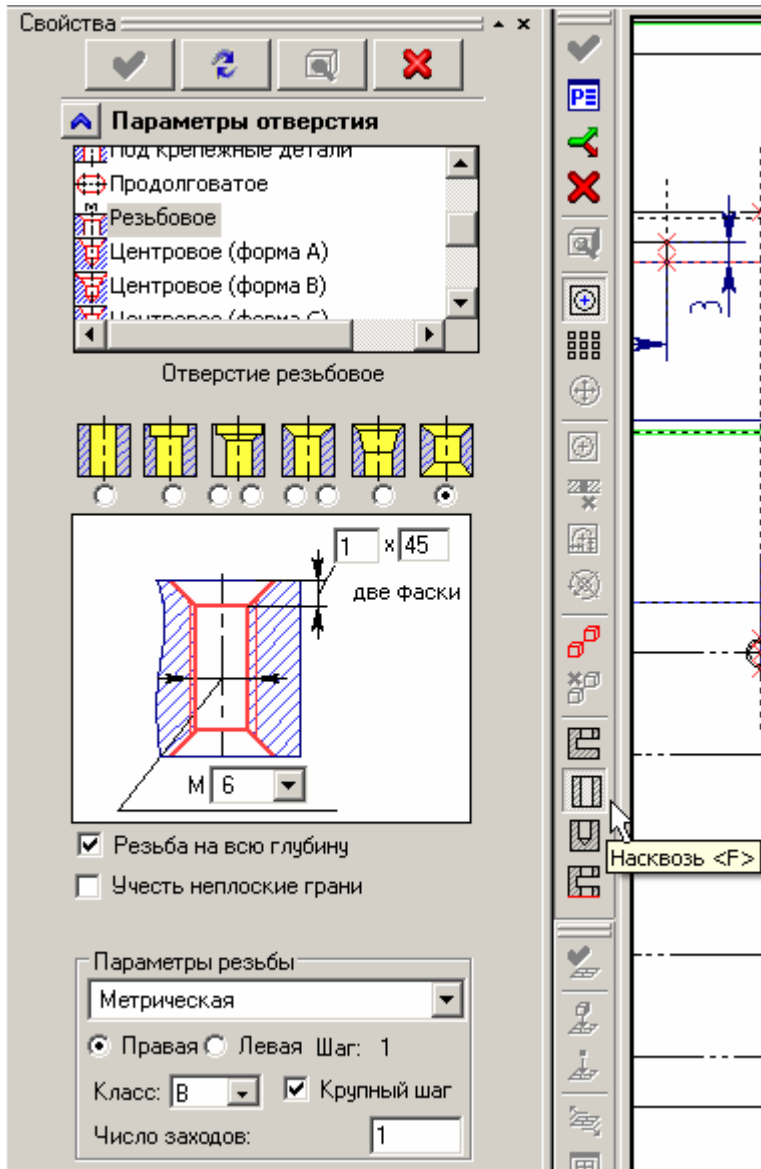
Для того чтобы система отображала плиту в тоновой заливке, соответствующей материалу, запустите команду **Вид/Изображение/Тоновая заливка с материалами** или нажмите  на панели инструментов в правой части экрана. Чтобы вернуть реберное отображение модели выполните **Вид/Изображение/Реберное изображение** или .

Теперь остается построить 3D отверстия и подсчитать массу плиты.


Для создания 3D отверстий необходимо построить 3D узлы. 3D узлы в данном случае строятся по двум проекциям (2D узел на виде сверху и соответствующий 2D узел на виде спереди). Всего должно получиться десять 3D узлов. 3D узлы должны совпадать с верхними гранями плиты (см. рис.).






Создавая 3D узлы, будьте аккуратны при выборе их проекций – 2D узлов. При необходимости – увеличивайте изображение колесиком мыши.

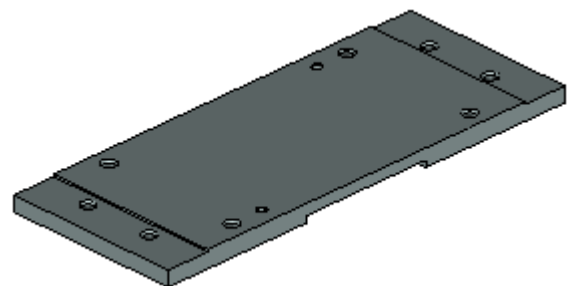
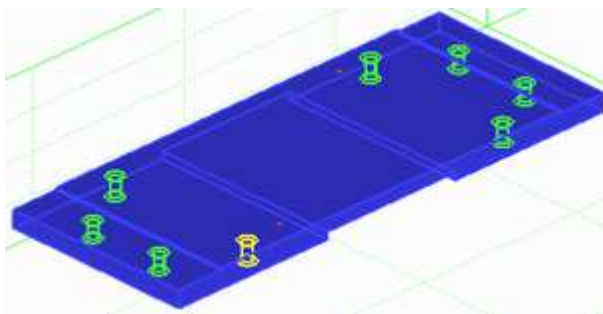



После того, как построены 3D узлы, можно приступать к созданию отверстий. Запустите команду **Операции/Отверстие**.

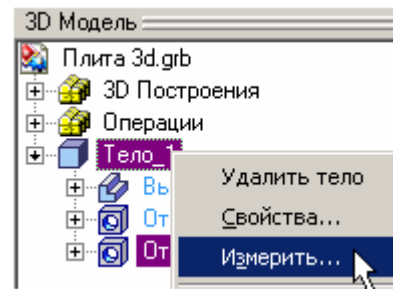
В Автоменю выберите опцию  «Насквозь». В «Параметрах отверстия» окна «Свойства» выберите тип отверстия «Резьбовое» и значок отверстия с двухсторонней фаской. Задайте параметры отверстия, как это показано на рисунке.


Постройте отверстия, последовательно указывая  на 3D узлы, кроме двух, предназначенных для отверстий под штифты. После того, как вы указали необходимые 3D узлы, нажмите  в Автоменю.

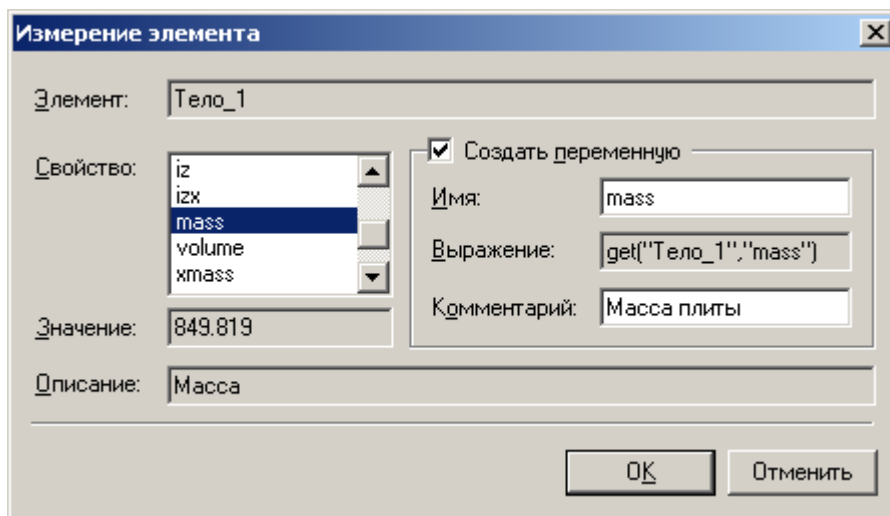
Для создания отверстий под штифты выберите другой тип отверстия «Под крепежные детали». В параметрах отверстия выберите значок отверстия с двухсторонней фаской и установите диаметр «3.6». Укажите 3D узлы и нажмите  в Автоменю.



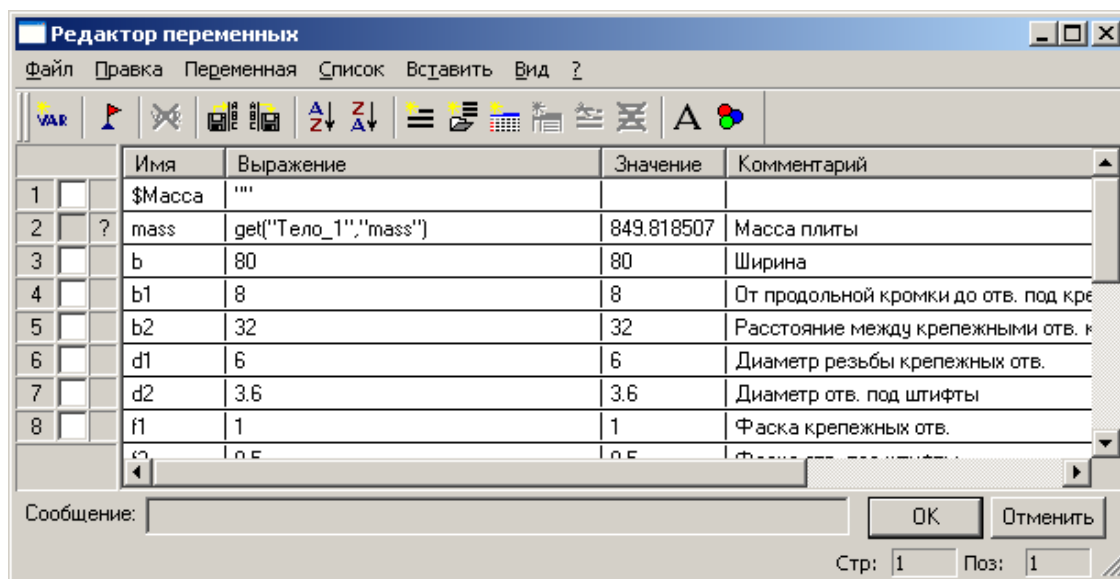
Теперь подсчитаем массу плиты. Выберите в левой части закладку «3D Модель». В дереве 3D Модели щелкните  по значку «Тело_1». В открывшемся контекстном меню выберите «Измерить...».



Откроется окно «Измерение элемента». В колонке «Свойство:» выберите  «mass», установите флажок «Создать переменную», присвойте переменной имя «mass» и заполните поле «Комментарий».




Откройте **Редактор переменных** . В редакторе вы увидите созданную переменную «mass» с функцией в поле «Выражение», поднимающей значение массы с тела.

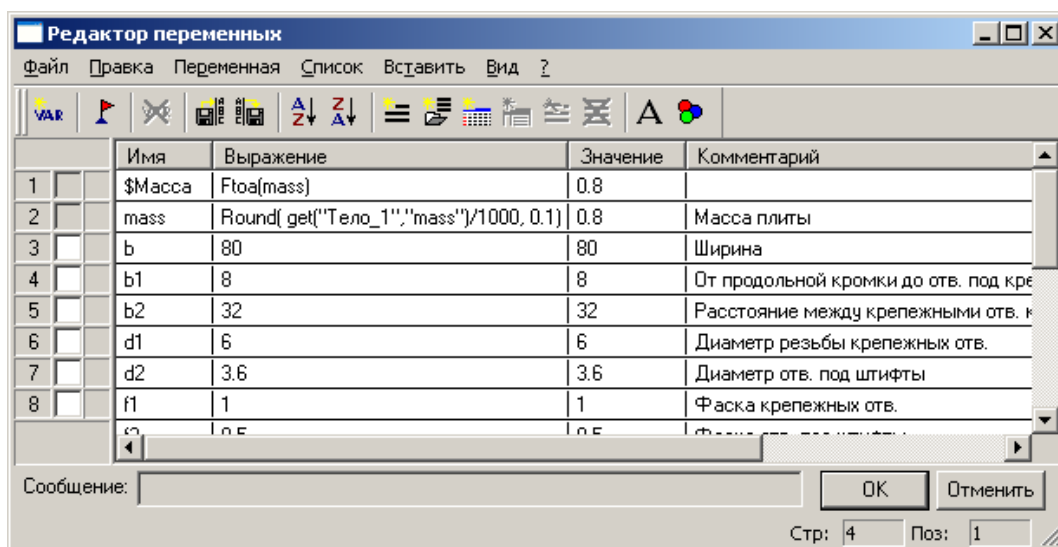
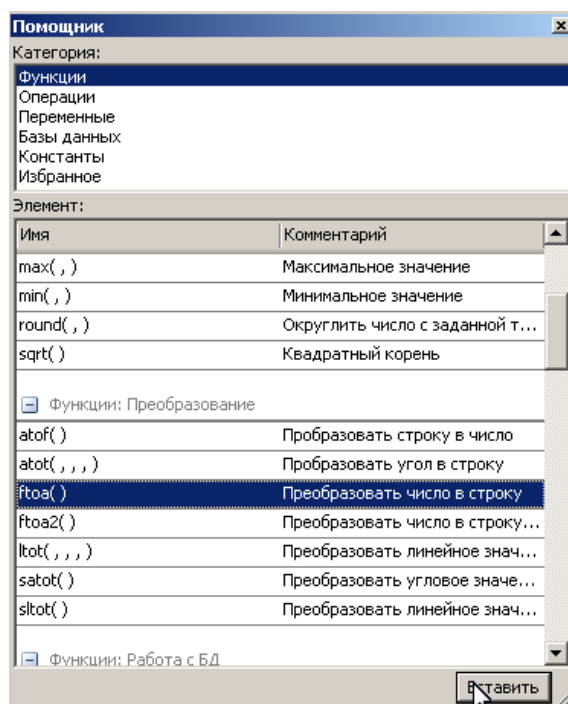



Для задания точности вычислений и передачи значения массы в форматку - допишите выражения для переменных «mass» и «\$Масса» как это показано на рисунке ниже. T-FLEX CAD рассчитывает массу в граммах, поэтому необходимо перевести ее в килограммы.


Отредактируем выражения для переменных «*mass*» и «*\$Масса*» как написано ниже:

Round (get ("Тело_1", "mass")/1000, 0.1) – для переменной «*mass*» Ftoa (mass) – для переменной «*\$Масса*»

Введем выражение для переменной «*\$Масса*». Щелкните по строке с этой переменной и вызовите **Помощника**. Для этого нажмите в редакторе переменных пиктограмму . В помощнике представлены доступные в T-FLEX CAD функции работы с переменными. Зайдите в раздел **Преобразование**, выберите функцию **Преобразовать число в строку** и нажмите кнопку «Вставить». Дополните выражение, вписав в качестве параметра функции переменную *mass*. Самостоятельно введите выражение для переменной *mass* аналогичным образом, используя **Помощник**. Для этого в помощнике выбирается функция **Округлить число с заданной точностью** в разделе **Математические**.



После внесения корректировок в выражения переменных «*mass*» и «*\$Масса*» закройте редактор переменных с сохранением внесенных изменений .

Вследствие выполненных действий в штампе форматки система проставит значение массы плиты. При изменении размеров плиты и последующего пересчета модели  значение массы в форматке будет изменено автоматически.

					AAA.BBBB.001		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плита		Лит. Масса Масштаб
Разраб.							0.8 1:1
Проб.							
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н. контр.					Стэн ГОСТ 380-94		
Утв.					Копировал		Формат А3

[Video\Part-I\06-01.exe](#)

Глава 7. Создание 3D модели в 3D пространстве

Этот способ создания 3D модели является «классическим» для большинства CAD-систем.

Общепринятый подход к 3D моделированию в современных CAD-системах:

- 3D тела создаются на основе 3D профилей;
- 3D профили – на основе 2D эскизов (контуров);
- 2D эскизы создаются линиями изображения на рабочей плоскости или на основе геометрии других тел (гранях, ребрах, вершинах).

В данном учебнике вашему вниманию будет представлен способ создания 3D моделей, отличающийся от официальных способов, принятых в других CAD-системах и описанных в руководстве пользователя по 3D моделированию в T-FLEX CAD.

Предлагаемая схема создания 3D модели выглядит так:

- на рабочей плоскости создается параметрический каркас на основе линий построения;
- далее создается контур, на основе которого впоследствии системой будет построен 3D профиль, но вместо линий изображения для создания контура используется штриховка (цветная заливка);
- 3D профиль система создает автоматически при выходе из режима эскизирования на рабочей плоскости
- создание 3D тела, выбранной 3D операцией, на основе построенного 3D профиля;
- новые 3D профили пользователь строит не на гранях, вершинах или ребрах существующих тел (как это принято), а только на рабочих плоскостях и связывает все 3D построения при помощи переменных, например, положение в пространстве 3D профилей или 3D тел относительно друг друга.

Такой подход, конечно, незначительно увеличивает время на создание 3D моделей, но дает больше свободы действий при моделировании, а главное при редактировании 3D моделей и не загоняет конструктора в жесткие рамки определенной разработчиком CAD-системы последовательности действий при проектировании.

Например, вы создали сборку, детали которой используют геометрию смежных тел, и вдруг понимаете, что где-то вам необходимо построить фаску, а где-то удалить отверстие или паз, или вообще изменить состав сборки. При внесении подобных изменений, в лучшем случае, ваша сборка перестанет быть параметрической (т.к. разрываются геометрические связи), в худшем – вы потеряете часть построений. И это зависит даже не от CAD-системы, а от самого принципа проектирования на основе геометрии смежных тел.

На примере создания 3D модели штока пневмоцилиндра вы освоите предлагаемый принцип.

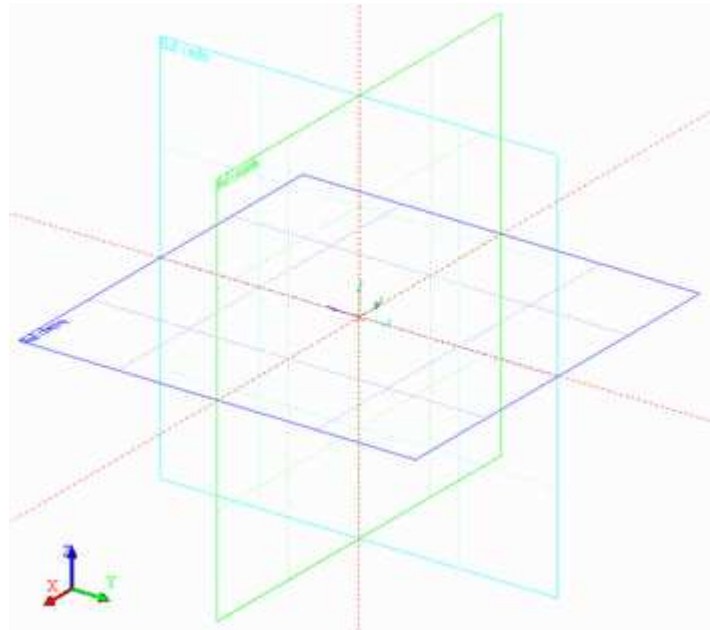
При построении 2D чертежа штока требуется создание двух проекций: вида спереди и вида слева. Поэтому и при 3D моделировании будем использовать две рабочие плоскости (РП): «Вид спереди» и «Вид слева».



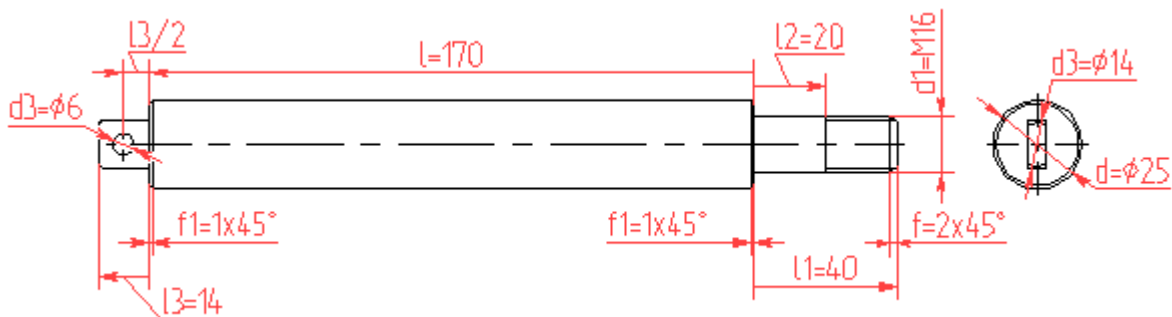


Перед тем как приступить к моделированию примем одно соглашение: все построения производятся относительно базовых линий построения, которые в свою очередь проходят через начало координат конкретной рабочей плоскости и 3D пространства в целом.

Что имеется в виду? Как видно из рисунка, базовые линии построения проходят через начало координат, как рабочих плоскостей, так и 3D пространства в целом. Поэтому если вы создали какие-либо построения на рабочей плоскости относительно базовых линий, а затем перешли на другую рабочую плоскость, где также все построения создали относительно базовых линий, то вам не придется заботиться о соответствии построений на одной рабочей плоскости с построениями на другой. Все ваши построения в конечном счете будут созданы относительно начала координат 3D пространства в целом.



Перед началом работы по созданию 3D модели рекомендуется выполнить эскиз детали карандашом на бумаге. На эскизе проставьте размеры от конструкторских и (или) технологических баз и напишите у каждого размерного числа уникальный параметр, например, $d1=10$, $b1=40$, $l1=120$ и т.д. (см. рис. ниже). Если вы строите 3D модель по имеющемуся бумажному чертежу – нанесите карандашом размеры с параметрами прямо на чертеже. На начальном этапе освоения системы возьмите подобное эскизирование за правило, и вы значительно облегчите себе работу.




Обратите внимание – некоторые размеры имеют одну стрелку. Так, графически можно изобразить зависимость построений относительно конструкторских и технологических баз. На рисунке размер « $l=170$ » строится от правого торца основного диаметра « $d=25$ » в левую сторону, размер « $l1=40$ » – от того же торца, но в правую сторону, т.к. выбранный торец является конструкторской базой.

Теперь перейдем непосредственно к 3D моделированию. Создайте новый документ на основе прототипа «Новая 3D модель»: **Файл/Новый из прототипа/Новая 3D модель**. Создание прототипов было описано в первой части учебника п.4.4.

Откроется 3D окно системы T-FLEX CAD. В окне вы увидите три взаимно перпендикулярные рабочие плоскости: «Вид спереди», «Вид слева» и «Вид сверху».


Выше отмечалось, что для создания 3D модели штока понадобятся две рабочие плоскости: «Вид спереди» и «Вид слева».

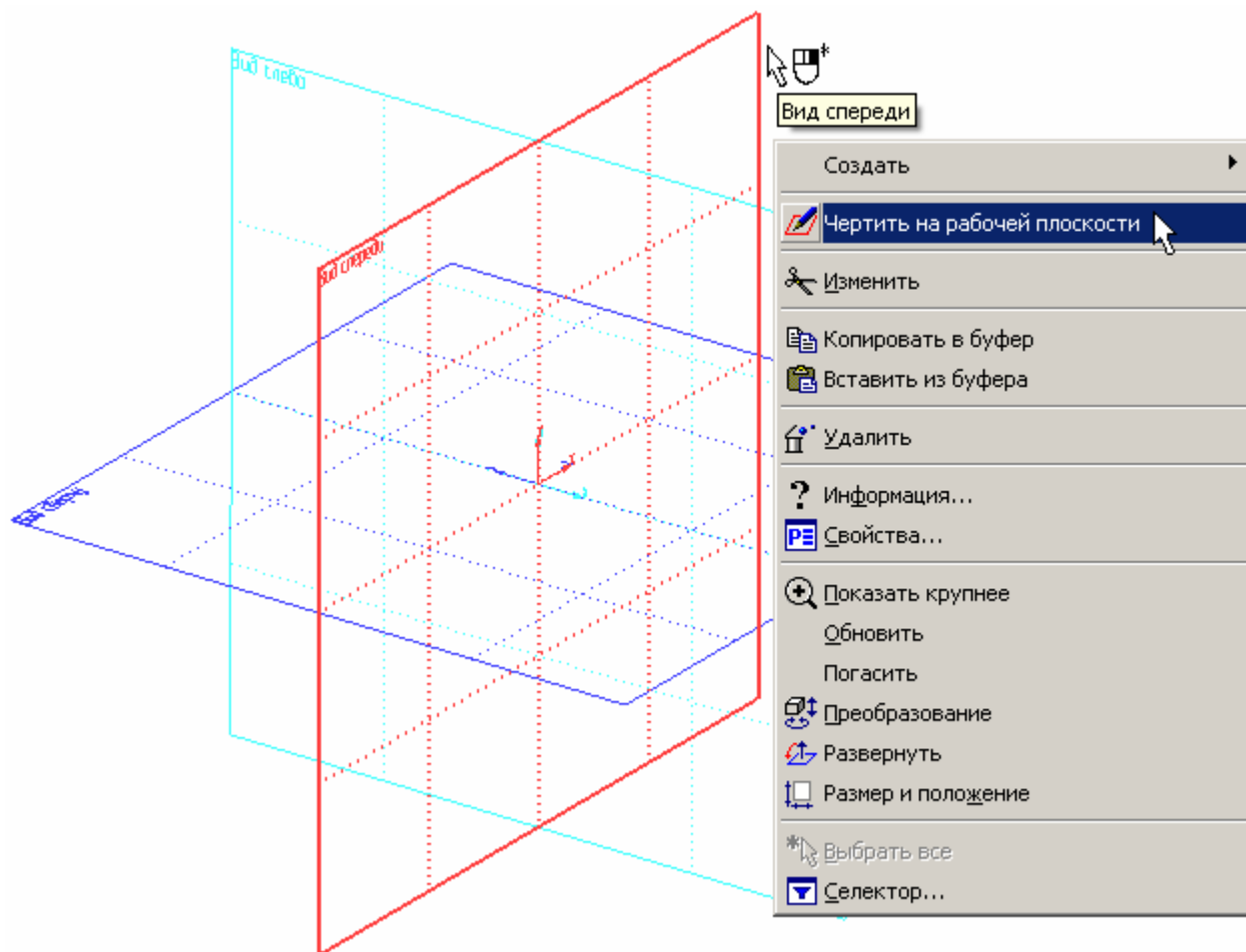
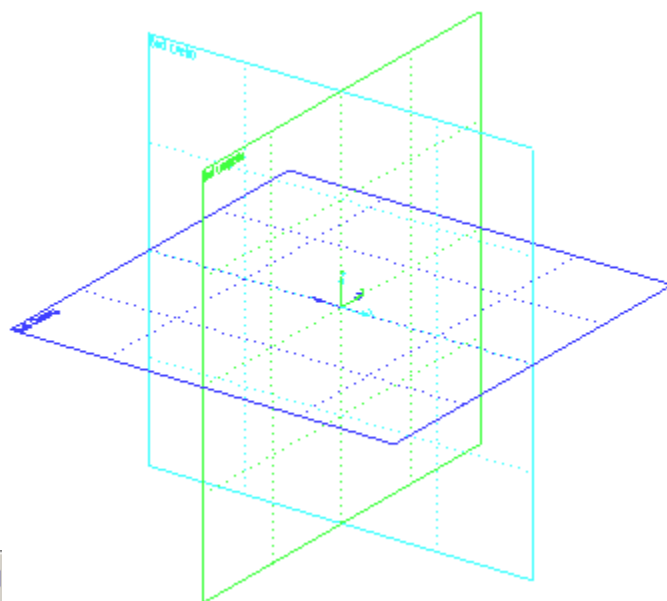
Основные построения (параметрический каркас, контур и , соответственно, 3D профиль) будут созданы на рабочей плоскости «Вид спереди».


Убедитесь, что кнопка объектной привязки  и кнопки селектора

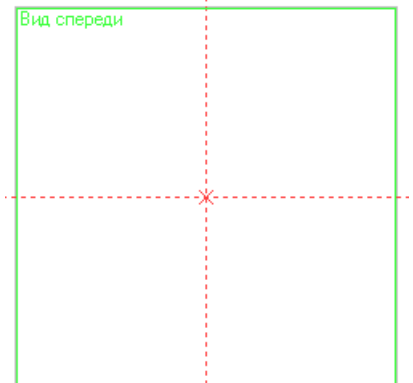
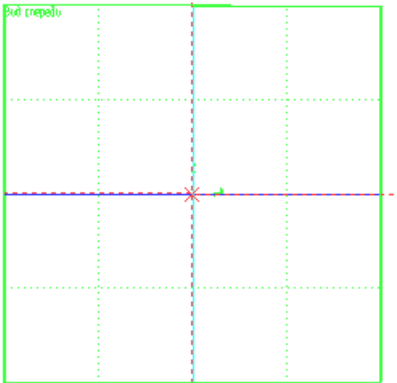
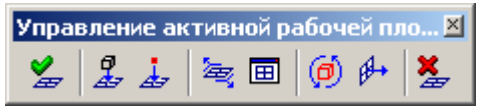



находятся в нажатом состоянии.

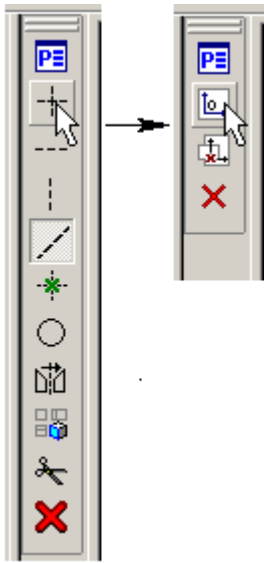
Подведите курсор мыши к рабочей плоскости «Вид спереди». После того, как система выделит цветом рабочую плоскость, щелкните  по ней и выберите в контекстном меню «Чертить на рабочей плоскости».






Система развернет выбранную рабочую плоскость параллельно экрану. Станут доступны команды для 2D построений и панель «Управление активной рабочей плоскостью» (с 11-й версии панель немного отличается дизайном и расположена в верхней части экрана, но пиктограммы, в принципе, похожи). Вы можете создавать построения на рабочей плоскости на фоне 3D пространства (по умолчанию). Но все же, удобнее открыть 2D окно с текущей рабочей плоскостью (РП). Для этого нажмите на панели «Управление активной рабочей плоскостью» кнопку  - откроется 2D окно с активизированной РП. Если вы создали документ на основе прототипа, приложенного к пособию и подключенного к системе, см. Часть I учебника п.4.4, то увидите на плоскости две базовые линии красного цвета, проходящие через начало координат выбранной РП.

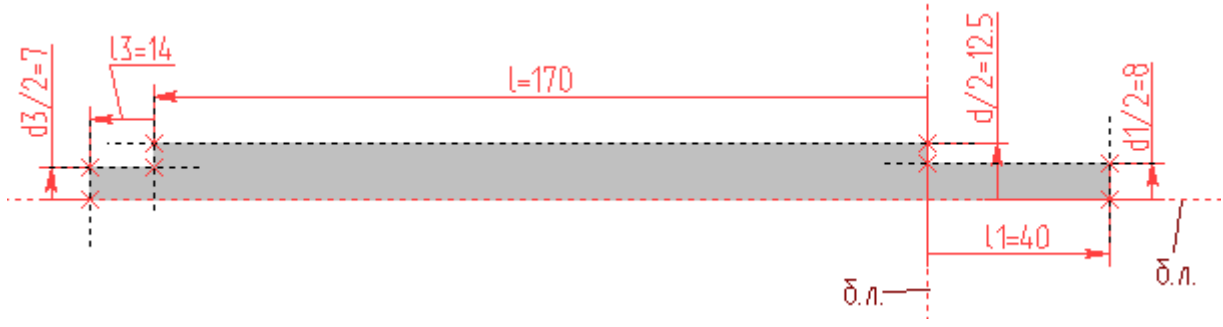


Если вы воспользовались другим прототипом или по какой-то другой причине базовые линии отсутствуют, то постройте базовые линии самостоятельно: **Построения/Прямая** или нажмите  на панели инструментов.



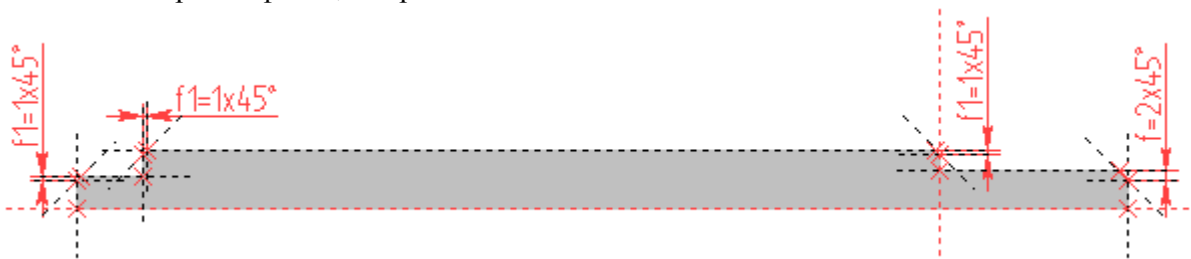
Далее в Автоменю выберите  - откроется Подменю с дополнительными опциями (см. рис.). В открывшемся Подменю нажмите , и система построит две пересекающиеся прямые проходящие через начало координат РП, далее щелкните , чтобы выйти из команды. Теперь измените свойства линий построения: цвет - красный, длина - «Бесконечная», см. Часть I п.4.3 «Настройка базовых линий».

Создайте параметрический каркас контура штока, присваивая параметрам прямых имена переменных (l , $l1$, $l3$, d , $d1$, $d3$). Желательно заполнять поле «Комментарий» у каждой переменной, чтобы впоследствии было удобнее работать с документом. Построения начинайте от базовых линий, см. рисунок. Как вы уже знаете, для создания тел вращения достаточно откладывать только половину диаметра. Значение переменной, например, « $d3$ » будет равняться 14, а в параметрах прямой указывается « $d3/2$ ».

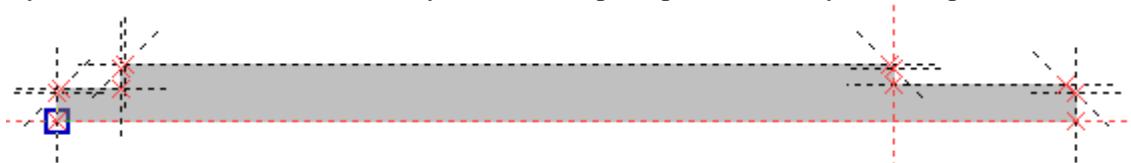



После создания линий построения обведите контур штриховкой (заливкой), как это показано на рисунке выше.

Затем постройте фаски, см. рис. ниже.






Шток – тело вращения, и для того, чтобы при создании операции вращения в 3D пространстве можно было задать ось вращения, необходимо построить два 3D узла. Зайдите в команду **Построения / 3D Узел** и укажите, например, левый 2D узел (см. рис.),

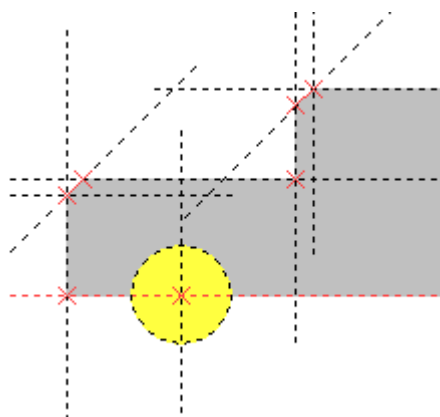



затем нажмите  в Автоменю, далее укажите второй узел – правый (см. рис.)



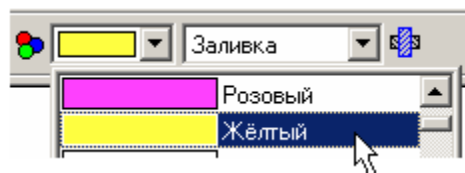
и нажмите  в Автоменю.


Теперь необходимо построить отверстие проушины. Вначале разделите расстояние между двумя вертикальными линиями (l_3) на две равные части, т.е. постройте прямую как ось симметрии двух прямых. Для этого зайдите в команду **Построения / Прямая** или нажмите  на панели инструментов, подведите курсор к первой вертикальной линии, выберите  ее, затем подведите ко второй вертикальной линии – также  выберите ее – система разделит расстояние между прямыми на две равные части.

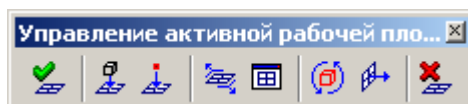


С 11-й версии для выполнения этой команды выберите в Автоменю опцию . В 10-й версии этого делать не нужно.

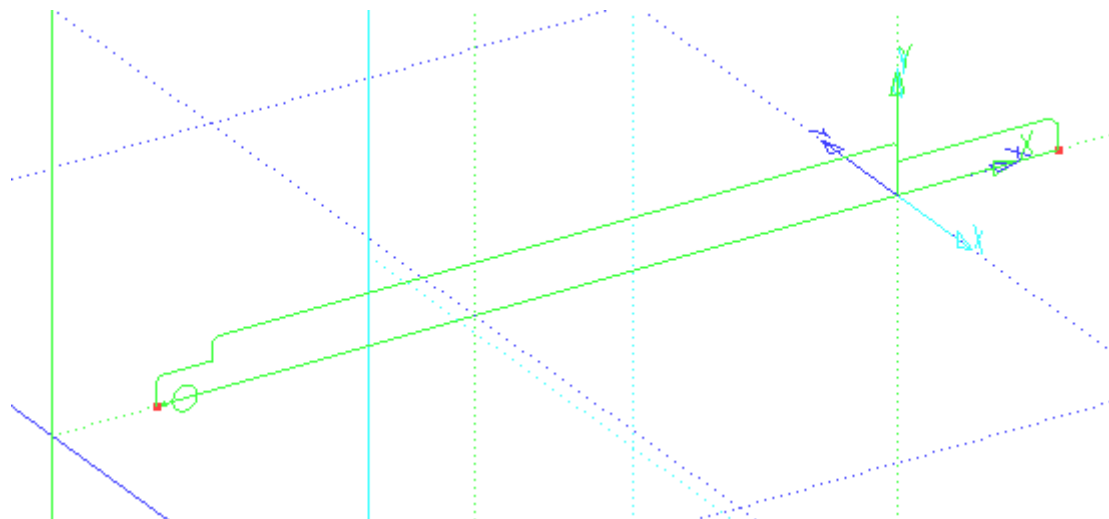
Постройте окружность « $d2/2$ » с центром на пересечении построенной прямой и базовой линии. Обведите окружность штриховкой (выберите в системной панели в верхней части экрана заливку другого цвета).







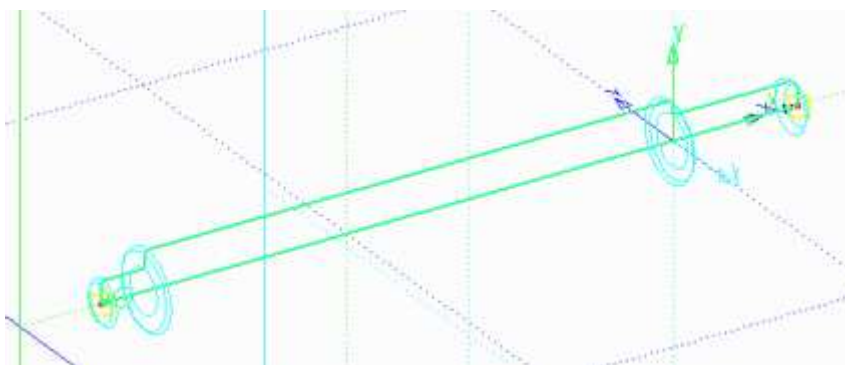
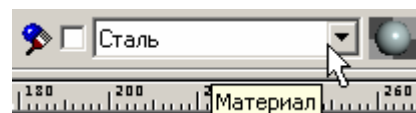
Вы построили два контура. Теперь для того, чтобы на основе построенных контуров система создала два 3D профиля, достаточно завершить черчение на рабочей плоскости, нажав  на панели «Управление активной рабочей плоскостью».




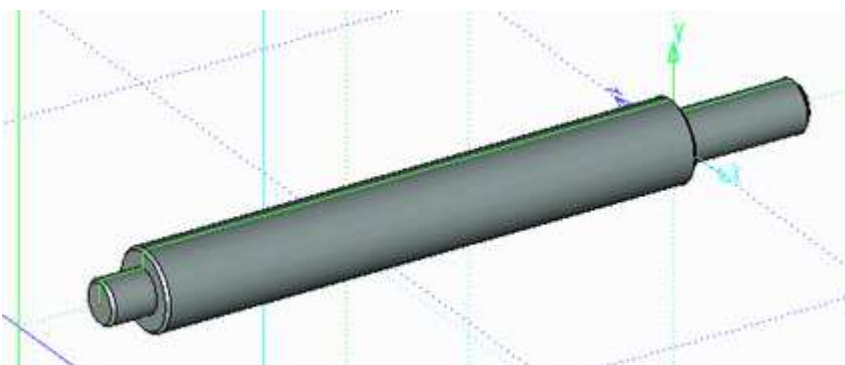
После завершения черчения на РП в 3D пространстве вы увидите два 3D профиля: профиль для создания тела вращения и профиль для создания отверстия операцией выталкивания.








Вначале создайте операцию «Вращение»: **Операции/Вращение** или нажмите  на панели инструментов. Вначале выберите 3D профиль  для создания тела штока. Затем задайте ось вращения: укажите первый 3D узел , потом второй 3D узел , выберите материал в верхней части рабочего окна программы (см. рис.). Система покажет предварительный результат операции вращения.

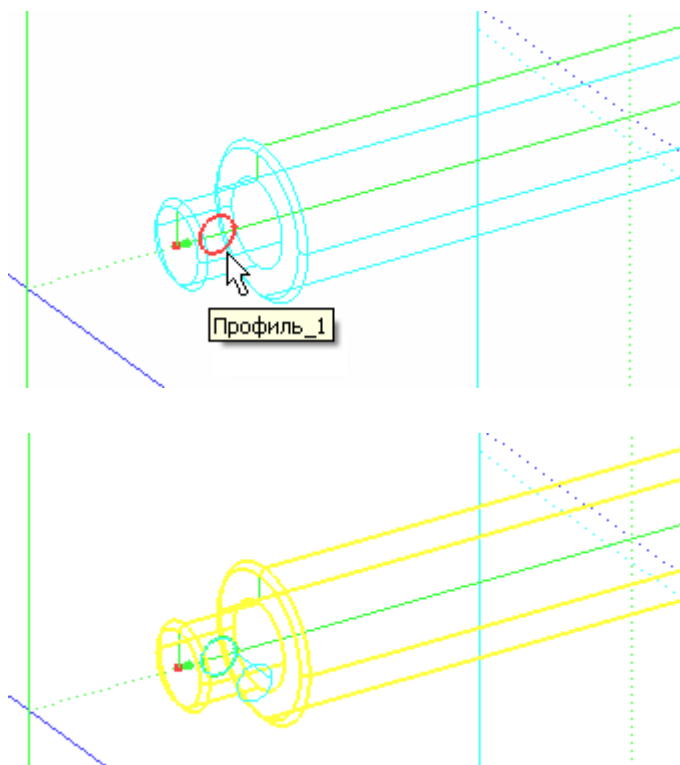
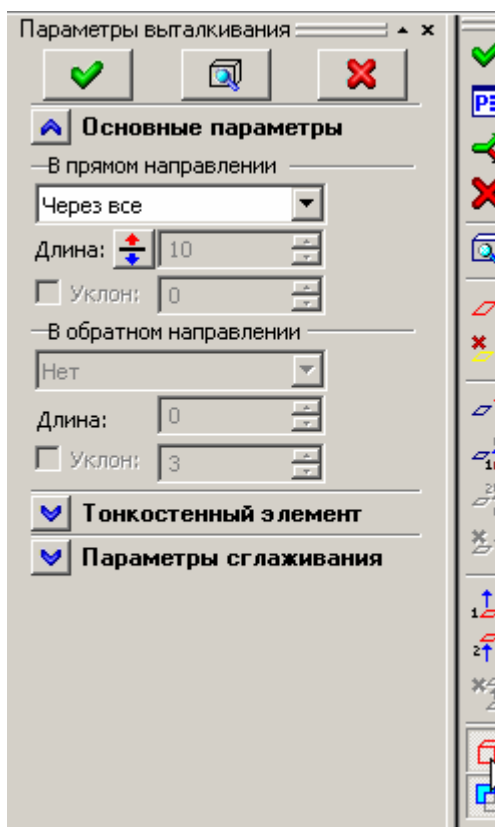



Для завершения операции нажмите  в Автоменю.

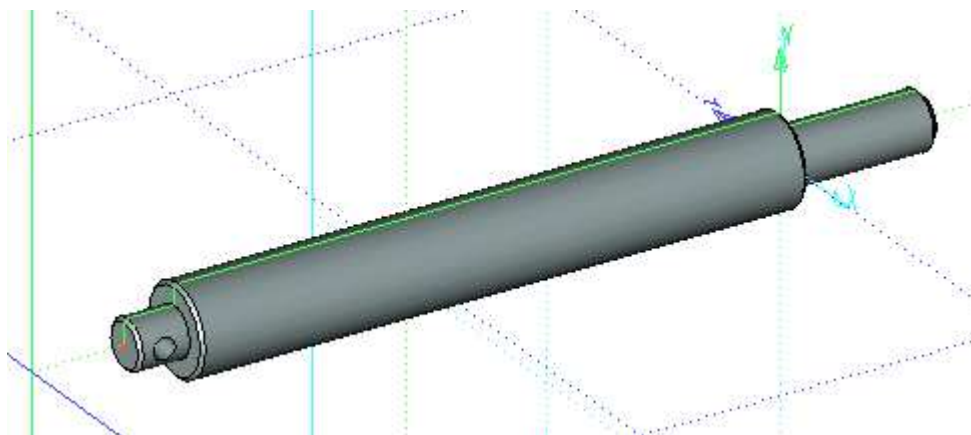


Отверстие проушины можно получить при помощи операции выталкивания совместно с булевой операцией. Вызовите команду **Операции/Выталкивание** или нажмите . Чтобы было удобнее выбрать 3D профиль отверстия, включите реберное отображение модели: **Вид/Изображение/Реберное изображение** или нажмите .



Укажите  на 3D профиль будущего отверстия. В «Основных параметрах» операции выталкивания в списке выберите «Через все», как показано на рисунке. Затем в Автоменю нажмите  и укажите на тело штока – система выделит тело желтым цветом. Для завершения операции нажмите  в Автоменю.

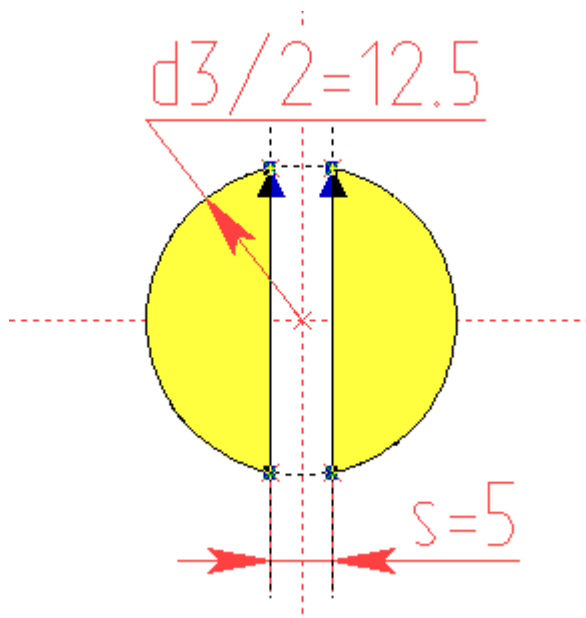
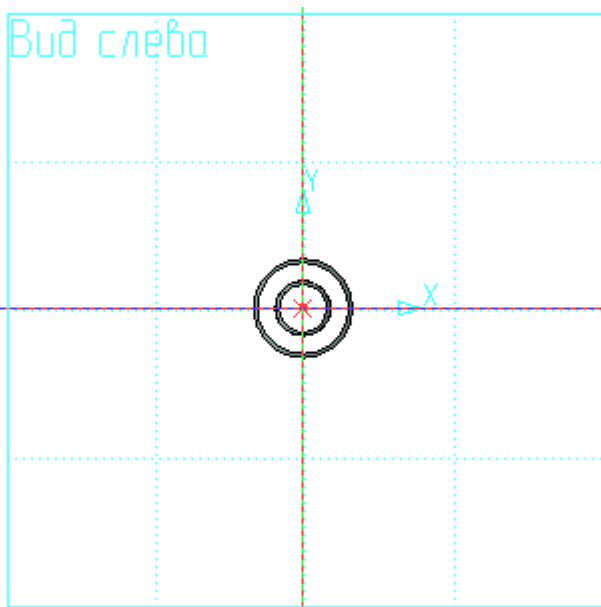
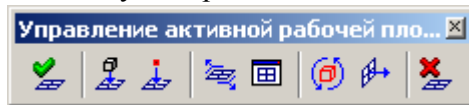



Верните отображение 3D модели в режим «Тоновой закраски с материалами» - нажмите  на панели инструментов в правой части экрана.




Теперь необходимо удалить часть «материала», чтобы получить проушину. Для этого необходимо построить 3D профиль, создать на его основе тело, которое будет вычтено из полученной 3D модели.

3D профиль удобнее создать на РП «Вид слева». Подведите курсор к РП «Вид слева» и, когда система выделит ее цветом, вызовите  контекстное меню. В меню выберите «Чертить на рабочей плоскости». Для удобства работы откройте 2D окно с текущей рабочей плоскостью: нажмите в появившейся панели «Управление активной рабочей плоскостью» кнопку .

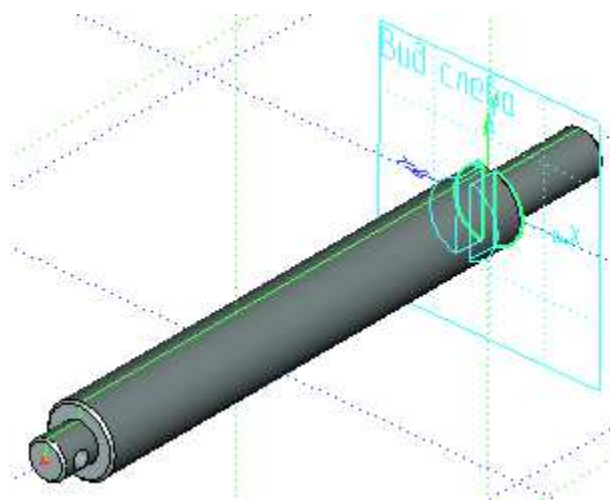



Для создания 3D профиля постройте окружность с параметром « $d3/2$ » (« $d3=25$ ») на пересечении базовых линий. Затем от вертикальной базовой линии отложите линию построения с параметром « $s/2$ » ($s=5$). Используя опцию  в Автоменю, постройте симметричную прямую. Создайте двухконтурную штриховку (см. рис.) – обведите одной штриховкой оба сегмента. После этих действий контур будет построен.

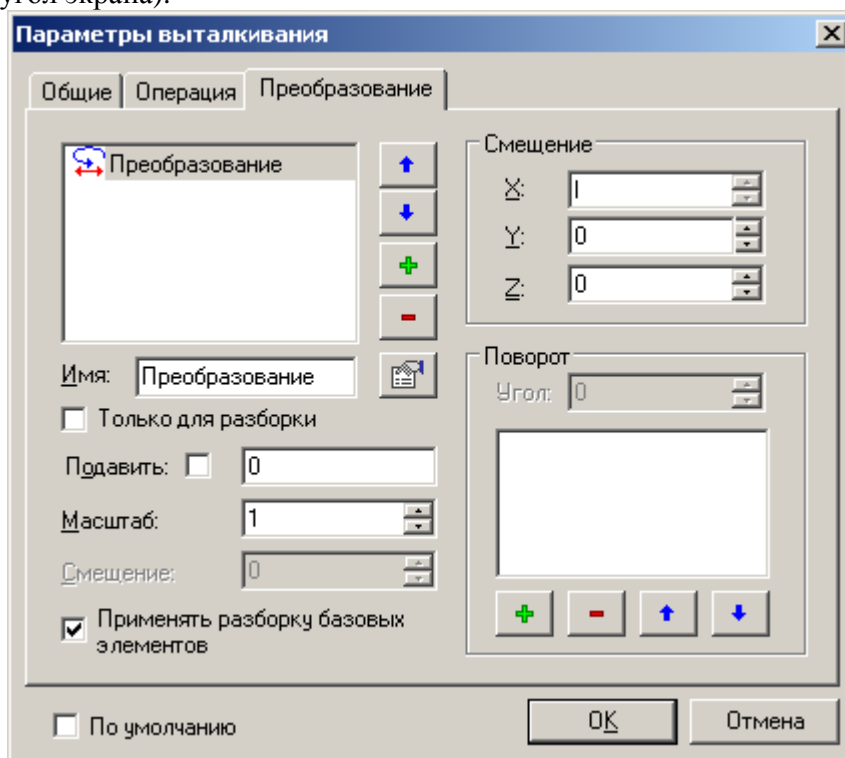
Так как контур был построен для создания тела операцией выталкивания и построен на РП в единственном числе, то можно сразу зайти в команду «Выталкивание»:

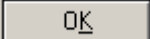
Операции/Выталкивание или нажать  на панели инструментов. Система закроет текущую РП и запустит команду «Выталкивание» на выполнение – в 3D окне появится предварительный результат выталкивания на заданное расстояние (по умолчанию – «10»).

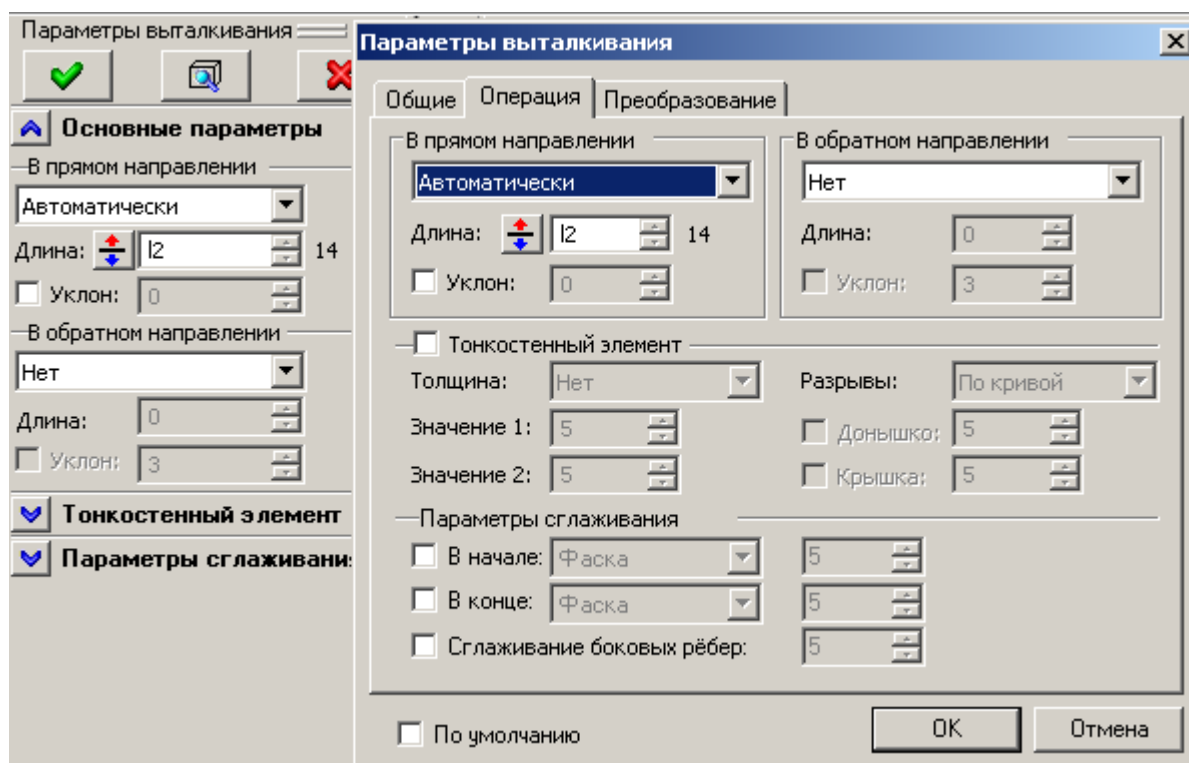
В нашем случае необходимо сместить начало выталкивания от РП «Вид слева» на расстояние « $l=170$ » и задать длину выталкивания « $l3=14$ » (см. выше начало раздела – нанесение размеров с параметрами на каркас). Описание действий см. ниже.



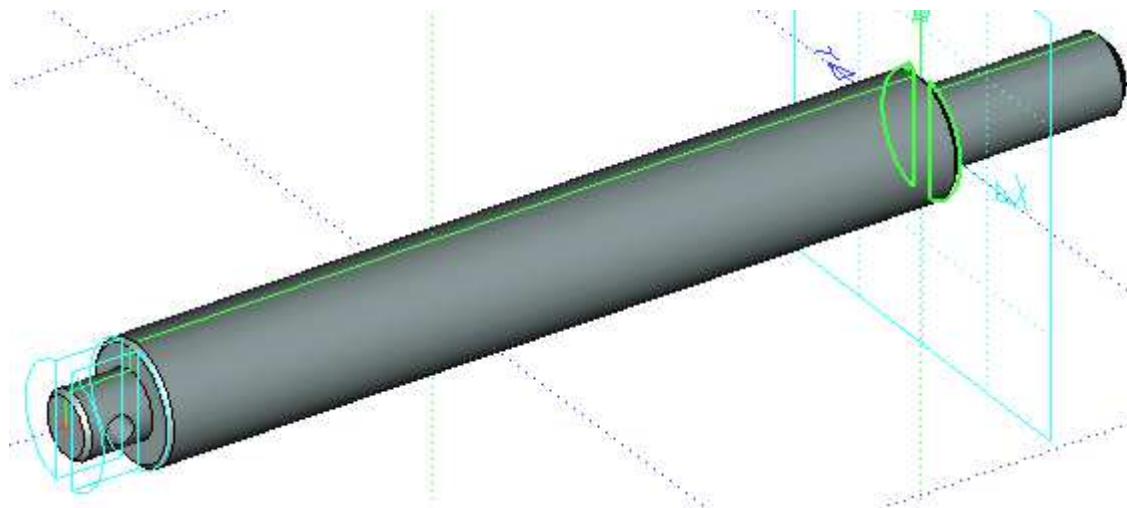
Находясь в команде «Выталкивание», откройте окно «Параметры выталкивания», нажав на клавиатуре «P» или опцию  - в Автоменю. Далее перейдите на закладку «Преобразование». В разделе «Смещение» в поле «X» задайте смещение параметром «I», значение которого, как мы условились, равняется «170». В данном случае параметр имеет положительный знак, т.к. направление смещения совпадает с направлением оси X глобальной системы координат 3D окна (левый нижний угол экрана).






Параметры смещения заданы. Теперь можно задать параметры самого выталкивания. Для этого перейдите на закладку «Операция». Эта закладка дублирует окно «Свойств» в левой части экрана. В поле «Длина» проставьте параметр «I2» равный «14» и нажмите .

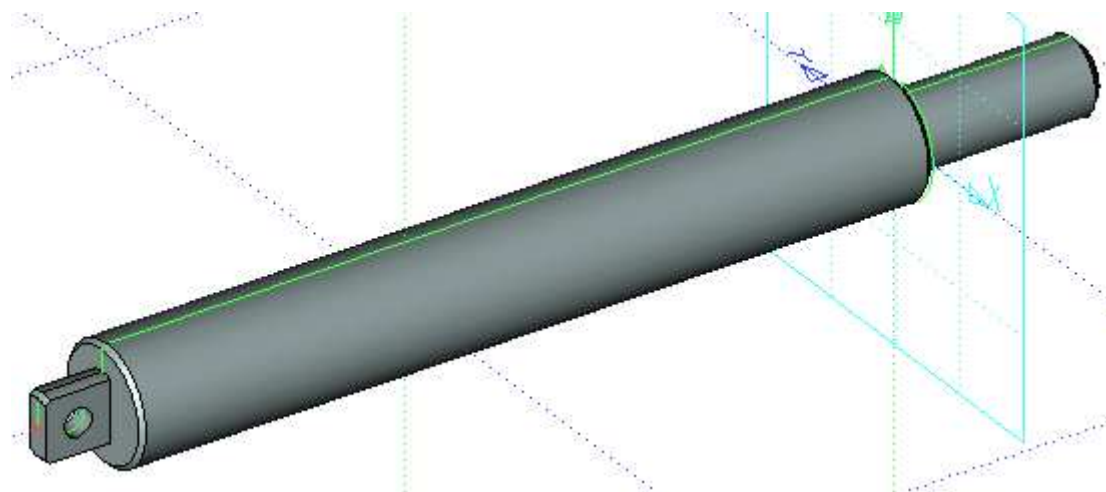
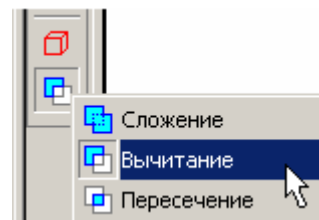




Система покажет предварительный результат операции «Выталкивание».




 Так как все построения велись от базовых линий с использованием переменных, смещение выталкивания совпадает с левым торцом основного диаметра штока.

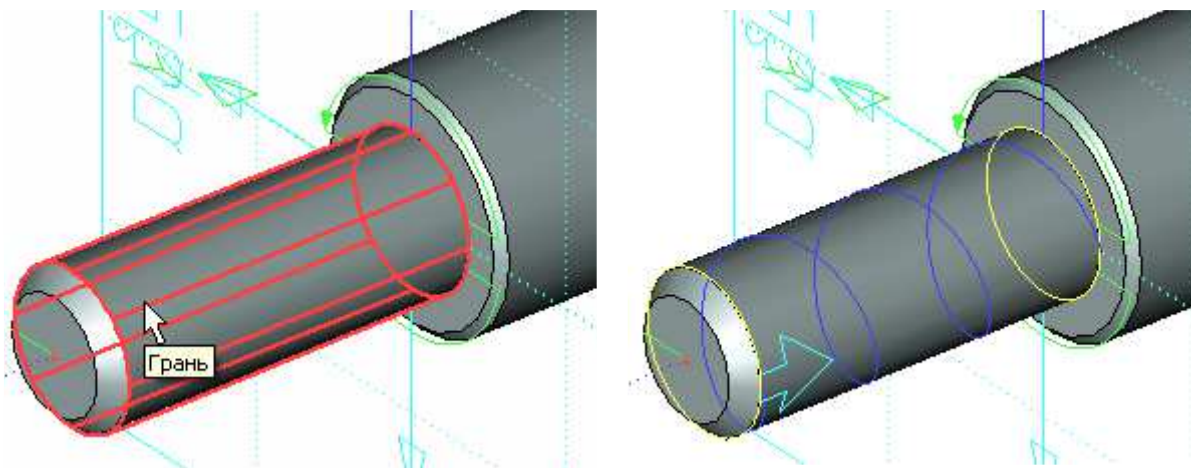
Находясь в команде «Выталкивание», выполните «Булеву» операцию - вычитание с телом штока. Для этого в Автоменю из выпадающего списка выберите опцию «Вычитание» (см. рис.). Затем, выбрав в Автоменю опцию , укажите тело штока, из которого будете вычитать выталкивание (тело штока при этом выделится желтым цветом) и завершите команду .



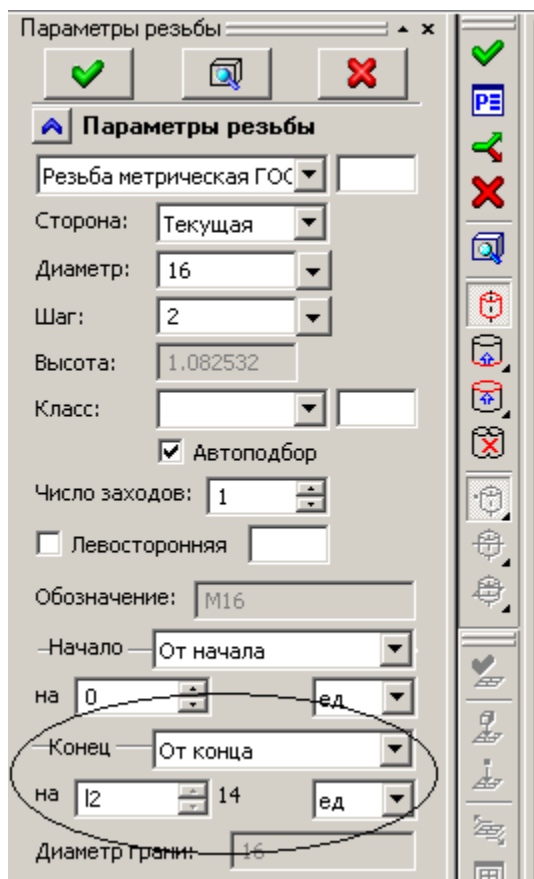
Если вы выполняли построения согласно описанию, то теперь, изменив в «Редакторе переменных»  значение «170» параметра « l » на значение, например, «100» и, соответственно, обновив модель , получите новую модификацию штока. Таких модификаций вы можете получить сколько угодно, ведь все построения – параметрические, и созданы относительно начала координат каждой РП в частности и 3D пространства в целом.

Для завершения работы над 3D моделью штока необходимо создать резьбу. В T-FLEX CAD существует 3D операция «Резьба». Вы можете создать на 3D модели имитацию резьбы в виде текстуры, затем при получении 2D проекций система автоматически создаст изображение резьбы в соответствии с ГОСТом.

Запустите команду **Операции/Резьба**. Подведите курсор ближе к наружному краю грани, на которой будет создана резьба, и щелкните  (см. рисунок ниже). Прозрачной стрелкой и спиральной линией система покажет направление наложения текстуры резьбы.

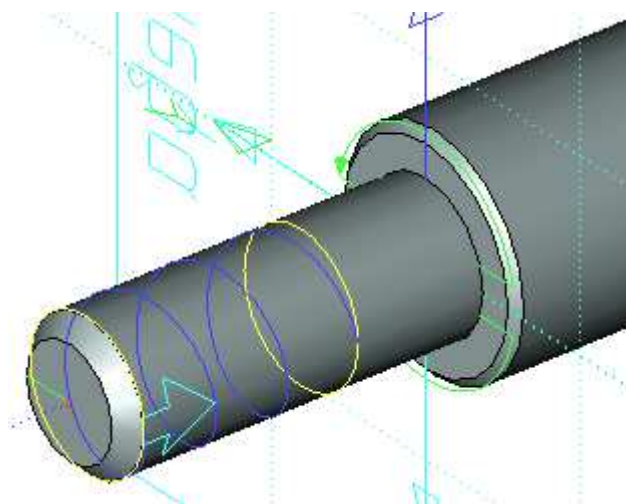



В окне «Параметры резьбы» в левой части экрана вы можете задать необходимые значения.

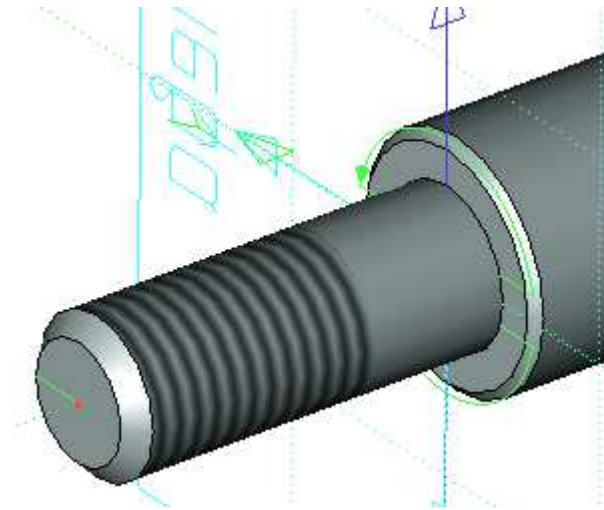


Диаметр резьбы система подбирает автоматически, в зависимости от диаметра указанного цилиндра. Шаг по умолчанию – основной.

Укажите длину резьбы. Для этого в параметрах резьбы в разделе «Конец» установите параметры «От конца» на расстояние «12» равному «14» (см. рисунок). Система покажет отступ окончания резьбы от торца основного тела штока равный «14».



Теперь, когда заданы параметры резьбы, завершите операцию, нажав  в Автоменю. Система отобразит текстуру резьбы, при этом количество витков будет зависеть от шага и длины резьбы.



На примере создания 3D модели штока, вы научились строить новые 3D профили не на гранях, вершинах или ребрах существующих тел (как это принято в других CAD-системах), а только на рабочих плоскостях и научились связывать 3D построения (положение в пространстве 3D операций) при помощи переменных. При помощи переменных вы можете задавать положение в 3D пространстве: 3D профилей, 3D узлов, ЛСК, РП), а также 3D операций (выталкивание, 3D фрагменты).




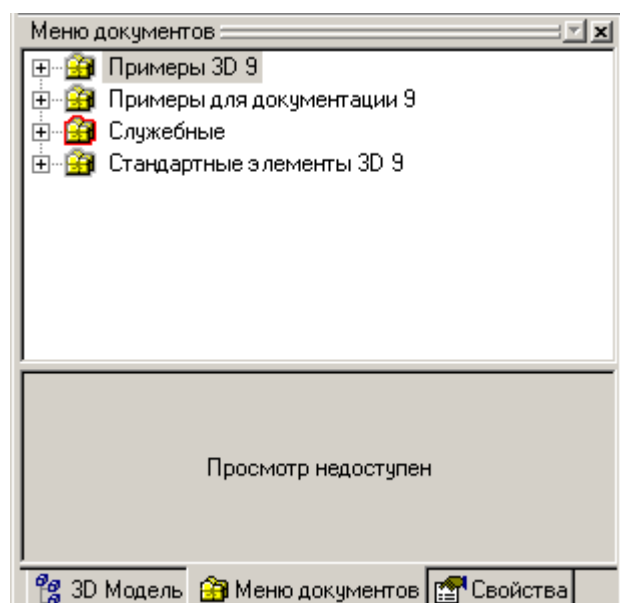
[Video\Part-I\07-01.exe](#)

Глава 8. Конфигурации библиотек


8.1 Создание конфигурации библиотек проекта

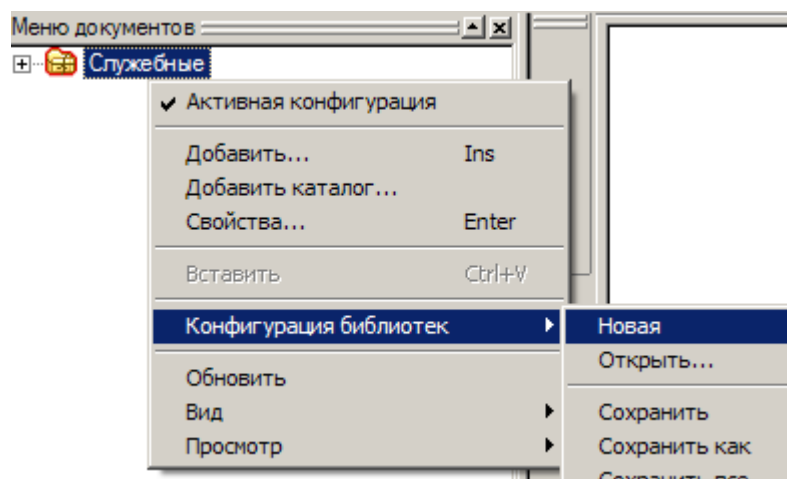
Выше были рассмотрены примеры создания трех деталей, составляющих пневмоцилиндр. Перед созданием 3D сборки обсудим формирование структуры файлов проекта. Как показывает опыт, надежнее и удобнее размещать все файлы проекта в одном каталоге на своем компьютере. В случае проектирования сложных изделий такой каталог, как правило, включает в себя подкаталоги, содержащие файлы сборочных единиц и входящих в сборочные единицы деталей, а также каталоги библиотек проекта. В нашем случае проектом является пневмоцилиндр, а элементами сборки будут: плита, цилиндр, шток, две крышки, уплотнительные кольца и крепеж. Поскольку пневмоцилиндр не содержит сборочных единиц, то структура файлов проекта будет простой. Проект разместим в папке «Пневмоцилиндр», в которую войдут файл сборки и файлы деталей пневмоцилиндра. Создайте на своем компьютере папку «Проекты», а в этой папке папку под названием «Пневмоцилиндр» и скопируйте в нее файлы из папки «Пневмоцилиндр-сборка», расположенную в папке **Примеры\Часть II\...**

Для удобства работы со структурой файлов проекта можно воспользоваться инструментом создания конфигураций библиотек в окне **Меню документов**. Вы можете создавать свои библиотеки не только для конкретного проекта, но и для использования своих наработок в будущем в других проектах. Если **Меню документов** не отображается на экране, щелкните  на пустом пространстве главного текстового меню или панели инструментов – и в появившемся всплывающем окне выберите пункт **Меню документов**. Откроется соответствующая закладка в левой части экрана.



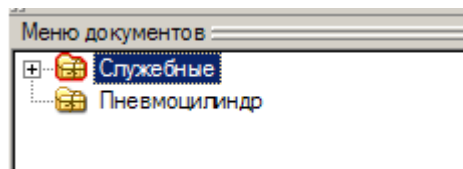
Для создания полноценных библиотечных фрагментов (включая анимированные диалоговые окна) в T-FLEX CAD нет необходимости изучать программирование – достаточно овладеть несложным встроенным инструментарием системы. Мы вернемся к этому вопросу позднее.


Нажмите  в поле **Меню документов**. В появившемся контекстном меню, выберите **Конфигурация библиотек\Новая**.

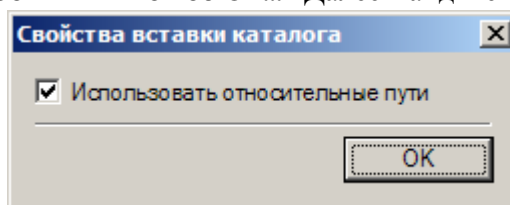


Откроется окно списка каталогов. Найдите созданную вами папку «Пневмоцилиндр», выберите ее и нажмите кнопку «Открыть». Далее появится окно с предложением сохранить в указанной папке проекта файл конфигурации **«Новая конфигурация 1»** – переименуйте назначенное по умолчанию название конфигурации, в новое, например «Пневмоцилиндр», и нажмите «Сохранить».

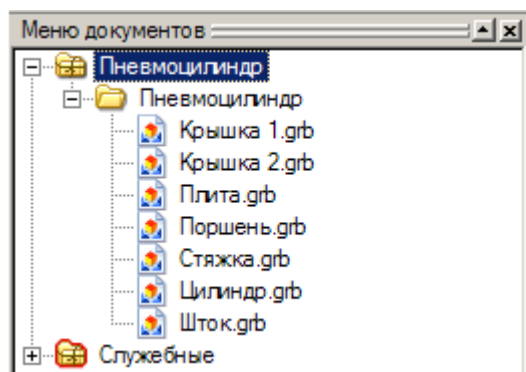
После сохранения в папке проекта «Пневмоцилиндр» появится новый файл – файл конфигурации библиотек «Пневмоцилиндр.tws». А в **Меню документов** отобразится созданная вами конфигурация.




Теперь создадим библиотеку в новой конфигурации. Для этого нажмите  на названии конфигурации, выберите в появившемся окне пункт **Добавить каталог...** Далее найдите и выберите в дереве каталогов созданную папку проекта «Пневмоцилиндр», нажмите «ОК». После этого появится окно **Свойство вставки каталога**, в котором необходимо установить флажок использования относительных путей и нажать «ОК».





Новая конфигурация библиотек будет содержать только одну библиотеку – папку проекта «Пневмоцилиндр». В **Меню документов** отобразится библиотека, созданная в конфигурации «Пневмоцилиндр.tws», и содержащиеся в ней файлы пневмоцилиндра.




 *Напомним, что одна конфигурация может содержать несколько библиотек.*

Для того чтобы добавить новый файл в библиотеку достаточно скопировать этот файл в соответствующую выбранной библиотеке папку на вашем компьютере. Чтобы удалить файл из библиотеки, удалите либо из папки проекта в файловом менеджере (например, в **Проводнике**), либо выберите пункт «Удалить» в контекстном меню). Так же удаляются и библиотеки из конфигурации.

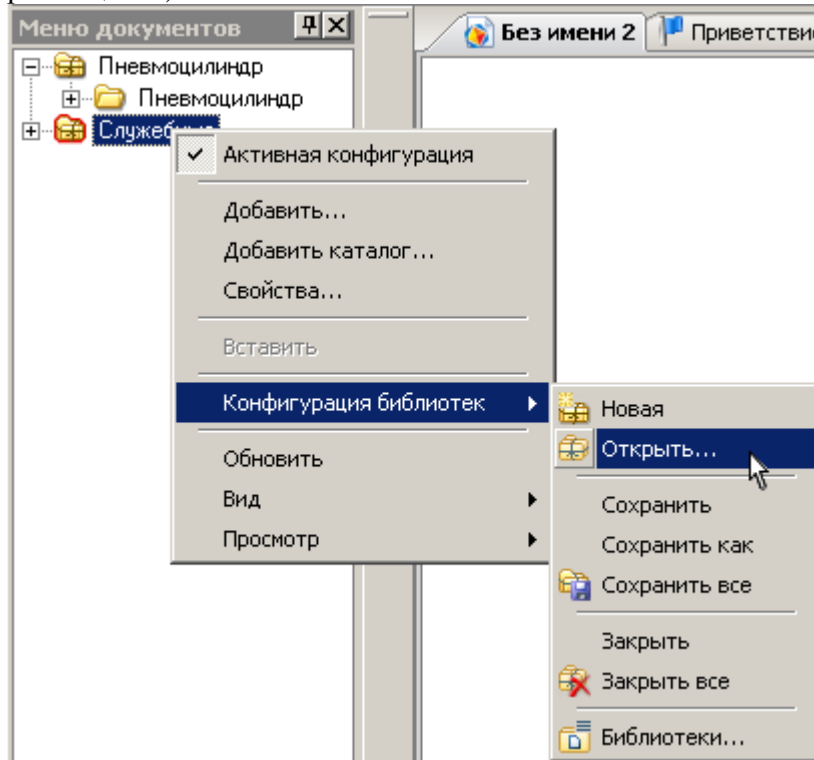
Если вы добавили или удалили файл из библиотеки или же саму библиотеку, а изменения в **Меню документов** не отобразились – нажмите  на имени конфигурации, откроется контекстное меню. Выберите в меню пункт «Обновить».

Теперь вы сможете открывать файлы и формировать из них сборку прямо из библиотеки. Кроме того, названия файлов проекта теперь будут иметь относительные пути и ссылаться на соответствующие библиотеки из вашей конфигурации, например **<Пневмоцилиндр> Плита.grb**. Это означает, что для корректного открытия проекта, например, после переноса папки вашего проекта на другой компьютер, где структура дисков и каталогов отличается от структуры на вашем компьютере, вам достаточно будет открыть в T-FLEX CAD соответствующую этому проекту конфигурацию. Для того чтобы открыть конфигурацию нажмите  в **Меню документов**. В появившемся всплывающем окне выберите **Конфигурация библиотек \ Открыть...**

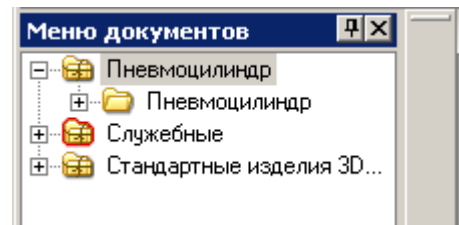
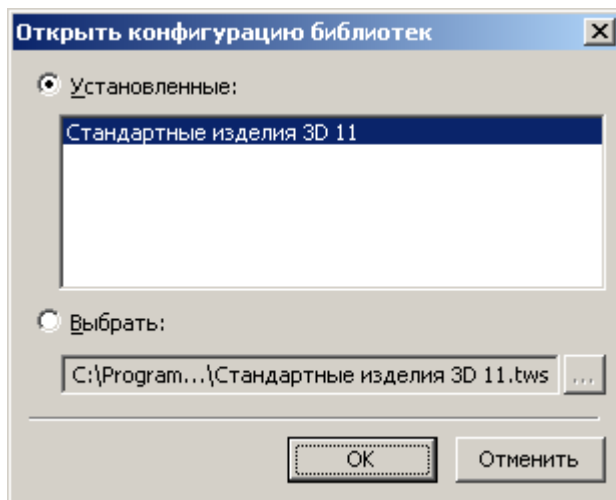
Чтобы конфигурация библиотек отображалась и при следующем открытии T-FLEX CAD, и не приходилось открывать ее заново, нажмите  на названии конфигурации и выберите **Конфигурация библиотек \ Сохранить**. Все действия с конфигурациями и библиотеками можно осуществлять также из меню **Файл \ Библиотеки**.

8.2 Подключение конфигурации библиотек

Откройте одну из конфигураций стандартных библиотек T-FLEX CAD под названием «Стандартные изделия». Библиотека «Стандартные изделия» и ее конфигурация по умолчанию расположены в подкаталоге «Библиотеки» того каталога, в котором у вас установлена система T-FLEX CAD (но при установке стандартных библиотек можно было выбрать и другое размещение).



Но, как правило, в окне «Открыть конфигурацию библиотек» представлен список всех установленных конфигураций. Выберите конфигурацию библиотек «Стандартные изделия» и нажмите «ОК».



В Меню документов отобразится подключенная конфигурация библиотек «Стандартные изделия».

[Video\Part-I\v08-01.exe](#)

Глава 9. Подготовка деталей для вставки в 3D сборку. Создание локальных систем координат (ЛСК) и 3D коннекторов.

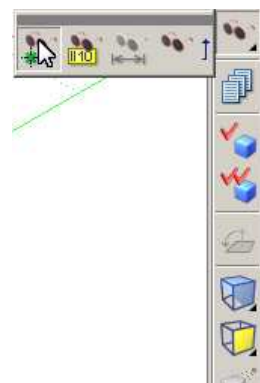
Существует несколько способов формирования 3D сборок (см. 2-й абзац Части II настоящей книги). Остановимся на наиболее надежном и удобном с точки зрения проектирования способе, а именно формировании сборок при помощи **локальных систем координат (ЛСК)**. Локальные системы координат создаются во всех 3D моделях, составляющих сборку. ЛСК служат для привязки 3D фрагментов друг к другу в составе сборки. ЛСК в одном 3D фрагменте может быть несколько и они, как правило, привязаны к 3D узлам.



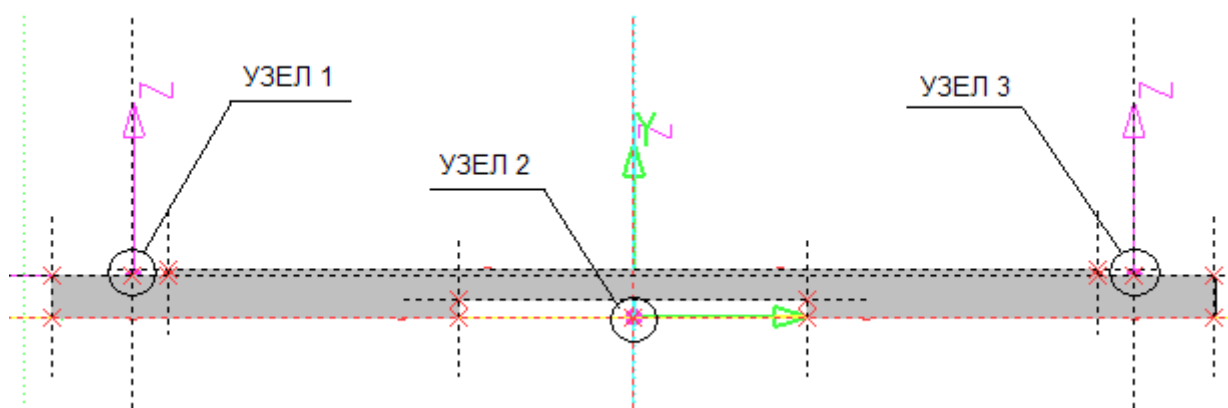
При создании ЛСК, по возможности, используйте именно 3D узлы, а не грани и ребра модели. Следуя этому правилу, вы оградите себя от возможной потери связей между деталями при изменении вами же геометрии модели (например, при последующем создании паза на ребре, к которому вы привязали ЛСК).

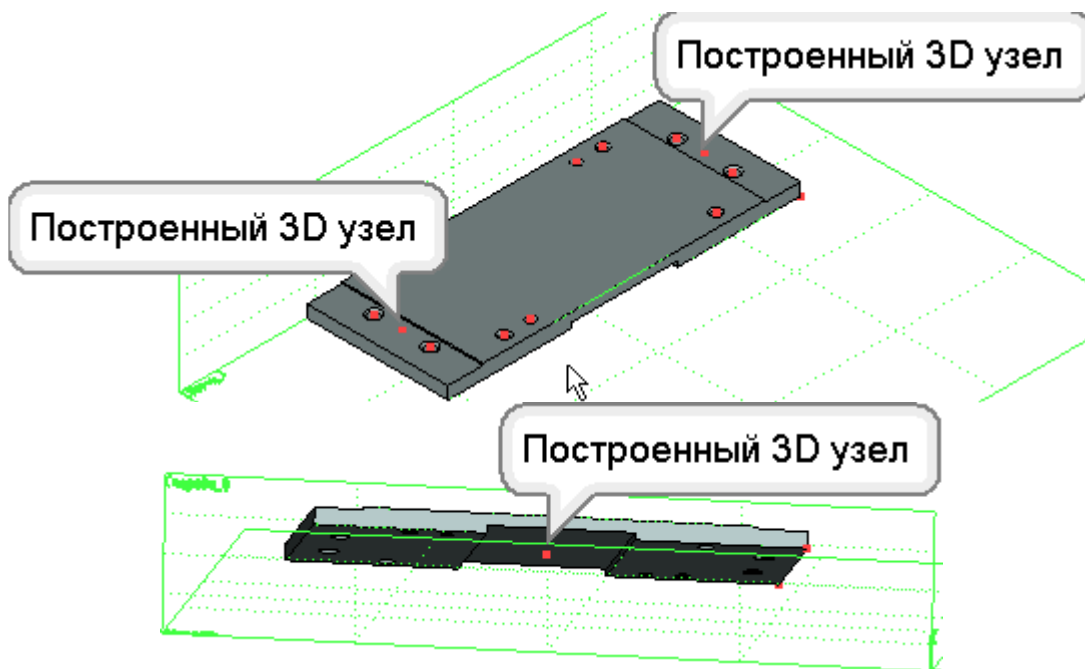
9.1. Создание ЛСК для фрагмента плиты


Откройте файл «Плита.grb» из созданной вами библиотеки «Пневмоцилиндр» в **Меню документов**, щелкнув на нем . На боковой панели инструментов нажмите во всплывающем меню на пиктограмму - показать элементы построения, как представлено на рисунке. Чтобы появилось всплывающее меню, нажмите и не менее секунды удерживайте на пиктограмме , помеченной черным треугольником.

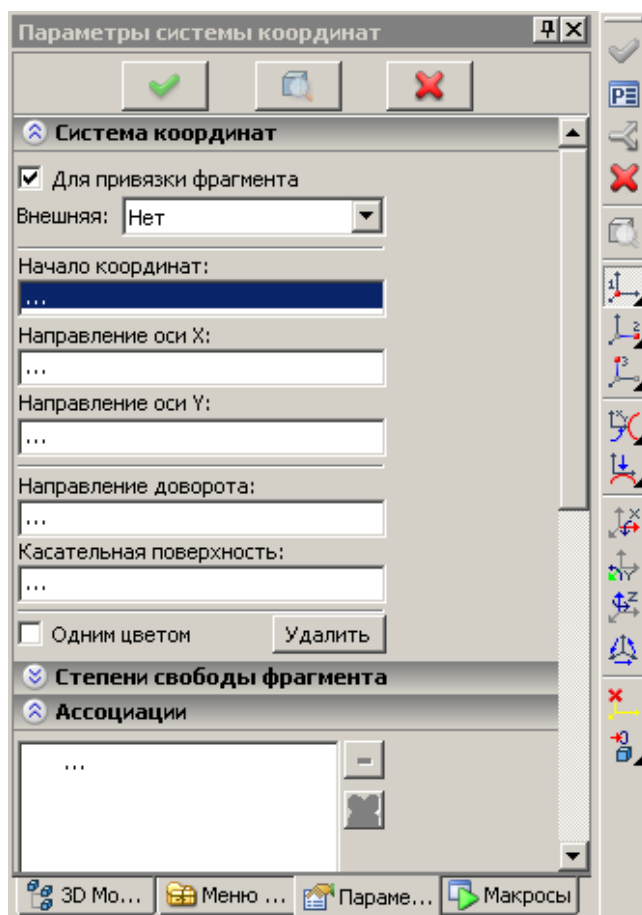





Создайте три 3D узла для создания в них локальных систем координат. Переключитесь в 2D окно и вызовите команду **Построения \ 3D узел**. Поскольку 3D модель плиты построена с использованием двух рабочих плоскостей, то при создании 3D узла необходимо указывать обе его проекции. Расположение 3D узлов и привязанных к ним ЛСК представлено на рисунках ниже.

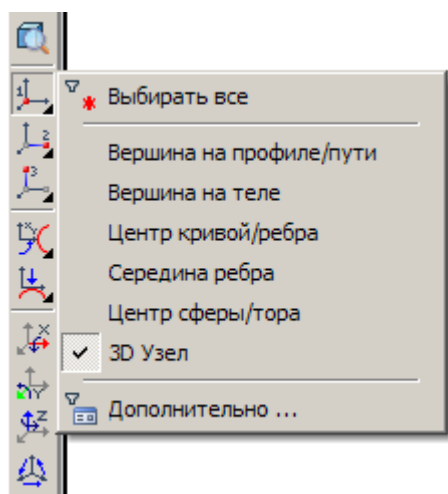






Для построения ЛСК выполните команду **Построения\Система координат**. В **Параметрах системы координат** (в Автоменю – , на клавиатуре <P> или в окне свойств слева от Автоменю на вкладке параметров) можно задавать различные свойства создаваемой ЛСК. В параметрах системы координат устанавливаем флажок – «**Для привязки фрагмента**». Для параметра «**Внешняя**» выберите из выпадающего списка значение «**Нет**» в случае, если установлено другое значение. Таким образом, создаваемая ЛСК может использоваться для привязки плиты к какому-либо элементу сборки в качестве фрагмента (параметр «**Для привязки фрагмента**»), но привязка других фрагментов сборки, к создаваемой ЛСК плиты, не планируется (параметр «**Внешняя**»).




В свойствах систем координат, если это необходимо, вы можете указывать смещение их по осям X, Y и Z и углы поворота вокруг этих осей. Углы поворота на 90° можно задать в опциях Автоменю ,  и , углы с другими значениями – в «**Параметрах системы координат**». При желании, в параметрах ЛСК вы можете установить флажок «Одним цветом», чтобы все оси создаваемой ЛСК были одного, выбранного вами цвета.



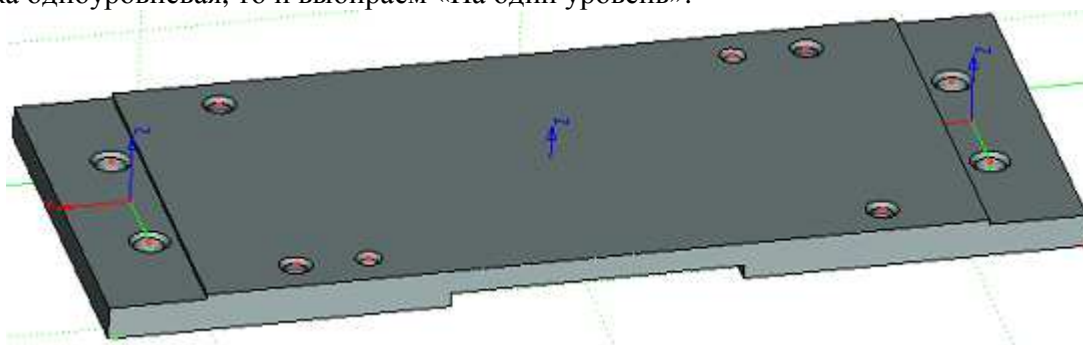
В Автоменю, выберите опцию  - «**выбрать точку, задающую начало координат**». Указанная опция определяет точку, задающую начало координат для ЛСК. Как вы могли заметить, опция помечена черным треугольником. Это означает, что опция содержит закладку параметров. Если вы нажмете и, не менее секунды, будете удерживать  на пиктограмме этой опции, то откроется закладка с параметрами. На закладке вы можете назначить (разрешить) выбор элементов.


Выбор элементов также можно установить и в селекторе **Системной панели**.



Назначьте выбор «3D узлов». Теперь в качестве точки, задающей начало координат, система будет выбирать только 3D узлы в 3D сцене. Выберите центральный 3D узел на нижней стороне плиты. Система в режиме предварительного просмотра покажет расположение системы координат. Для завершения создания ЛСК, нажмите  в Автоменю.

Аналогичным образом постройте еще две ЛСК на верхних сторонах плиты слева и справа. Для этих ЛСК в «**Параметрах системы координат**» снимите флажок «**Для привязки фрагмента**», а для параметра «**Внешняя**» выберите из выпадающего списка «**На один уровень**», поскольку по создаваемым ЛСК плиту как фрагмент в сборку вставлять не планируется, но зато планируется привязывать к ней фрагменты левой и правой крышек. Так как сборка одноуровневая, то и выбираем «**На один уровень**».




Откройте редактор переменных. Отметим переменные «*b*» и «*lc*» как **внешние**, установив флаг слева от имени. Для этого щелкните  на сером флажке слева от переменных «*b*» и «*lc*», и флажок станет зеленым. Нажмите «ОК», сохранив эти изменения в редакторе.

Сохраните и закройте файл плиты.

[Video\Part II \v09-01.exe](#)

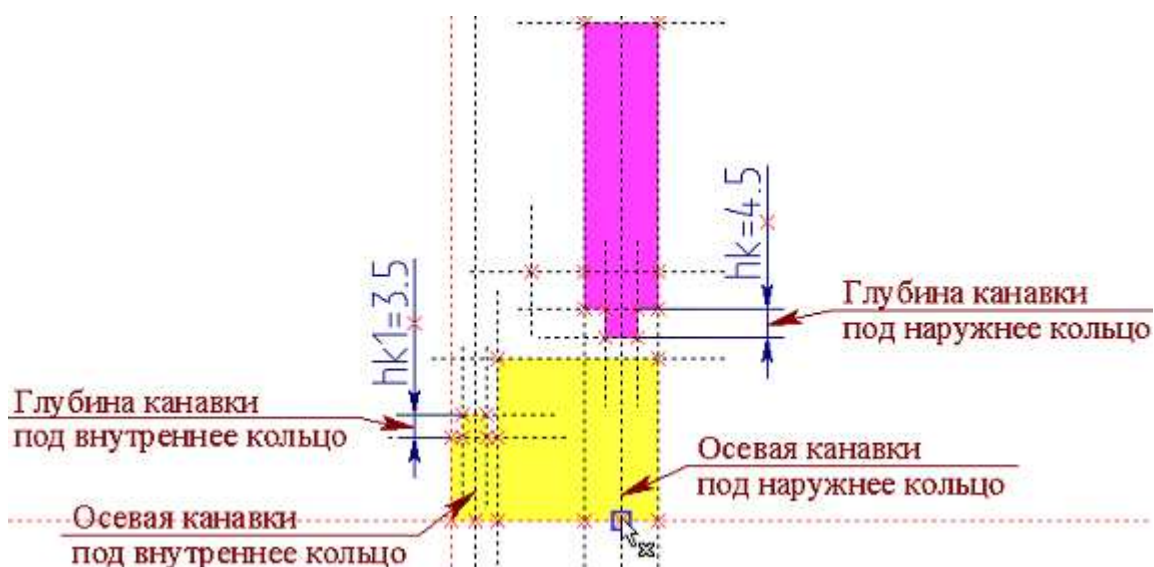
9.2. Создание 3D коннекторов


Зайдите в **Меню документов** и из библиотеки «Пневмоцилиндр» откройте файл «Крышка_1.grb». Сначала построим 3D узлы, а затем к 3D узлам привяжем 3D коннекторы. Активизируйте рабочую плоскость «Вид спереди» командой **Чертить на рабочей плоскости** из контекстного меню рабочей плоскости. На панели **Управление активной рабочей плоскостью** нажмите на кнопку  - откроется 2D окно с активизированной РП. Здесь вы видите штриховки (цветные заливки), образующие профили, по которым были получены тела вращения, в частности обе канавки под уплотнительные кольца и отверстие крышки. Вызовите команду **Построения \ 3D узел**.

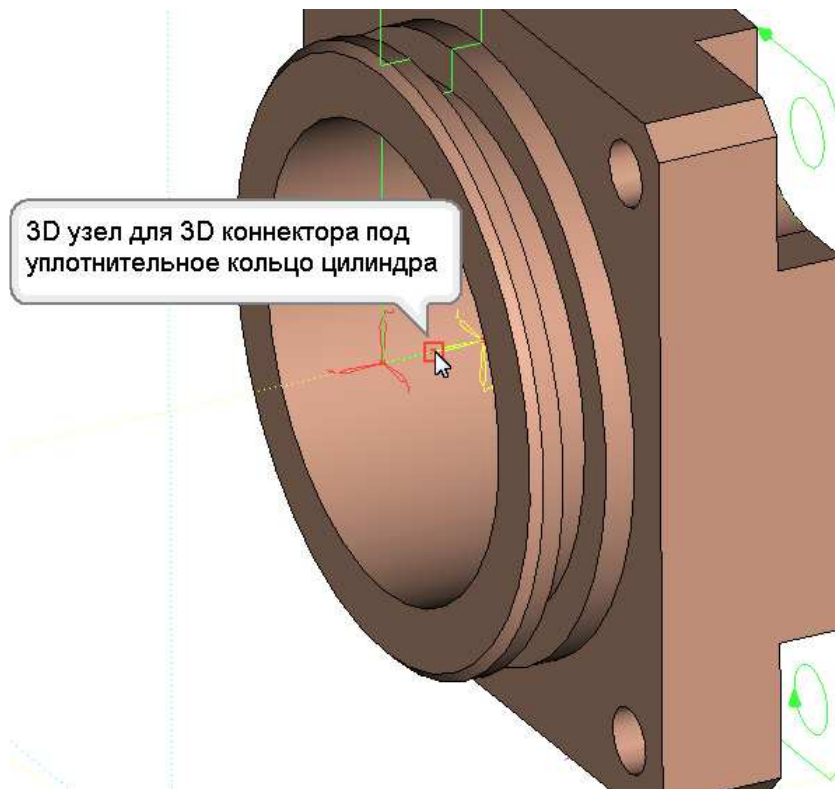
Постройте 3D узел для 3D коннектора под уплотнительное кольцо штока.




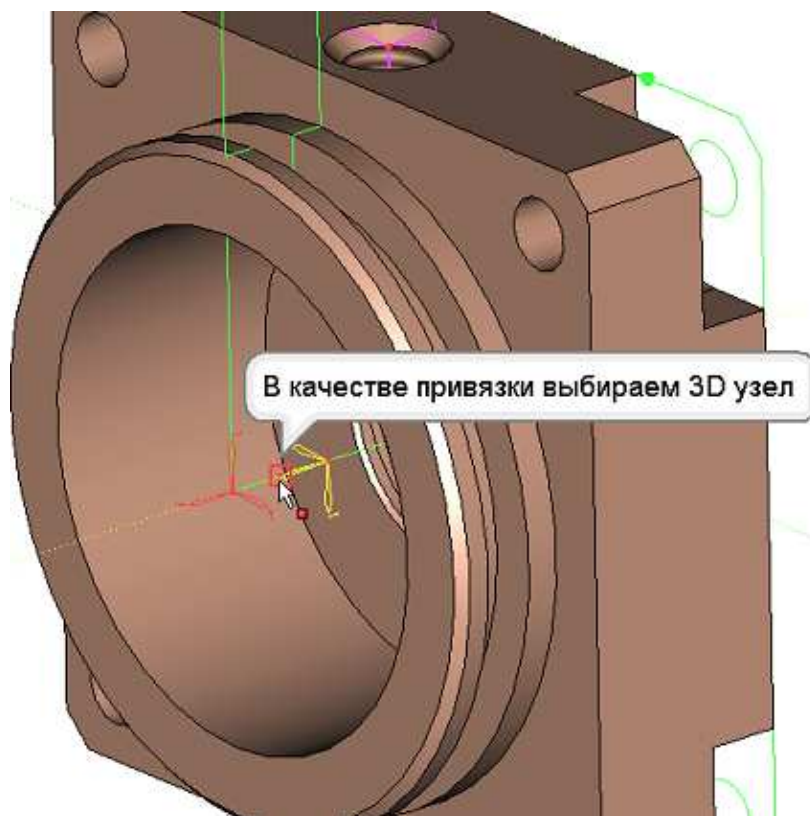
Постройте 3D узел для 3D коннектора под уплотнительное кольцо цилиндра.




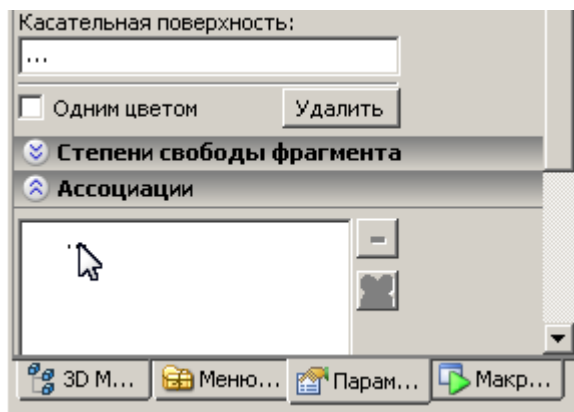
Завершите черчение на рабочей плоскости, нажав  на панели **Управление активной рабочей плоскостью**. В 3D окне вы можете увидеть созданные 3D узлы.



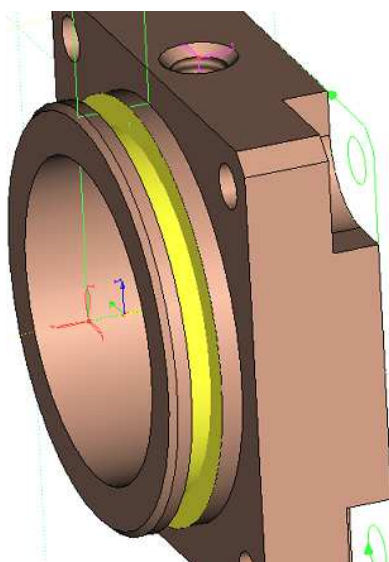
Построим 3D коннектор под уплотнительное кольцо цилиндра. Выполните **Построения\Система координат**. Установите параметры привязки: в «**Параметрах системы координат**» снимите флажок «**Для привязки фрагмента**», а для параметра «**Внешняя**» выберите из выпадающего списка значение «**Коннектор**». В Автоменю должна быть выбрана опция . В качестве привязки выберите построенный 3D узел для 3D коннектора под уплотнительное кольцо цилиндра.





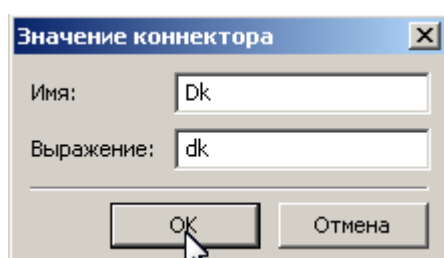
Для 3D коннектора назначим ассоциации с гранями. В дальнейшем при привязке фрагмента к 3D коннектору достаточно будет указать на ассоциированный элемент (грань), и T-FLEX CAD автоматически выберет соответствующий 3D коннектор, а также подставит в переменные фрагмента именованные значения 3D коннектора. В «**Параметрах системы координат**» зайдите в раздел «**Ассоциации**», щелкните  на многоточии и в 3D окне укажите все три грани, образующие канавку под наружное уплотнительное кольцо.




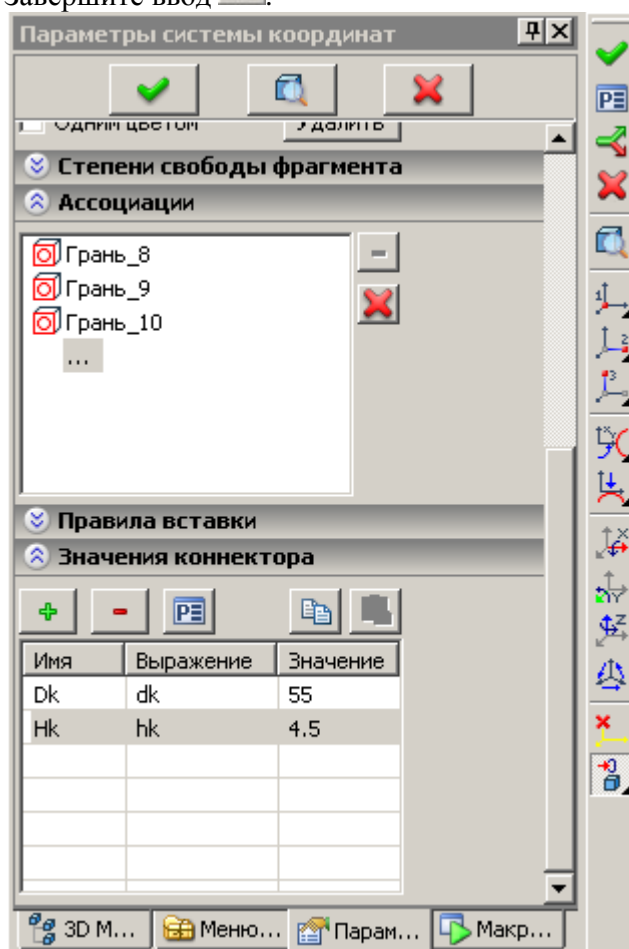
Выбранные грани подсвечиваются желтым и появляются в разделе «**Ассоциации**».



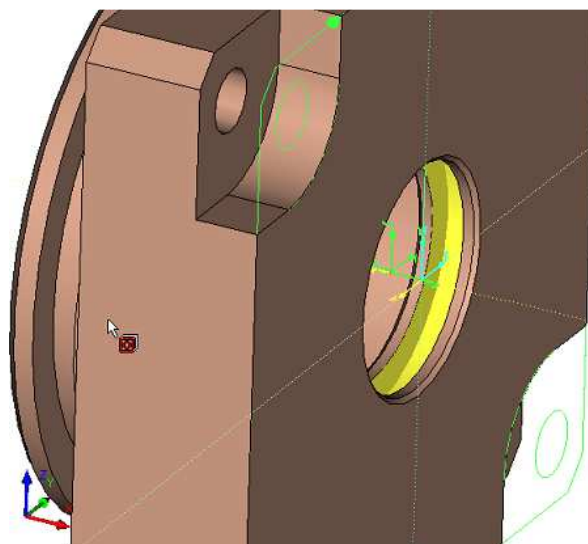
Далее необходимо установить именованные значения для 3D коннектора. Для этого в «**Параметрах системы координат**» откройте раздел «**Значения коннектора**» и нажмите в нем  для добавления нового значения. В открывшемся окне в поле «**Имя**» введите «*Dk*», затем перейдите в поле «**Выражение**» и щелкните  для открытия контекстного меню. В контекстном меню выберите пункт «**Вставить переменную**». Из появившегося списка переменных выберите переменную «*dk*» (диаметр канавки) и нажмите «ОК». Затем нажмите «ОК» в окне «**Значение коннектора**», сохранив данные...



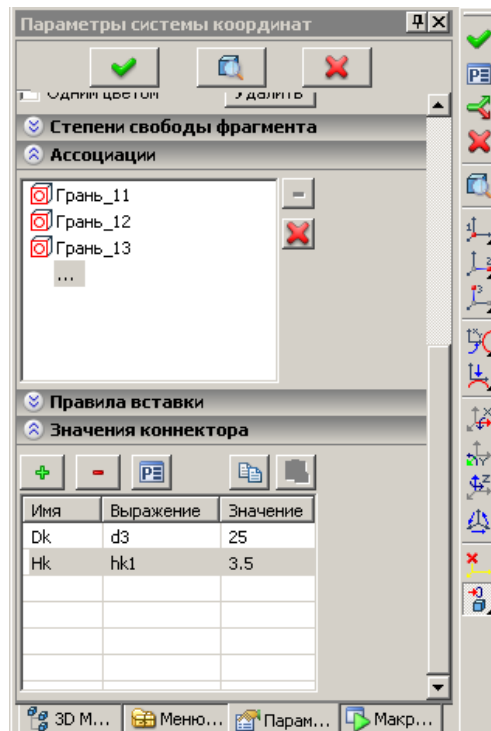
...в раздел «**Значения коннектора**» будет добавлен новый параметр. Аналогичным образом добавьте параметр «*Hk*» с выражением «*hk*» – глубина канавки под наружное уплотнительное кольцо. Завершите ввод .



Теперь построим 3D коннектор под уплотнительное кольцо штока. В качестве привязки выберите мышкой в 3D окне, построенный 3D узел для 3D коннектора под уплотнительное кольцо штока. Установите параметры привязки: снимите флажок «**Для привязки фрагмента**», а для параметра «**Внешняя**» выберите из выпадающего списка «Коннектор». Для заполнения раздела «**Ассоциации**» в 3D окне укажите все три грани, образующие канавку под внутреннее уплотнительное кольцо. Выбранные грани подсветятся желтым и появятся в разделе «**Ассоциации**».

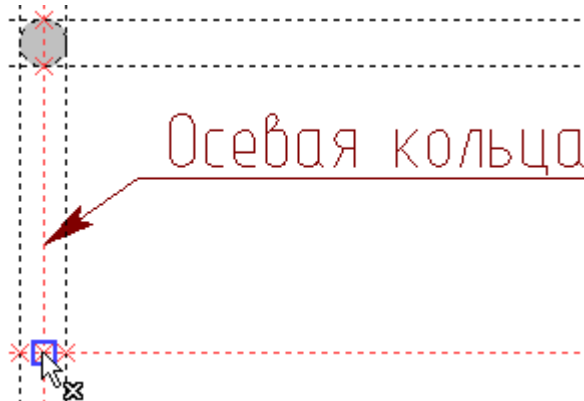


В раздел «**Значения коннектора**» добавьте два параметра: «*Dk*» с выражением «d3» (диаметр под уплотнение штока) и «*Hk*» с выражением «hk1» (глубина канавки под внутреннее уплотнительное кольцо).







Завершите ввод и выйдите из команды . Обратите внимание на то, что 3D коннектор графически отличается от обычной ЛСК «объемными стрелками».

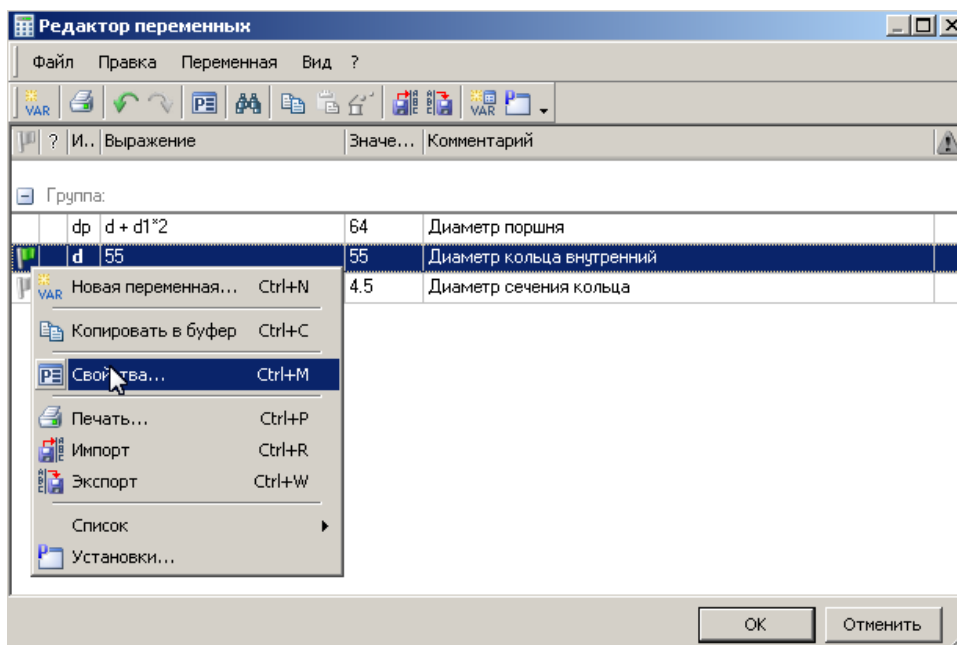
Теперь для сопрягаемого фрагмента (в данном случае – уплотнительного кольца) необходимо построить ЛСК и установить для соответствующих внешних переменных ссылки на именованные значения 3D коннектора. Зайдите в **Меню документов** и из библиотеки «Пневмоцилиндр» откройте файл «**Кольцо уплотнительное.grb**». Активизируйте рабочую плоскость «Вид спереди», выбрав в контекстном меню рабочей плоскости команду «Чертить на рабочей плоскости». На панели «Управление активной рабочей плоскостью» нажмите на кнопку - откроется 2D окно с активизированной РП. Вызовите команду **Построения\3D узел**. Постройте 3D узел на пересечении двух осевых линий кольца и завершите черчение на рабочей плоскости.




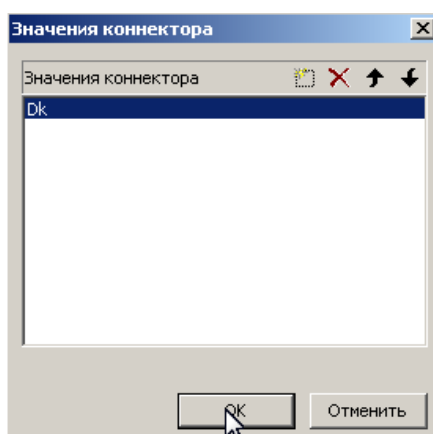
Вызовите команду **Построения\Система координат**. Выберите в 3D сцене построенный только что 3D узел. Далее в **Параметрах системы координат** установите

флажок **Для привязки фрагмента**, а для параметра «**Внешняя**» – «Коннектор». Завершите ввод  и выйдите из команды .

Зайдите в редактор переменных, где для переменных «*d*» и «*d1*» необходимо установить флаги «**Внешняя**» и задать именованные значения 3D коннектора. Для этого щелкните  на сером флажке слева от переменной «*d*» (флажок станет зеленым). Затем для этой же переменной вызовите  контекстное меню и выберите в меню пункт «**Свойства**».



В отрывшемся окне **Свойства переменной** нажмите кнопку «**Значения коннектора**». Откроется окно **Значения коннектора**. Для ввода значения коннектора необходимо нажать в меню кнопку . Введите в строке значение «*Dk*» и нажмите «ОК». Для завершения операции нажмите «ОК» в окне **Свойства переменной**.



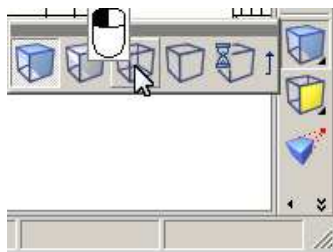
Аналогичным образом для переменной «*d1*» установите параметр «**Внешняя**» и назначьте для коннектора значение «*Hk*» в окне «Значения коннектора». Нажмите «ОК» в окне редактора переменных, сохранив все изменения.

Сохраните и закройте файл уплотнительного кольца.

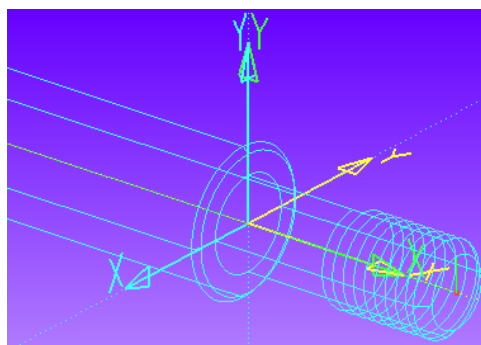
[Video\Part II \v09-02.exe](#)


9.3. Создание ЛСК для привязки штока к поршню и создание 3D коннектора для привязки фрагментов из библиотеки «Стандартные изделия», поставляемой с T-FLEX CAD.

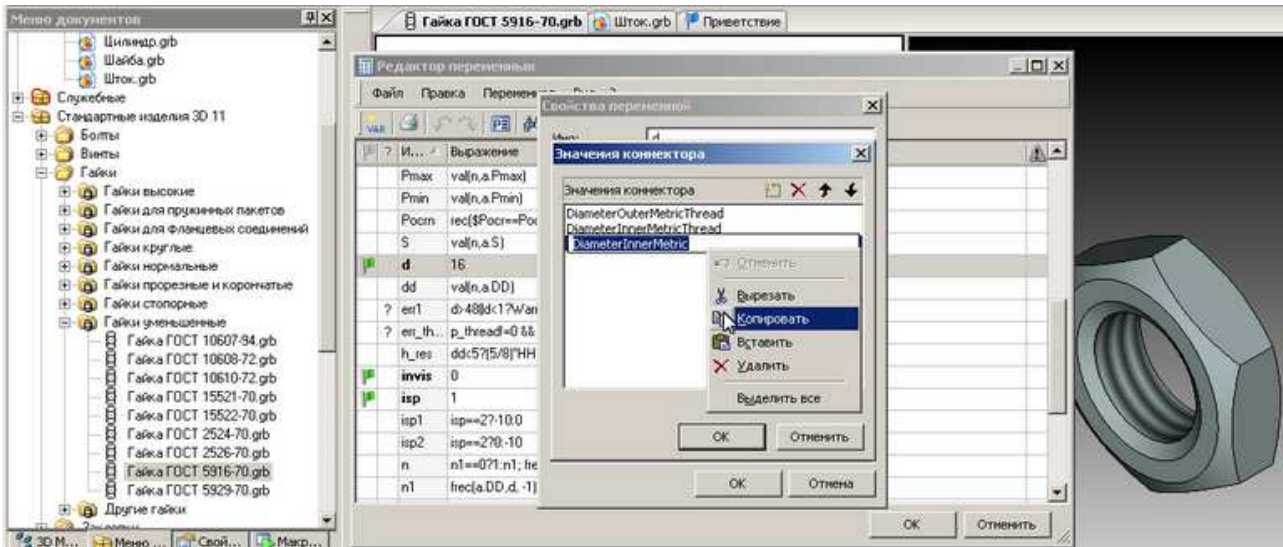
Откройте из вашей библиотеки файл «Шток.grb». Установите режим реберного изображения.



В точке с координатами ($\langle 0, 0, 0 \rangle$) система отображает пересечение координатных осей **X** и **Y** рабочих плоскостей. Также в координате ($\langle 0, 0, 0 \rangle$) системой предусмотрена привязка по умолчанию, но ЛСК по умолчанию вы сможете увидеть только в режиме вставки фрагмента в сборку при выборе исходной системы координат. Для привязки штока будем использовать ЛСК по умолчанию.

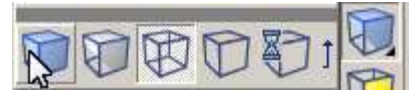


Построим 3D коннектор. Как вы помните, при создании 3D коннектора необходимо указывать именованные значения, параметры которых считываются фрагментом с 3D коннектора. Так как к штоку будут привязаны фрагменты из библиотеки «Стандартные изделия», необходимо назначать 3D коннектору имена значений в соответствии с уже заданными именованными значениями переменных фрагментов библиотеки. Самый простой способ достичь этого – скопировать требуемое наименование значения 3D коннектора с переменной фрагмента, который предполагается привязывать к штоку, например гайки. В **Меню документов** зайдите в конфигурацию библиотек «Стандартные изделия» и из библиотеки «Гайки уменьшенные» откройте файл «Гайка ГОСТ 5916-70.grb» (если в **Меню документов** такой конфигурации библиотек нет, то подключите ее). В открывшемся файле зайдите в редактор переменных, для переменной «*d*» вызовите  контекстное меню, в меню выберите пункт «Свойства». В отрывшемся окне «Свойства переменной» нажмите кнопку «**Значения коннектора**». В окне **Значения коннектора** выделите значение «DiameterInnerMetric» и скопируйте это название в буфер обмена, выбрав в контекстном меню соответствующий пункт.

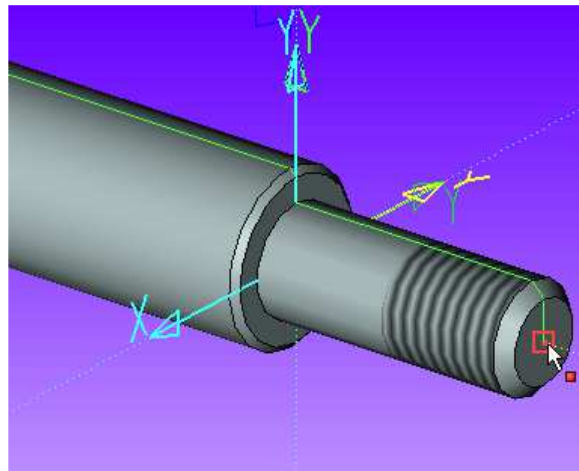


Закройте окна (в том числе и редактор переменных), нажимая кнопки «Отменить». Закройте файл «Гайка ГОСТ 5916-70.grb» без сохранения.

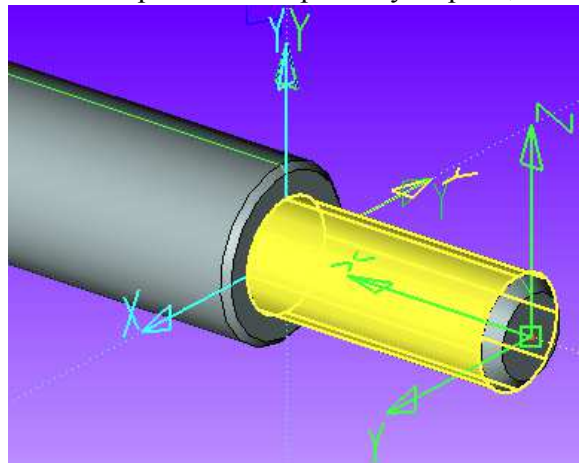
В файле штока отмените режим реберного отображения.



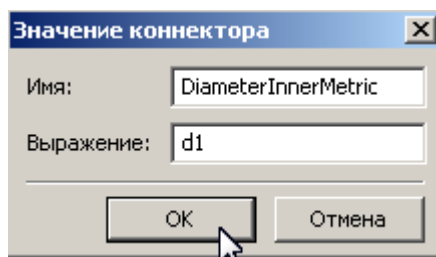
Вызовите команду **Построения\Система координат**. В панели **Параметры системы координат** снимите флажок **Для привязки фрагмента**, а для параметра «**Внешняя**» выберите из выпадающего списка «**Коннектор**». В 3D сцене выберите мышкой 3D узел на торце штока.





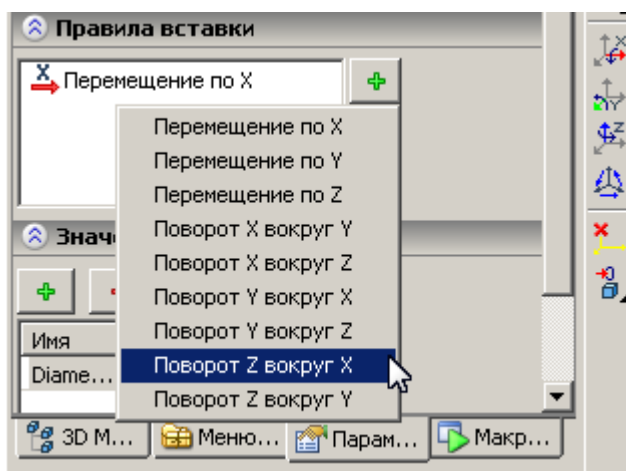
В разделе **Ассоциация** выберите цилиндрическую грань, показанную на рисунке.




В раздел **Значения коннектора** добавьте параметр «DiameterInnerMetric» (из буфера обмена), в поле «**Выражение**» укажите «*d1*» (диаметр посадочного под поршень).



Установите параметры вставки для привязываемых к коннектору фрагментов, например гайки. Для этого в **Параметрах системы координат** зайдите в раздел **Правила вставки**, щелкните  на кнопке  и в появившемся меню выберите пункт «**Перемещение по X**». Добавьте еще одно правило – **Поворот Z вокруг X**.



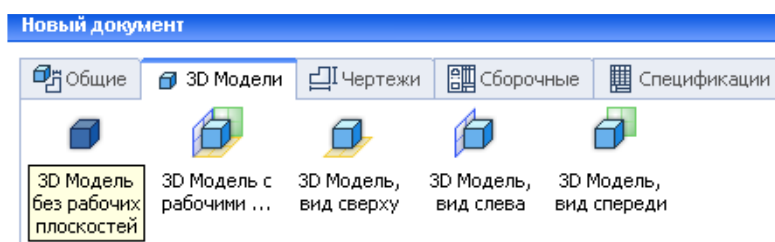
Завершите ввод . Сохраните и закройте файл штока.


[Video\Part II \v09-03.exe](#)

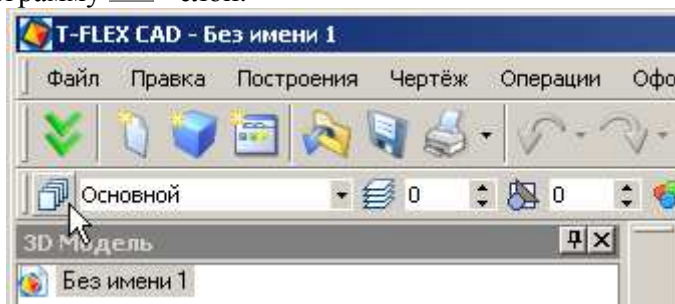
Глава 10. Создание параметрической 3D сборки

10.1 Создание прототипа 3D сборки

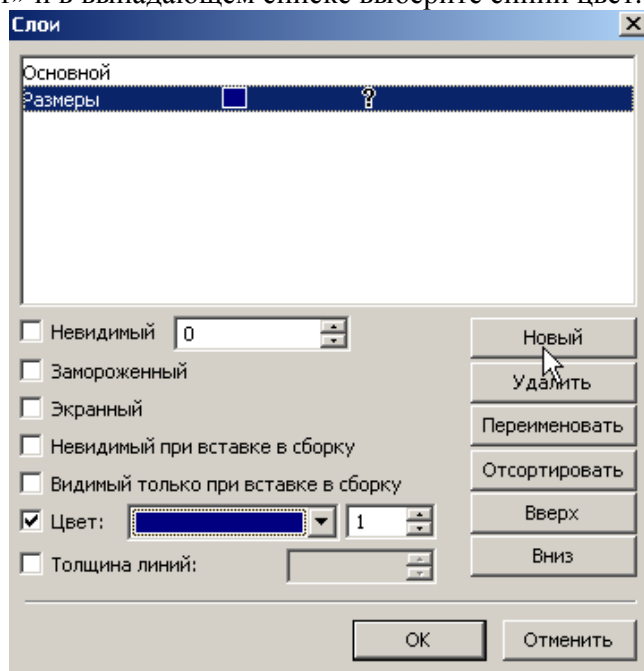
Как уже указывалось ранее, новые документы создаются на основе заранее настроенных прототипов. Пользователь может подготовить собственные прототипы и создавать на их основе чертежи, спецификации, схемы, 3D модели и др. Создадим прототип 3D сборки. Вызовите команду **Файл\Новый документ**. В открывшемся окне войдите во вкладку 3D модели и щелкните ****** по иконке «3D модель без рабочих плоскостей».





Вызовите команду **Окно\Разделить по вертикали** и создайте новое 2D окно. Активизируйте 2D окно. Создадим слои для размеров, выносок и текстов. Нажмите в панели инструментов на пиктограмму  - слои.





В открывшемся окне нажмите на кнопку «Новый», в качестве имени слоя введите «Размеры» и нажмите «ОК». В списке слоев появится новый слой «Размеры». Для нового слоя поставьте флажок «Цвет» и в выпадающем списке выберите синий цвет.

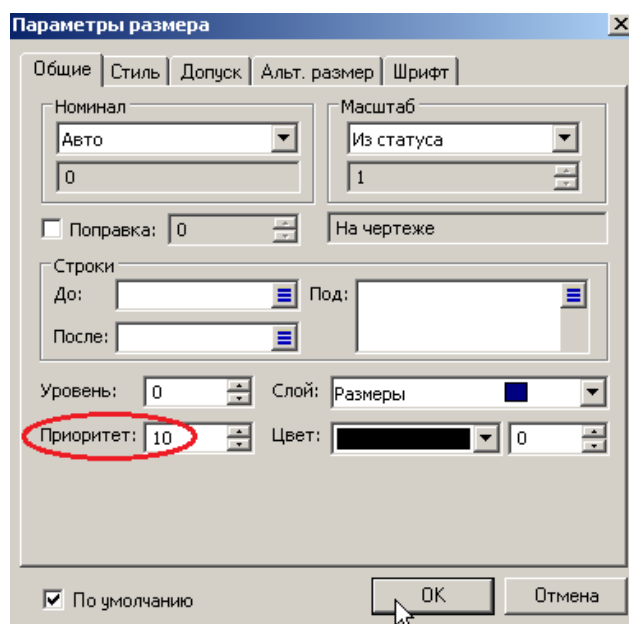


Аналогичным образом добавьте слой «Текст» и назначьте ему красный цвет. Закройте редактор слоев с сохранением изменений, нажав «ОК».

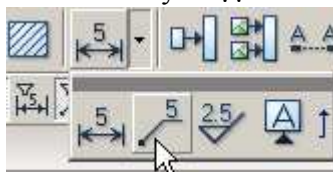
Вызовите команду **Размер**, нажав на панели инструментов иконку . Вызовите окно **Параметры размера** (в Автоменю – , на клавиатуре <P>).

 *Параметры также доступны на панели **Свойства** слева от Автоменю.*

В окне **Параметры размера** на вкладке «Общие» в выпадающем меню измените слой с «Основной» на «Размеры» и установите значение «10» для параметра «Приоритет». Внизу окна установите флажок **По умолчанию**. Нажмите «ОК». Теперь все наносимые размеры на чертеже будут располагаться на слое «Размеры» и иметь синий цвет. Выйдите из команды .

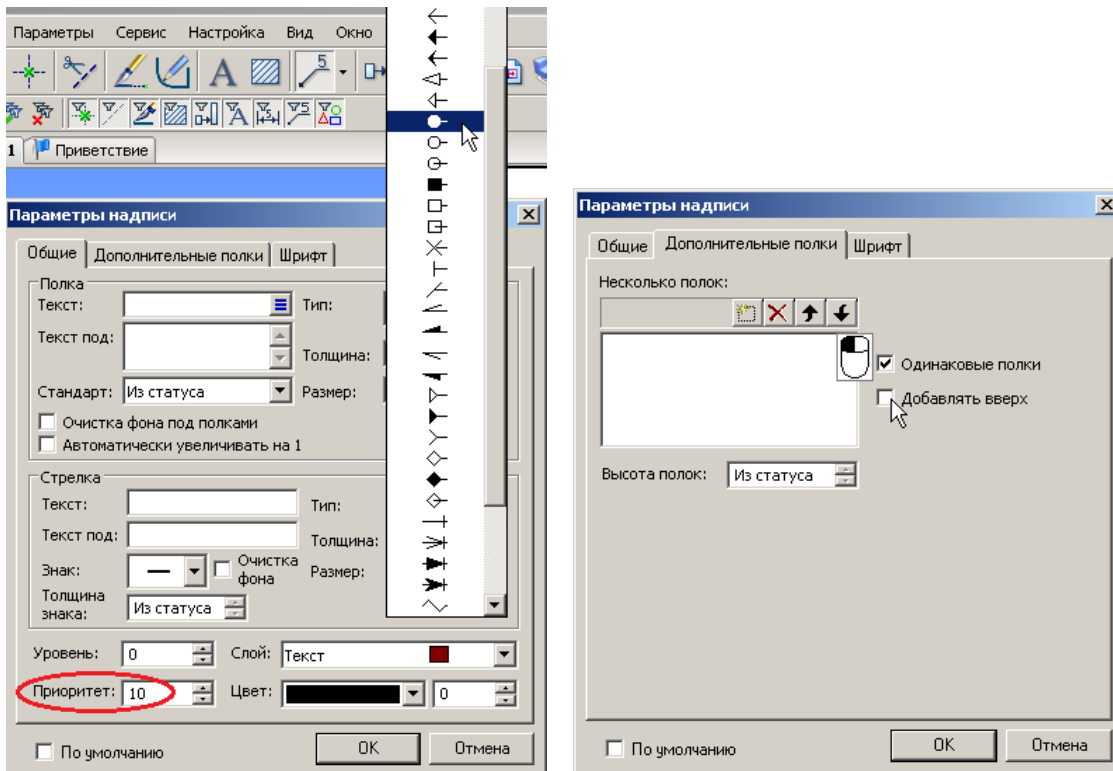


Нажмите в панели инструментов на иконку **Надпись**.



 *Иконки команд **Размер**, **Надпись**, **Шероховатость** и **Допуск** объединены в группу. Для вызова нужной команды нажмите на стрелку, расположенную справа от иконки.*

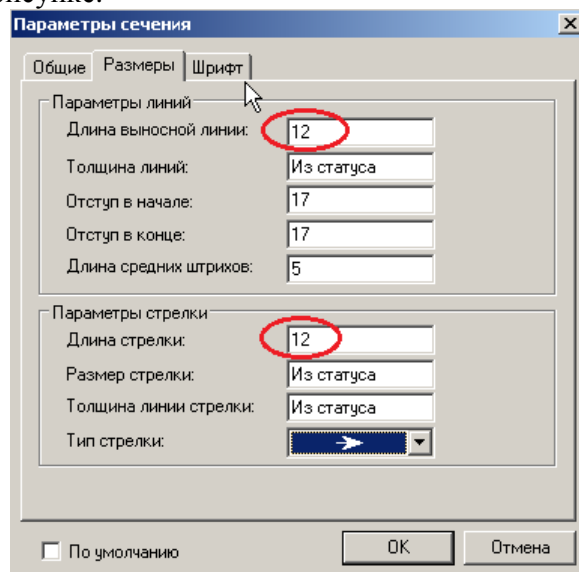
Вызовите окно свойств надписи. В окне свойств на вкладке «Общие» в выпадающем меню измените слой с «Основной» на «Текст». Здесь же, на вкладке «Общие» измените тип стрелки для надписи на кружок с заливкой и установите для параметра «Приоритет» значение «10».




Перейдите на вкладку «Дополнительные полки» и снимите флажок «Добавлять вверх». Перейдите на вкладку «Шрифт» и из выпадающего списка выберите размер шрифта равный «7». Внизу окна установите флажок «По умолчанию». Нажмите «ОК». Выйдите из команды

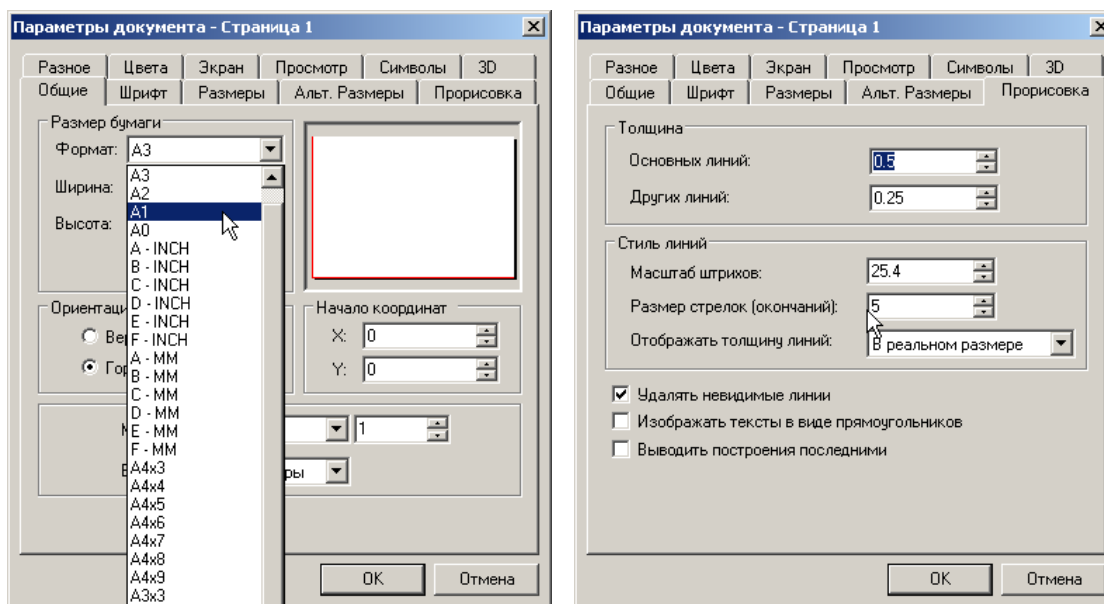
Вызовите команду **Текст** . В окне свойств на вкладке «Стиль» в выпадающем меню измените слой с «Основной» на «Текст». Нажмите «ОК» и выйдите из команды .

Вызовите команду **Обозначение вида** . В окне свойств на вкладке «Общие» в выпадающем меню измените слой с «Основной» на «Текст». Перейдите на вкладку «Размеры» и сделайте длину выносной линии равной «12» и длину стрелки равной «12». Измените тип стрелки, как показано на рисунке.

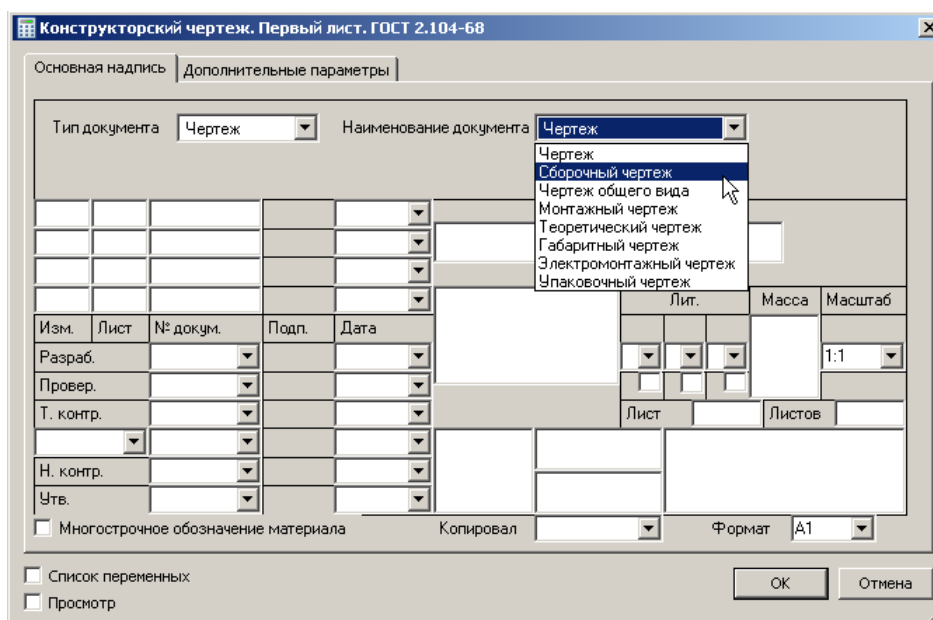


Перейдите на вкладку «Шрифт» и из выпадающего списка выберите размер шрифта равный «10». Внизу окна установите флажок «По умолчанию». Нажмите «ОК» и выйдите из команды .

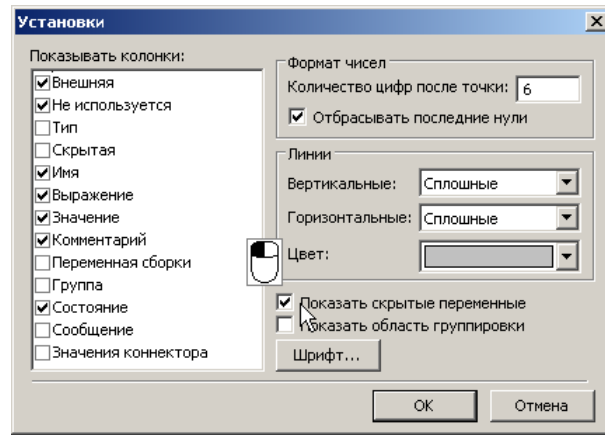
Вызовите команду **Параметры документа** . В открывшемся окне параметров документа на вкладке «Общие» в разделе «Размер бумаги» в выпадающем списке измените формат листа с «А3» на «А1». На вкладке «Прорисовка» в разделе «Стиль линий» измените размер стрелок с «5» на «3.5» и нажмите «ОК».



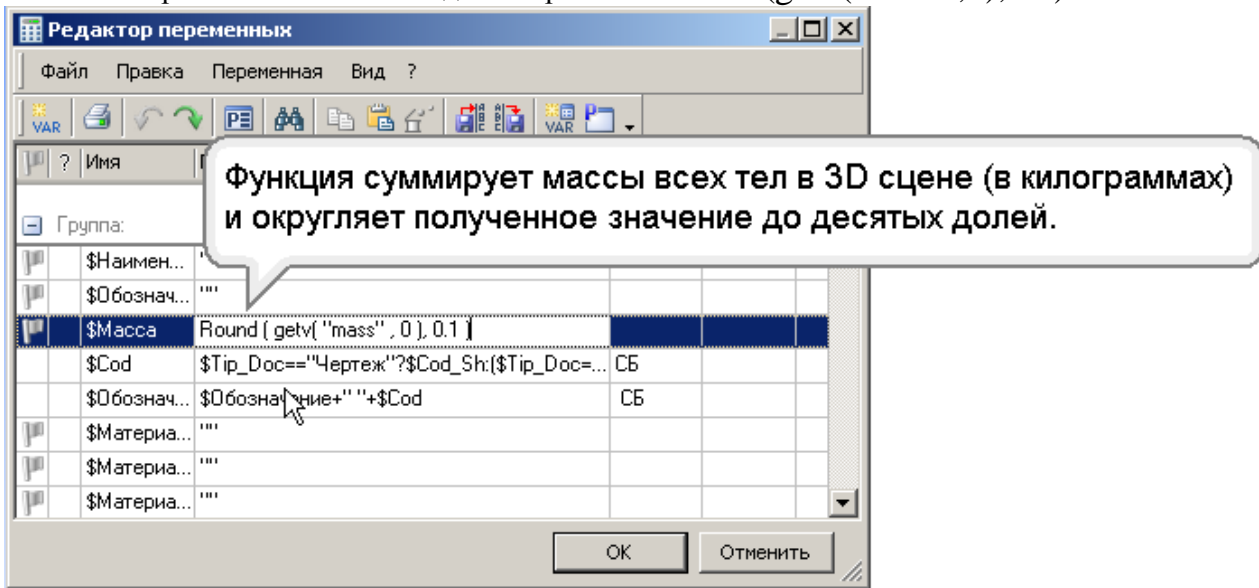
Вызовите команду **Оформление\Основная надпись\Создать**. В появившемся окне выбора основной надписи выберите из списка «Конструкторский чертеж. Первый лист. ГОСТ 2.104-68» и нажмите «ОК». В появившемся диалоговом окне основной надписи для параметра «Наименование документа» в выпадающем списке выберите «Сборочный чертеж» и нажмите «ОК».



Для того чтобы масса сборки автоматически обновлялась в штампе основной надписи, выполним некоторые действия. Зайдите в **Редактор переменных** и вызовите команду **Вид\Установки**. В открывшемся окне установите флажок **Показать скрытые переменные** и нажмите «ОК».

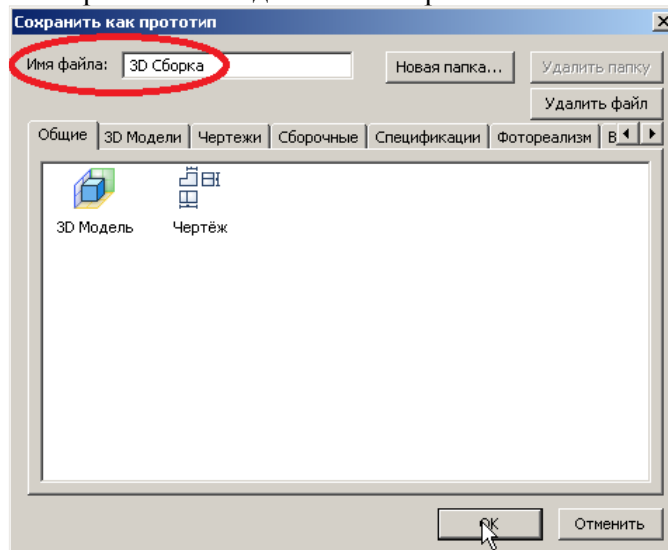


В окне редактора переменных появится список скрытых переменных. Для скрытой текстовой переменной \$Масса введите выражение `Round(getv("mass",0),0.1)`.

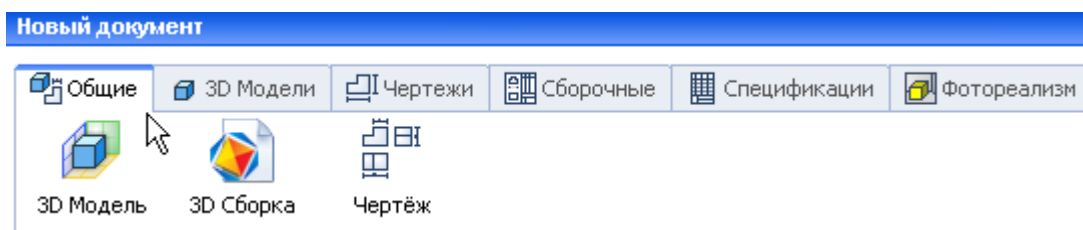


Снова вызовите команду **Вид\Установки**, снимите флажок **Показать скрытые переменные** и нажмите «ОК». В окне редактора переменных также нажмите «ОК», закрыв редактор с сохранением изменений.

Вызовите команду **Файл\Сохранить как прототип**. В открывшемся окне в качестве имени файла сохраняемого прототипа введите «3D сборка» и нажмите «ОК».



Закройте сохраненный файл прототипа. Теперь необходимо закрыть программу и снова открыть. После открытия T-FLEX CAD в окне **Файл\Новый документ** станет доступным ярлык созданного прототипа.




[Video\Part II \v10-00.exe](#)

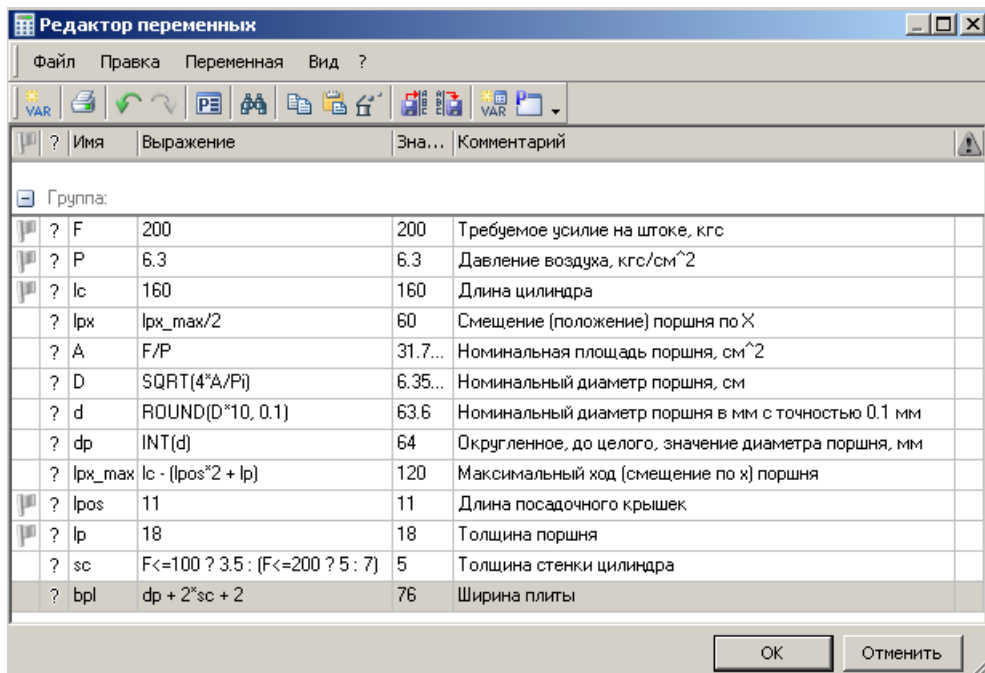
10.2 Создание параметрической сборки

Создайте новый документ на основе созданного нами прототипа «3D сборка» из вкладки «Общие»: **Файл/Новый из прототипа/3D Сборка**. Сохраните этот файл в каталог вашей библиотеки под именем «**Сборка пневмоцилиндра.grb**». Теперь в библиотеку нашего проекта «Пневмоцилиндр» добавился новый файл, в котором будет создана сборочная модель пневмоцилиндра. В главе 8 (раздел 8.1) было предложено скопировать в библиотеку все файлы из папки «Пневмоцилиндр-сборка», прилагаемой к учебнику, в созданную вами папку «Пневмоцилиндр». В вашу библиотеку должны были быть добавлены: цилиндр, плита, шток, кольцо уплотнительное, две крышки, поршень, стяжка и шайба. В файлах плиты и штока вы создали ЛСК на предыдущем этапе, в остальных файлах ЛСК уже были созданы. Увидеть, как они построены, вы сможете, открыв соответствующие файлы.

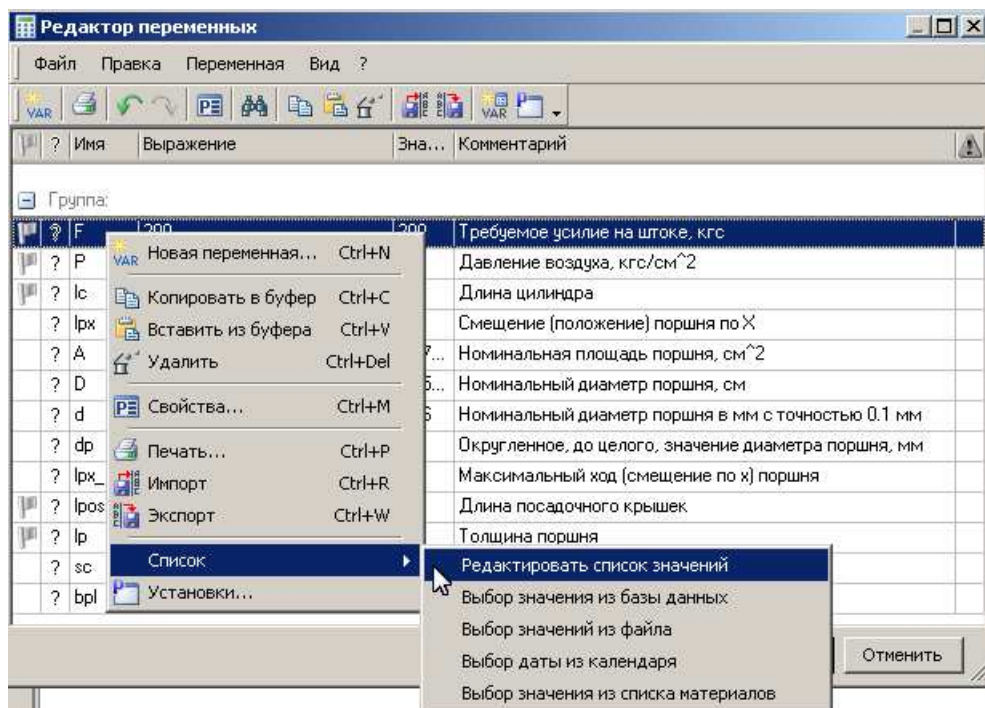
В параметрической сборке размеры деталей и их взаимное расположение задаются при помощи параметров, которые в свою очередь принимают значения переменных из редактора переменных. В нашем примере наружный диаметр цилиндра зависит от толщины стенки цилиндра и его внутреннего диаметра. Внутренний диаметр цилиндра зависит от диаметра поршня (с учетом диаметра сечения уплотнительного кольца (деформации сечения) и глубины канавки поршня под уплотнительное кольцо). Диаметр поршня зависит, в свою очередь, от требуемого усилия, передаваемого штоком, а диаметр самого штока от расчета на устойчивость. Диаметр отверстия поршня зависит от посадочного размера штока (в нашем случае посадочный размер штока совпадает с диаметром резьбы под крепеж).

Зачем нужна вся эта параметризация? Во-первых, при проектировании ваши мысли как проектировщика находятся «всегда в движении» и, изменяя значения переменных, вы «подгоняете» размеры деталей «по месту». Во-вторых, 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. Если при создании сборки не использовались переменные, то конструктору придется очень внимательно изменять параметры деталей, чтобы в конечном итоге настоящее изделие собралось без ошибок. Для сложных изделий подобное редактирование – задача нетривиальная, которая требует особой внимательности и пересчета всех размеров и допусков. Если же конструктор использовал переменные, то его задача значительно упрощается: достаточно внести в редактор переменных сборки новые значения входных параметров и дать команду T-FLEX CAD на обновление сборки и каждой детали в отдельности. Затем проверить и, в случае значительных изменений размеров, отмасштабировать оформленные проекции чертежей либо изменить формат чертежей.

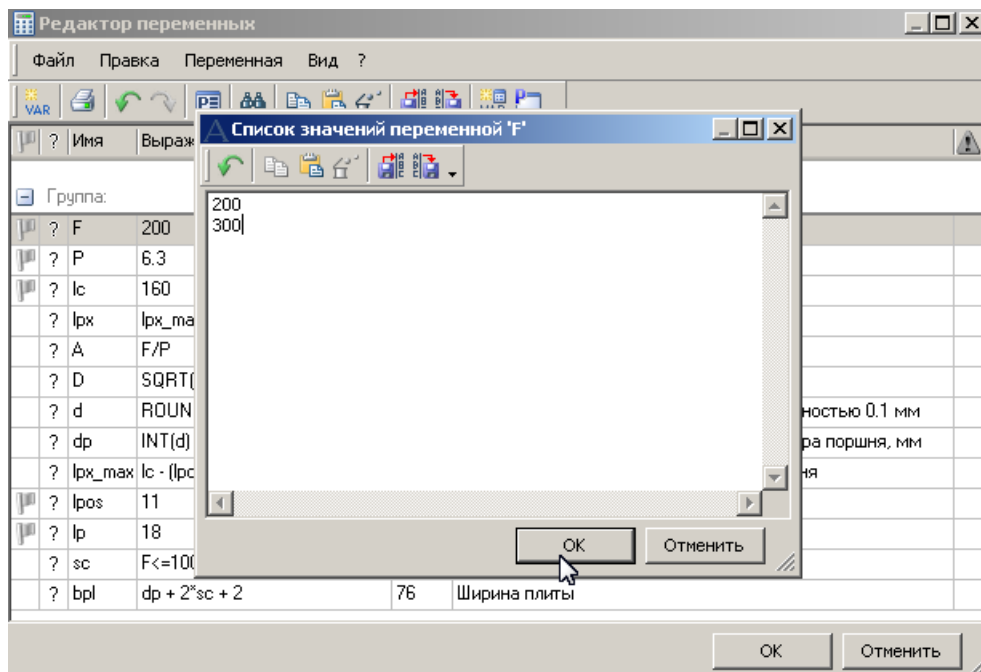
Перед тем как приступить непосредственно к созданию сборочного документа, опишем все параметры, изменяя которые впоследствии можно будет редактировать геометрию деталей и их взаимное расположение. Откройте редактор переменных . Создайте переменные сборки, выражения и комментарии к переменным, как показано на рисунке ниже.



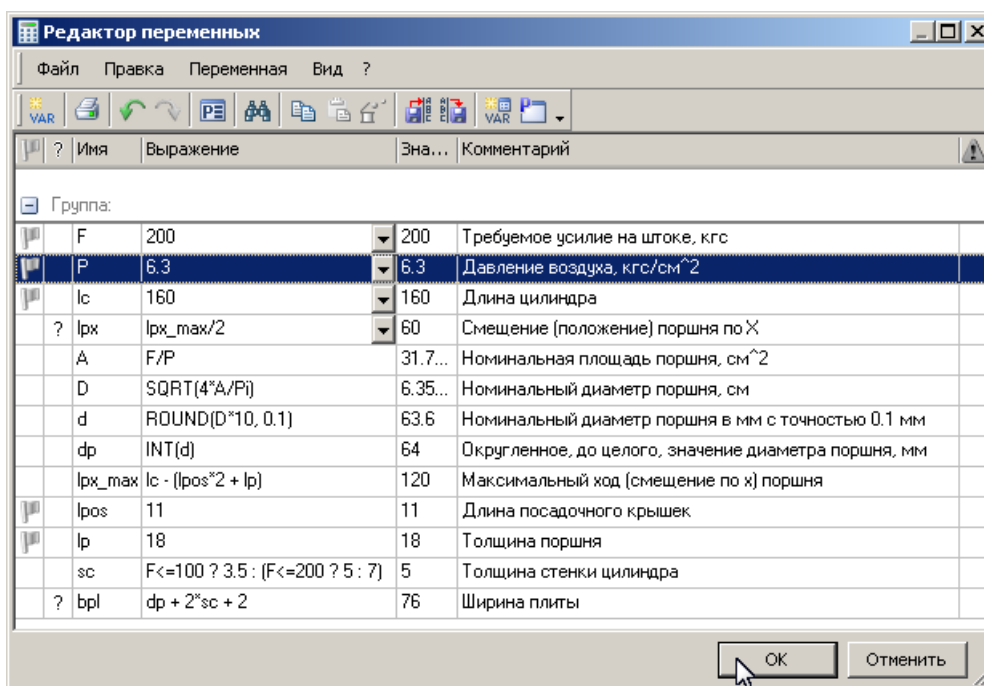
Для переменных «F», «P», «lc» и «lpx» в поле «Выражение» необходимо создать списки значений. Создайте списки для этих переменных, как это показано на рисунках ниже. Для этого сначала выделите переменную «F» и в ее контекстном меню выберите пункт **Список\Редактировать список значений**.



В открывшемся окне введите две строки со значениями «200» и «300» (для перехода на новую строку используйте клавишу <Enter> на клавиатуре). Нажмите «ОК».




Аналогичным образом для переменной «*P*» введите список значений «4» и «6.3», для переменной «*lc*» список значений «160» и «200», а для переменной «*lpx*» список значений «0», «*lpx_max/2*» и «*lpx_max*».




Переменные «*F*», «*P*», «*lc*» и «*lpx*» используются в выражениях других переменных. Если выбрать из списков другие значения указанных переменных, то редактор выполнит пересчет в соответствии с новыми данными. Попробуйте самостоятельно изменить значения переменных «*F*» и «*P*» и затем вернуть значения обратно. Вы увидите, как в редакторе будет изменяться значение переменной «*A*», которая зависит от этих двух переменных. Нажмите в окне редактора кнопку «ОК», сохранив изменения.




[Video\Part II \v10-01.exe](#)

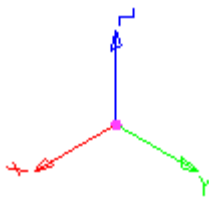
10.3 Подготовка к вставке фрагментов в сборку




При вставке фрагментов в 3D Сборку система по умолчанию располагает их в точке с координатой 0, 0, 0. Чтобы избежать ситуации, когда на какой-либо уже вставленный фрагмент «накладывается» новый, перед вставкой первого фрагмента выполним некоторые действия. Вначале необходимо создать 3D узел в 3D сцене документа. Зайдите в команду создания 3D узла **Построения/3D Узел**, но не спешите завершать команду. Перед завершением операции необходимо немного переместить 3D узел из точки 0, 0, 0. Для перемещения 3D узла по осям координат и в плоскостях XY, XZ, YZ в системе предусмотрен манипулятор перемещения 3D элементов. При создании 3D узла и других 3D элементов система отображает манипулятор в виде трех осей координат (см. рис. ниже). Изображение 3D узла находится в центре манипулятора. Для перемещения 3D узла необходимо подвести курсор к манипулятору так, чтобы система выделила цветом одну или две оси манипулятора, и выполнить . В нашем случае выберите только ось Y.

При помощи манипулятора переместите 3D узел из центра пространства 3D сцены в левый верхний угол по оси Y (в направлении обратном направлению оси). Закончите создание 3D узла, нажав в Автоменю .



Для создания ЛСК выполните команду **Построения\Система координат** и выберите  построенный до этого 3D узел. В параметрах системы координат снимите флажок **Для привязки фрагмента**, закончите ввод  и выйдите из команды .





В левом верхнем углу экрана по завершении команды вы увидите созданную ЛСК. Выйдите из команды опцией Автоменю  или щелчком *. Затем сместите изображение 3D сцены относительно экрана ближе к его центру, перемещая мышь с нажатым колесиком .

[Video\Part II \v10-02.exe](#)

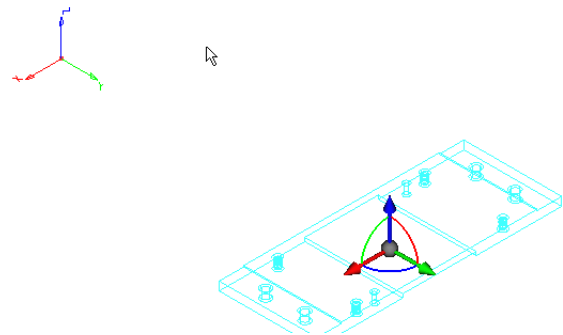
10.4 Вставка фрагмента «Плита»

После того как все подготовительные действия завершены, можно приступить к созданию сборки. Создание сборки начнем с построения ЛСК, к которой привяжем первый вставляемый в сборку 3D фрагмент – плиту.



Чтобы вставить 3D фрагмент плиты в сборку «перетащите» файл «Плита.grb» из библиотеки проекта «Пневоцилиндр» (из **Меню документов**) в 3D сцену сборки, удерживая нажатой  (принятый в Windows механизм «бери – тащи»). Таким образом, вы запускаете команду вставки плиты как 3D фрагмента в сборку.

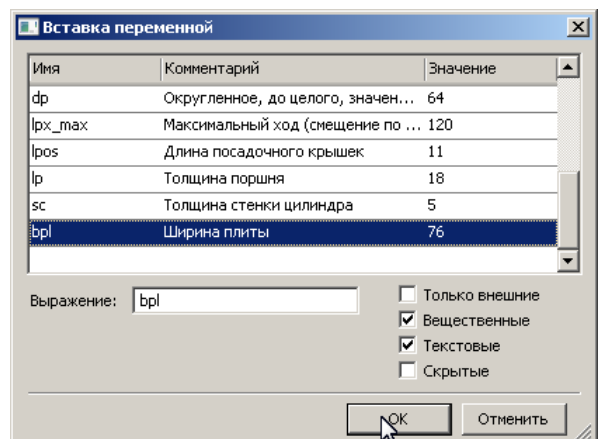
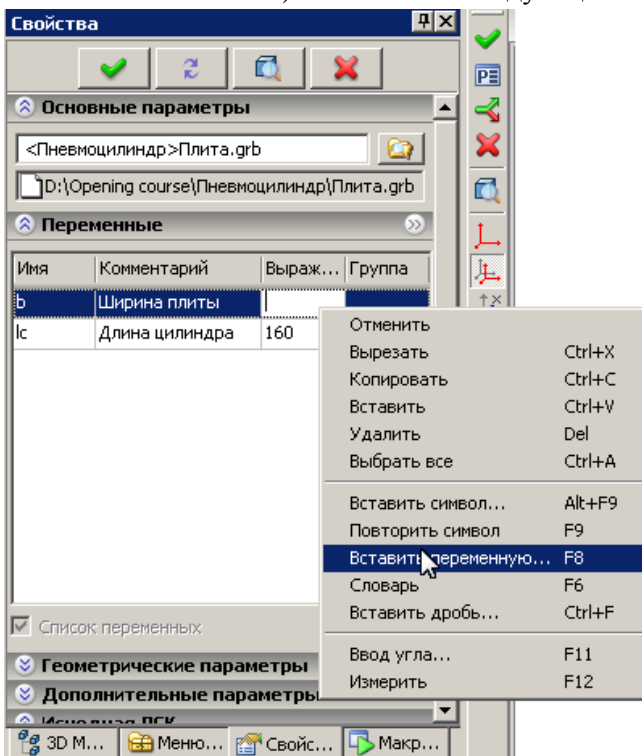
 Если по какой-либо причине ваши 3D фрагменты перед вставкой в сборку не будут включены ни в одну библиотеку, то можно воспользоваться командой для вставки 3D фрагментов из локальной папки **Операции \ 3D Фрагмент** и выбрать фрагмент в окне выбора файлов. Но это не предпочтительный вариант.

После того, как вы «перетащили» 3D фрагмент из библиотеки в 3D сцену, система покажет изображение плиты. Обратите внимание на то, что фрагмент плиты располагается в стороне от ЛСК привязки, а именно в точке с координатами «0, 0, 0», и не «закрывает» собой ЛСК.

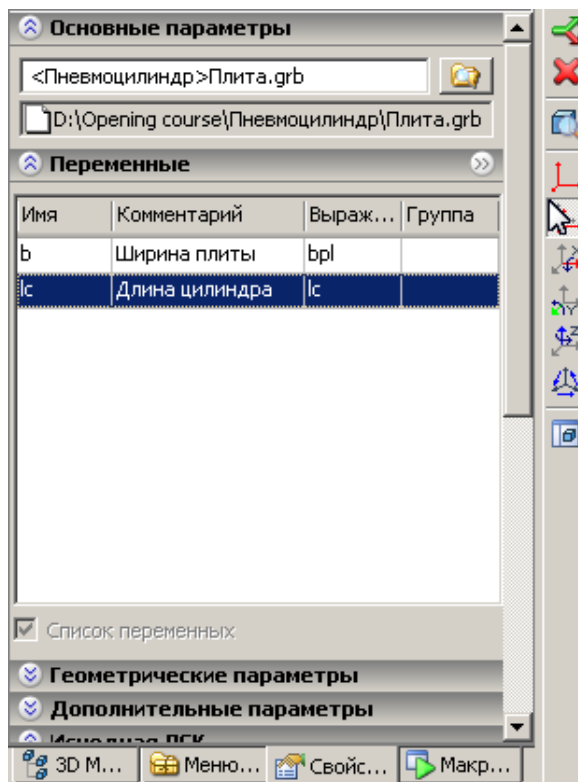


Вставляемый фрагмент плиты содержит внешние переменные. В окне «Свойства» (в левой части главного окна T-FLEX CAD) приводится список внешних переменных фрагмента и их значения. Подставим вместо текущих значений внешних переменных «b» и «lc» фрагмента имена переменных сборки (впоследствии при изменении значений переменных в редакторе переменных сборки T-FLEX CAD автоматически перестроит фрагмент в соответствии с новыми значениями). Выполните следующее: в окне свойств в разделе **Переменные** выберите

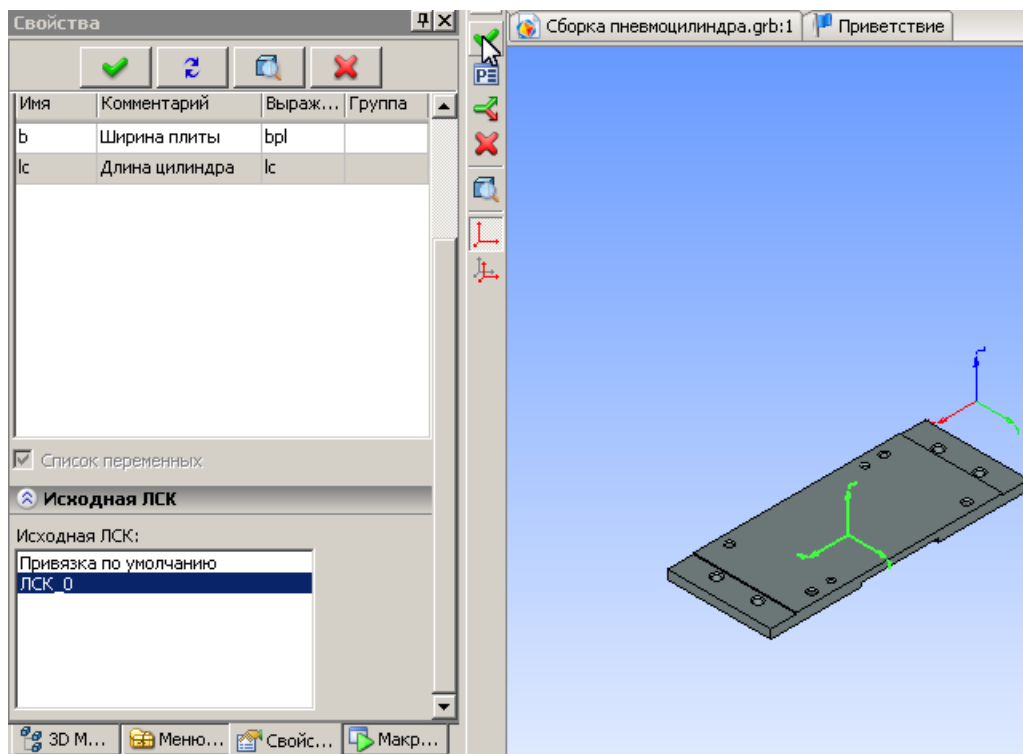
 запись внешней переменной фрагмента плиты «b» (ширина плиты), в поле «Выражение» удалите «80», вызовите контекстное меню, щелкнув , и выберите в контекстном меню пункт **Вставить переменную**, как показано на рисунке.





В открывшемся окне выберите из списка переменных сборки переменную «*bpl*» и нажмите «ОК». Аналогичные действия выполните для внешней переменной фрагмента плиты «*lc*» (длина цилиндра), подставив в поле «Выражение» для этой переменной переменную сборки «*lc*».






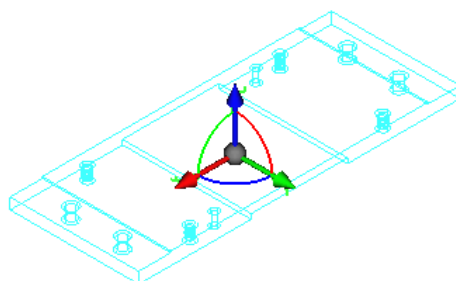
Далее нажмите в Автоменю опцию (выбрать или создать исходную систему координат). После выбора опции откроется окно с изображением плиты.



В окне будут доступны для выбора ЛСК, по которым фрагмент плиты может быть привязан в сборке. Как вы могли заметить, для выбора доступны две исходные ЛСК, в то время

как мы строили только одну. Дело в том, что T-FLEX CAD создает «Привязку по умолчанию» - ЛСК в точке с координатами «0, 0, 0» на тот случай, если у фрагмента вообще не была задана ЛСК. Исходную ЛСК можно выбрать из списка в окне свойств вставляемого фрагмента в разделе **Исходная ЛСК**, где представлены все ЛСК фрагмента: «ЛСК_0» и «Привязка по умолчанию». При выборе ЛСК система в 3D сцене выделит цветом соответствующую ЛСК. Также ЛСК можно выбрать непосредственно в 3D сцене, щелкнув на ней , и будет выбрана соответствующая запись в списке в окне свойств. Для привязки фрагмента «Плита» в сборке выберем ЛСК, созданную нами ранее. Завершите ввод . Окно с изображением плиты закроется.



Теперь необходимо указать целевую ЛСК. Обратите внимание на то, что режим выбора целевой ЛСК в Автоменю установлен системой по умолчанию -  (выбрать или создать заново целевую систему координат). С помощью этой опции вы можете задать ЛСК, к которой вы привяжете плиту в сборке. Поскольку в 3D узле предварительно уже была создана ЛСК, то просто укажите ее  и закончите вставку плиты . После указания исходной ЛСК во фрагменте и целевой ЛСК в сборке система T-FLEX CAD совмещает эти ЛСК и, таким образом, позиционирует фрагмент плиты в сборке. Сохраните файл сборки.

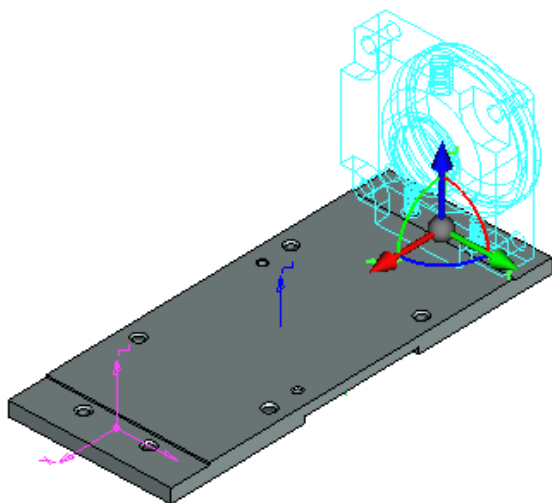
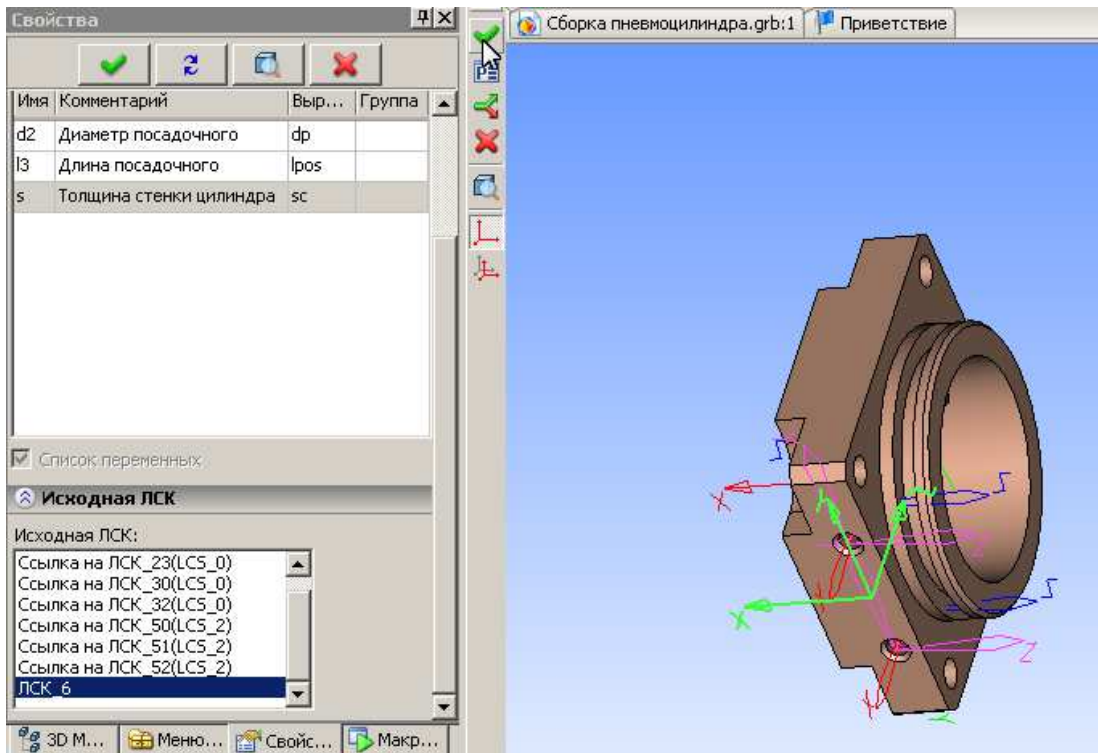


[Video\Part II \v10-03.exe](#)




10.5 Вставка фрагмента «Крышка_1»



Вставим в сборку одну из крышек пневмоцилиндра. «Перетащите» файл «Крышка_1.grb» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» в 3D сцену. В окне свойств вставляемого фрагмента в разделе **Переменные** для каждой переменной фрагмента числовые значения полей «Выражение» замените на переменные сборки, как это делалось для плиты. Для «d2» (диаметр посадочного) подставьте переменную сборки «dp», для «l3» (длина посадочного) – «lpos», для «s» (толщина стенки цилиндра) – «sc».

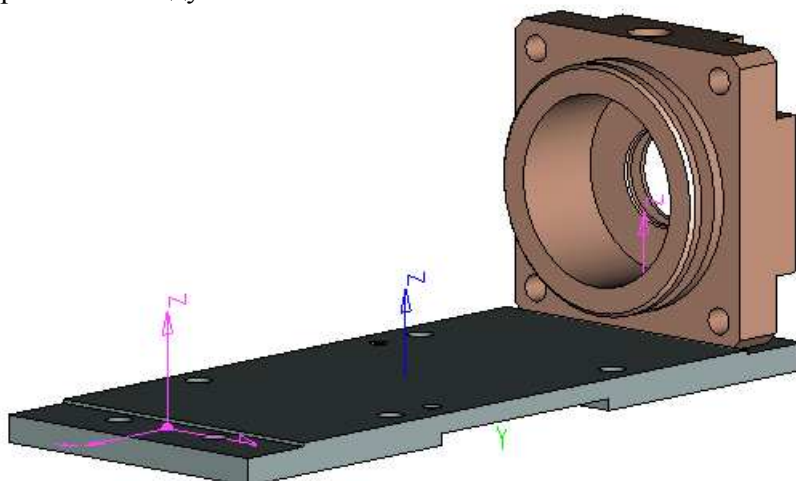
Выберите в Автоменю опцию  и в качестве исходной выберите ЛСК, расположенную посередине нижней поверхности крышки (ЛСК_6). Закончите выбор .





воспользуйтесь опцией .

 При нажатой кнопке предварительного просмотра результата операции  все кнопки команд Автоменю неактивны. Чтобы их активизировать, необходимо повторно нажать на кнопку предварительного просмотра .

В Автоменю дважды вызовите команду поворота ЛСК вокруг оси Z на 90° (кнопка ). Включите предварительный просмотр, чтобы убедиться, что крышка занимает правильное положение, и завершите команду .




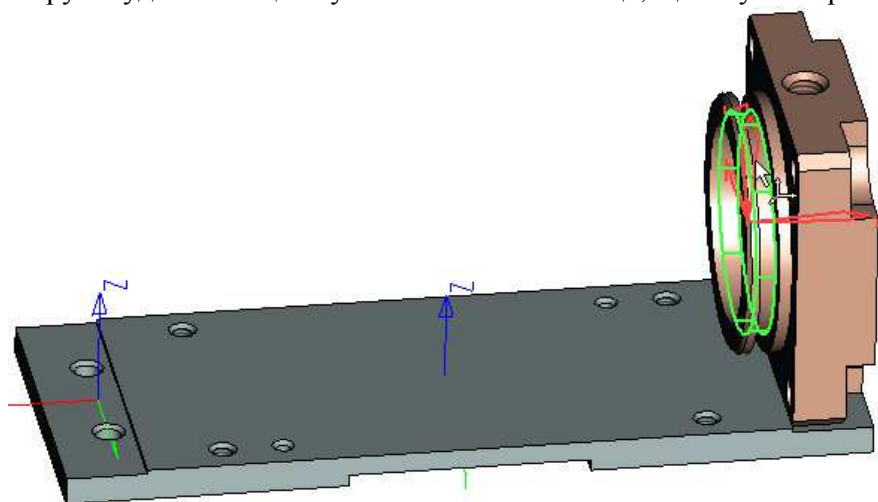
*После вставки фрагмента не забывайте выходить из текущей команды опцией Автоменю  или нажатием . Это также необходимо выполнить, чтобы **Меню документов** отображалось на экране.*

Таким образом, вы вставили в сборку 3D фрагмент одной из крышек. Сохраните файл сборки.

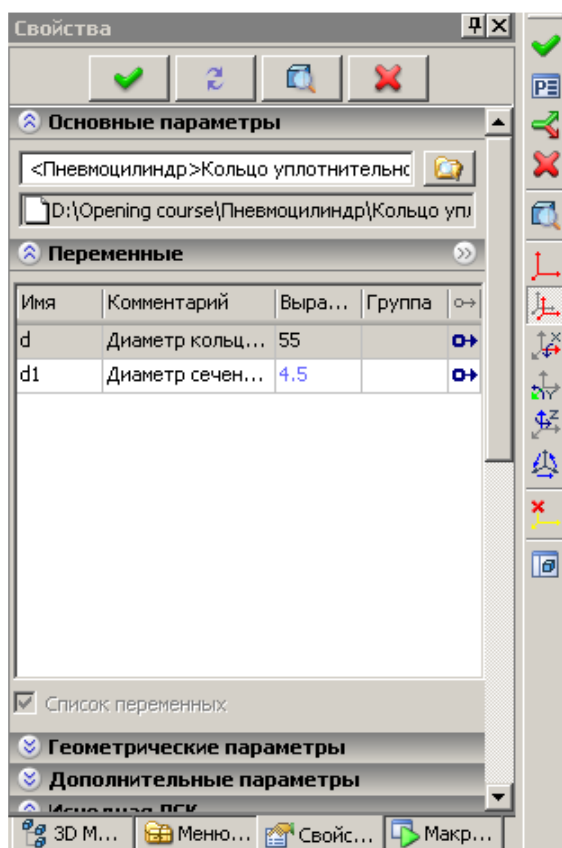
[Video\Part II \v10-04.exe](#)



10.6 Вставка фрагментов «Кольцо уплотнительное»

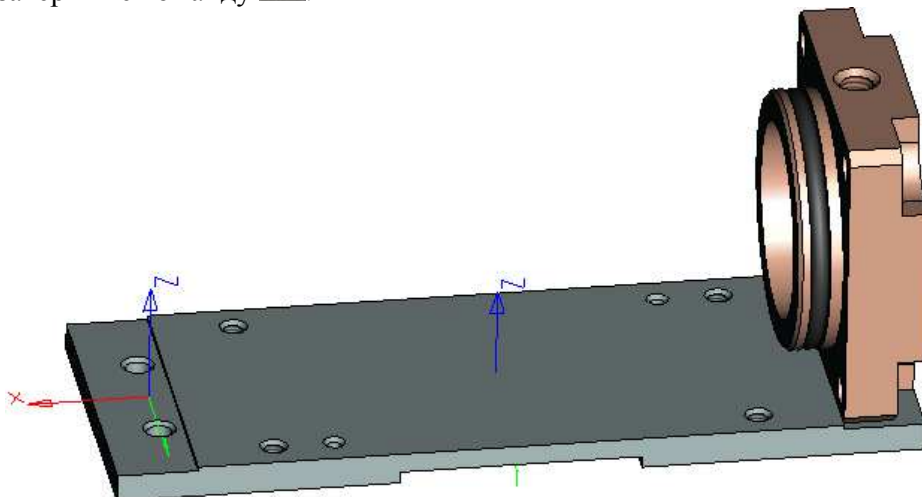
Вставим в сборку уплотнительные кольца. «Перетащите» файл «**Кольцо уплотнительное.grb**» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» в 3D окно. Для привязки фрагмента уплотнительного кольца используется 3D коннектор, ассоциированный с гранями канавки. Поэтому при указании курсором на соответствующую грань T-FLEX CAD выбирает и сам 3D коннектор. Так как фрагмент уплотнительного кольца для своей привязки использует 3D коннектор, то вызывать опцию для выбора исходной ЛСК не нужно. Выберите грань канавки на крышке, в которую будет помещено уплотнительное кольцо, щелкнув по грани .





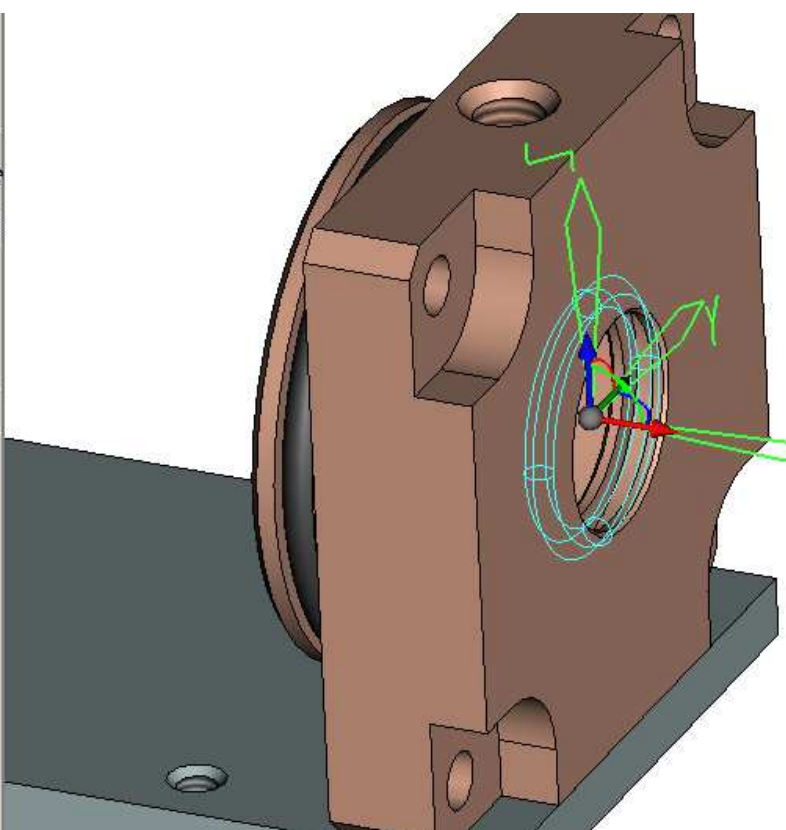
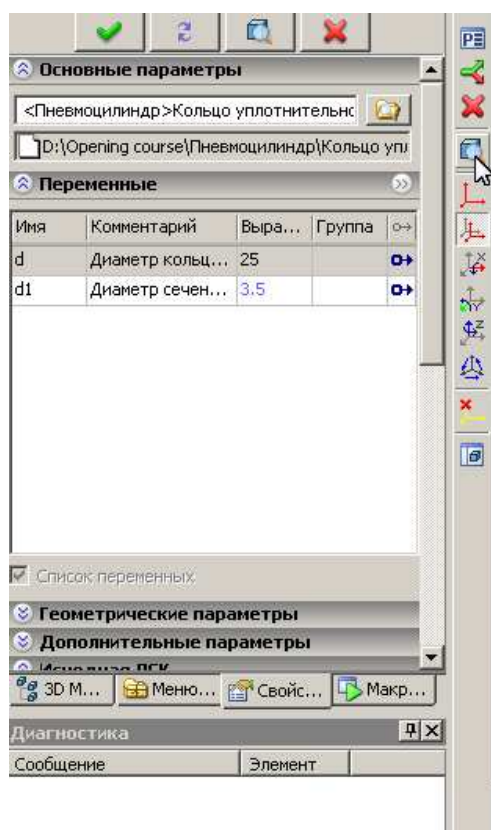
Фрагмент уплотнительного кольца содержит внешние переменные, но подставлять вместо значений этих переменных имена других переменных не нужно, так как используется 3D коннектор, который самостоятельно считывает соответствующие значения с фрагмента крышки. Обратите внимание на изображение небольшой стрелки у переменных фрагмента.






Убедитесь, запустив режим предварительного просмотра , что кольцо установлено правильно и завершите команду .




Для повтора операции вставки фрагмента предусмотрена соответствующая опция в Автоменю  (повторить предыдущий фрагмент). Выберите в Автоменю опцию  и вставьте в сборку еще один фрагмент уплотнительного кольца – в канавку для уплотнения подвижного соединения крышки и штока. Обратите внимание на свойства фрагмента в разделе «Переменные» - 3D коннектор автоматически подставил значения соответствующих переменных с фрагмента крышки.

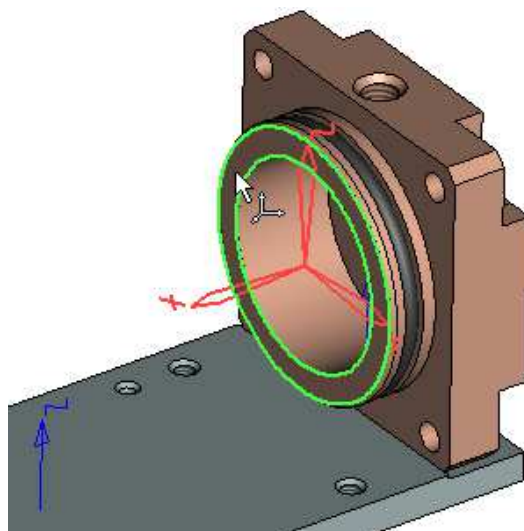


Сделайте предварительный просмотр , завершите ввод  и завершите команду . Сохраните файл сборки.

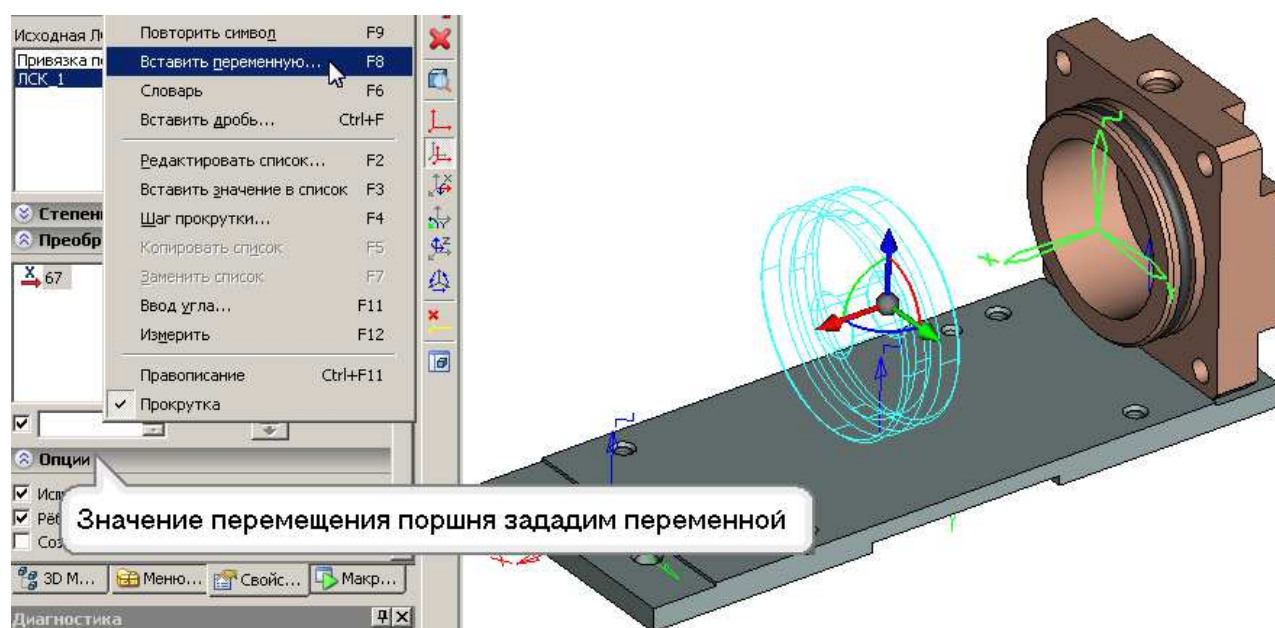
[Video\Part II \v10-05.exe](#)

10.7 Вставка фрагмента «Поршень»

Далее необходимо собрать узел поршня пневмоцилиндра. «Перетащите» файл «**Поршень.grb**» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» в 3D сцену. Для вставки фрагмента «Поршень» используется 3D коннектор, ассоциированный с торцевой поверхностью крышки. Для исходной ЛСК поршня предусмотрено перемещение по оси X. Выберите, щелкнув , торцевую грань крышки.



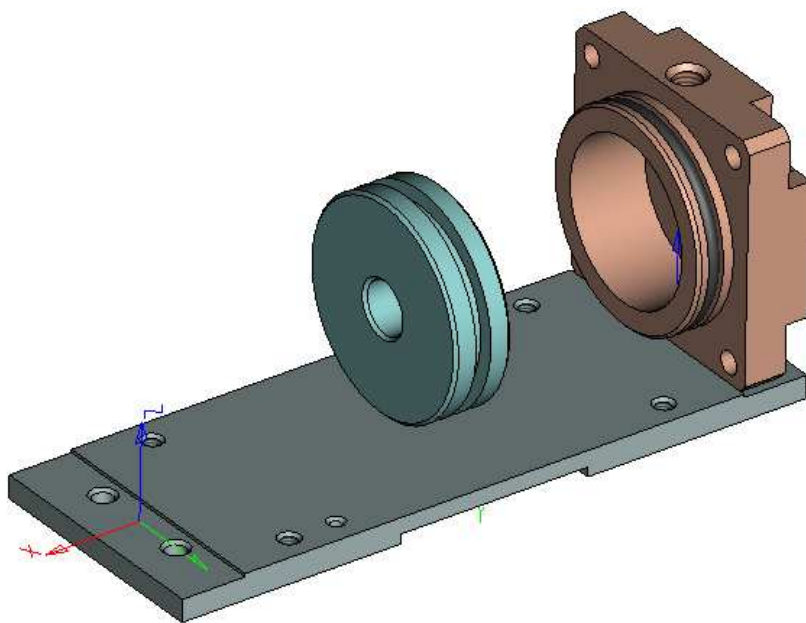
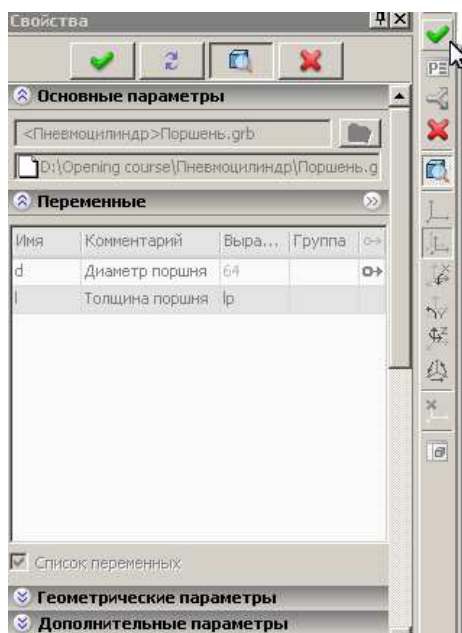
Появится реберное отображение поршня, которое нужно переместить вдоль плиты (по оси X) на некоторое расстояние, величину которого зададим переменной. В окне свойств фрагмента зайдите в раздел «Преобразования». Вы увидите список преобразований, состоящий из одной строки – перемещения по X. Выберите запись этого преобразования в списке. Под окном списка расположено поле для ввода значения перемещения фрагмента. Удалите числовое значение и вызовите контекстное меню, в котором выберите пункт **Вставить переменную**.



В появившемся окне выберите строчку с переменной «*lpx*» (смещение поршня по X) и нажмите «ОК».

Значение диаметра поршня «*d*» считывается с 3D коннектора крышки, а значение толщины «*l*» зададим переменной. В окне свойств фрагмента в разделе «Переменные» выберите

переменную «*l*» и в поле «Выражение» через пункт контекстного меню **Вставить переменную** вставьте переменную сборки «*lp*».





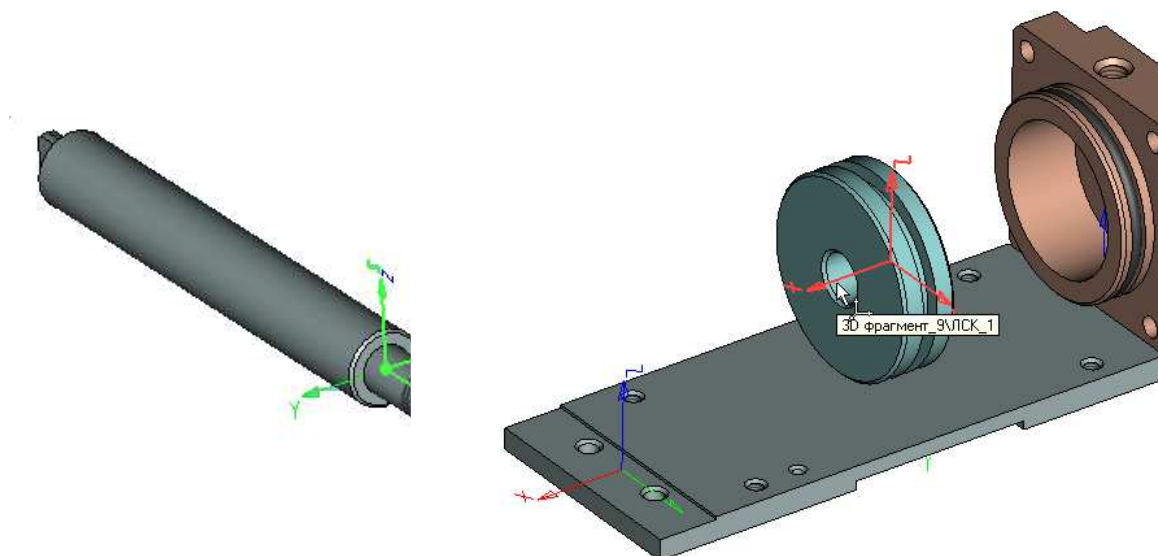
Запустите режим предварительного просмотра , завершите ввод  и сохраните файл сборки.





[Video\Part II \v10-06.exe](#)

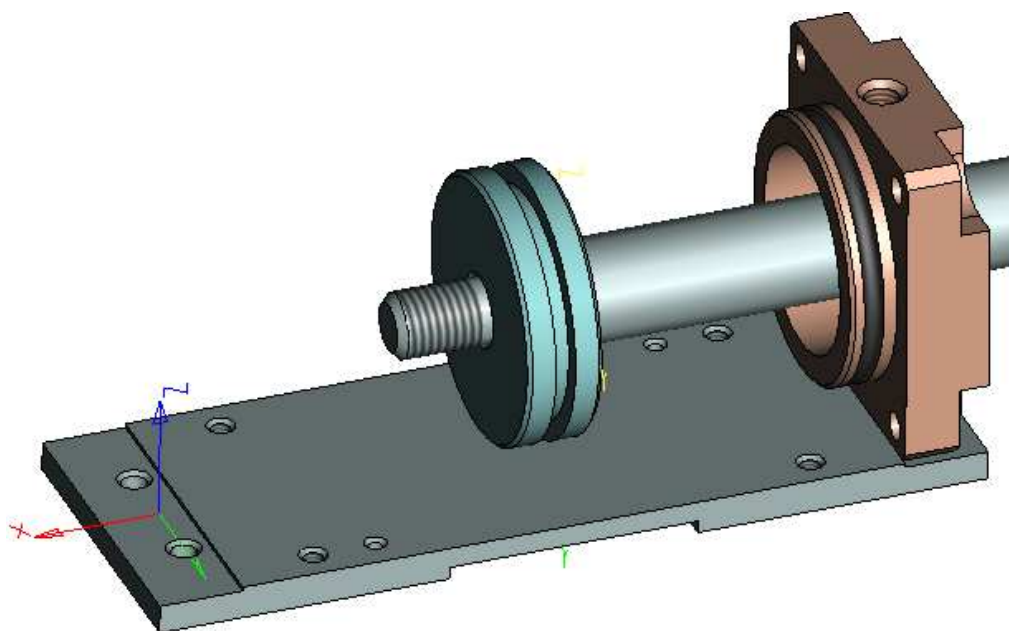
10.8 Вставка фрагмента «Шток»

Перетащите файл «Шток.grb» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» в 3D сцену. В окне свойств фрагмента в разделе «Переменные» вместо значения длины цилиндра ($lc = 160$) вставьте переменную сборки «lc».

В Автоменю нажмите . В качестве исходной ЛСК вам будет предложена единственная ЛСК «Привязка по умолчанию», т.к. для фрагмента «Шток» нами не была построена исходная ЛСК привязки. Выберите ее и нажмите . В качестве целевой укажите ЛСК на правом торце поршня.



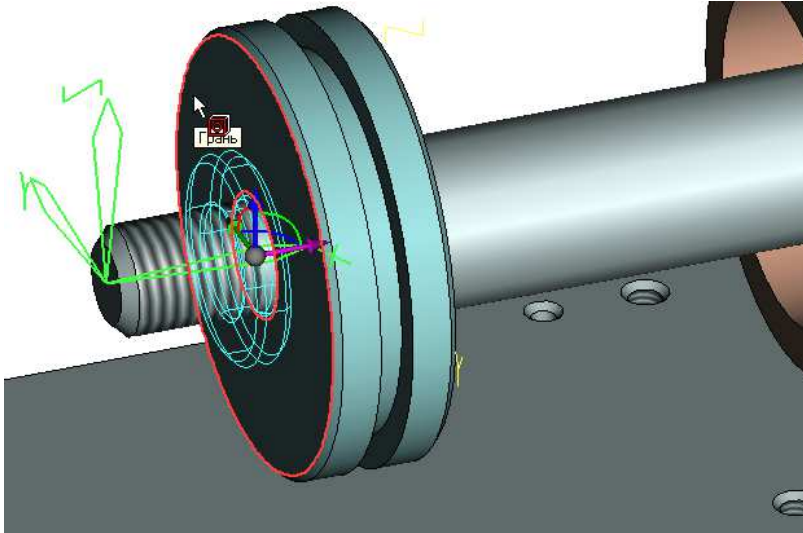
При вставке в сборку фрагмент штока необходимо развернуть на 180° по оси Z – . Запустите режим предварительного просмотра , закончите ввод  и выйдите из команды . Сохраните файл сборки.






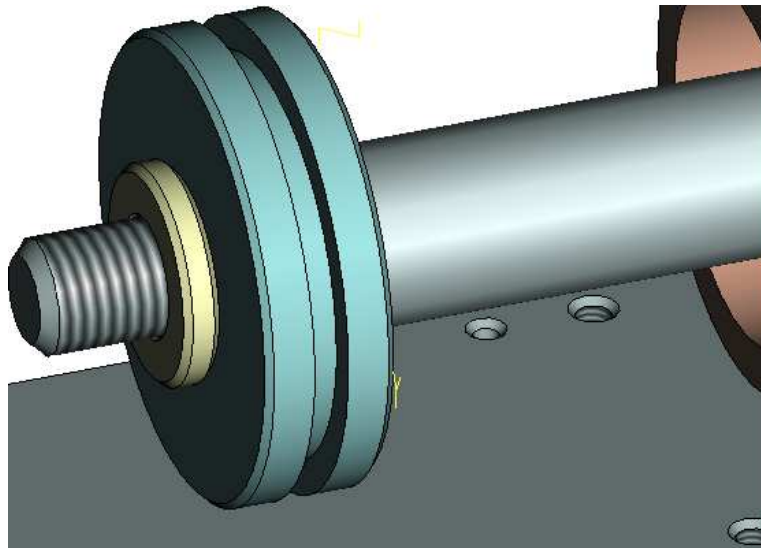
[Video\Part II \v10-07.exe](#)

10.9 Вставка фрагмента «Шайба»

Продолжим создание узла поршня. Перетащите файл «Шайба.grb» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» в 3D сцену. Выберите резьбовую поверхность штока, с которой ассоциирован 3D коннектор. Затем выберите грань поршня, ограничивающую перемещение шайбы по оси X коннектора (вдоль резьбы штока).



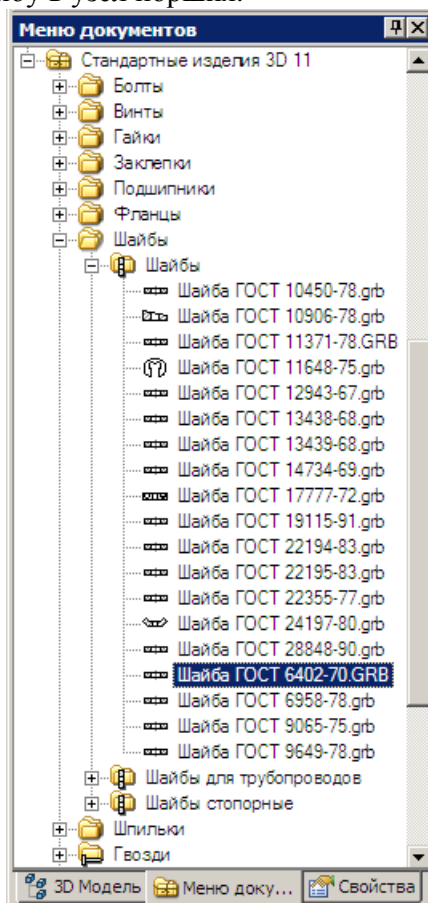
Обратите внимание на то, что числовое значение внутреннего диаметра шайбы « d » (в окне свойств фрагмента в разделе «Переменные») считано с 3D коннектора. Убедитесь, включив предварительный просмотр , что шайба вставлена правильно, и закончите ввод . Выйдите из команды . Сохраните файл сборки.



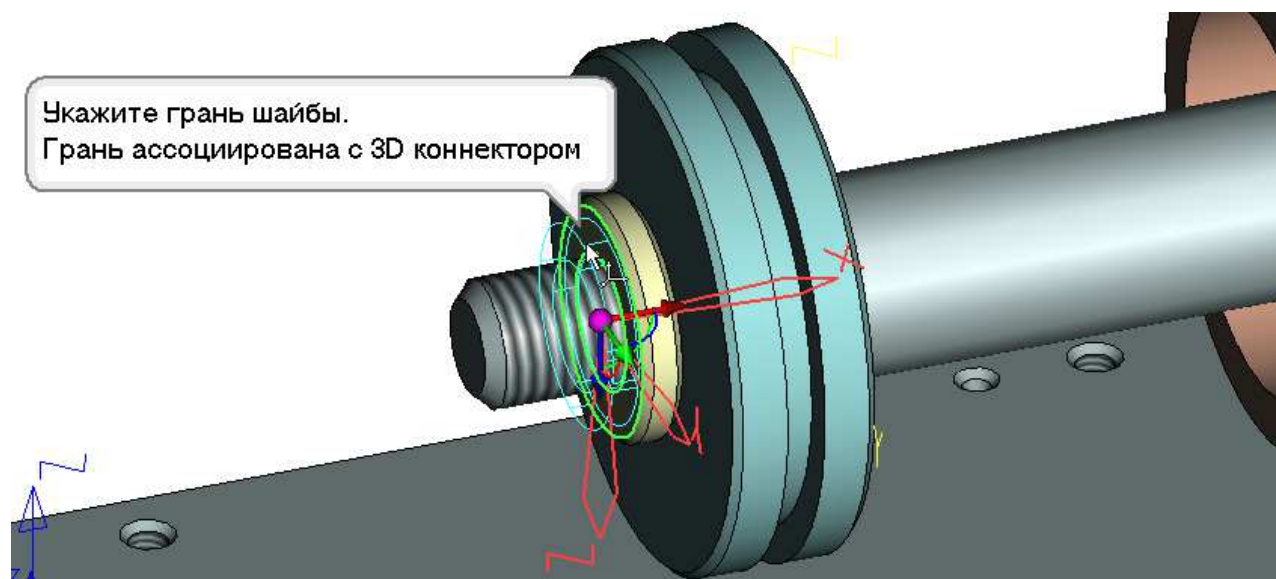
[Video\Part II \v10-08.exe](#)




10.10 Вставка крепежа поршня

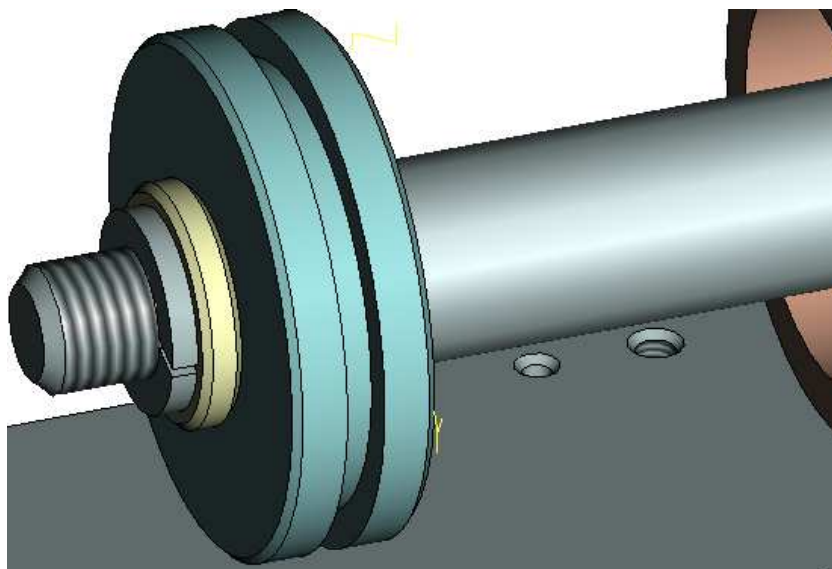
Теперь необходимо вставить 3D фрагменты стандартных изделий: пружинную шайбу и гайку. В T-FLEX CAD предусмотрены библиотеки стандартных элементов (см. главу 8, п. 8.2). Откройте в конфигурации «**Стандартные изделия**» библиотеку «**Шайбы**» и найдите в ней файл «**Шайба ГОСТ 6402-70.grb**». «Перетащите» этот файл из библиотеки в 3D сцену, чтобы добавить пружинную шайбу в узел поршня.






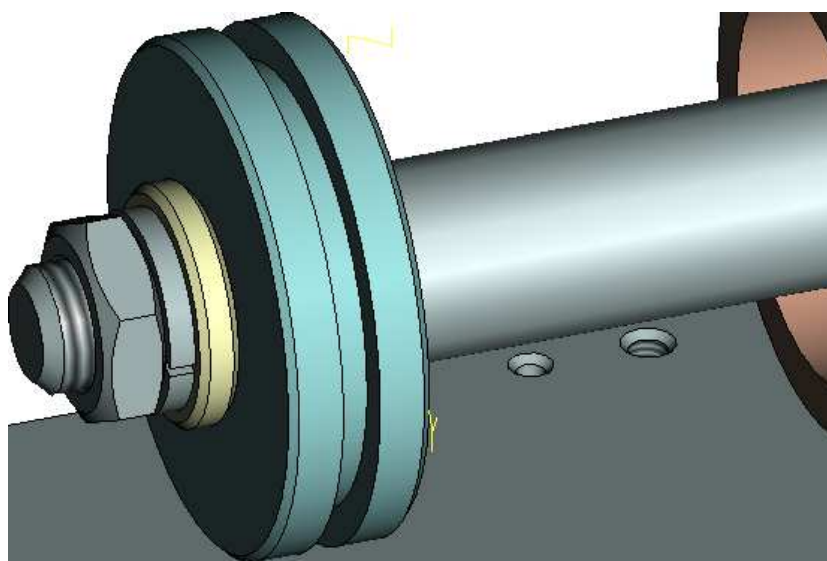
Для привязки пружинной шайбы укажите свободную грань шайбы, вставленной в сборку на предыдущем шаге.



Проверьте правильность вставки фрагмента , закончите ввод  и выйдите из команды .





В библиотеке «Гайки» той же конфигурации «Стандартные изделия» найдите файл «Гайка ГОСТ 5916-70.grb» (находится во вложенной библиотеке «Гайки уменьшенные») и «перетащите» его в 3D сцену. Укажите грань пружинной шайбы. Грань ассоциирована с 3D коннектором. Убедитесь, что гайка вставлена правильно, нажав предварительный просмотр . Закончите ввод , выйдите из команды  и сохраните файл сборки.

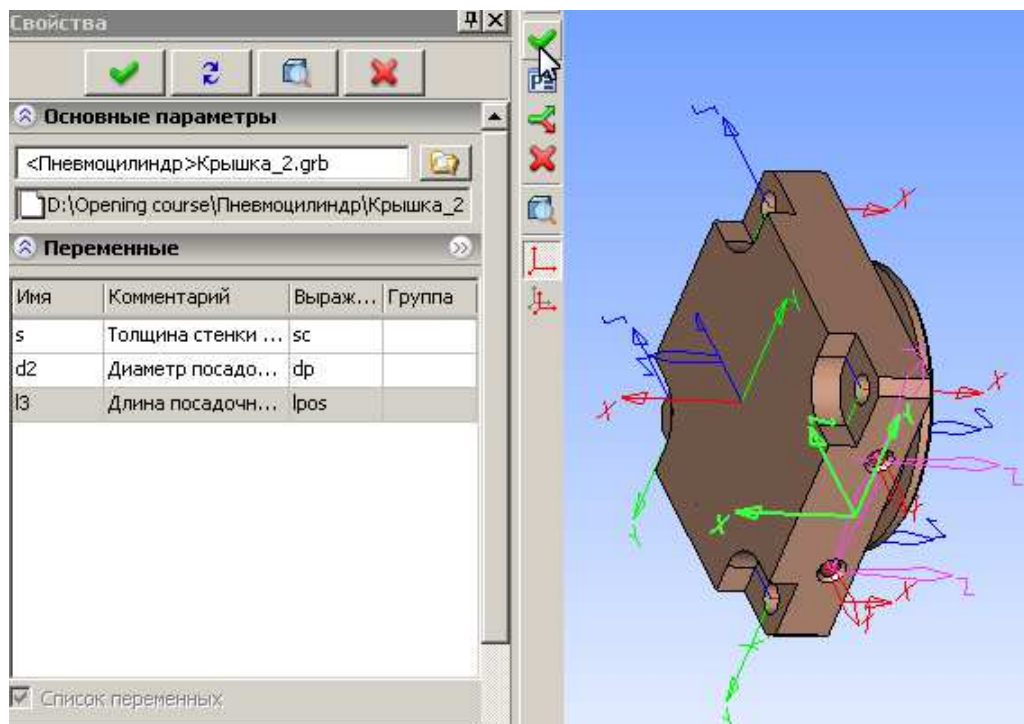


[Video\Part II \v10-09.exe](#)

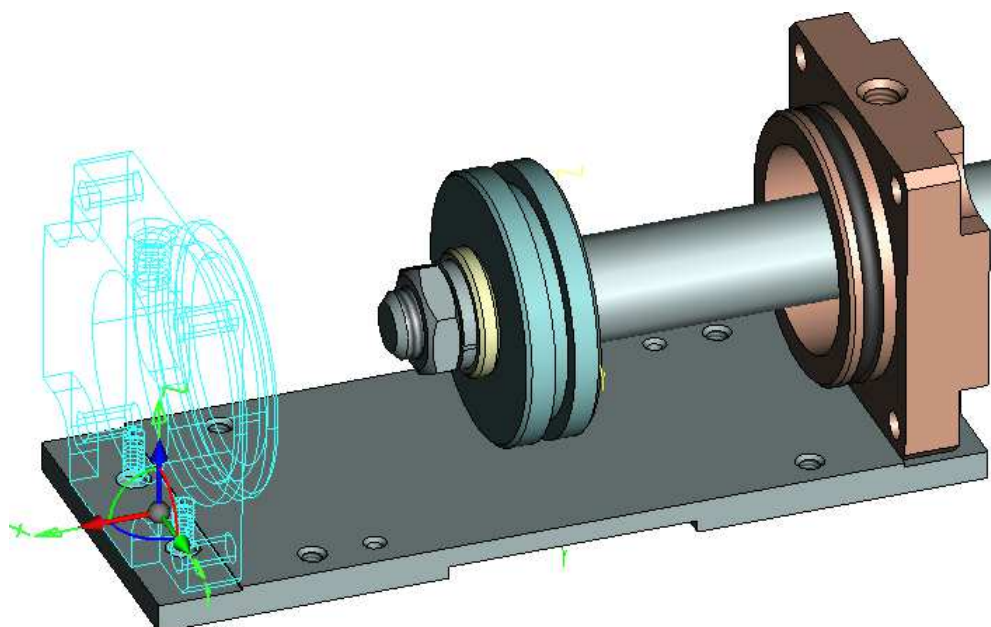
10.11 Вставка фрагмента «Крышка_2» и уплотнительных колец


«Перетащите» файл «Крышка_2.grb» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» в 3D сцену. Для каждой переменной фрагмента в окне свойств в разделе **Переменные** замените числовые значения полей «Выражение» на переменные сборки. Для «s» (толщина стенки цилиндра) подставьте переменную сборки «sc», для «d2» (диаметр посадочного) – переменную сборки «dp», а для «l3» (длина посадочного) – «lpos».

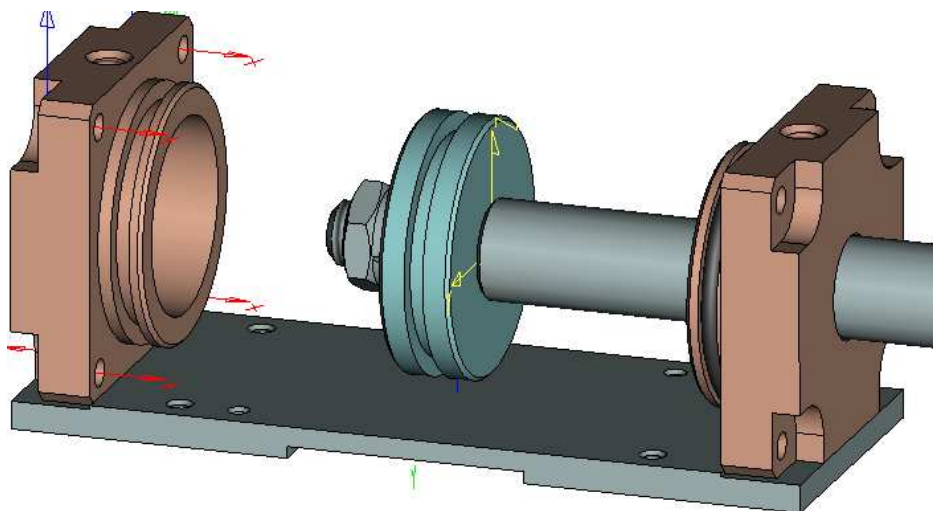
Выберите в Автоменю опцию  и в качестве исходной выберите ЛСК, расположенную посередине нижней поверхности крышки (ЛСК_6, см. рис.). Закончите выбор .



В качестве целевой ЛСК (опция Автоменю ) выберите ЛСК в левой части плиты.

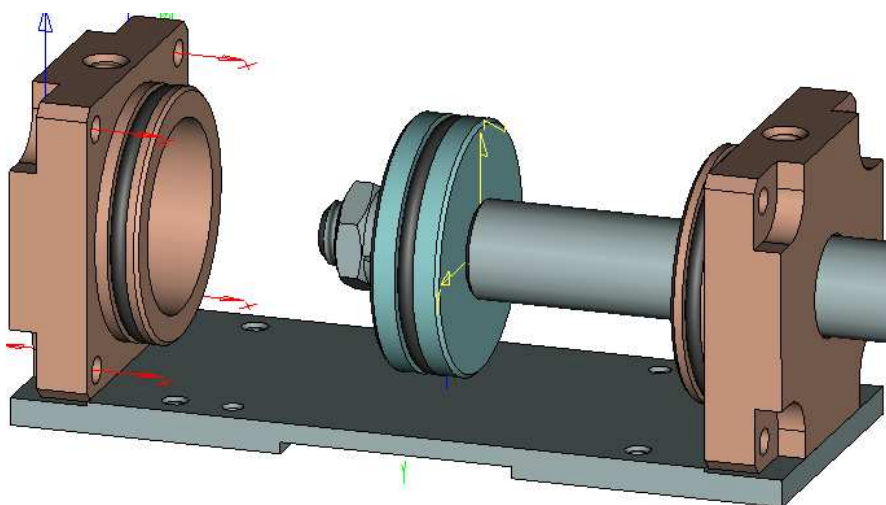


В предварительном просмотре убедитесь, что крышка занимает правильное положение, и завершите команду . Выйдите из команды и сохраните файл сборки.



[Video\Part II \v10-10.exe](#)

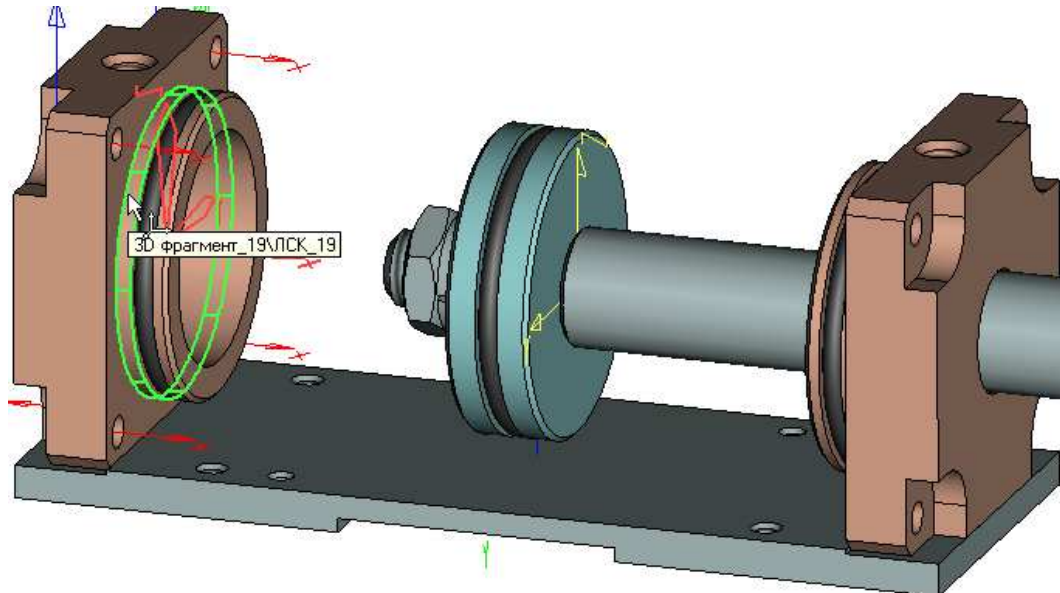
Самостоятельно «установите» в сборке уплотнительные кольца на поршень и на вставленную только что крышку, как это было выполнено для «Крышки_1». Сохраните файл сборки.



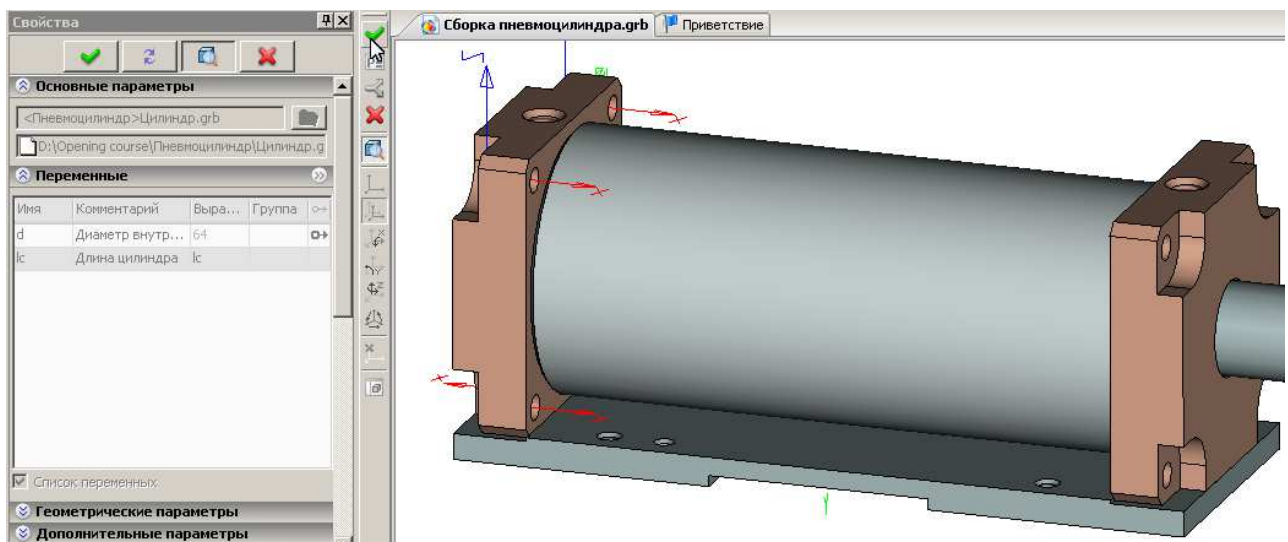
[Video\Part II \v10-11.exe](#)



10.12 Вставка фрагмента «Цилиндр»

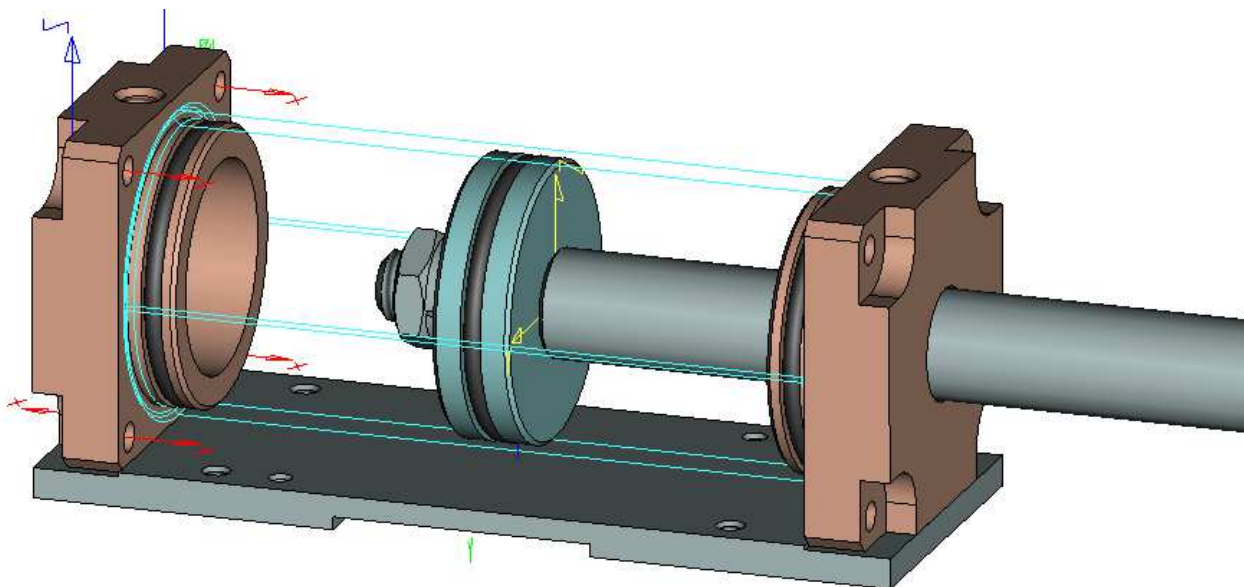
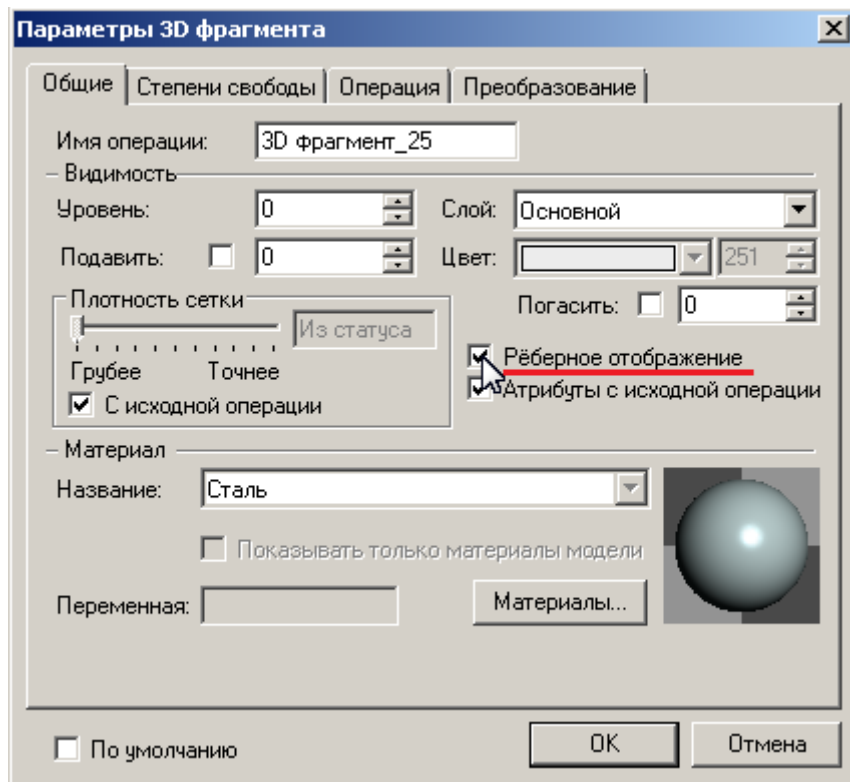
«Перетащите» файл «**Цилиндр.grb**» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» в 3D сцену. Укажите посадочную поверхность крышки. С этой поверхностью ассоциирован 3D коннектор.



Для вставляемого фрагмента в окне свойств в разделе **Переменные** подставьте вместо значения длины цилиндра « $lc=160$ » переменную сборки « lc ». Запустите команду предварительного просмотра, закончите выбор и выйдите из команды.





Вставленный фрагмент цилиндра «закрывает» внутренние детали пневмоцилиндра, что неудобно для работы с 3D сборкой. Поэтому для фрагмента «Цилиндр» установим режим реберного отображения. Убедитесь в том, что в селекторе нажата кнопка выбора операций . Затем щелкните * по цилиндру и в появившемся контекстном меню выберите пункт «Свойства». В открывшемся окне свойств на вкладке «Общие» установите флажок для опции «**Реберное отображение**» и нажмите «ОК».

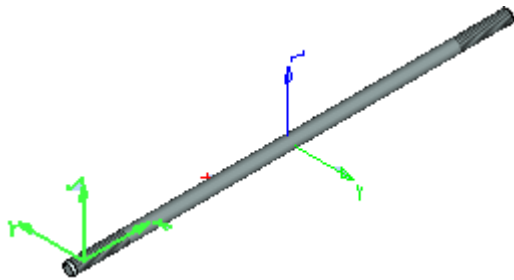




Сохраните файл сборки.

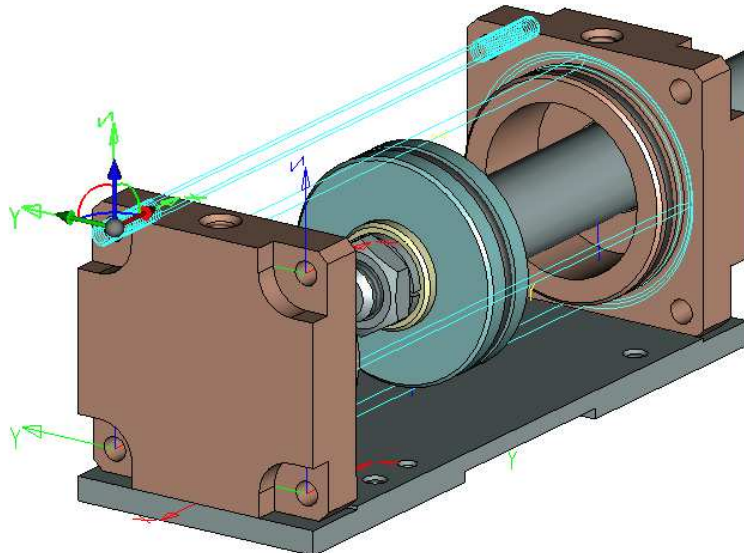
[Video\Part II \v10-12.exe](#)


10.13 Вставка фрагментов «Стяжка»

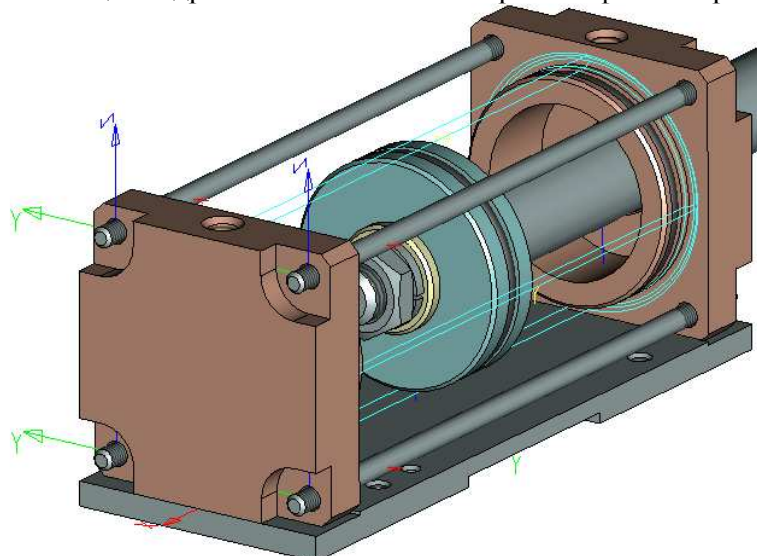
Следующим шагом будет «установка» стяжек пневмоцилиндра. «Перетащите» файл «Стяжка.grb» из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр в 3D сцену. В окне свойств фрагмента в разделе **Переменные** подставьте вместо значения длины цилиндра « $lc=160$ » переменную сборки « lc ». Запустите в Автоменю команду выбора исходной ЛСК . Убедитесь в том, что исходная ЛСК_0 выбрана системой (выделена зеленым цветом) автоматически. Завершите команду выбора исходной ЛСК .



Далее выберите ЛСК в одном из отверстий левой крышки (автоматически должна быть выбрана опция , сделайте предварительный просмотр, закончите ввод , но не выходите из команды.



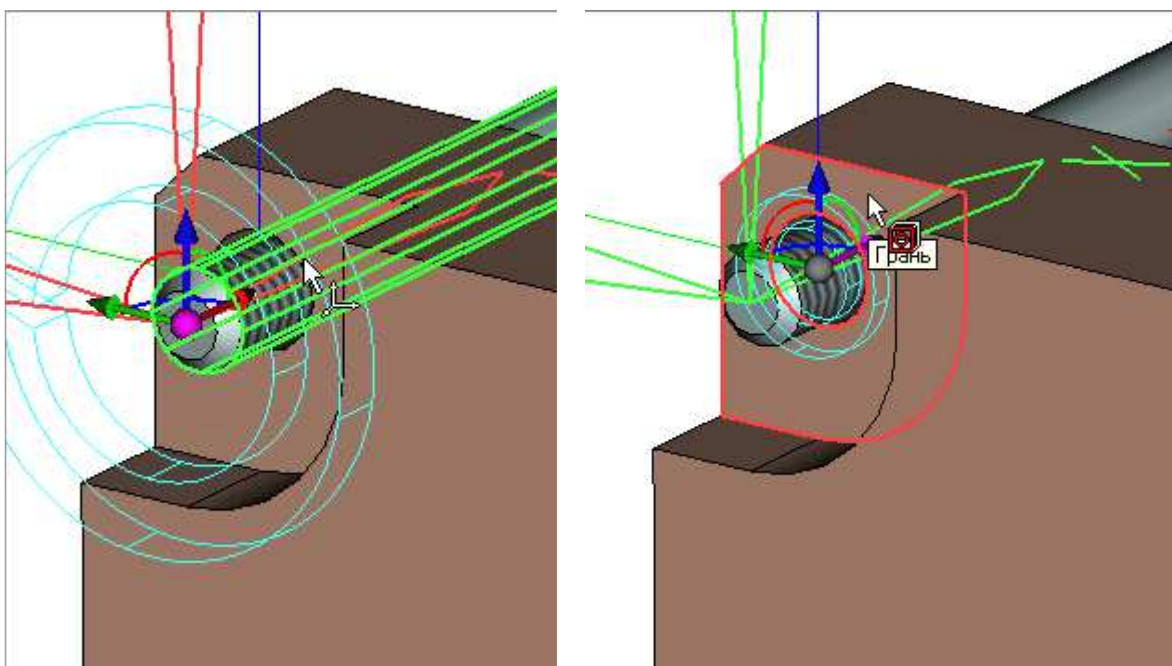
Воспользуйтесь еще одним режимом повторной вставки фрагментов в Автоменю –  (бесконечный повтор вставки 3D фрагмента) и «установите» еще три стяжки в оставшиеся отверстия крышки пневмоцилиндра самостоятельно. Сохраните файл сборки.



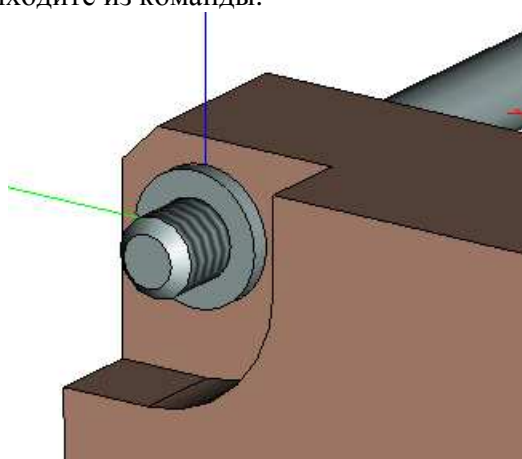
10.14 Вставка фрагментов крепежа стяжек

Далее в 3D сборку необходимо вставить фрагменты крепежа стяжек. Фрагменты крепежа для стяжек имеют сравнительно небольшой размер, поэтому выполним некоторую настройку селектора, а именно разрешим выбор только граней. Для этого в селекторе первоначально отмените выбор элементов всех типов , а затем нажмите - выбор граней.

В библиотеке «Шайбы» конфигурации «Стандартные изделия» найдите файл «Шайба ГОСТ 6402-70.grb» и «перетащите» его в 3D сцену. Для привязки крепежа используются 3D коннекторы, ассоциированные с резьбовой поверхностью стяжек. Выберите резьбовую поверхность стяжки для того, чтобы шайба привязалась, а затем грань крышки - для ограничения перемещения шайбы вдоль оси стяжки.



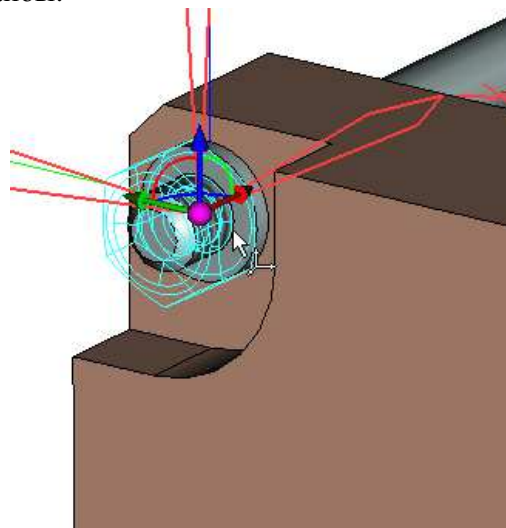
В предварительном просмотре убедитесь, что шайба занимает правильное положение, и закончите ввод , но не выходите из команды.




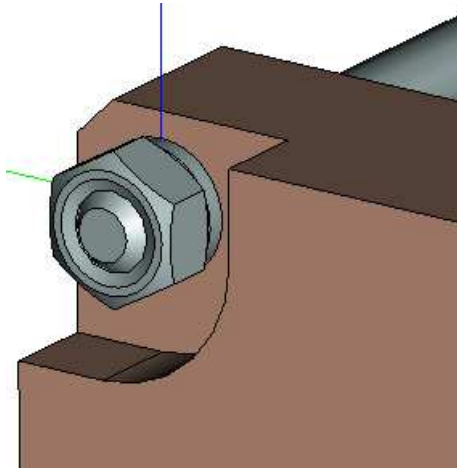
С помощью команды «бесконечного повтора вставки 3D фрагмента» выполните вставку фрагментов оставшихся семи шайб (для обеих крышек) самостоятельно.


В библиотеке «Гайки» конфигурации «Стандартные изделия» найдите файл «Гайка ГОСТ 5915-70.grb» (находится во вложенной библиотеке

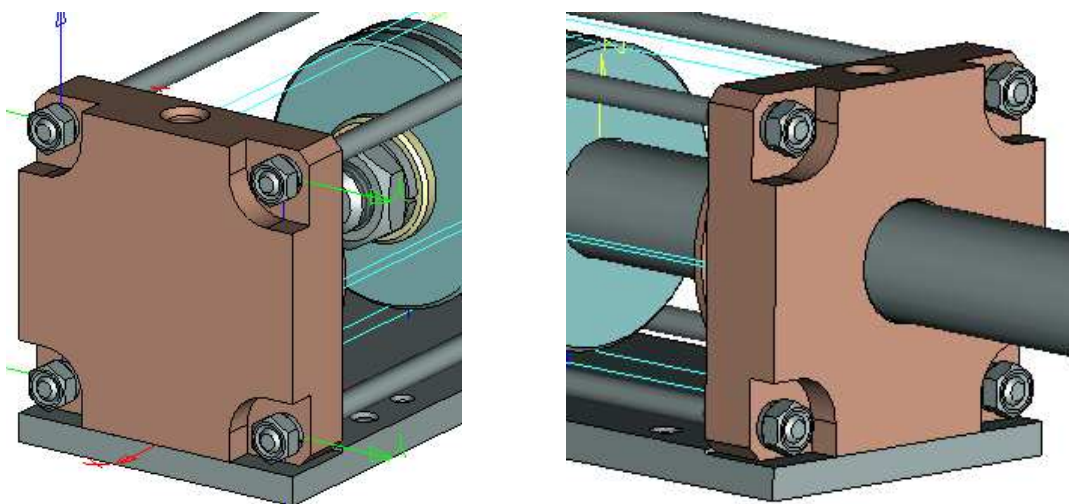
«Гайки нормальные») и «перетащите» его в 3D сцену. Для привязки гайки достаточно выбрать свободную грань шайбы.



В предварительном просмотре убедитесь, что шайба занимает правильное положение, и закончите ввод , но не выходите из команды.







С помощью команды «бесконечного повтора вставки 3D фрагмента»  выполните вставку фрагментов оставшихся семи гаек (для обеих крышек) самостоятельно. Сохраните файл сборки.

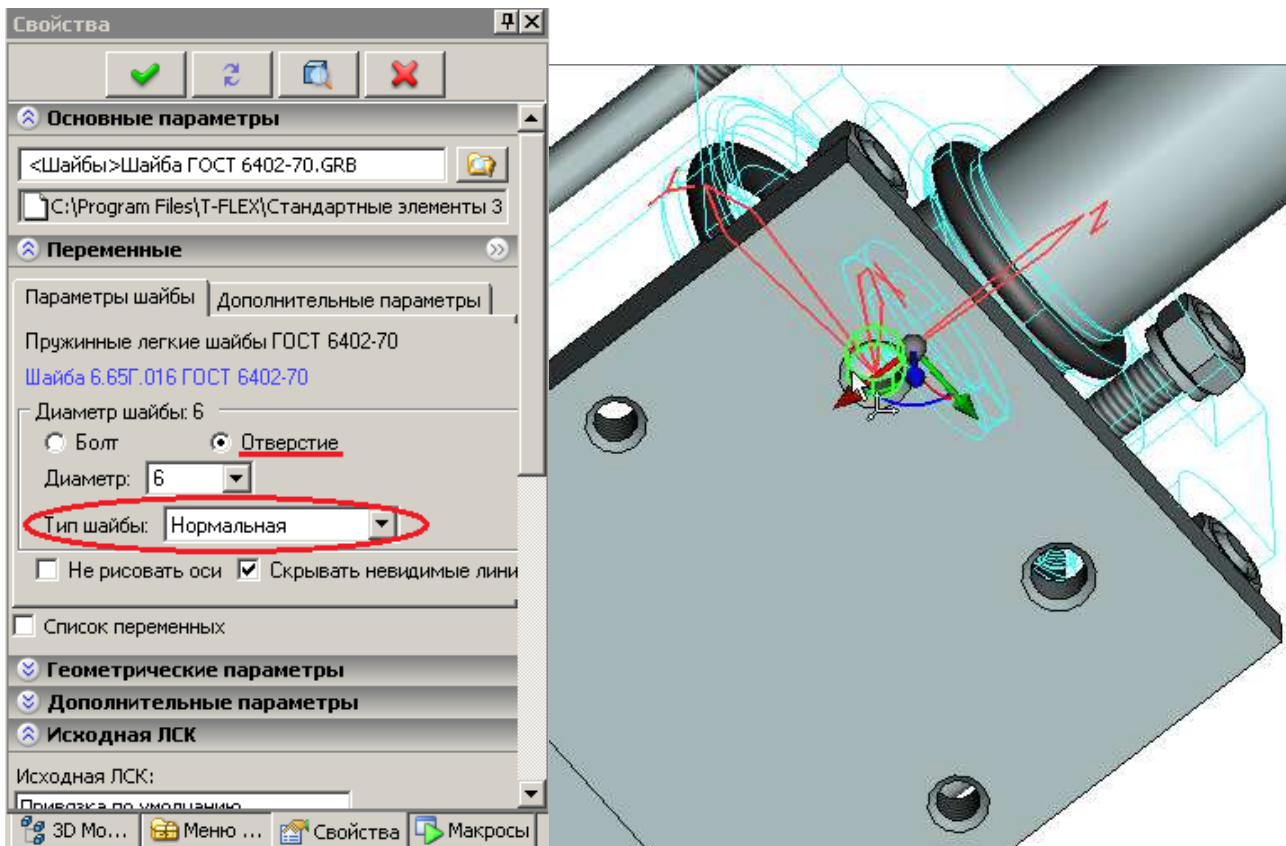


Video\Part II \v10-14.exe

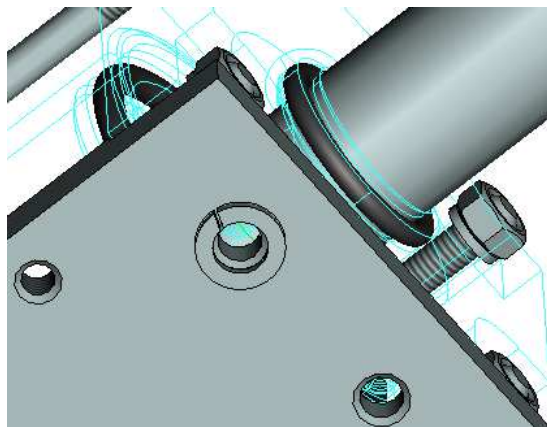
10.15 Вставка фрагментов крепежа крышек

В селекторе отключите режим выбора граней  и включите режим выбора операций . Для крепления к плите в обеих крышках предусмотрены глухие резьбовые отверстия. Для того чтобы контролировать процесс вставки болтов, включим режим реберного отображения крышки. Щелкните * по крышке и в появившемся контекстном меню выберите пункт «Свойства». В открывшемся окне свойств на вкладке «Общие» установите флажок в поле «Реберное отображение» и нажмите «ОК».

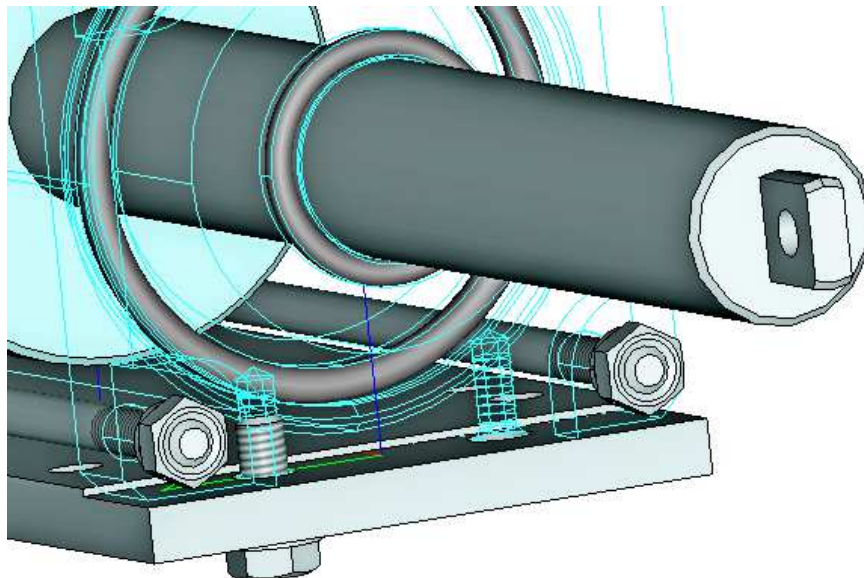
В библиотеке «Шайбы» конфигурации «Стандартные изделия» найдите файл «Шайба ГОСТ 6402-70.grb» и «перетащите» его в 3D сцену. В окне свойств вставляемого фрагмента в разделе **Переменные** на вкладке «Параметры шайбы» установите переключатель на «Отверстие». Далее укажите * отверстие в плите для крепления крышки.




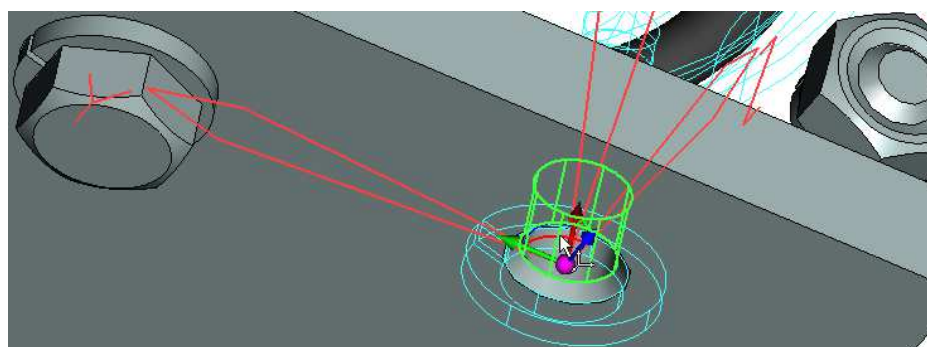
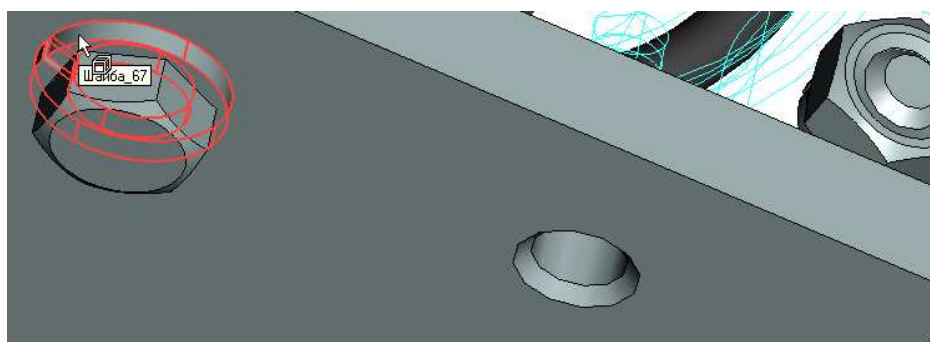
Запустите команду предварительного просмотра, завершите ввод и выйдите из команды.





Теперь необходимо вставить в сборку фрагмент болта. В конфигурации «Стандартные изделия» в библиотеке «Болты нормальные» и вложенной папке «Болты» T-FLEX CAD найдите файл «Болт ГОСТ 7798-70.grb» и перетащите его в 3D сцену. В качестве условия привязки укажите грань вставленной до этого пружинной шайбы. В окне свойств вставляемого фрагмента в разделе **Переменные** на вкладке «Параметры болта» в выпадающем списке выберите длину болта «16». Запустите команду предварительного просмотра и завершите ввод, но не выходите из команды.

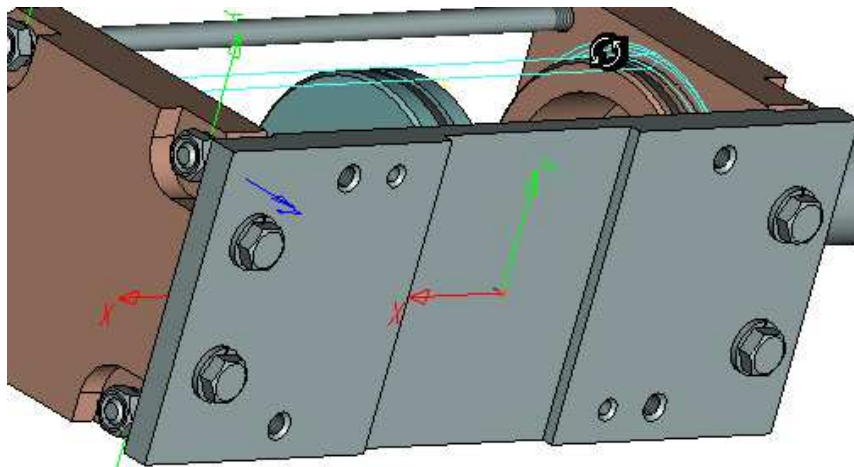


В программе предусмотрен еще один режим вставки фрагментов, который позволяет повторить вставку выбранного фрагмента. Вы можете вызвать этот режим, находясь в команде вставки 3D фрагмента (**Операции\3D фрагмент**). Нажмите в Автоменю  - «выбрать исходный 2D или 3D фрагмент», чтобы повторить его вставку с теми же параметрами, затем укажите в 3D сцене фрагмент пружинной шайбы под болт для крепления крышки к плите и повторите вставку шайбы для второго крепежного отверстия в плите.

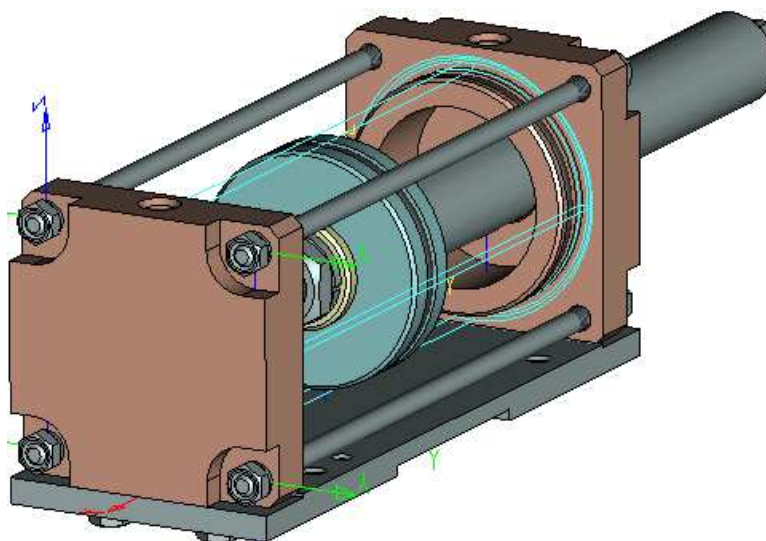


Запустите команду предварительного просмотра, завершите ввод, но не выходите из команды. Нажмите в Автоменю , выберите в 3D сцене болт и вставьте его в сборку, указав грань последней вставленной шайбы. Аналогичным образом самостоятельно выполните вставку пружинных шайб и болтов, которыми крепится к плите вторая крышка.



Отключите режим реберного отображения крышки. Щелкните  по крышке и в появившемся контекстном меню выберите пункт «Свойства». В открывшемся окне свойств на вкладке «Общие» снимите флажок в поле «**Реберное отображение**» и нажмите «ОК»

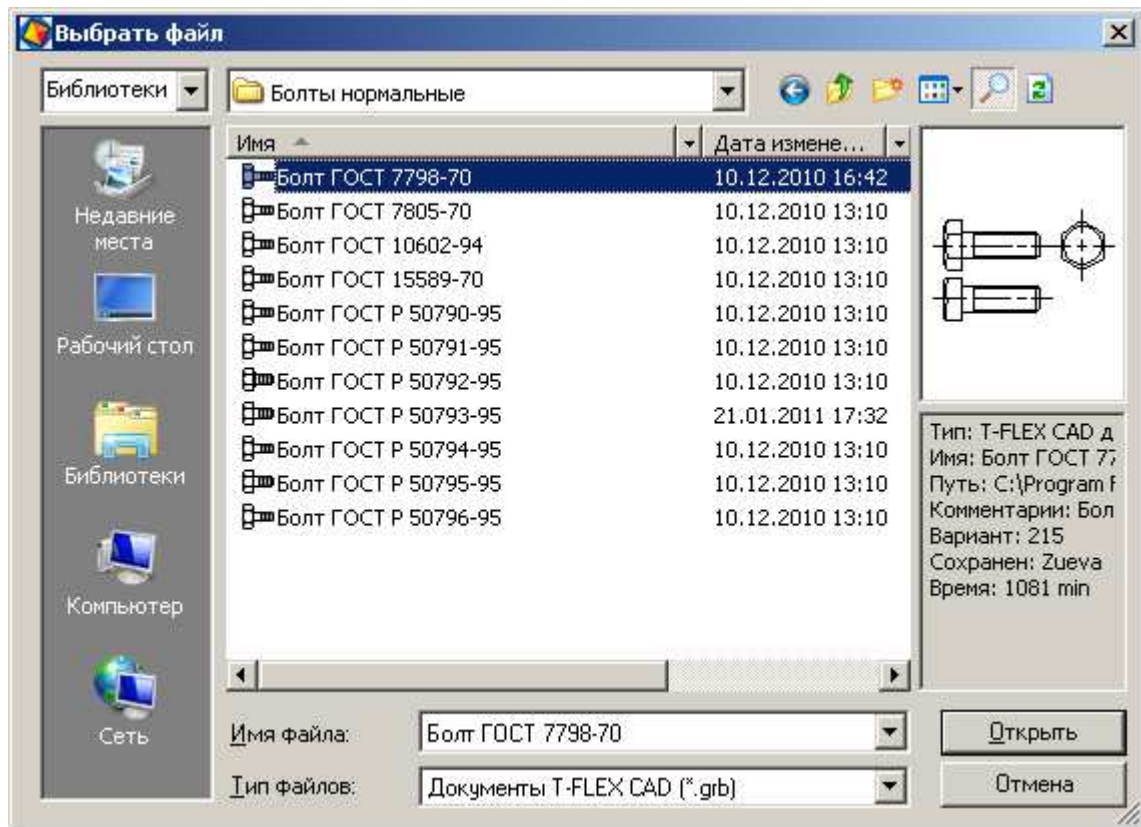


Так должна выглядеть сборка пневмоцилиндра.



[Video\Part II \v10-15.exe](#)

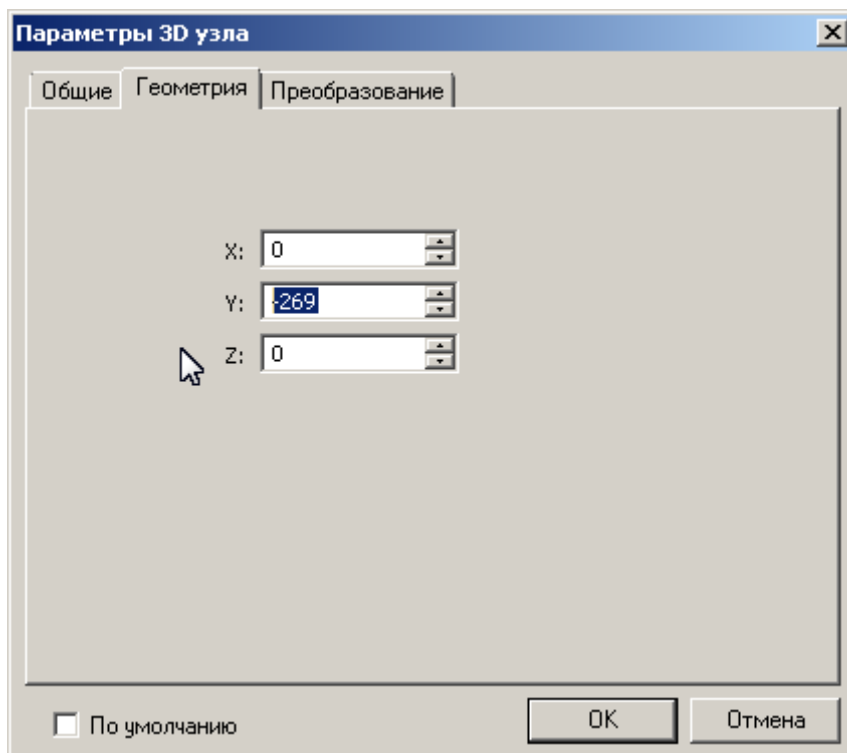
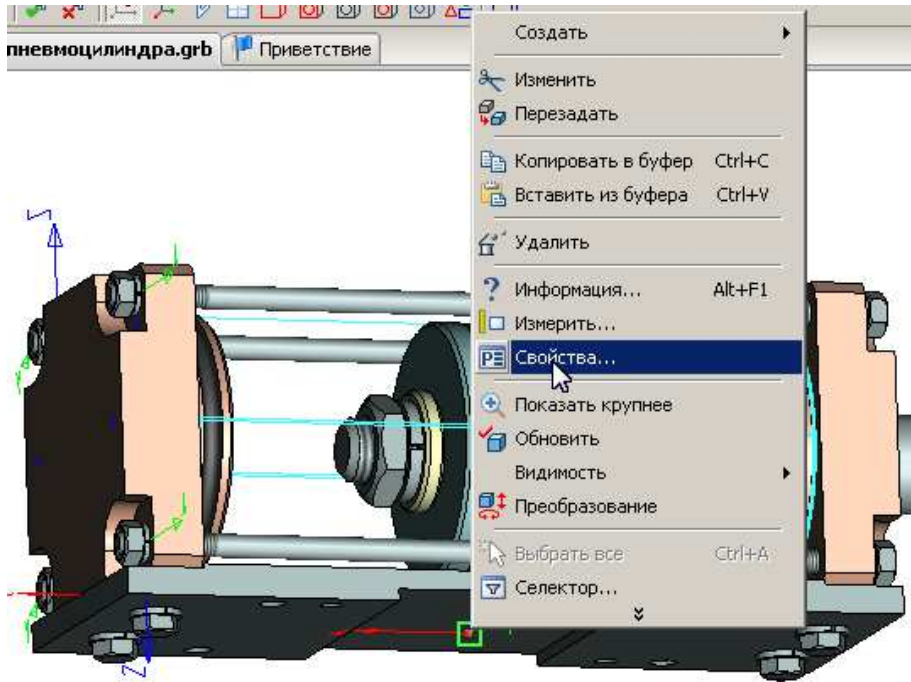
Вставку фрагментов мы осуществляли «перетаскиванием» последних из дерева конфигураций библиотек в 3D сцену. По сути программа в «прозрачном режиме» запускала команду «3D фрагмент». В своей работе с T-FLEX CAD вам иногда придется непосредственно вызывать команду «3D фрагмент» из меню **Операции\3D фрагмент** или из панели инструментов кнопкой . Затем, находясь в команде «3D фрагмент», вы можете, нажав в Автоменю кнопку , выбрать фрагмент для вставки, указав его в каталоге или в библиотеке.






В следующих главах учебника будет описано использование переменных для параметрического редактирования сборки, получение проекций детализованных чертежей и сборки (в т.ч. разрезов, включая местные), спецификации.

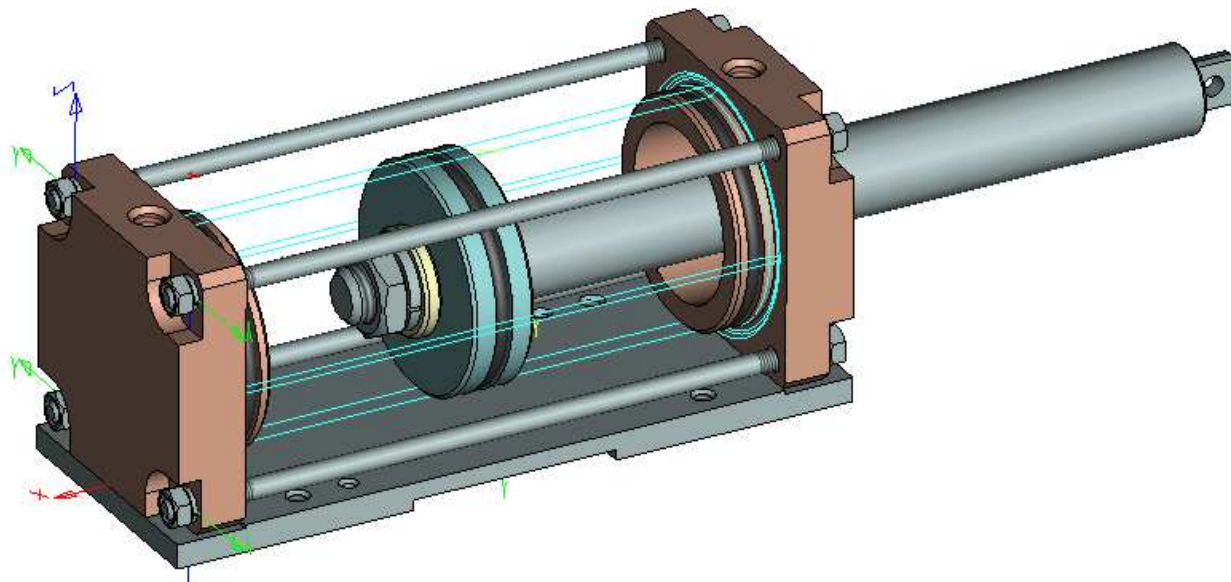
10.16 Завершение создания параметрической 3D сборки.

Как вы помните, перед вставкой фрагментов 3D узел, на основе которого построена основная ЛСК сборки, был перемещен по оси Y. Теперь необходимо выполнить обратные действия — переместить 3D узел в точку с координатами «0, 0, 0». Вначале в селекторе отключите привязку «Выбор операций» и активизируйте «Выбор 3D узлов» . Затем вызовите контекстное меню, щелкнув на 3D узле, расположенном на нижней грани плиты, и выберете пункт меню «Свойства...». В открывшемся окне параметров измените значение координаты Y на 0 и нажмите «ОК».

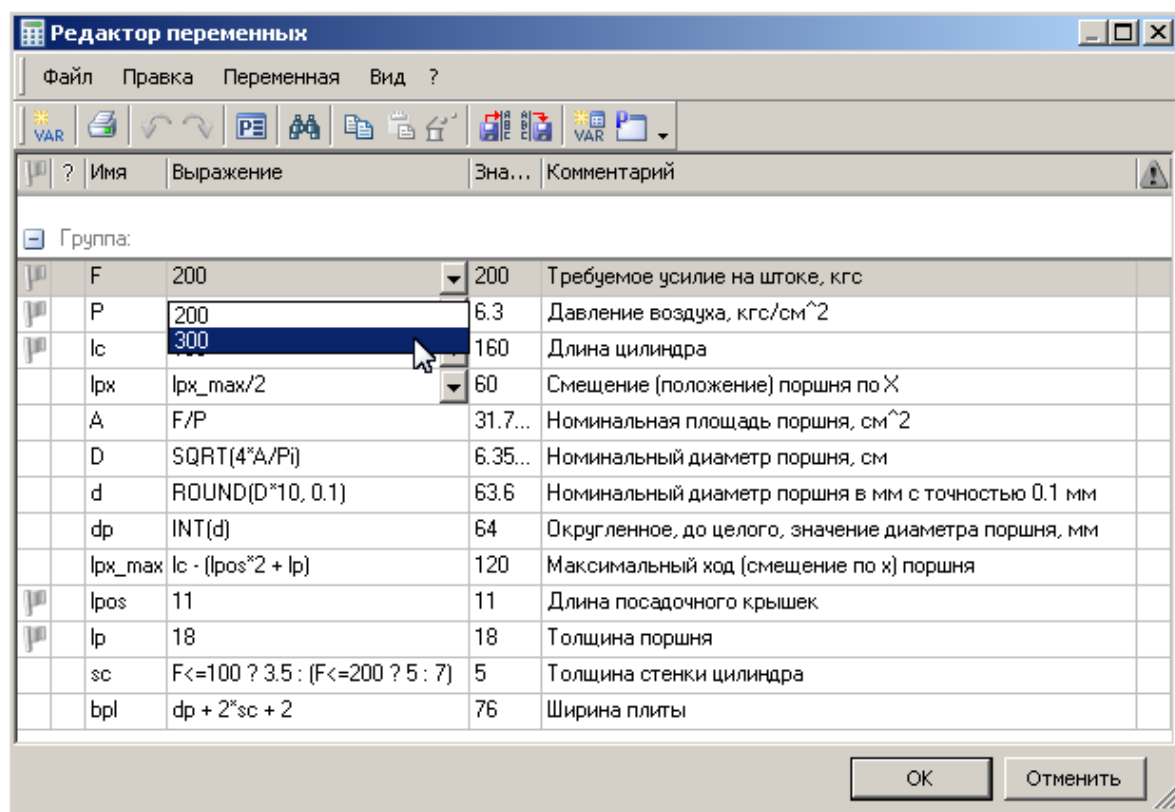



Сборка заняла в 3D сцене новое положение. На боковой панели инструментов нажмите во всплывающем меню на пиктограмму  «погасить элементы построения». Чтобы появилось всплывающее меню, нажмите и не менее секунды удерживайте  на пиктограмме , помеченной черным треугольником.

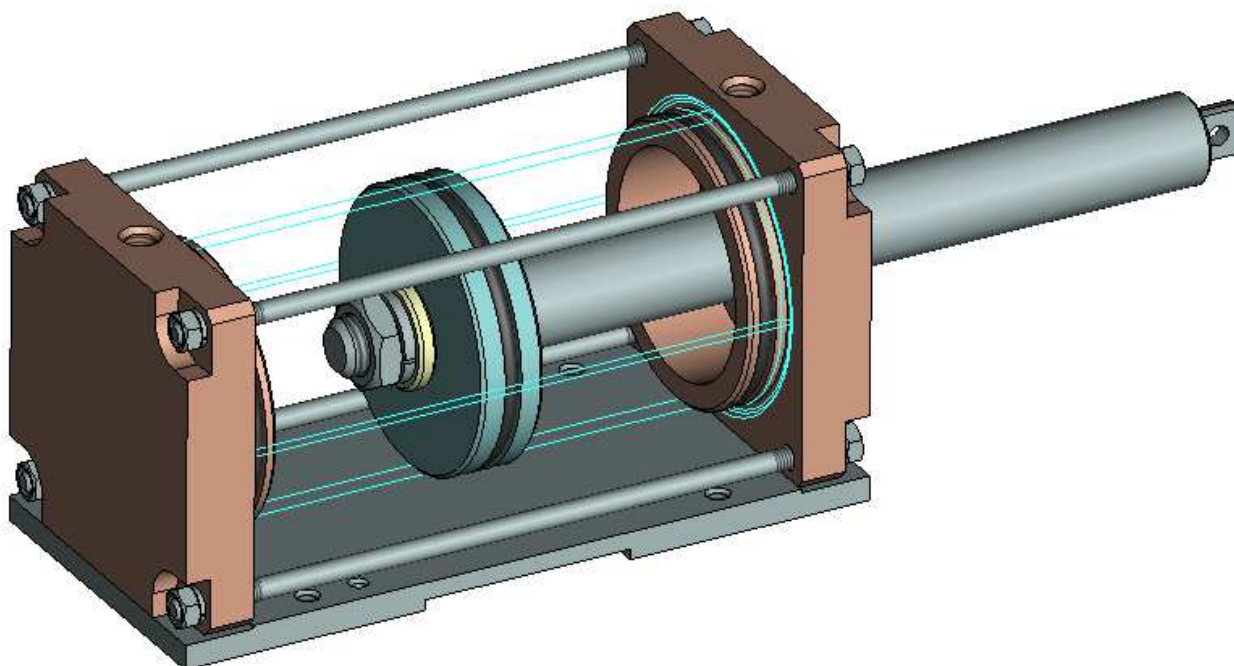
Теперь проверим, как перестраивается геометрия пневмоцилиндра при изменении значений переменных в редакторе переменных сборки.






Откройте редактор переменных сборки. Измените значение переменной « F » (требуемое усилие на штоке) в выпадающем списке с «200» на «300» и, сохранив изменения, закройте окно редактора.



Выполните **Сервис\Обновить** . Система пересчитает размеры деталей пневмоцилиндра, поскольку они связаны уравнениями с переменной « F ».



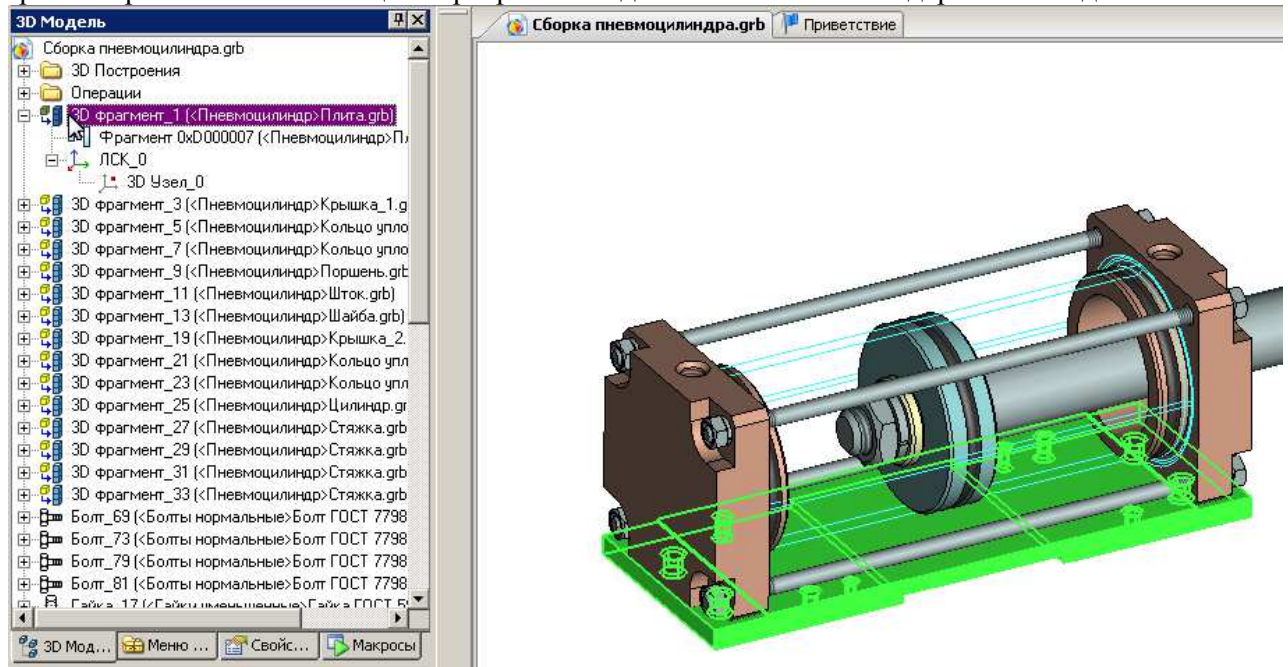
Снова откройте редактор переменных и аналогичным образом поменяйте значение переменной « lc » (длина цилиндра) на «200». После обновления  сборка вновь изменится. Далее установите в редакторе переменных для переменной « lpx » (смещение поршня по X) в выпадающем списке максимальное значение. После обновления  сборки поршень пневмоцилиндра займет новое положение.

Для всех переменных установите прежние значения и обновите  сборку.

[Video\Part II \v10-16.exe](#)

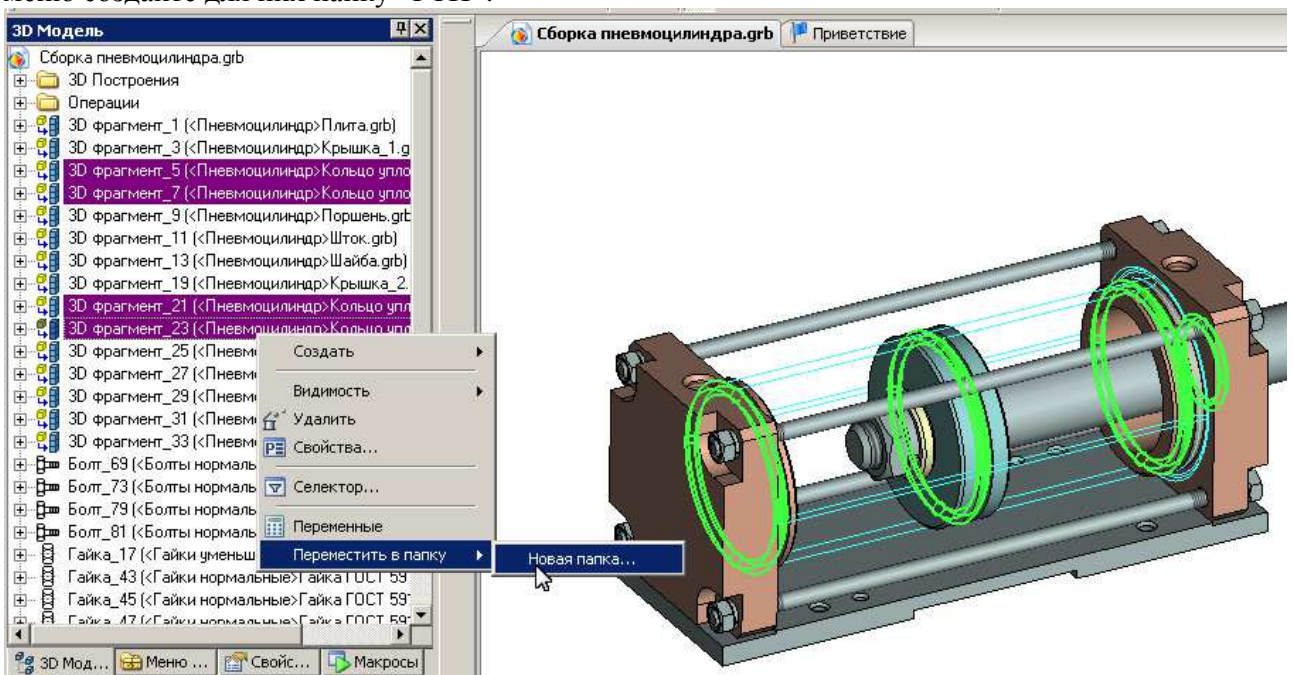
10.17 Управление фрагментами в дереве 3D модели

«История привязки» 3D элементов представлена в дереве 3D модели. Например, фрагмент «Плита» привязан к ЛСК_0, а ЛСК_0, в свою очередь, построена на основе 3D узла. При выборе курсором элемента дерева T-FLEX CAD отобразит этот элемент в 3D сцене цветом. И наоборот, при выборе элемента в 3D сцене программа выделит этот элемент в дереве 3D модели.

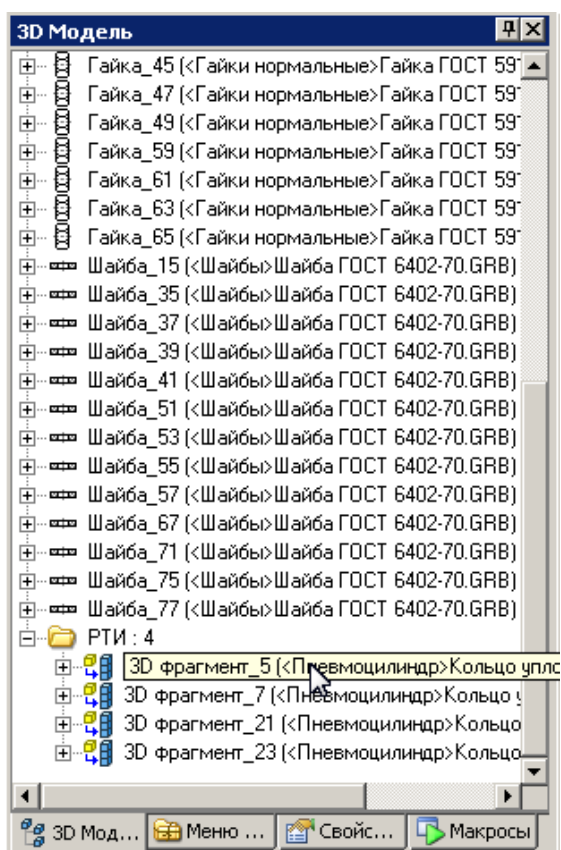


Как вы могли заметить, даже такое небольшое изделие, как пневмоцилиндр, содержит сравнительно большое количество фрагментов, и для того, чтобы отыскать в дереве нужный фрагмент, требуется время. Для сборок, в которых количество фрагментов значительно больше, чем в данной, время на поиск нужного фрагмента возрастает в разы. Поэтому разработчики программы предусмотрели возможность распределения фрагментов по типам, а если конкретно – по папкам. Покажем это на примере.

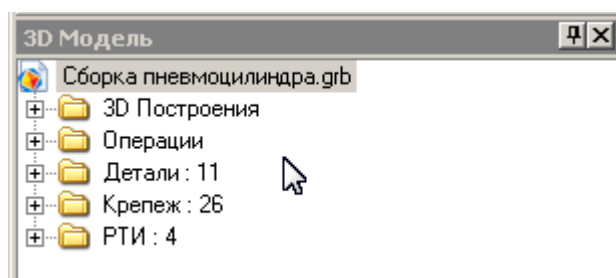
Выделим группу файлов, например уплотнительных колец, и переместим их во вновь созданную папку «РТИ» («резино-технические изделия»). Для этого удерживая нажатой клавишу <Ctrl>, выберите все фрагменты типа «Кольцо уплотнительное» и при помощи контекстного меню создайте для них папку «РТИ».



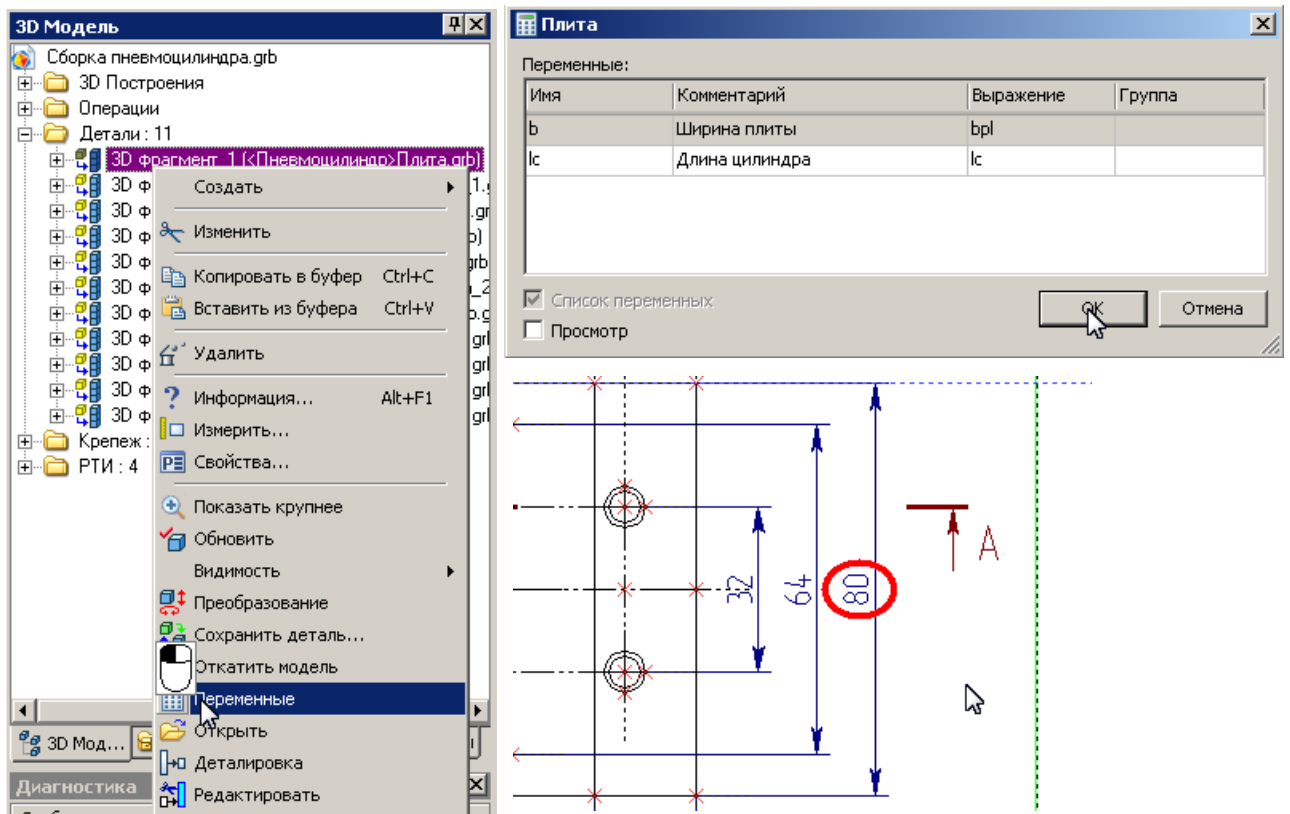
В результате T-FLEX CAD переместил фрагменты уплотнительных колец в папку «РТИ».



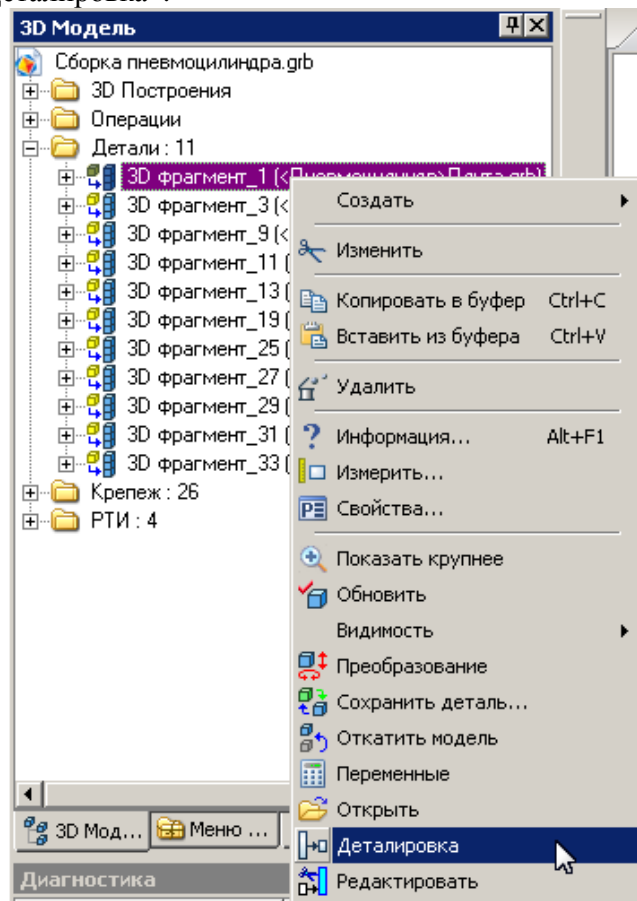
Все фрагменты, на которые должна быть оформлена конструкторская документация (в нашем случае — детализовка), переместим в папку «Детали». Это плита, обе крышки, поршень, четыре стяжки, шток, цилиндр и шайба. Все фрагменты крепежных деталей разместим в папке «Крепеж». Это болты, гайки и пружинные шайбы из библиотеки стандартных элементов. Теперь все фрагменты разложены по папкам и в дополнение для каждой папки указано количество входящих в нее элементов.



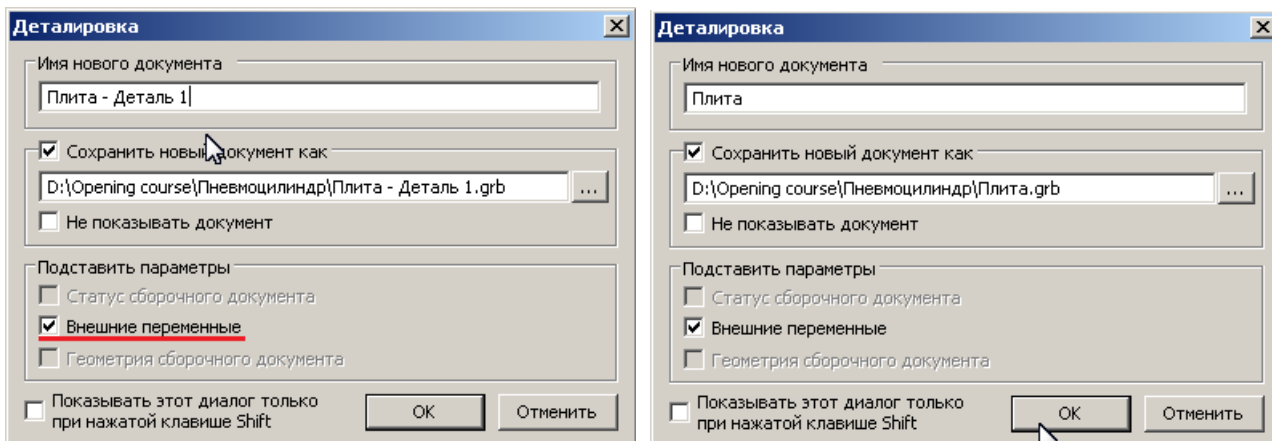
В процессе проектирования вы будете постоянно редактировать размеры деталей при помощи изменения значений внешних переменных фрагментов. Поэтому вам потребуется приводить размеры в исходных файлах деталей в соответствие с размерами деталей в сборке. Например, при вставке фрагмента плиты в сборку значение внешней переменной, отвечающей за ширину плиты, по умолчанию равно «80 мм». При вставке фрагмента плиты вместо значения по умолчанию мы подставили переменную сборки «*bpl*» со значением «76 мм». Чтобы убедиться в этом, выделите фрагмент плиты в дереве 3D модели и через контекстное меню зайдите в редактор внешних переменных фрагмента. Вы увидите, что переменной «*b*» (ширина плиты) в файле фрагмента соответствует переменная «*bpl*» в сборке. Если откроете редактор переменных сборки, то увидите, что значение переменной «*bpl*» в сборке равно «76 мм». Откройте исходный файл фрагмента плиты, и вы сможете убедиться, что значение ширины плиты составляет «80 мм».



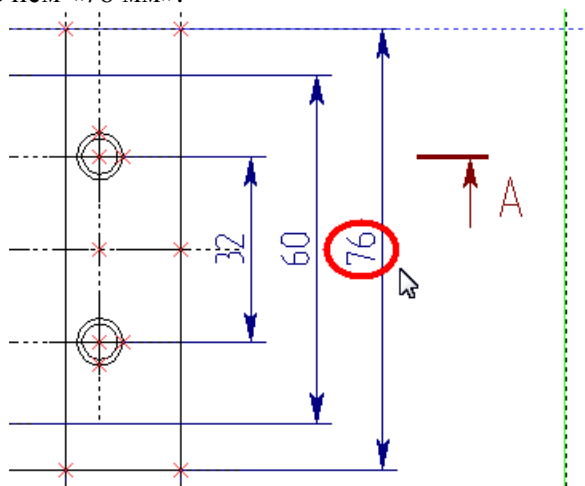
Теперь приведем размеры в исходном документе фрагмента плиты в соответствие с размерами фрагмента в сборке. Для этого используем команду «Детализовка», которая позволяет выгрузить из сборки выбранный фрагмент с текущими значениями внешних переменных в новый файл. В дереве 3D модели выберите фрагмент плиты и в его контекстном меню укажите пункт «Детализовка».



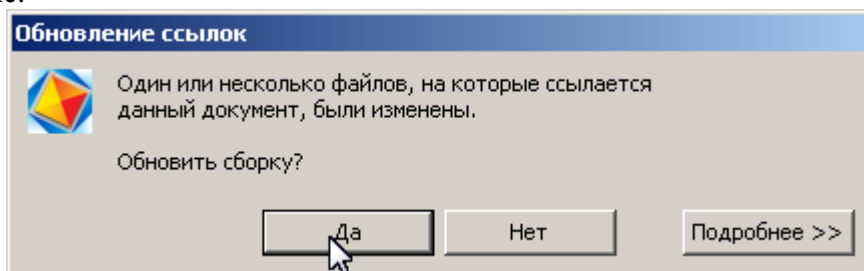
В открывшемся окне имя нового документа исправьте на «Плита», чтобы заменить прежний фрагмент новым. Убедитесь, что галочка «Внешние переменные» установлена и нажмите «ОК».



Появится сообщение о том, что файл с таким именем уже существует. Перезапишите его, нажав кнопку «Да». Система откроет новый файл фрагмента плиты, и вы сможете убедиться, что значение ширины плиты в нем «76 мм».



Закройте этот файл. Вновь станет активным окно сборки, поверх которого система выдаст предупреждение:



Обновите сборку, нажав «Да». Теперь размеры в документе плиты соответствуют размерам плиты в сборке.





[Video\Part II \v10-17.exe](#)


Глава 11. Создание чертежей на основе 3D модели


11.1 Создание проекций

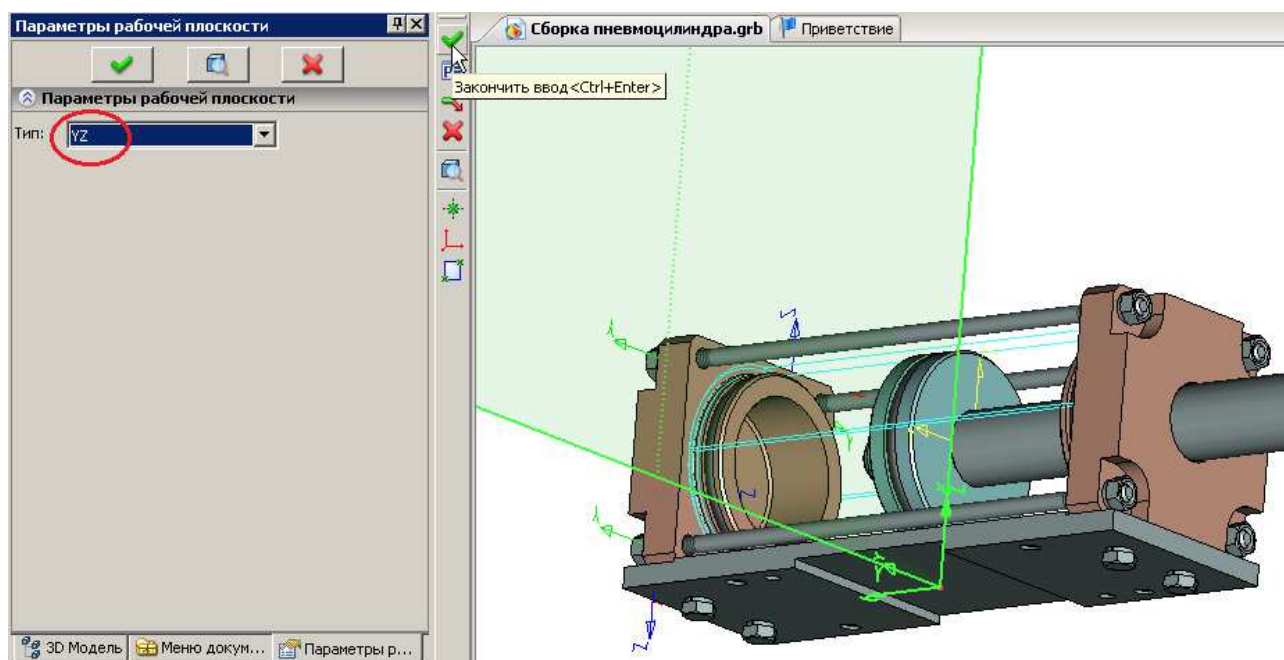
Создание главного вида пневмоцилиндра



Покажем главный вид пневмоцилиндра с разрезом по оси симметрии. По правилам оформления чертежей ЕСКД обозначение разреза в данном случае на чертеж не наносится, но так как системе нужно указать, где проходит сечение, построим обозначение сечения в 3D сцене.

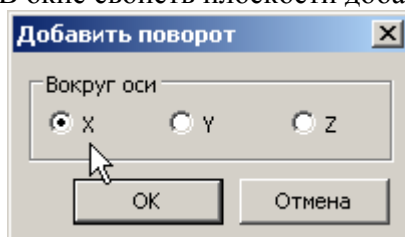
Отмените действие команды «Погасить построения». Для этого на боковой панели инструментов нажмите в сплывающем меню на пиктограмму  - «показать элементы построения». Чтобы появилось всплывающее меню, нажмите и не менее секунды удерживайте  на пиктограмме , помеченной черным треугольником. В селекторе нажмите  - «Выбирать элементы всех типов».

Сечение построим на основе рабочей плоскости, а рабочую плоскость создадим на основе ЛСК_0, к которой привязана плита. Зайдите **Построения \ Рабочая плоскость**. В Автоменю команды выберите значок  - «построить рабочую плоскость на основе системы координат».

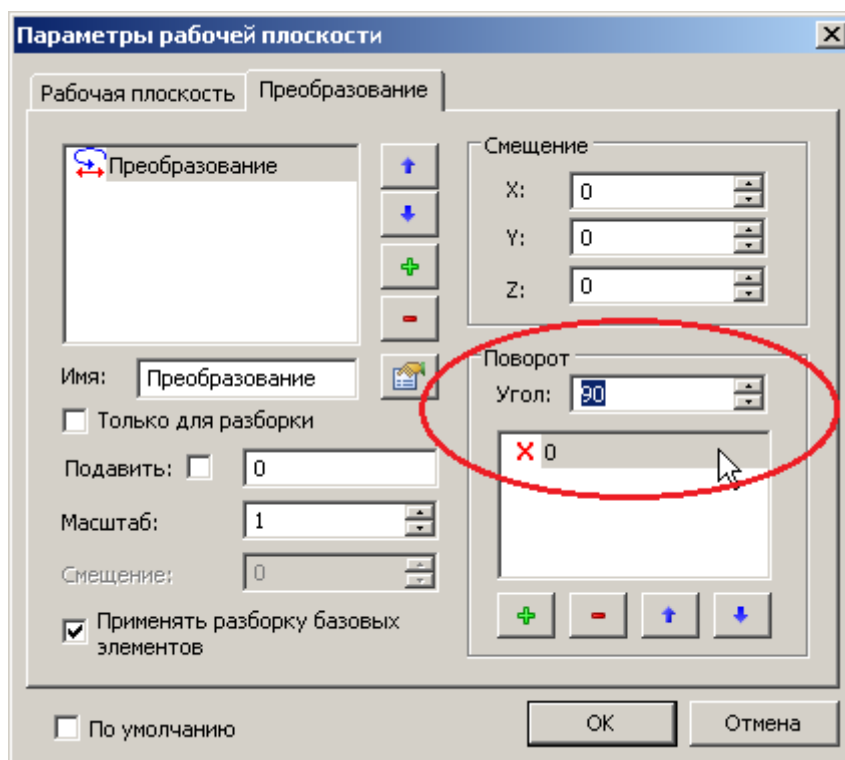
Выберите ЛСК_0 (см. рис. ниже). В параметрах рабочей плоскости выберите тип плоскости - YZ. Завершите ввод команды, нажав в Автоменю .






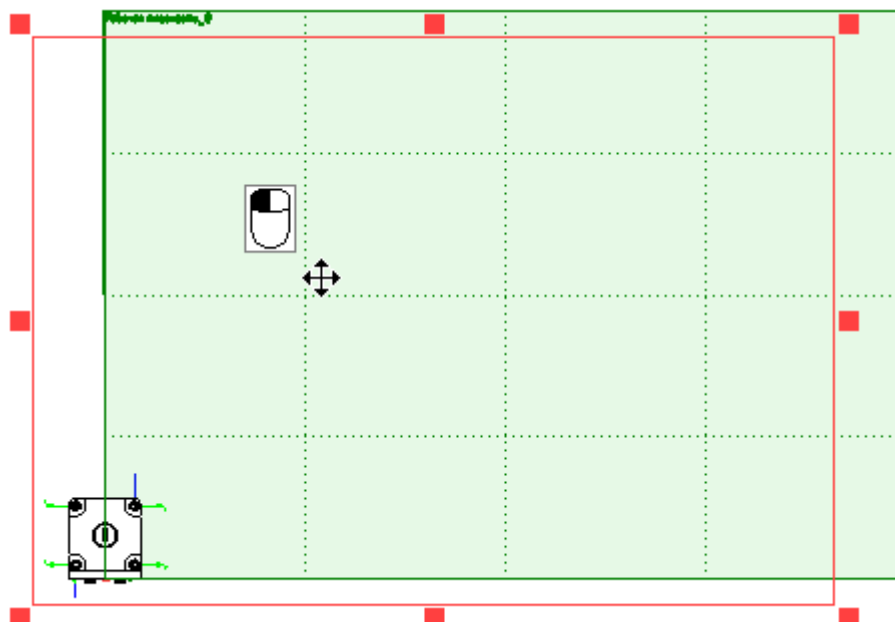
Рабочую плоскость лучше развернуть по оси X мировой системы координат на 90° . Для этого выберите построенную рабочую плоскость (Рабочая плоскость_0) и зайдите * в ее свойства из контекстного меню. В окне свойств плоскости добавьте  поворот вокруг оси X...







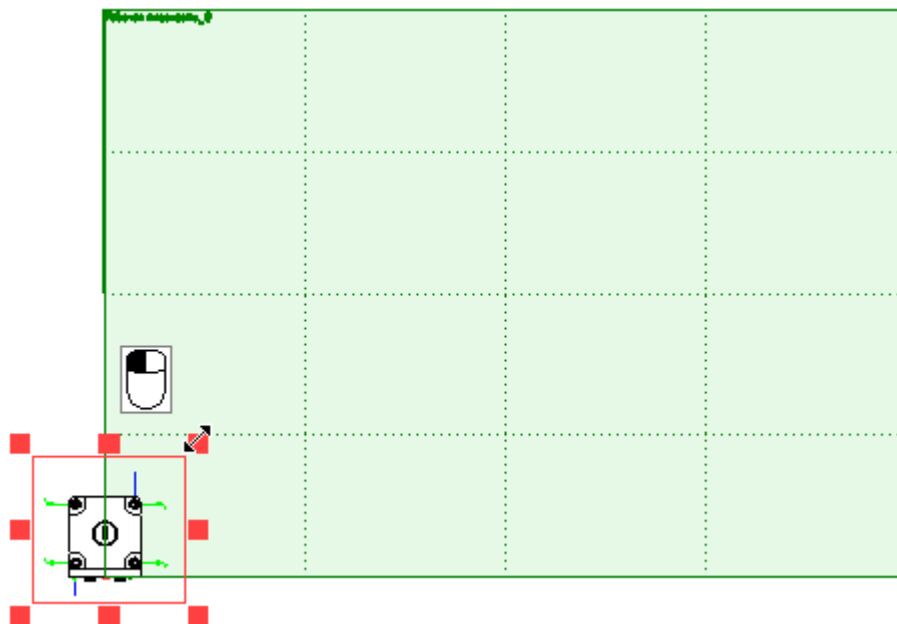
...и укажите угол этого поворота 90° . Нажмите «ОК».





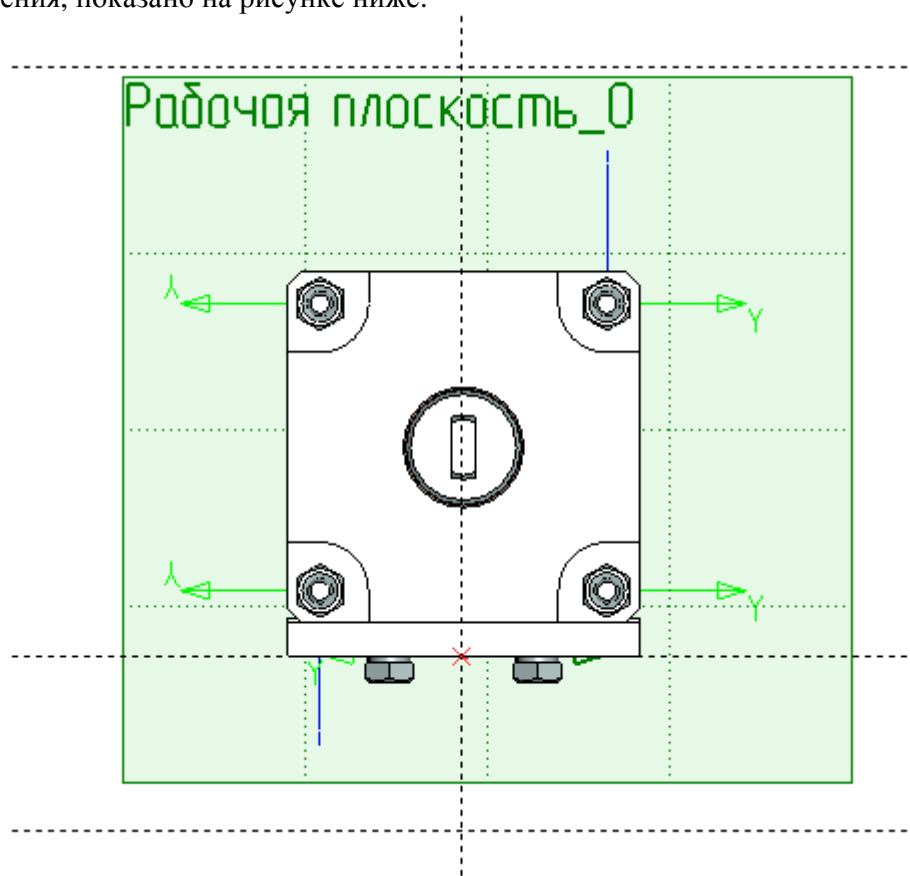
В контекстном меню построенной рабочей плоскости выберите пункт «**Чертить на рабочей плоскости**». Система активизирует рабочую плоскость и развернет ее параллельно экрану. Для удобства работы изменим размеры и положение рабочей плоскости. Зайдите **Настройка \ Размеры страницы**. Система отобразит по периметру рабочей плоскости графические метки в виде квадратов. Наведите курсор на рабочую плоскость (курсор примет форму ) , нажмите  и переместите  → плоскость левее и ниже так, чтобы плоскость перекрывала изображение пневмоцилиндра полностью.




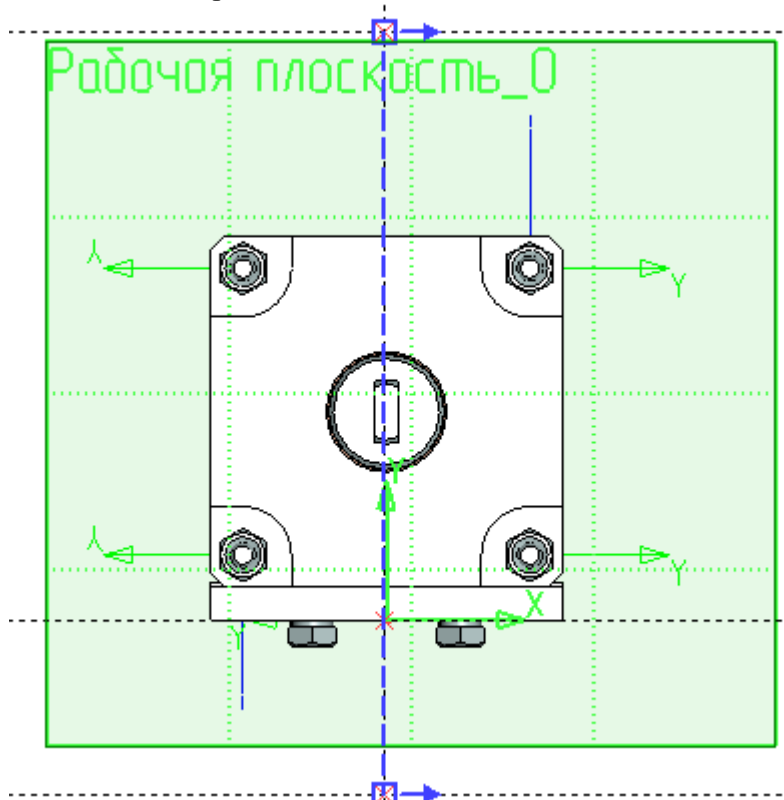
Наведите курсор на красный квадрат правого верхнего угла плоскости и, когда курсор примет форму  , нажмите  и, перемещая курсор  → , уменьшите размеры плоскости до небольшого квадрата, перекрывающего изображение пневмоцилиндра. Закончите ввод, нажав в Автоменю  .




Построим каркас из линий построения, к узлам которого привяжем 3D сечение. Вначале построим базовые линии построения. Зайдите в команду построения прямой, в Автоменю выберите опцию  - «Создать две перпендикулярные прямые и узел», а затем вложенную опцию Автоменю  - «Создать линии построения и узел в точке (0, 0)» - система построит две взаимно перпендикулярные линии построения, проходящие через координату «0. 0». Постройте относительно базовой горизонтальной линии еще две параллельные линии – одну ниже нижней границы изображения пневмоцилиндра, а вторую выше верхней границы (например, на расстоянии $d*2$ от базовой, заданном в окне параметров <P>). Как должен выглядеть каркас из линий построения, показано на рисунке ниже.

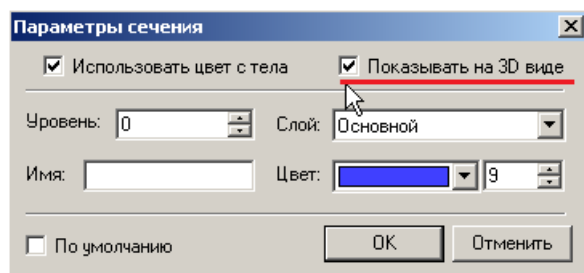




Запустите команду **Построения \ Сечение** и выберите в Автоменю опцию  – «создать сечение на основе рабочей плоскости». Укажите пересечения вертикальной базовой линии построения с верхней и нижней горизонтальными линиями.

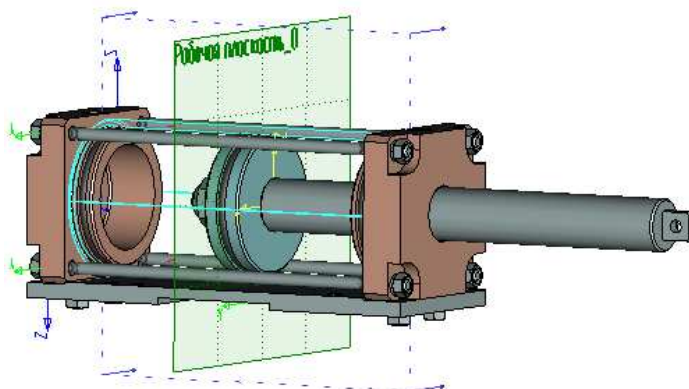








Обратите внимание на расположение стрелок. Если стрелки в вашем документе направлены влево, то для смены направления нажмите в Автоменю -  - «изменить направление сечения».

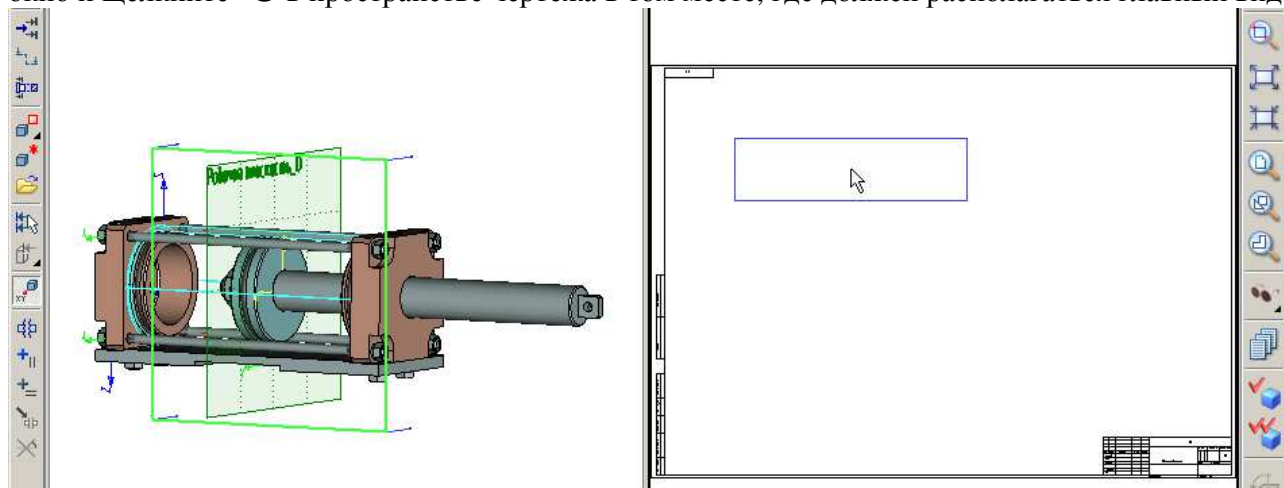
Откройте окно параметров сечения <P> и поставьте флажок у пункта «Показывать на 3D виде».



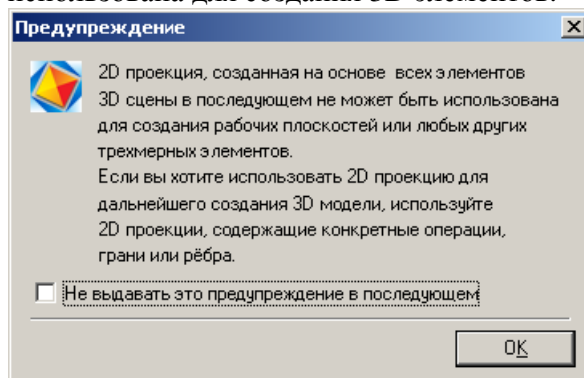
Закончите ввод . Завершите черчение на рабочей плоскости  **Завершить**.




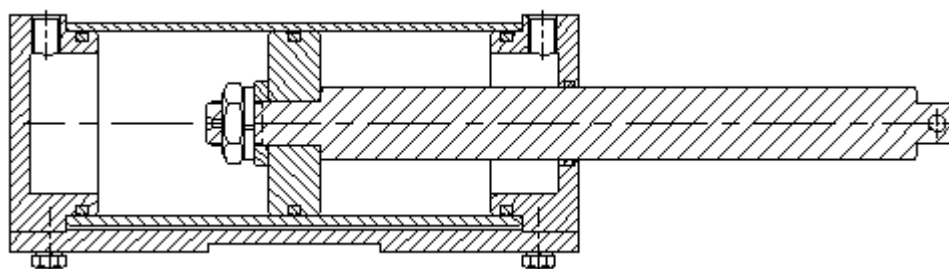
Построим проекцию главного вида пневмоцилиндра с разрезом по оси симметрии. Выполните **Окно\Разделить по вертикали** и создайте 2D окно. Щелкните  в 2D окне, чтобы сделать его активным и зайдите в меню **Чертеж\Проекция** или нажмите  на панели инструментов. В Автоменю команды выберите опцию  – «создать разрез или сечение». В открывшемся подменю выберите пункт  - «создать 2D проекцию на основе 3D сечения», по умолчанию эта опция активирована. Выберите в 3D окне построенное ранее 3D сечение (Сечение_0) и оно подсветится зеленым. Отключите в Автоменю по умолчанию включенную опцию  - «установить/разорвать проекционную связь с проекцией». Переместите курсор в 2D окно и щелкните  в пространстве чертежа в том месте, где должен располагаться главный вид.




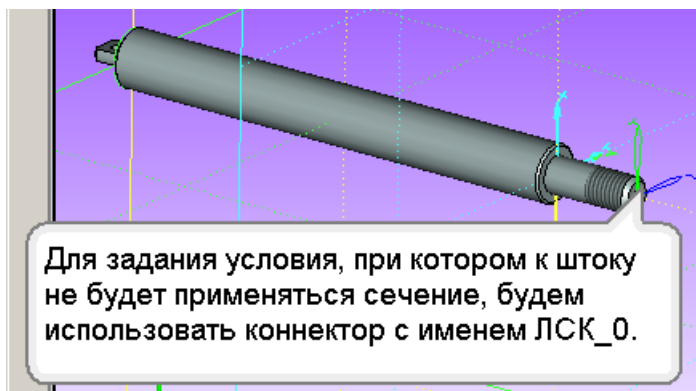
Завершите ввод . Возможно, будет выдано предупреждение, что данная 2D проекция не может быть впоследствии использована для создания 3D элементов.



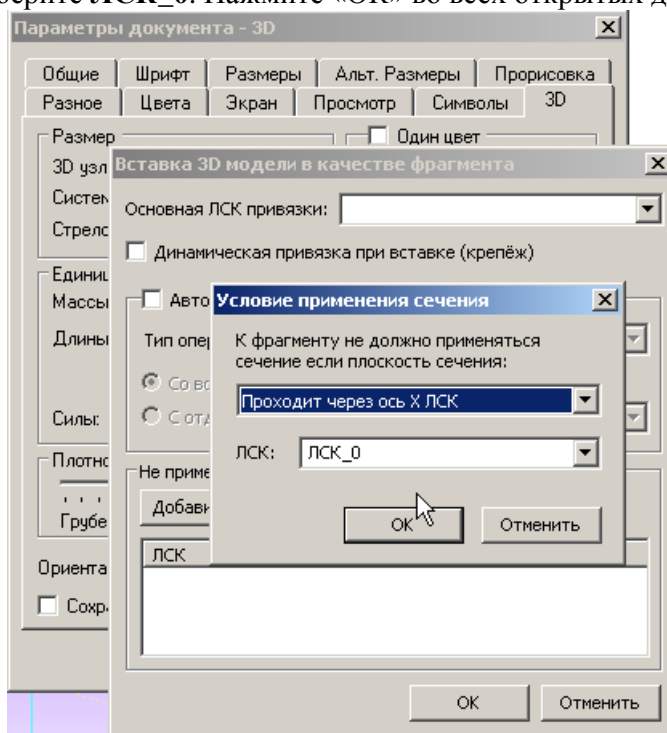
Нажмите «ОК», затем выйдите из команды создания проекций .



По правилам ЕСКД к деталям подобным штоку сечение не применяется. Чтобы программа не выполняла сечение, необходимо указать определенное условие в файле фрагмента штока. В **Меню документов** щелкните  на файле «Шток.grb». Откроется файл фрагмента.




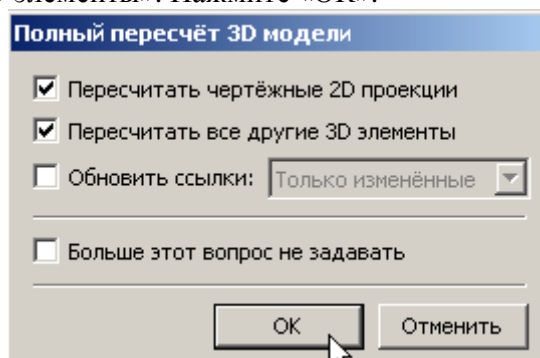
Зайдите **Настройка \ Статус**, перейдите на вкладку «3D» и нажмите кнопку «Фрагмент». В появившемся окне нажмите кнопку «Добавить» и укажите условия применения сечения – «к фрагменту не должно применяться сечение, если плоскость сечения» **проходит через ось X ЛСК** и в поле ЛСК выберите **ЛСК_0**. Нажмите «ОК» во всех открытых диалоговых окнах.



Чтобы в файле сборки изменения вступили в силу, файл штока необходимо сохранить.


Выполните **Файл \ Сохранить** и закройте файл штока. Если будет выдано предупреждение, что один или несколько файлов, на которые ссылается сборка, были изменены, обновите сборку, нажав «Да».

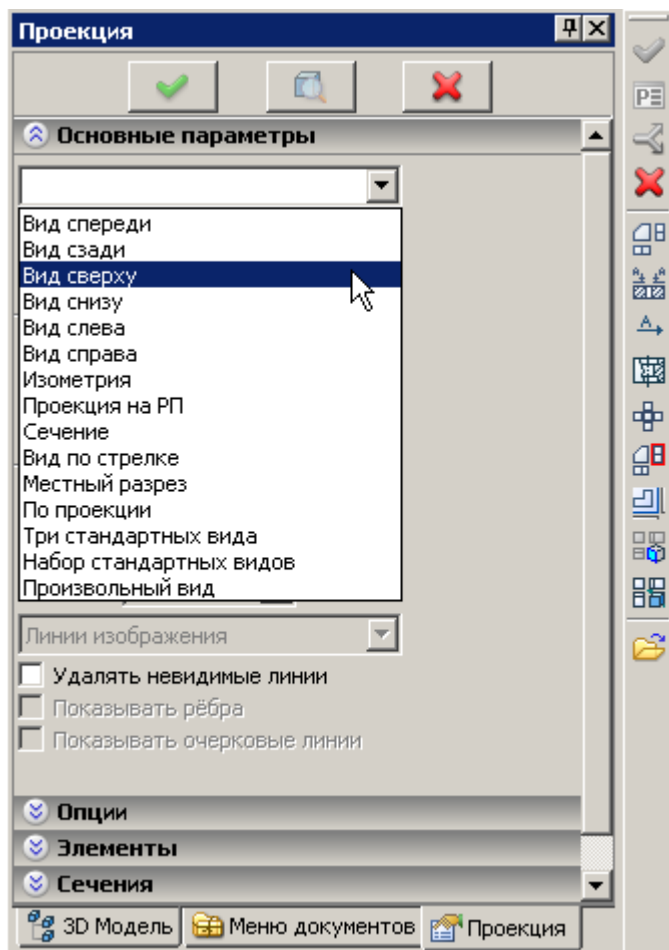
Запустите пересчет сборки **Сервис \ Полный пересчет** . В появившемся окне должны быть установлены флажки напротив пунктов «Пересчитать чертежные 2D проекции» и «Пересчитать все другие 3D элементы». Нажмите «ОК».



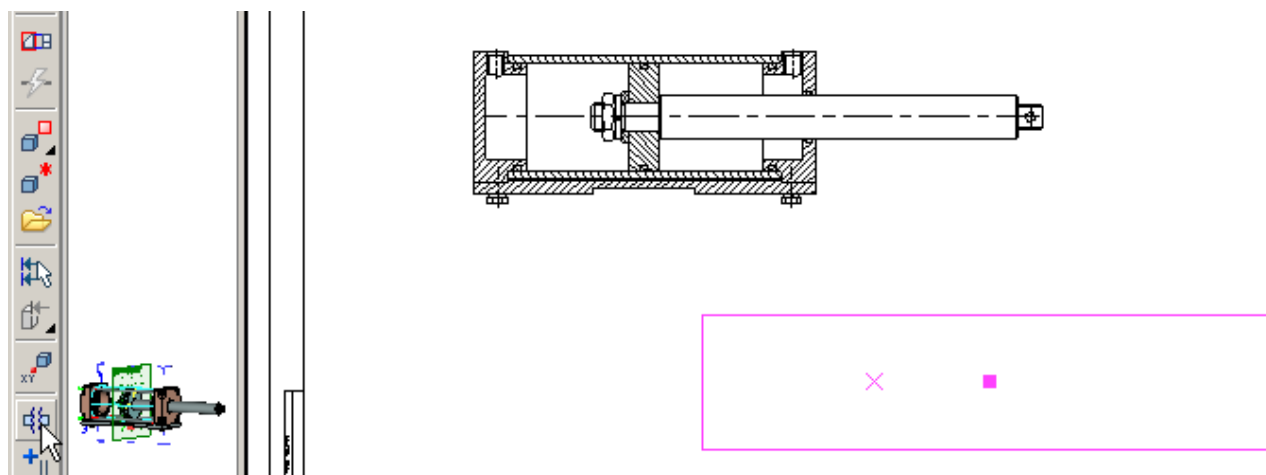
[Video\Part II \v11-01.exe](#)



Создание проекции вида сверху

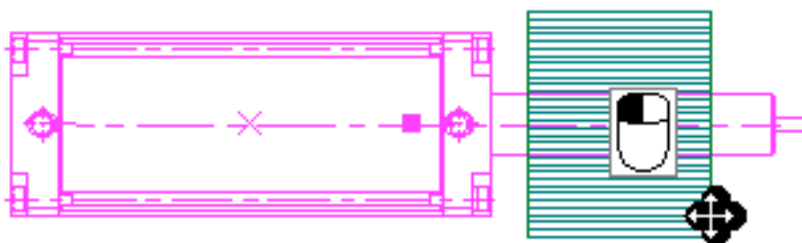
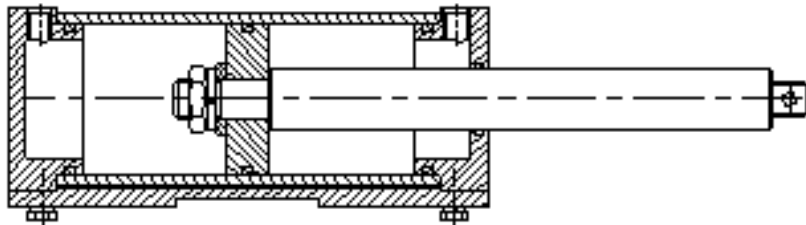
Создадим проекцию вида сверху с разрывом длинномерной детали. Выполните **Чертеж\Проекция** или нажмите  на панели инструментов. В **Основных параметрах** команды (меню свойств) в выпадающем списке выберите пункт **Вид сверху**.

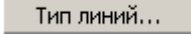


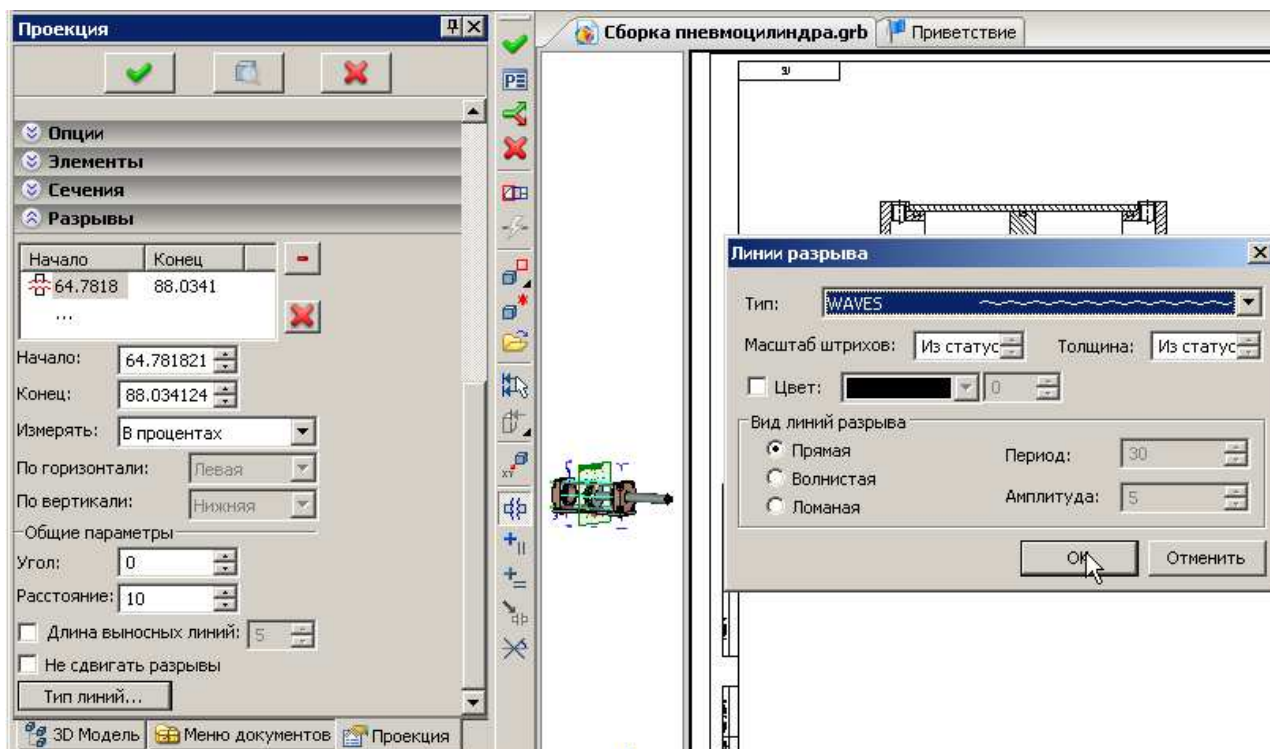
После выбора типа проекции система отобразит габаритный прямоугольник создаваемой проекции.





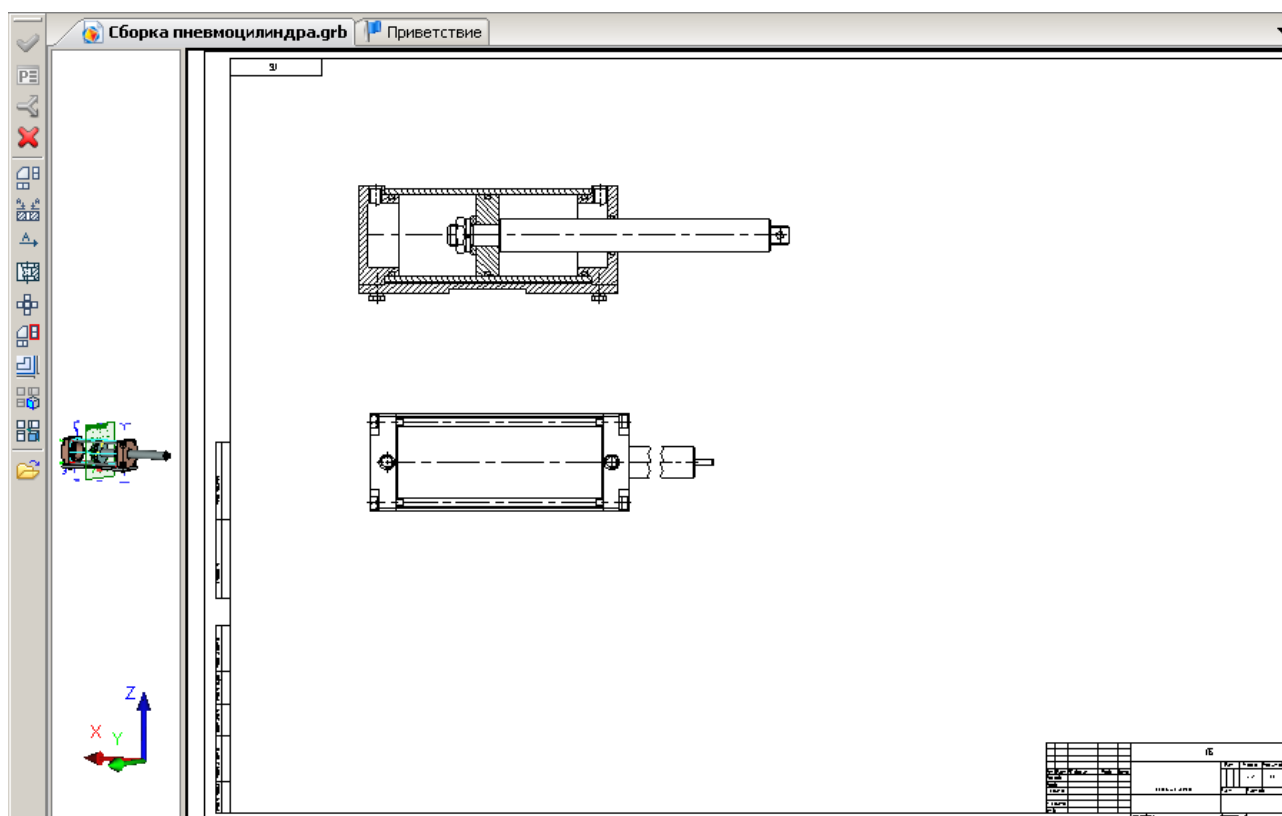
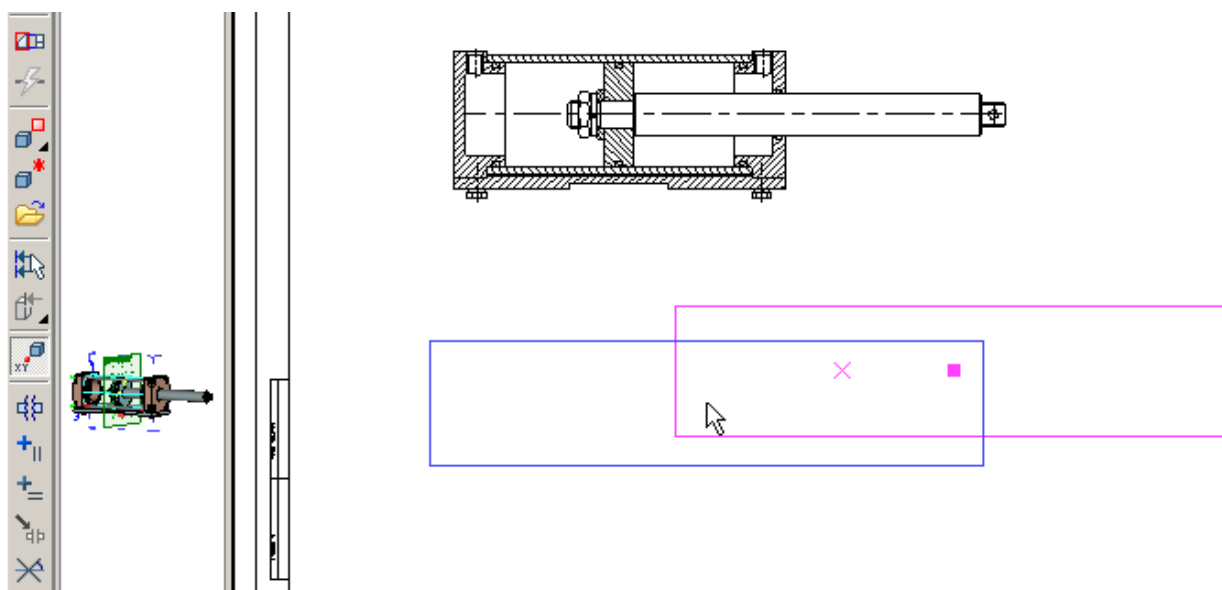
Теперь укажем программе ту часть проекции, в которой необходимо выполнить «разрыв». В Автоменю команды выберите опцию  - «добавить или редактировать разрывы». В 2D окне обозначьте на появившемся виде сверху зону разрыва на штоке: удерживая нажатой левую клавишу мыши  перемещайте курсор мыши от начальной точки зоны разрыва до конечной, затем отпустите левую кнопку мыши. Система отобразит зону разрыва специальной штриховкой.



В параметрах команды в разделе «Разрывы», нажмите кнопку  и измените тип линии на волнистую. Нажмите «ОК».




В Автоменю команды выберите опцию  - «изменить положение проекции». Расположите вид сверху на листе чертежа под главным видом и завершите команду .

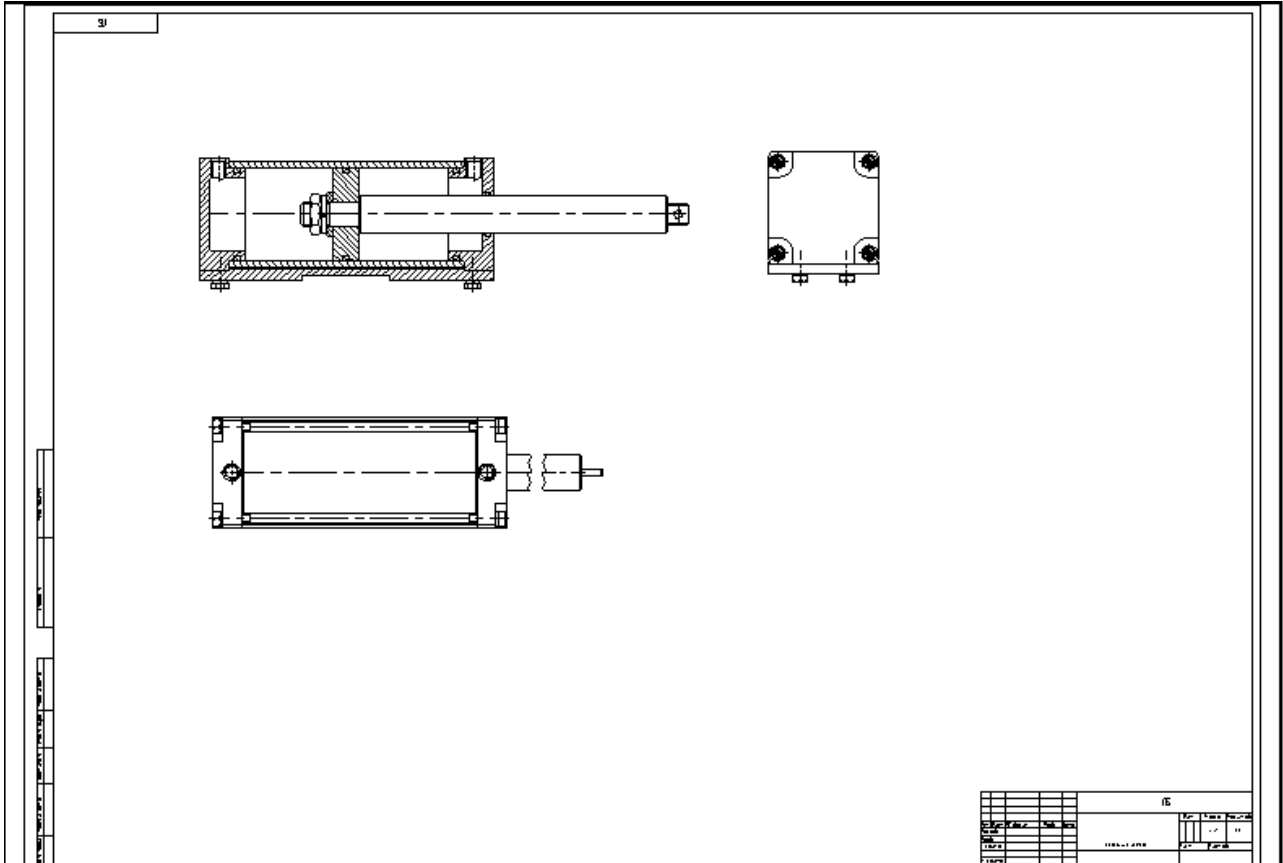


Если будет выдано предупреждение, что данная 2D проекция не может быть впоследствии использована для создания 3D элементов, нажмите «ОК».

[Video\Part II \v11-02.exe](#)


Создание проекции вида слева



Создадим проекцию вида слева. В **Основных параметрах** команды (меню свойств) в выпадающем списке выберите пункт **Вид слева**. В Автоменю команды выберите опцию  - «изменить положение проекции». Расположите вид слева на листе чертежа справа от главного вида и завершите команду.

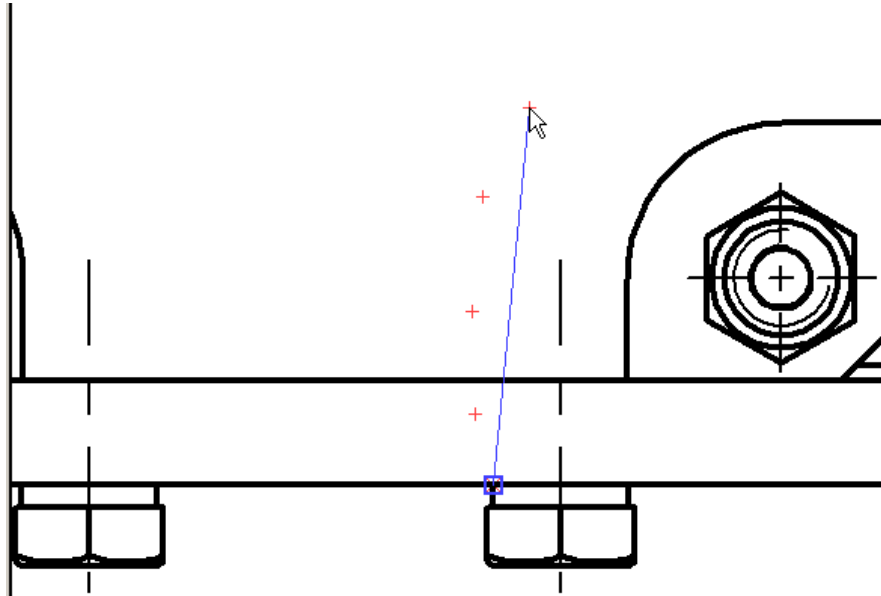



[Video\Part II \v11-03.exe](#)

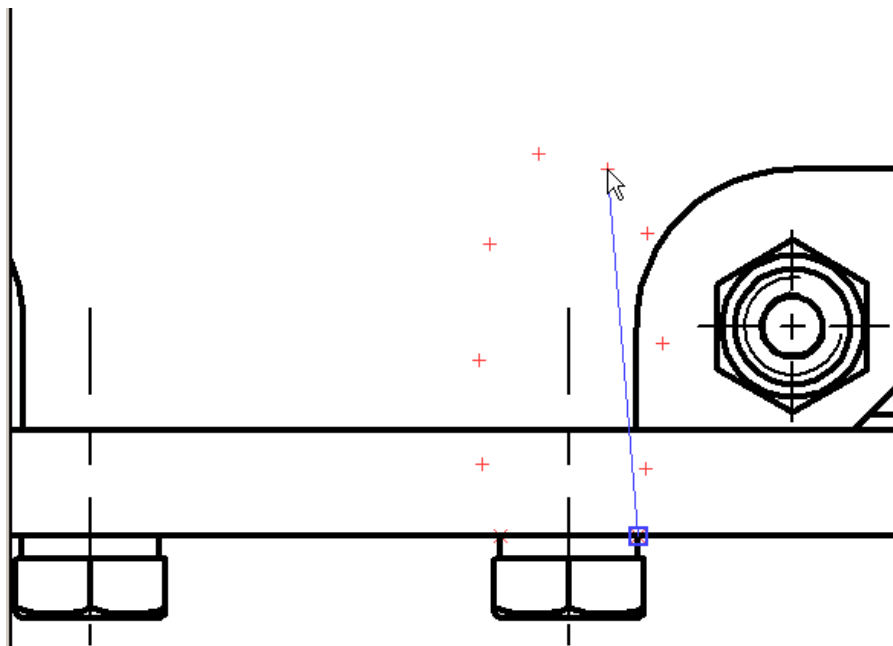
Создание проекции местного разреза

Создадим местный разрез на виде слева. Для этого предварительно выполним некоторые действия. В селекторе должна быть включена кнопка выбора узлов . 2D окно должно быть активным.

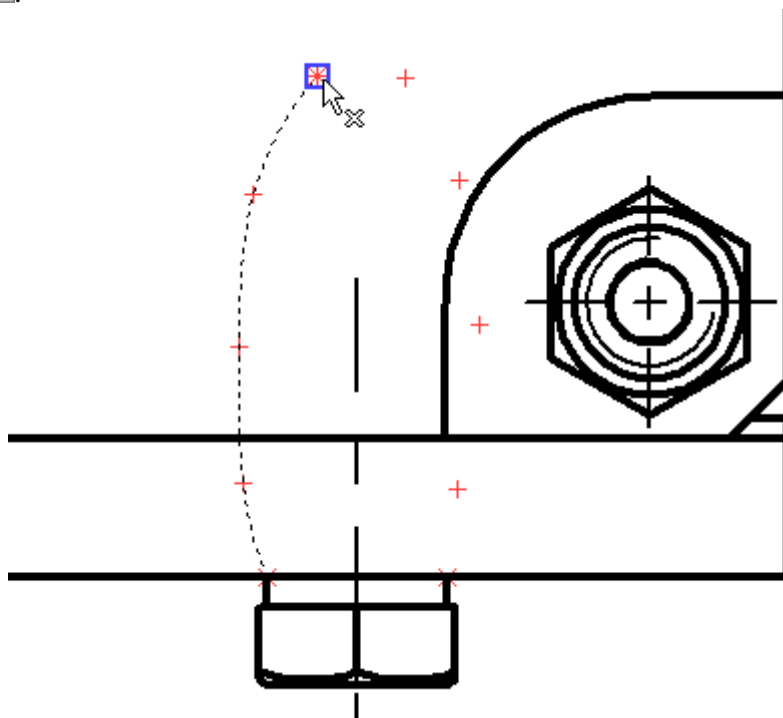
Выполните **Построения\Узел**  и «поднимите» узел с линии изображения на виде слева. Затем постройте относительно него дополнительные 2D узлы, щелкая  сначала по первому узлу, а затем по тому месту, где должен располагаться новый узел.




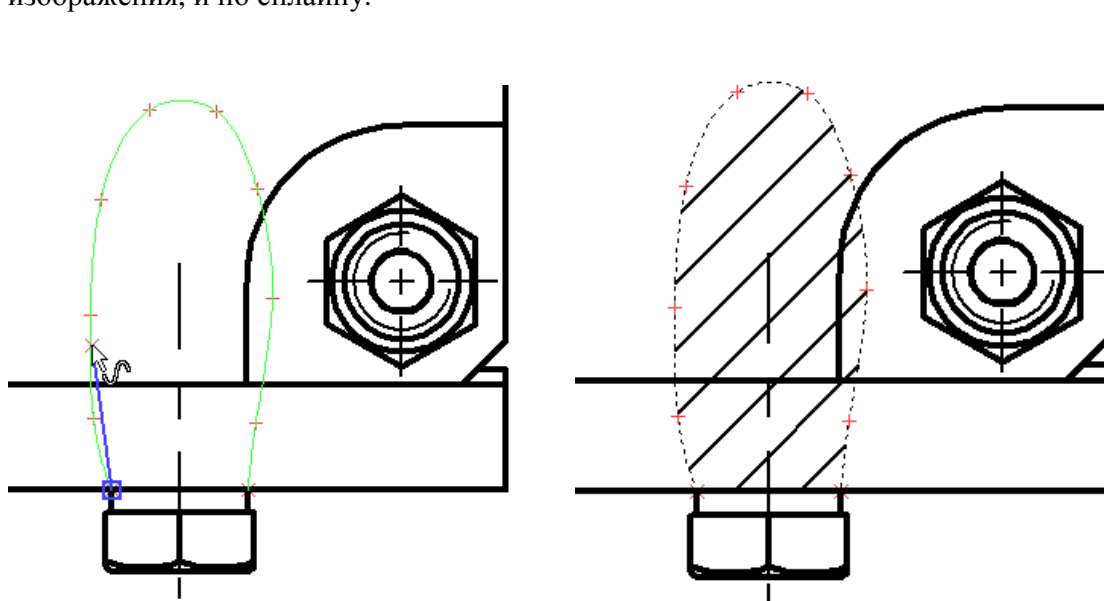
Аналогичным образом «поднимите» второй узел с линии изображения, симметричный первому, и постройте относительно него еще несколько узлов, необходимых для создания местного разреза. Выйдите из команды .







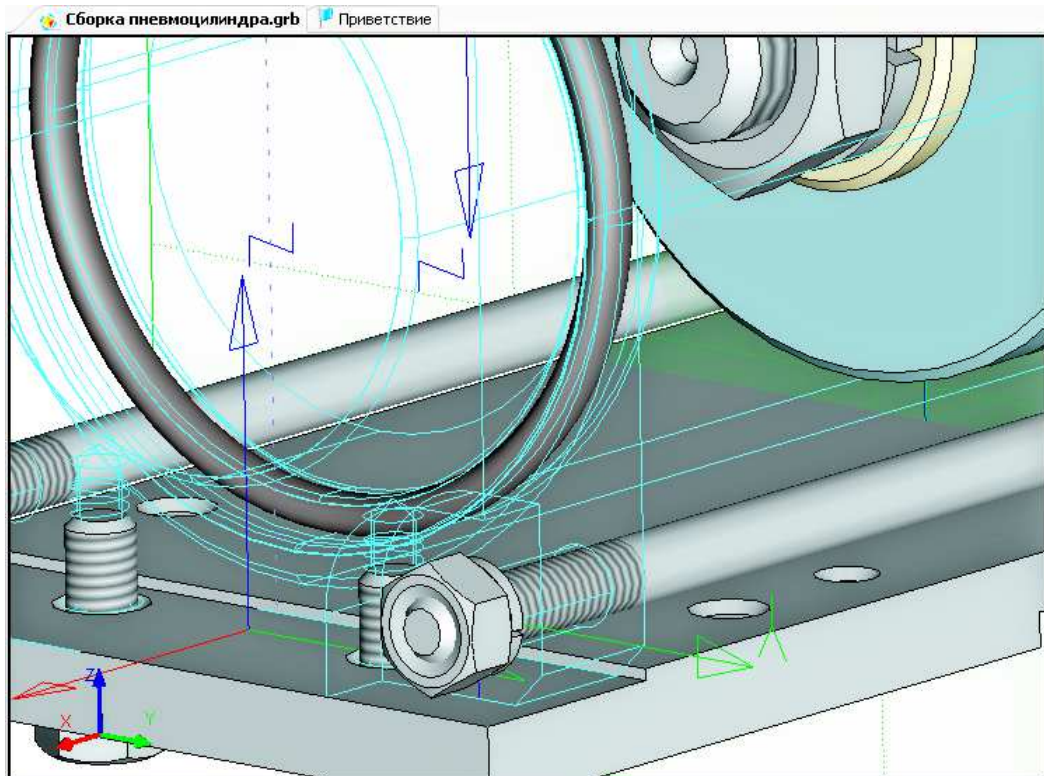
Выполните **Построения\Сплайн** , соедините  все созданные узлы сплайном и закончите ввод .




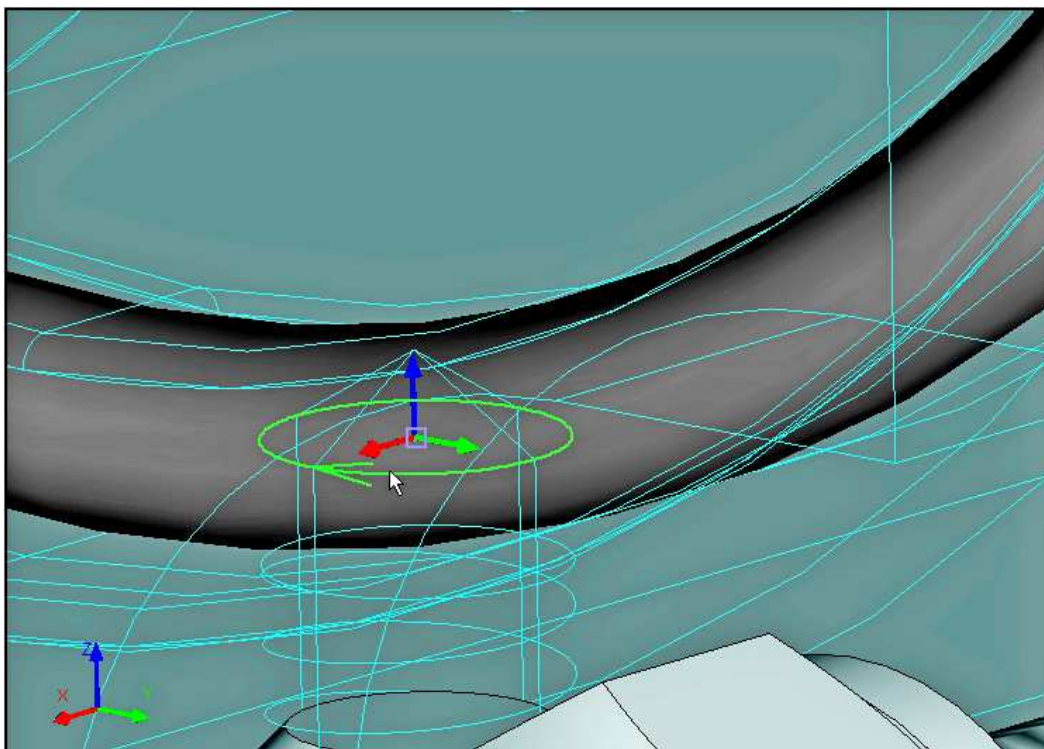
Нанесите штриховку командой **Чертеж\Штриховка**  по двум узлам, поднятым с линий изображения, и по сплайну.





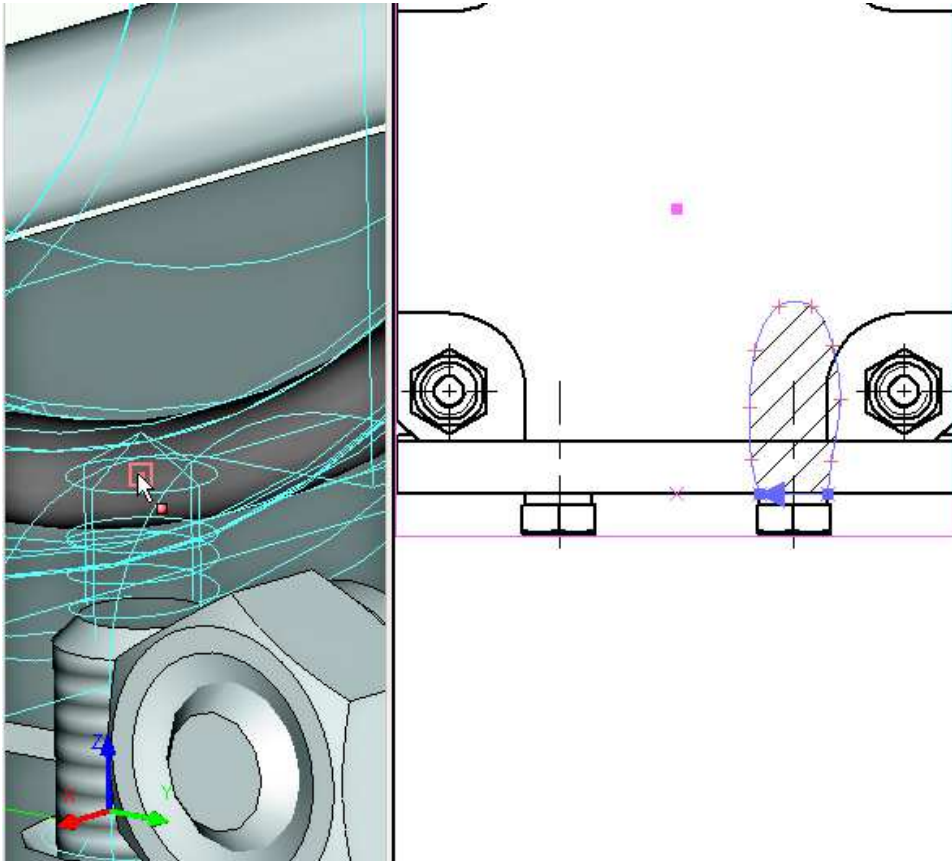
При создании местного разреза необходимо указать 3D узел, задающий плоскость разреза. Создадим 3D узел на осевой соответствующего резьбового отверстия левой крышки. Активизируйте  3D окно. В селекторе 3D окна отмените выбор элементов всех типов  и установите выбор только операций . Щелкните  на левой крышке пневмоцилиндра и в появившемся контекстном меню выберите пункт **Свойства**. В свойствах установите флажок **Реберное отображение** крышки и нажмите «ОК».



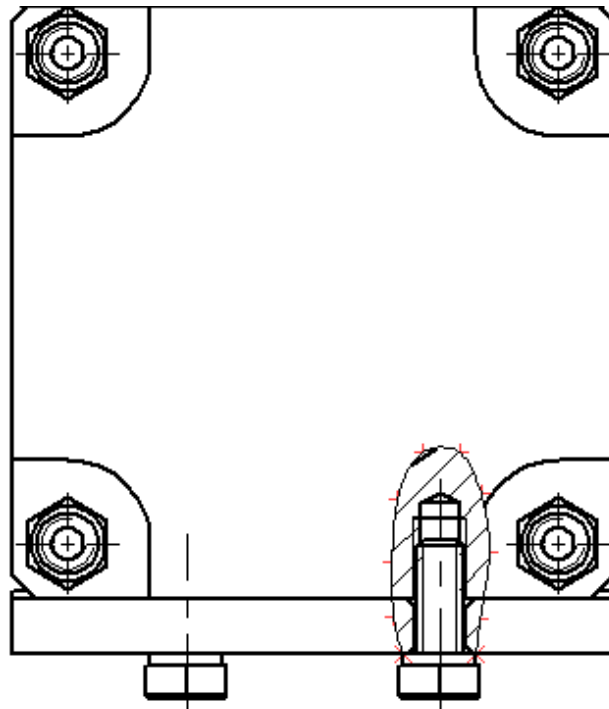
Выполните **Построения\3D Узел** и в Автоменю команды выберите опцию  - «в центре эллиптического ребра». Затем укажите ребро резьбового отверстия, и в его центре появится 3D узел (см. рис. ниже).

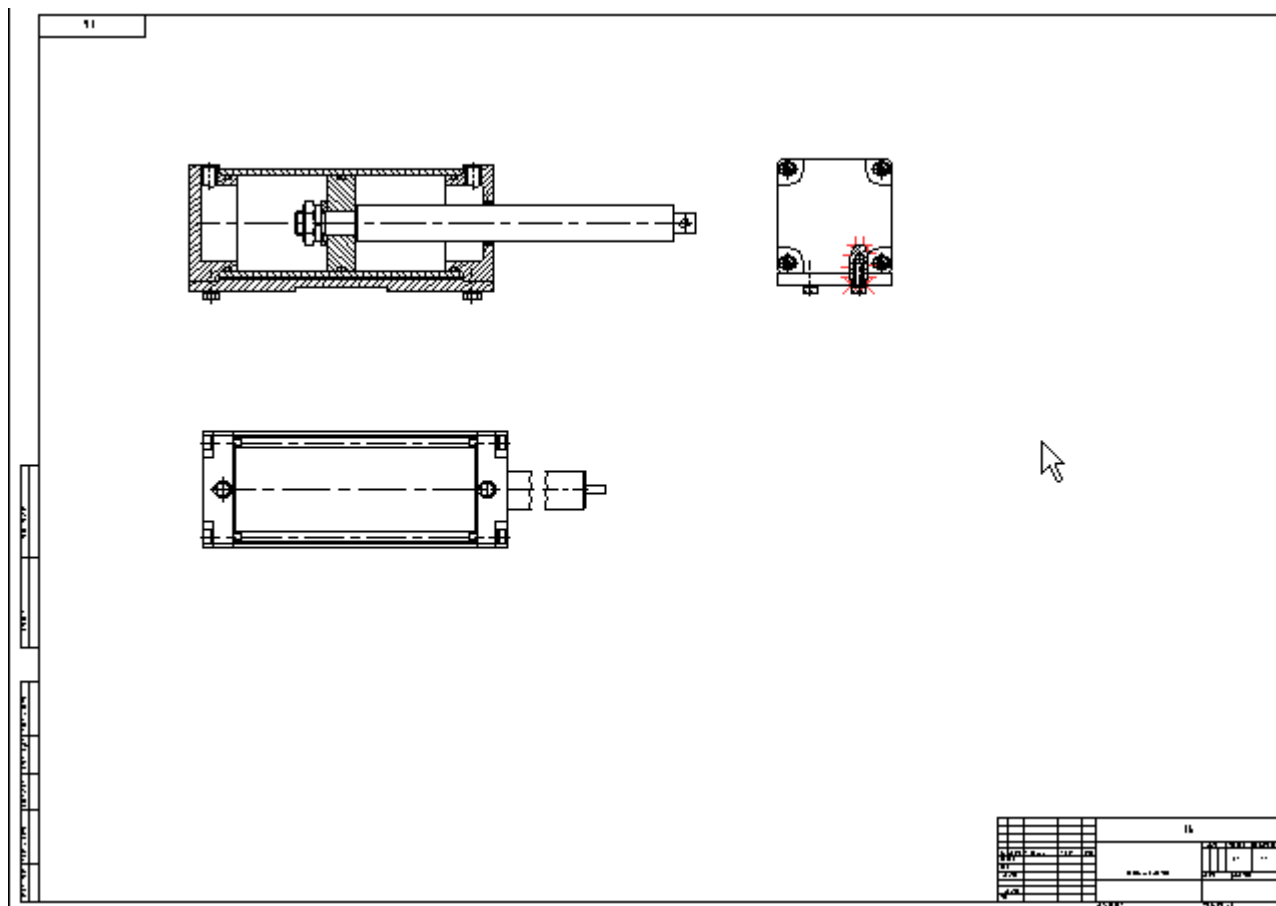


Завершите команду. Перейдите в 2D окно и зайдите в команду **Чертеж\Проекция** или нажмите  на панели инструментов. В Автоменю выберите опцию  - «создать местный разрез». Выберите созданную штриховку местного вида, определяющую контур разреза и выберите созданный 3D узел, задающий плоскость разреза.



Завершите команду. Если будет выдано предупреждение, что данная 2D проекция не может быть впоследствии использована для создания 3D элементов, нажмите «ОК». Мы получили местный разрез на виде слева.





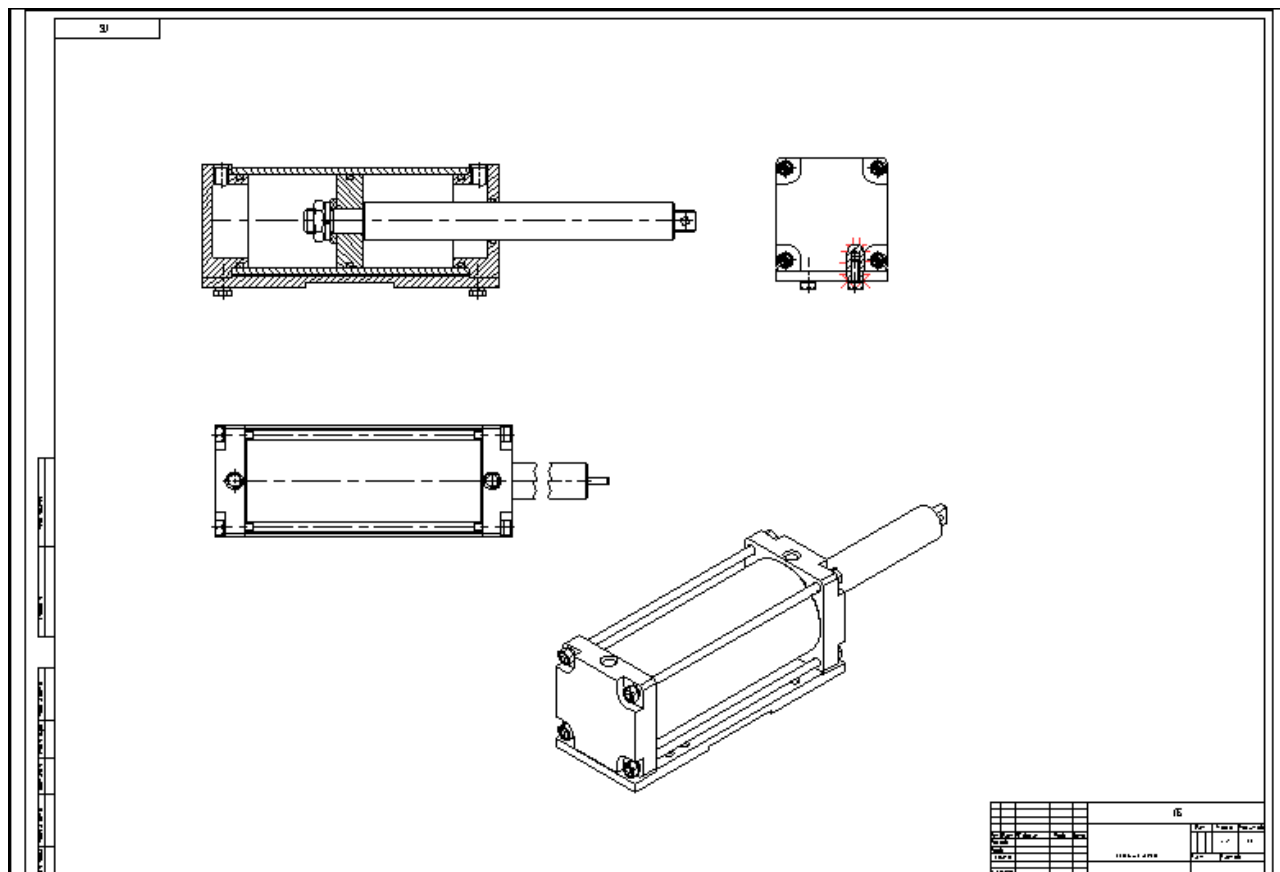


Переключитесь в 3D окно и в свойствах левой крышки снимите реберное отображение фрагмента.

[Video\Part II \v11-04.exe](#)




Создание изометрической проекции

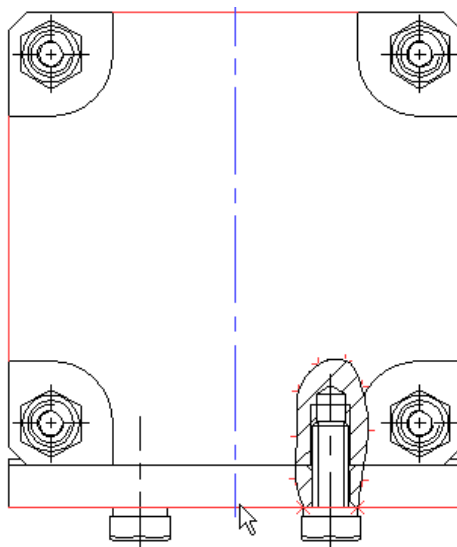
Перейдите в 2D окно и зайдите в команду **Чертеж\Проекция** или нажмите  на панели инструментов. В **Основных параметрах** (меню свойств) команды в выпадающем списке выберите пункт **Изометрия**. В Автоменю команды выберите опцию  - «изменить положение проекции». Расположите проекцию на чертеже (см. рис. ниже) и завершите команду.



[Video\Part II \v11-05.exe](#)




Построение на проекциях осевых линий


Для построения на проекциях осевых линий, не созданных программой автоматически, воспользуйтесь командой **Чертеж\Оси** . В Автоменю команды должна быть выбрана опция  - «создать ось двух линий». Для создания осевой линии необходимо указать граничные условия. Укажите линии левой и правой границы крышки. Линии подсвелятся красным цветом, и система отобразит предварительный результат создания осевой линии. Для ограничения длины осевой линии укажите верхнюю и нижнюю границы крышки, которые тоже подсвелятся красным цветом. После задания всех граничных условий T-FLEX CAD завершит построение осевой линии. Выйдите из команды .

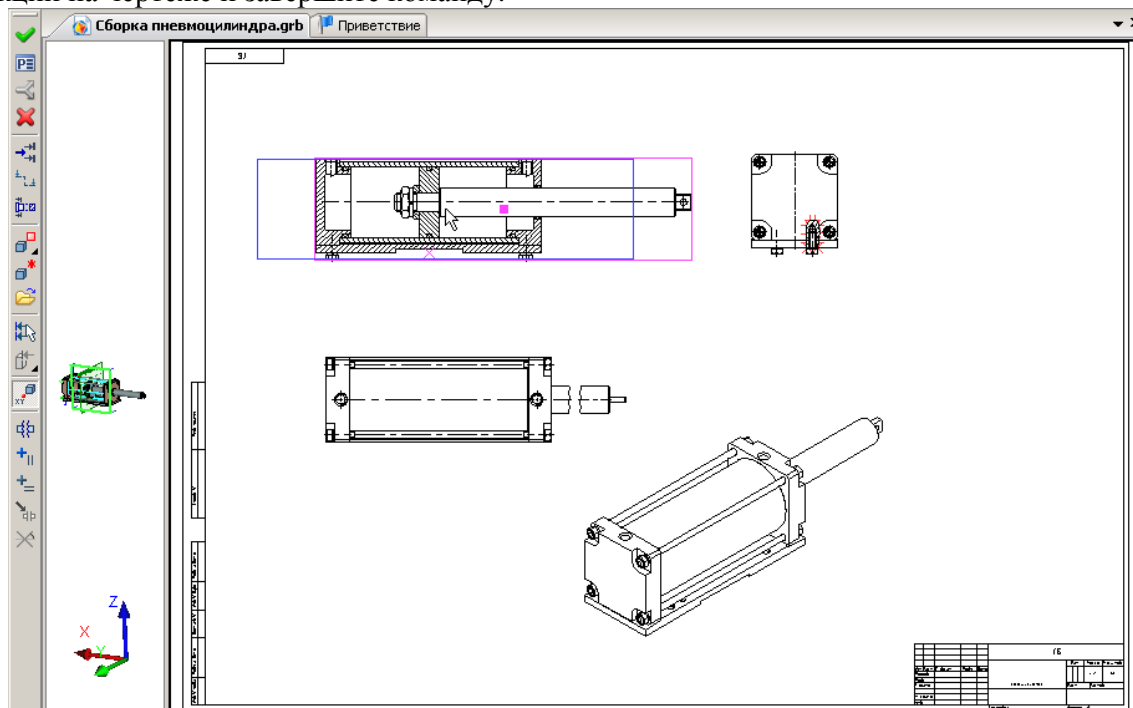


[Video\Part II \v11-06.exe](#)

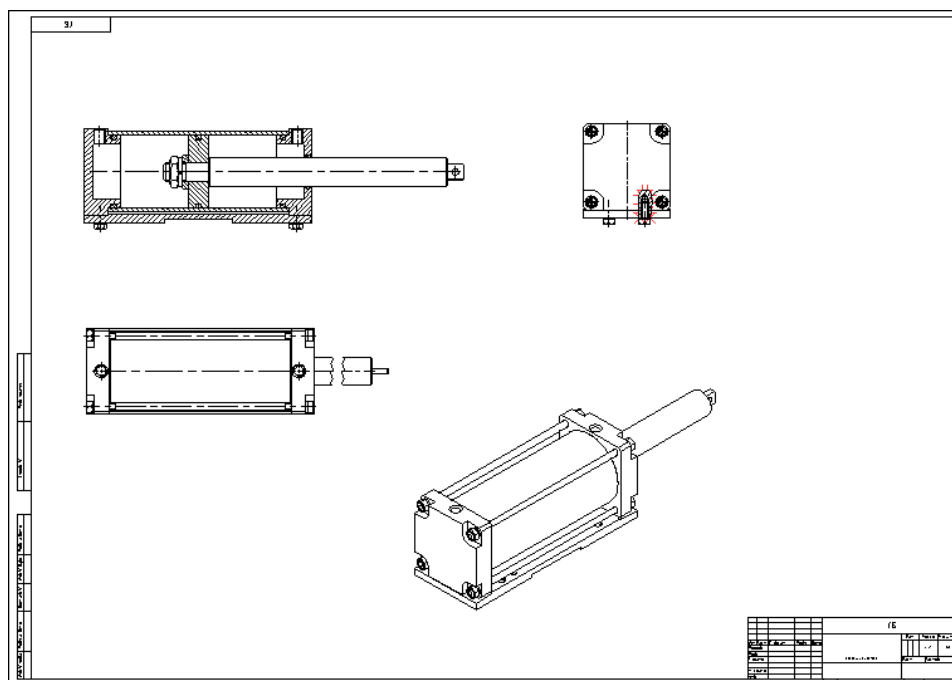
Перемещение проекций

В селекторе отмените выбор элементов всех типов  и установите  - «выбор других элементов». В 2D окне чертежа щелкните  по главному виду, выбрав, таким образом, Проекцию_0. В контекстном меню проекции выберите пункт **Изменить**. В этом режиме доступны функции редактирования параметров проекции.

В Автоменю выберите опцию  («изменить положение проекции»). Выберите положение проекции на чертеже и завершите команду.



Расположите проекции на чертеже так, как это показано на рисунке ниже.

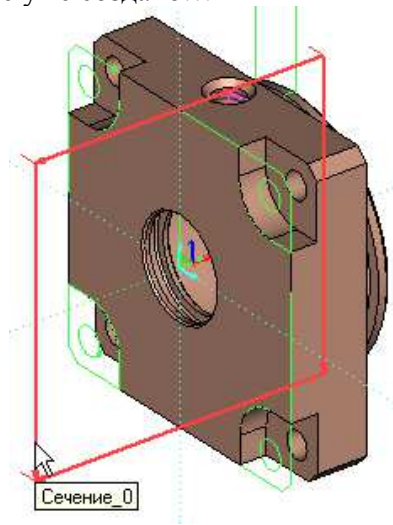


[Video\Part II \v11-07.exe](#)

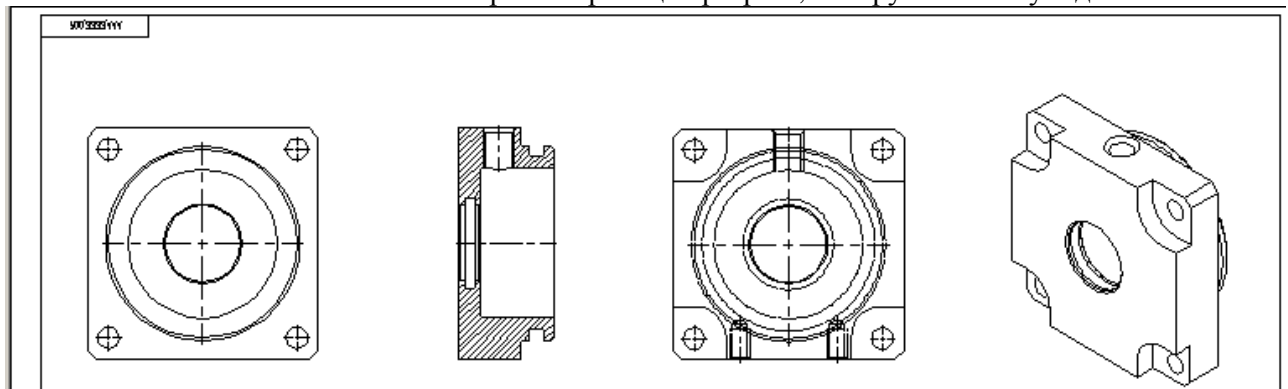
Создание проекций по обозначению разреза.

В **Меню документов** из библиотеки проекта «Пневмоцилиндр» откройте файл фрагмента «Крышка_1.grb».

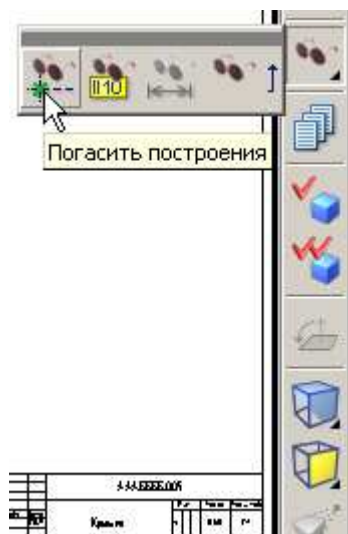
В файле крышки 3D сечение уже создано...




... и на основе 3D сечения построена проекция разреза, которую можно увидеть в 2D окне.



Кнопка «Погасить построения» должна находиться в **ненажатом** состоянии.

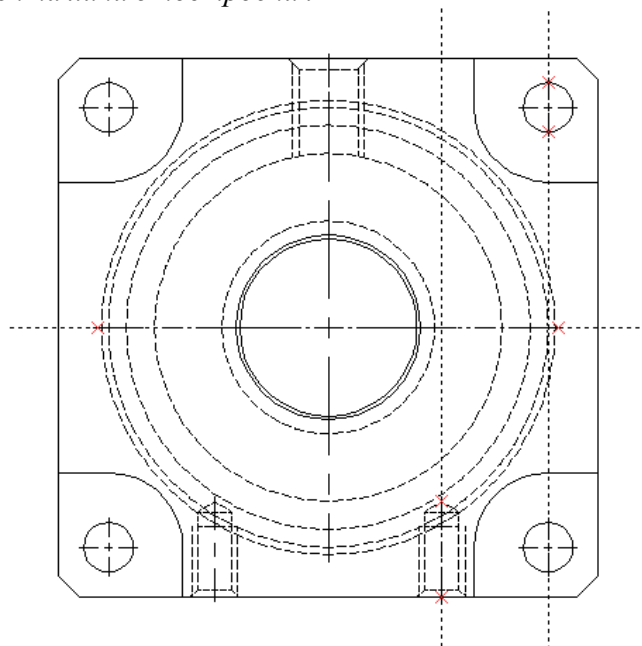


Построим сложный разрез по «Виду слева». Обозначение разреза привяжем к узлам на пересечении линий построения. Последние создадим на основе линий проекции.

Выполните **Построения\Прямая**  и создайте три линии построения, как показано на рисунке ниже: на основе горизонтальной оси симметрии крышки, на основе осевой правого крепежного отверстия для крепления крышки к плите и на основе осевой линии отверстия под стяжку.



При выборе линий проекции в режиме создания прямых, система строит на основе выбранного элемента линию построения




Выполните **Чертеж\Обозначение вида** или нажмите в панели инструментов кнопку

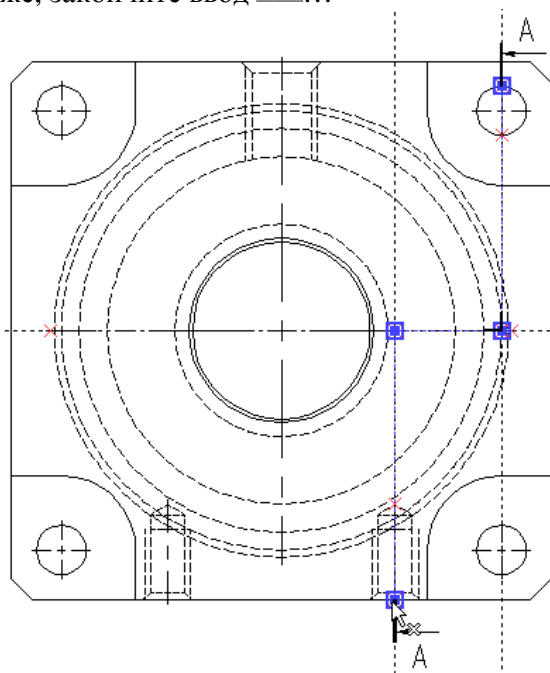


В Автоменю выберите опцию  - «создать сложное сечение».

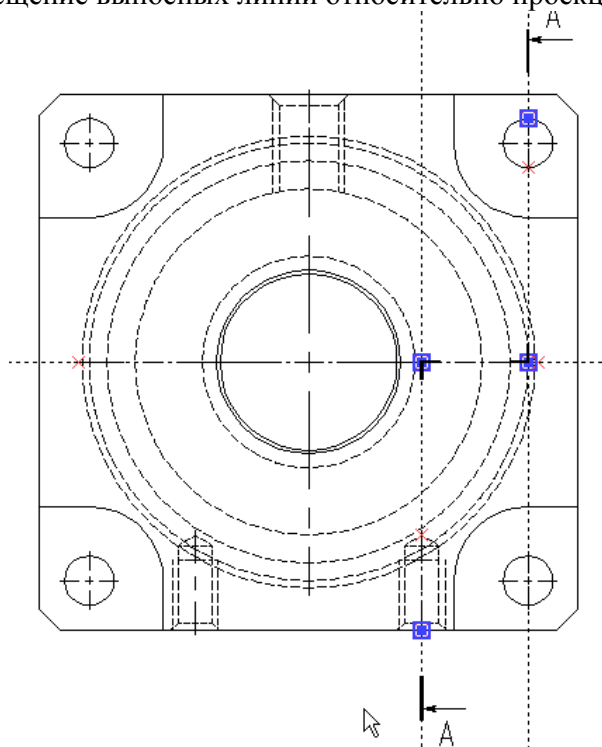




Для привязки точек обозначения разреза к элементам чертежа системе необходимо указывать либо 2D узлы, либо пересечения линий построения. В последнем случае система создает 2D узлы автоматически.




Привяжите четыре точки обозначения разреза к узлам и пересечениям линий построения, как показано на рисунке ниже, закончите ввод ...






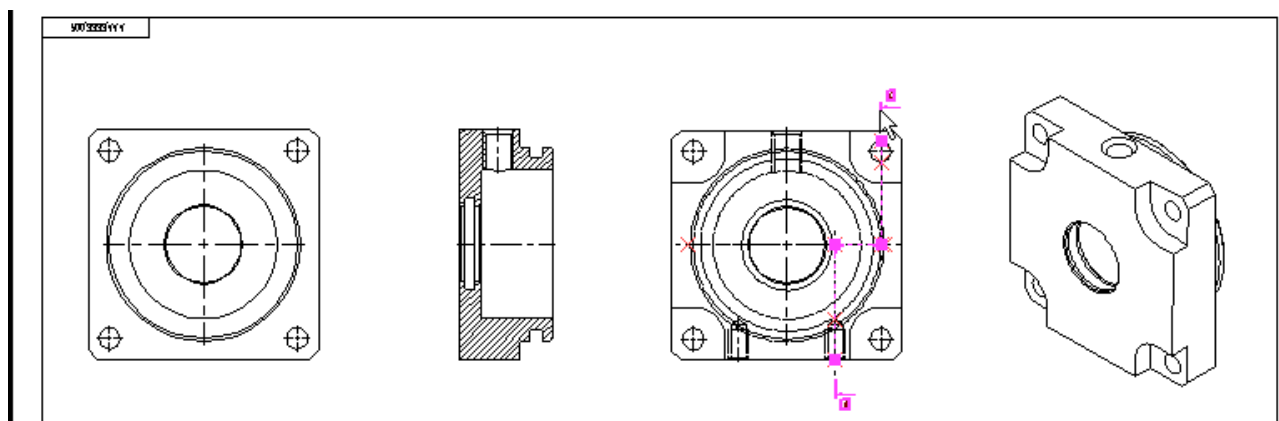
...затем задайте смещение выносных линий относительно проекции...






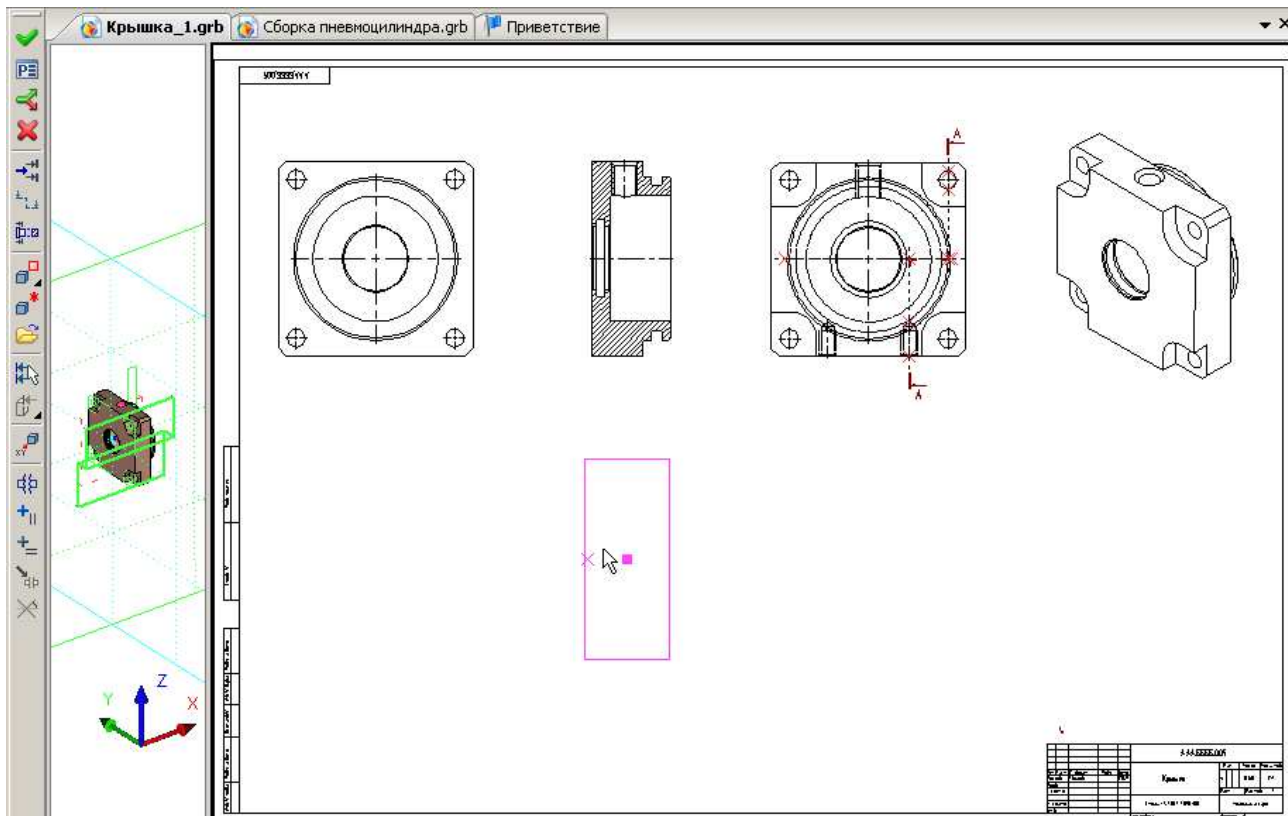
...и завершите создание обозначения разреза . Выйдите из команды .



Выполним обрезку линий построения. На панели инструментов нажмите  - «изменить построения». В Автоменю выберите опцию  - «обновить выступание всех прямых». Выйдите из команды .

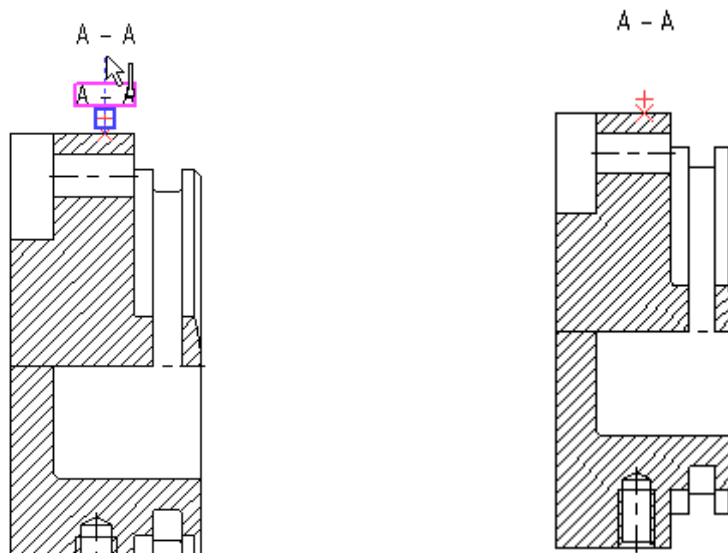
Теперь построим разрез. Зайдите в команду **Чертеж\Проекция** или нажмите  на панели инструментов. В Автоменю выберите опцию  - «создать разрез или сечение», затем в **подменю** выберите  - «выбрать обозначение вида для создания проекции». Укажите на чертеже построенное вами обозначение разреза **A-A**.



«Отожмите» в Автоменю кнопку , чтобы разорвать проекционную связь с проекцией. Расположите вид на листе чертежа так, как показано на рисунке ниже. Завершите создание проекции  и выйдите из команды .






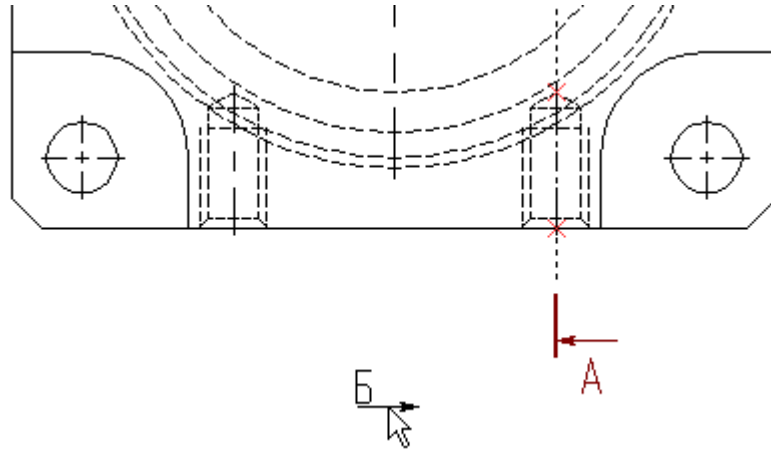
Для лучшего восприятия немного переместим вверх обозначение разреза. В селекторе выберите пиктограмму  - выбор элементов оформления. Щелкните  на обозначении разреза **A-A** и переместите его немного выше.




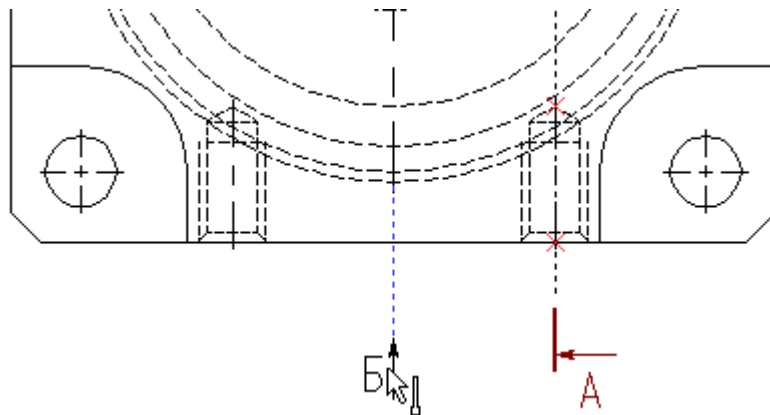
[Video\Part II \v11-08.exe](#)


Создание вида по стрелке





Создадим вид по стрелке по «Виду слева». На панели инструментов щелкните  на пиктограмме  – «обозначение вида». В Автоменю выберите опцию  - «создать вид по стрелке». Программа отобразит положение стрелки на чертеже.

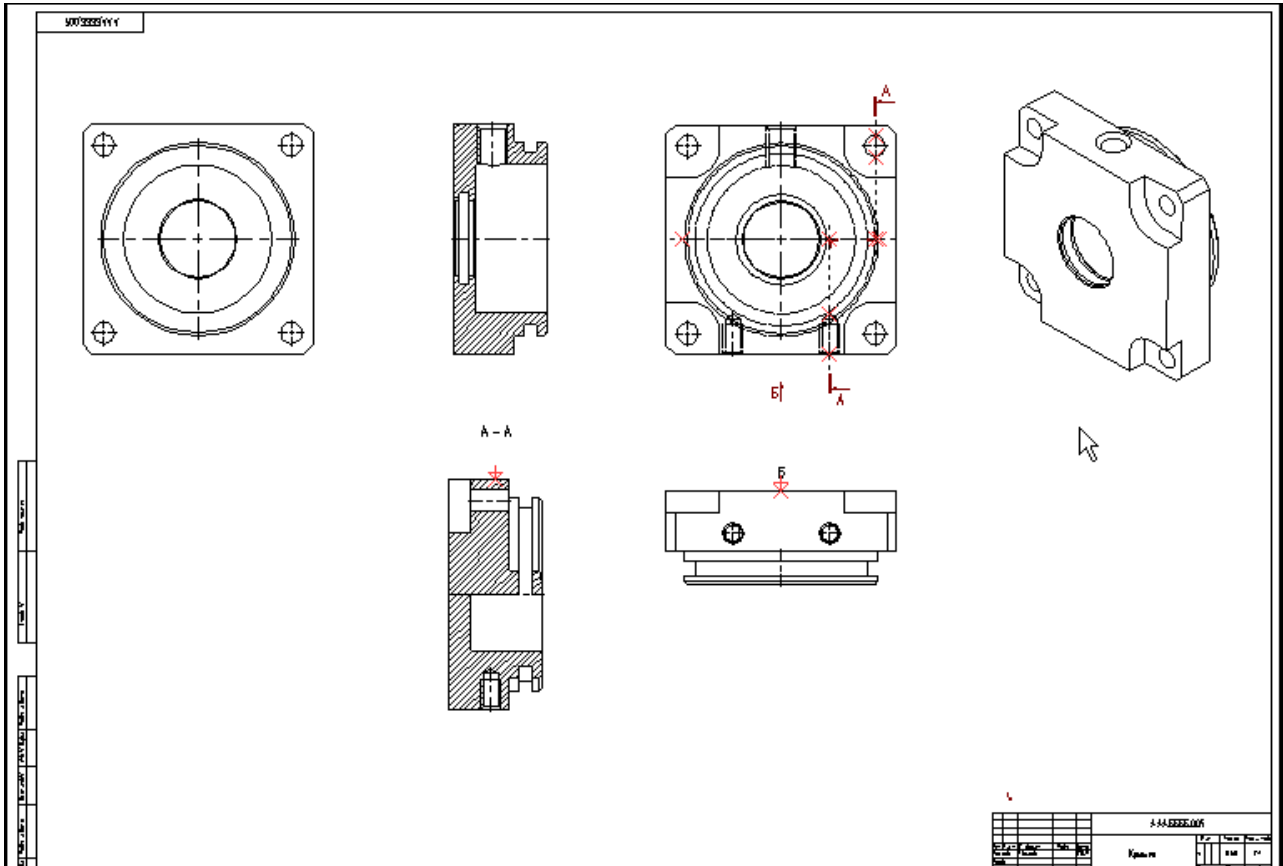



В нашем случае требуется направить стрелку вверх, поэтому выберите в подменю опцию  - «изменить направление стрелки». В параметрах команды <P>, на закладке «Стиль» укажите для параметра **Вдоль стрелки** значение равное «-1». Расположите обозначение вида **Б** в соответствии с автоматической привязкой вдоль осевой линии проекции «Вид слева».



Выйдите из команды .





Теперь создадим проекцию по обозначению вида. Зайдите в команду **Чертеж\Проекция** или нажмите  на панели инструментов. В Автоменю выберите опцию  – «создать дополнительный вид». Выберите щелчком  обозначение вида **Б** и расположите новую проекцию в проекционной связи с «Видом слева», см. рис. ниже. Завершите ввод .

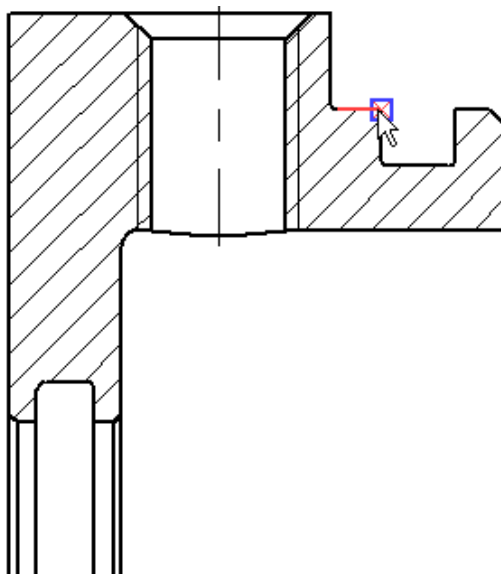







Щелкните  на обозначении вида **Б** и переместите его немного вверх для лучшего восприятия.

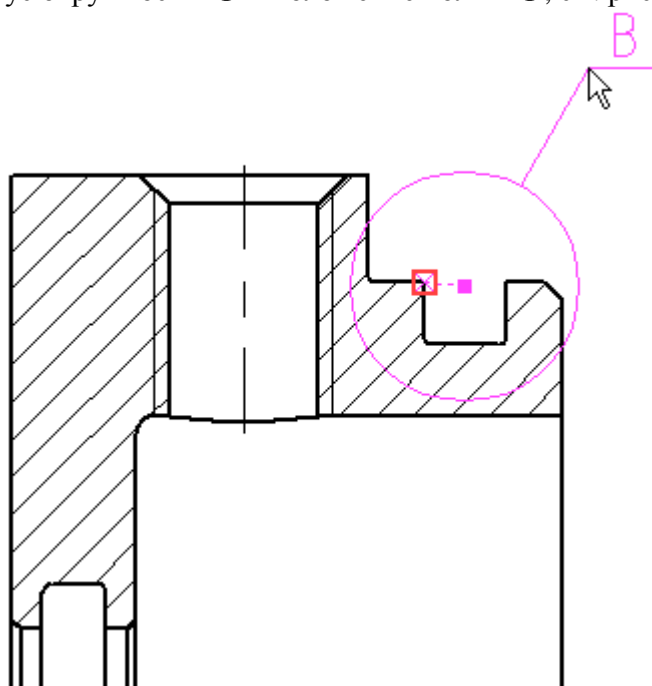
[Video\Part II \v11-09.exe](#)

Создание выносного вида

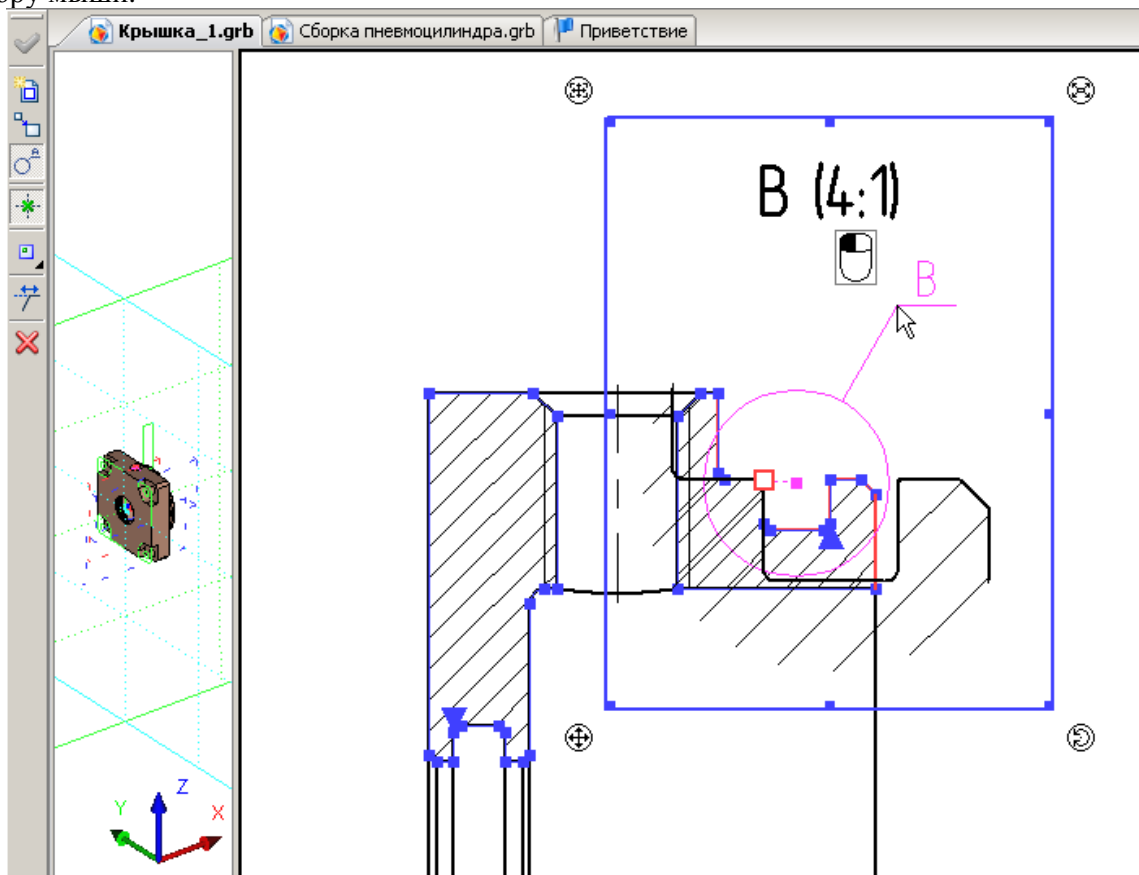
Построим на основе проекции, полученной по 3D сечению, «Выносной вид» для канавки под наружное уплотнительное кольцо. В селекторе установите режимы  – «выбор узлов»,  – «выбор штриховок» и  – «выбор линий изображения». Вначале построим узел на основе конечной точки линии проекции. К узлу впоследствии будет привязан «Выносной вид». На панели инструментов вызовите команду  – «создать узел». «Поднимите» узел с конечной точки линии изображения, как показано на рисунке ниже.



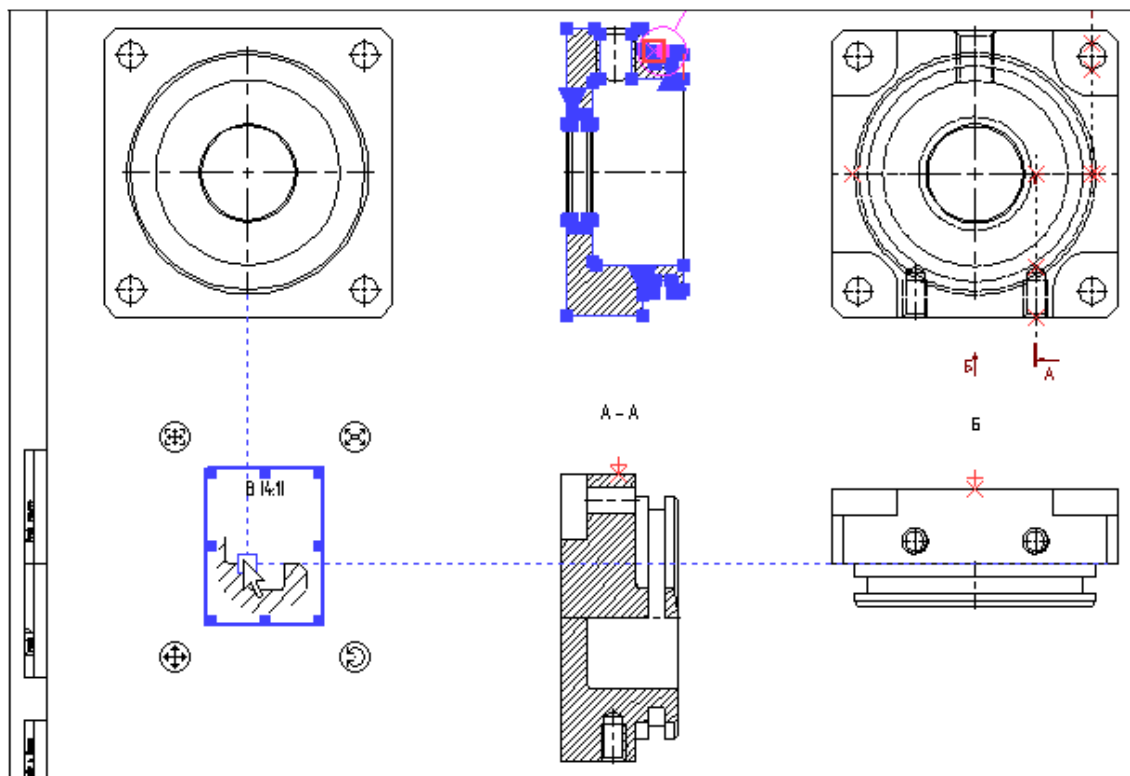
Выполните **Чертеж\Чертежный вид**. В основных параметрах команды в разделе «Чертежный вид» установите масштаб **4:1**. В Автоменю выберите опцию  – «создать выносной вид с обозначением». Щелкните  на построенном ранее узле. Система осуществит привязку «Выносного вида» к выбранному узлу. Задайте положение центра окружности выноски , затем радиус окружности  и положение полки , см. рисунок ниже.



Система создаст динамическое изображение создаваемого выносного вида, привязанное к курсору мыши.

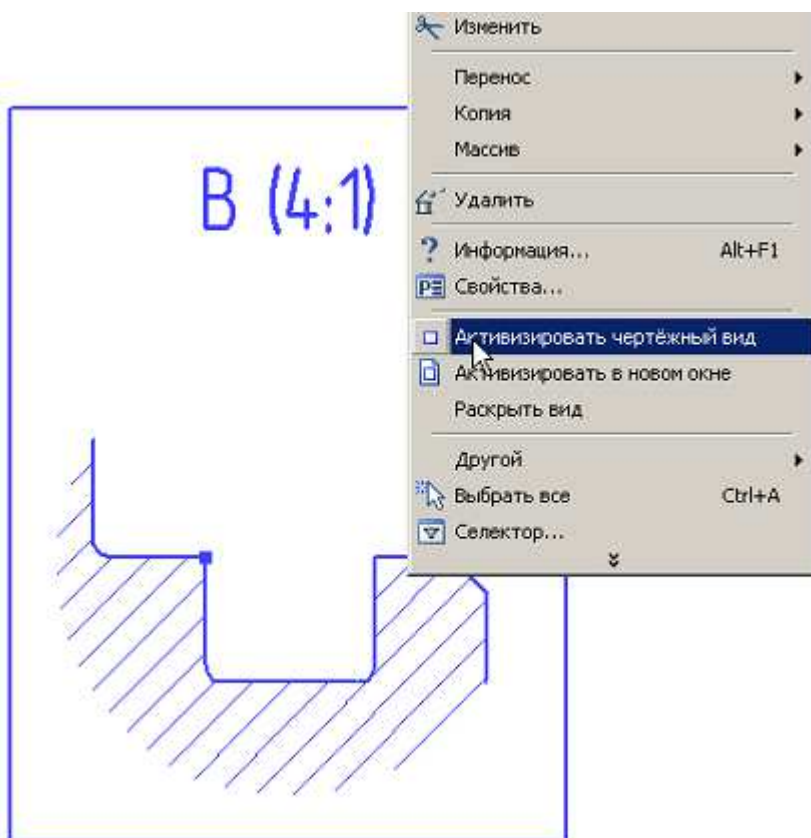



Далее необходимо задать положение вида на чертеже, см. рисунок ниже.

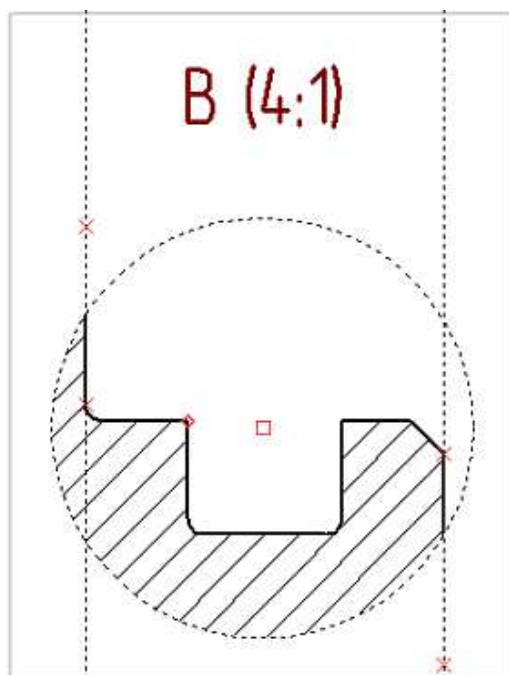



Завершите создание «Выносного вида»  и выйдите из команды .

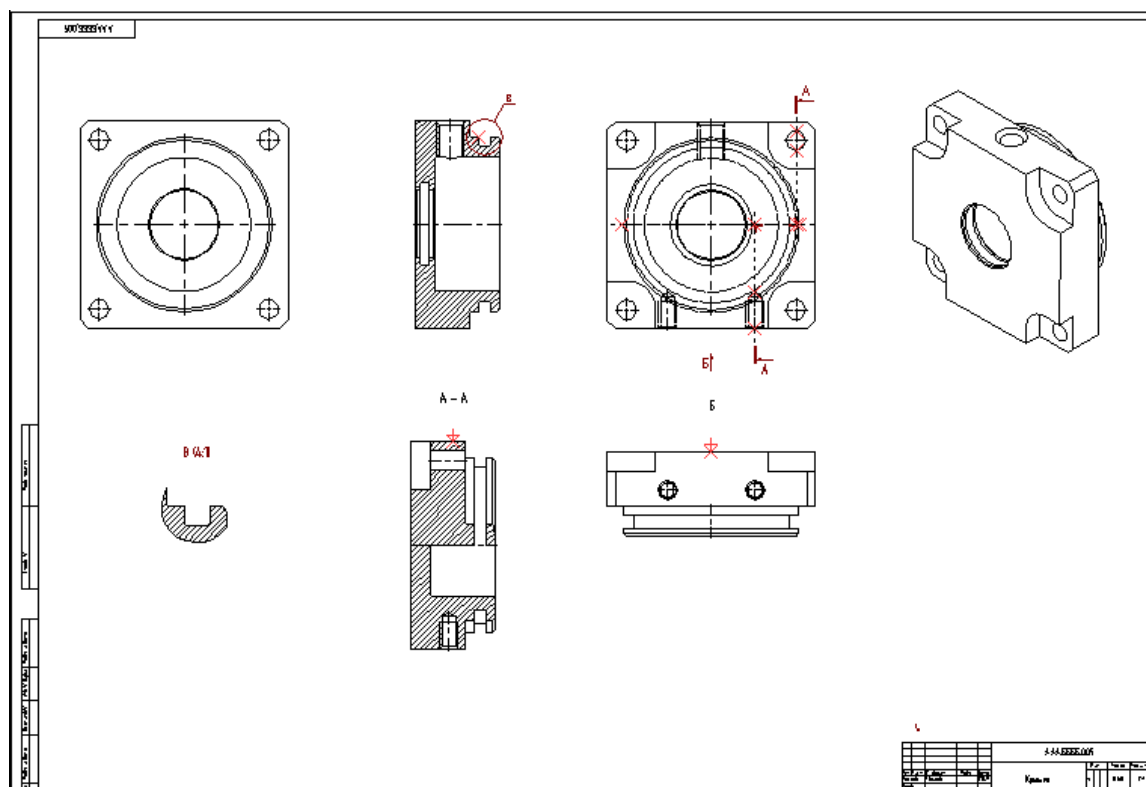
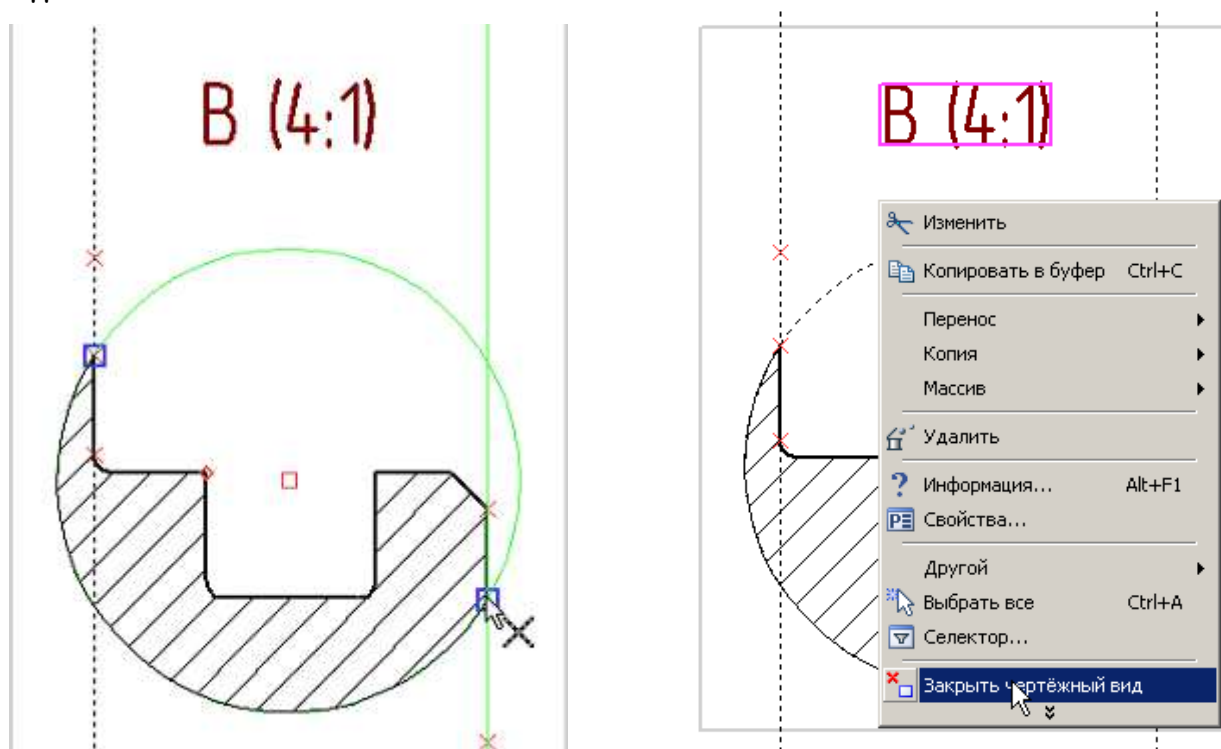
В контекстном меню построенного вида выберите пункт **Активизировать чертежный вид**. Система активизирует страницу с элементами изображения «Выносного вида».



Создадим линии построения на основе линий проекции. Выполните **Построения \ Прямая**  и создайте две линии построения, выбирая соответствующие линии изображения, см. рисунок ниже.



Обведите границу штриховки линией изображения с типом «Тонкая», как показано на рисунке ниже. Затем вызовите  контекстное меню и выберите пункт **Закреть чертёжный вид**.



Сохраните и закройте файл «**Крышка_1.grb**». Система выдаст предупреждение о том, что один или несколько файлов, на которые ссылается сборка, были изменены. Обновите сборку, нажав «Да». Сохраните сборку.

Самостоятельно закончите оформление чертежа. Оформленный чертеж крышки вы можете посмотреть в папке «Пневмоцилиндр-оформление».

[Video\Part II \v11-10.exe](#)

11.2 Заполнение основной надписи

Активизируйте 2D окно сборки. Выполните **Оформление\Основная надпись\Редактировать**. Заполните графы основной надписи, как показано на рисунке. «Обозначение» – ААА.ББББ.000, «Наименование» – Пневмоцилиндр, «Литера» – У, «Количество листов» – 1, фамилию разработчика, дату и наименование подразделения (на рисунке – наименование учебника «Начальный курс»).

Подробнее см. главу 4, раздел 4.7 «Основная надпись. Словарь».

Конструкторский чертёж. Первый лист. ГОСТ 2.104-68

Основная надпись | Дополнительные параметры

Тип документа: Чертёж | Наименование документа: Сборочный чертёж

					ААА.ББББ.000			СБ
					Пневмоцилиндр	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			4.7	
Разраб.		Иванов		20.08.11		У		1:1
Провер.								
Т. контр.					Сборочный чертёж	Лист	Листов	1
								Начальный курс
Н. контр.								
Утв.								

Многострочное обозначение материала | Копировал: | Формат: А3

Список переменных | Просмотр | |

Video\Part II \v11-11.exe

11.3 Создание технических требований

Выполните **Оформление \ Технические требования \ Создать**. Заполните технические требования, как показано на рисунке.

Подробнее см. главу 4, раздел 4.7 «**Технические требования**».

1. Пневмоцилиндр предназначен для учебных целей в качестве примера к учебнику "T-FLEX CAD Начальный курс".
2. Размеры для справок.
3. Трущиеся поверхности покрыть смазкой ЦИАТИМ-203 ГОСТ 8773-73.
4. Покрытие нерабочих поверхностей: грунтровка ГФ-021 ГОСТ 25129-82 один слой, эмаль ПФ-115 цвет желтый ГОСТ 6465-76 2 слоя.
5. Маркировать: AAA.BBBB.000

				AAA.BBBB.000 СБ			
Изм/Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Пневмоцилиндр	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов		20.08.11	Сборочный чертёж	У	4.7	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т. контр.					Начальный курс		
Н. контр.							
Чтв.							

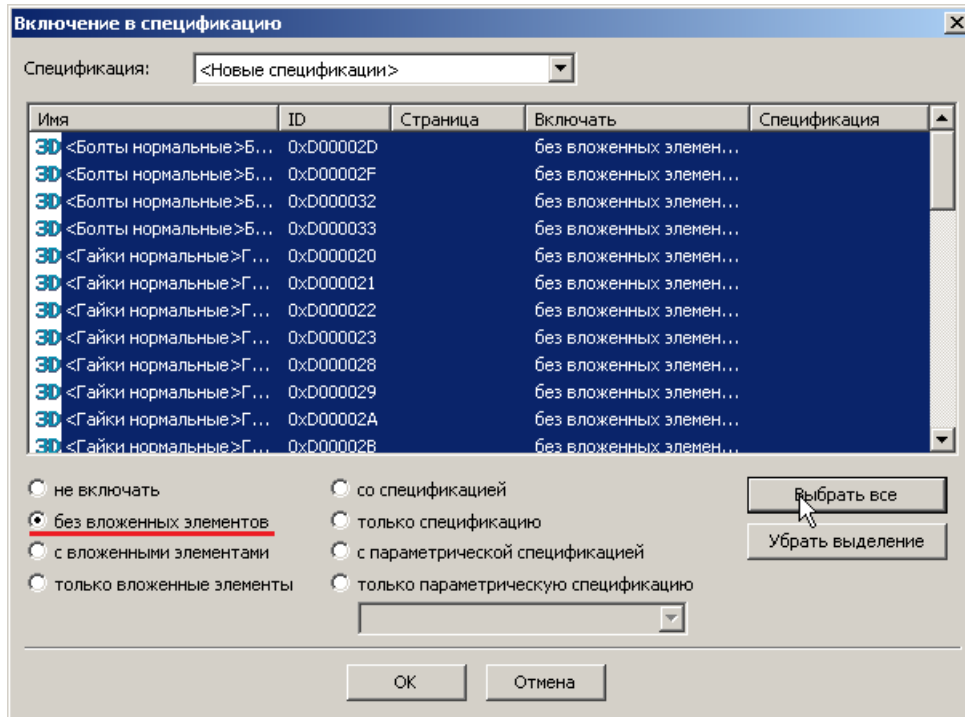
Копировал

Формат А1

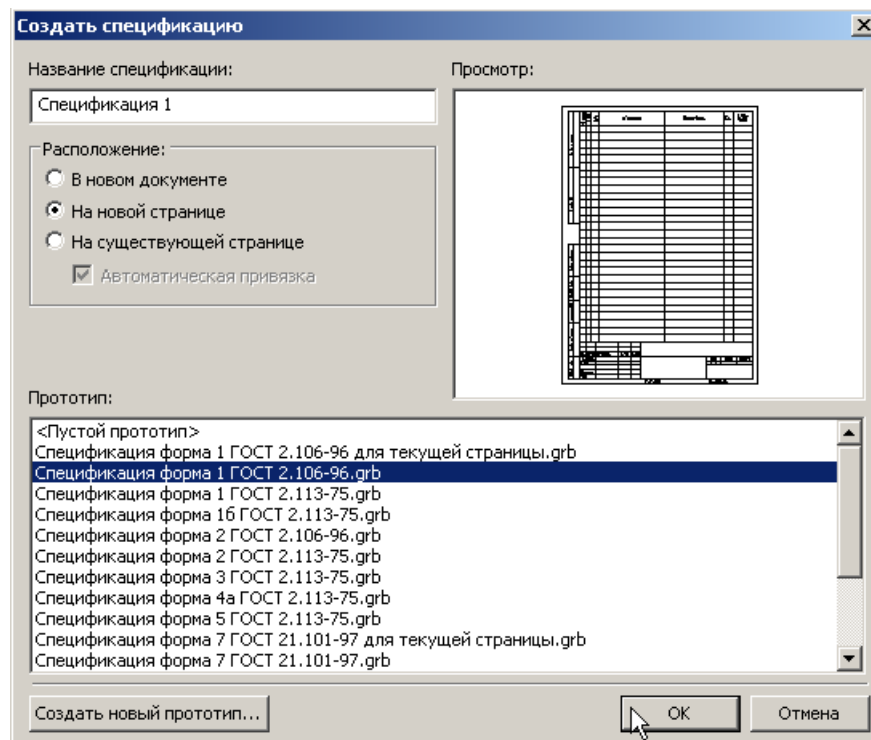
[Video\Part II \v11-12.exe](#)


11.4 Создание спецификации

Перед созданием спецификации необходимо выбрать элементы сборки, которые должны быть включены в спецификацию. Выполните **Сервис\Спецификация\Элементы**. В открывшемся окне нажмите кнопку «Выбрать все», установите переключатель в положение «без вложенных элементов» и нажмите «ОК».



Выберем расположение спецификации на листе и прототип, на основе которого должна быть создана спецификация. Выполните **Сервис\Спецификация\Новая**. В открывшемся окне установите переключатель в положение «На новой странице», в качестве прототипа выберите «Спецификация форма 1 ГОСТ 2.106-96.grb» и нажмите «ОК».



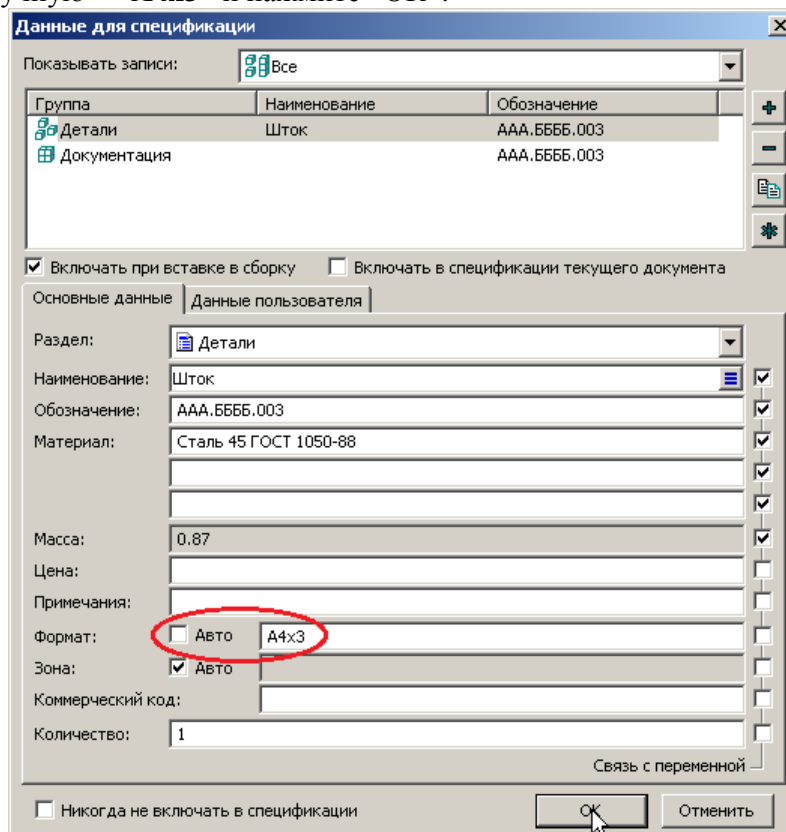
Программа автоматически сформирует спецификацию для текущей документа. Завершите команду .

		<u>Детали</u>			
Справ. №	A2	1	AAA.ББББ.001	Плита	1
	A3	2	AAA.ББББ.002	Паршень	1
		3	AAA.ББББ.003	Шток	1
	A3	4	AAA.ББББ.004	Цилиндр	1
	A1	5	AAA.ББББ.005	Крышка	1
	A1	6	AAA.ББББ.006	Крышка	1
	A4	7	AAA.ББББ.007	Стяжка	4
	A4	8	AAA.ББББ.008	Шайба	1
	A4	9		Кольцо уплотнительное	4

Обратите внимание на то, что в разделе спецификации «Формат» для детали «Шток» не указаны данные. В **Меню документов** откройте исходный файл фрагмента «Шток.grb» и убедитесь, что формат листа в файле нестандартный – **A4x3**, поэтому в спецификации не отображается.

AAA.ББББ.003			
	Лист	Масса	Масштаб
Шток	У	0.87	2:1
	Лист	Листов	1
5 ГОСТ 1050-88	Начальный курс		
Формат A4x3			

Выполните **Сервис \ Спецификация \ Данные**. В поле **Формат** снимите галочку «Авто», заполните поле вручную – «A4x3» и нажмите «ОК».



Данные для спецификации

Показывать записи: Все

Группа	Наименование	Обозначение
Детали	Шток	AAA.ББББ.003
Документация		AAA.ББББ.003

Включать при вставке в сборку Включать в спецификации текущего документа

Основные данные | Данные пользователя

Раздел: Детали

Наименование: Шток

Обозначение: AAA.ББББ.003

Материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88

Масса: 0.87

Цена:

Примечания:

Формат: Авто A4x3

Зона: Авто

Коммерческий код:

Количество: 1

Связь с переменной

Никогда не включать в спецификации

ОК Отменить

Сохраните и закройте файл штока. Система выдаст предупреждение о том, что один или несколько файлов, на которые ссылается сборка, были изменены. Обновите сборку, нажав «Да». Выполните **Сервис\Спецификация\Обновить все**. Программа обновит колонку спецификации «Формат» для детали «Шток».

						Детали	
Справ. №	A2	1	AAA.ББББ.001	Плита	1		
	A3	2	AAA.ББББ.002	Поршень	1		
	A3	3	AAA.ББББ.003	Шток	1		
	A3	4	AAA.ББББ.004	Цилиндр	1		
	A1	5	AAA.ББББ.005	Крышка	1		
	A1	6	AAA.ББББ.006	Крышка	1		
	A4	7	AAA.ББББ.007	Стяжка	4		
	A4	8	AAA.ББББ.008	Шайба	1		
	A4	9		Кольцо			
по				уплотнительное	4		

Обратите внимание, что спецификация все еще не готова, поскольку для уплотнительных колец не указано обозначение. Присвоим обозначение уплотнительному кольцу. В **Меню документов** откройте файл фрагмента «Кольцо уплотнительное.grb». Активизируйте 2D окно, запустите команду **Оформление\Основная надпись\Редактировать** и заполните поле «Обозначение»: «AAA.ББББ.009».

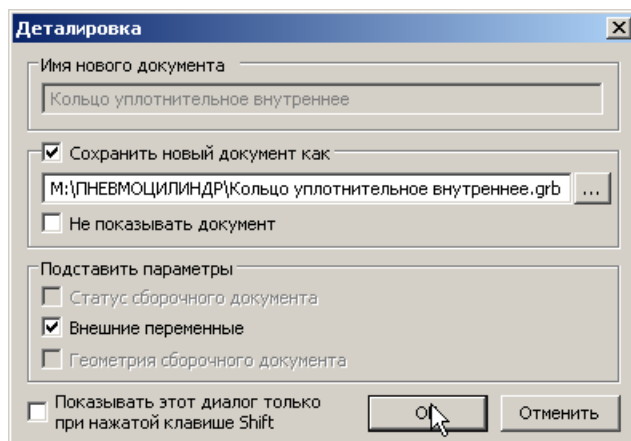
Сохраните и закройте файл уплотнительного кольца. Обновите сборку.

Выполните **Сервис\Спецификация\Обновить все**. Программа обновит колонку спецификации «Обозначение» для детали «Кольцо уплотнительное».

Справ. №	A3	4	AAA.ББББ.004	Цилиндр	1
	A1	5	AAA.ББББ.005	Крышка	1
	A1	6	AAA.ББББ.006	Крышка	1
	A4	7	AAA.ББББ.007	Стяжка	4
	A4	8	AAA.ББББ.008	Шайба	1
	A4	9	AAA.ББББ.009	Кольцо	
по				уплотнительное	4

Но в сборку входят уплотнительные кольца разных диаметров и разного типа установки: три наружных и одно внутреннее. Вы можете убедиться в этом, открыв в папку «РТИ» в дереве 3D модели сборки в **Меню документов**. При выборе фрагментов колец в дереве 3D модели программа подсветит их в 3D сцене. Таким образом, в сборку нами были вставлены четыре уплотнительных кольца, но одно из них отличается от других параметрами, поэтому в спецификации для этого кольца требуется собственное обозначение. Для этого выгрузим из сборки фрагмент внутреннего уплотнительного кольца с текущими значениями внешних переменных, сохранив его как отдельный файл.

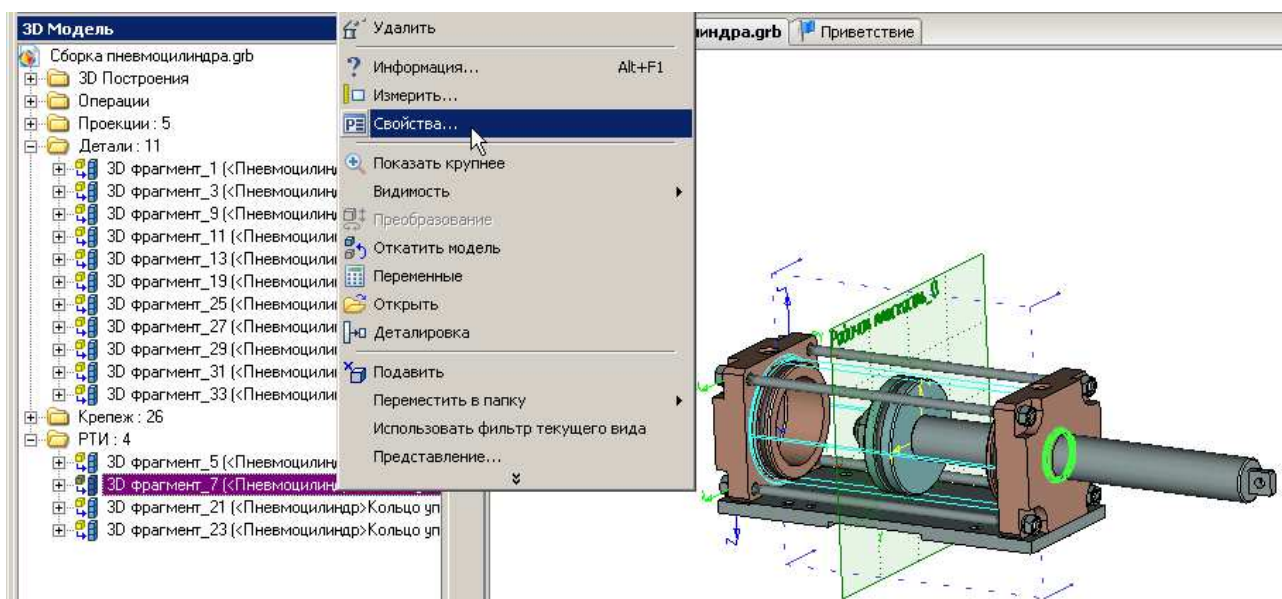
Находясь в дереве 3D модели, вызовите контекстное меню фрагмента внутреннего кольца и выберите в меню пункт **Детализовка**. В открывшемся окне поставьте флажок рядом с пунктом **Сохранить новый документ как** и исправьте в указанном пути к новому документу имя файла на «**Кольцо уплотнительное внутреннее.grb**».




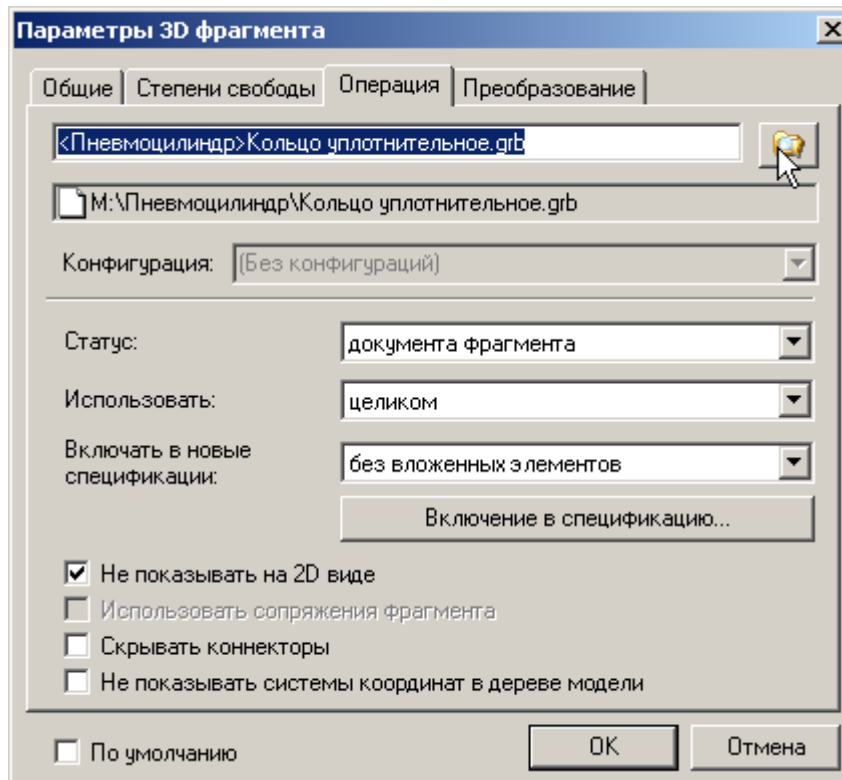
Присвоим сохраненному кольцу новое обозначение. Активизируйте 2D окно, запустите команду **Оформление \ Основная надпись \ Редактировать** и заполните поле «Обозначение»: «**AAA.BBBB.010**». Сохраните файл «**Кольцо уплотнительное внутреннее.grb**» и закройте документ.

Теперь в сборке необходимо отредактировать ссылку на фрагмент, геометрия которого была выгружена в новый документ на предыдущем шаге. Ссылка должна указывать на вновь созданный файл.

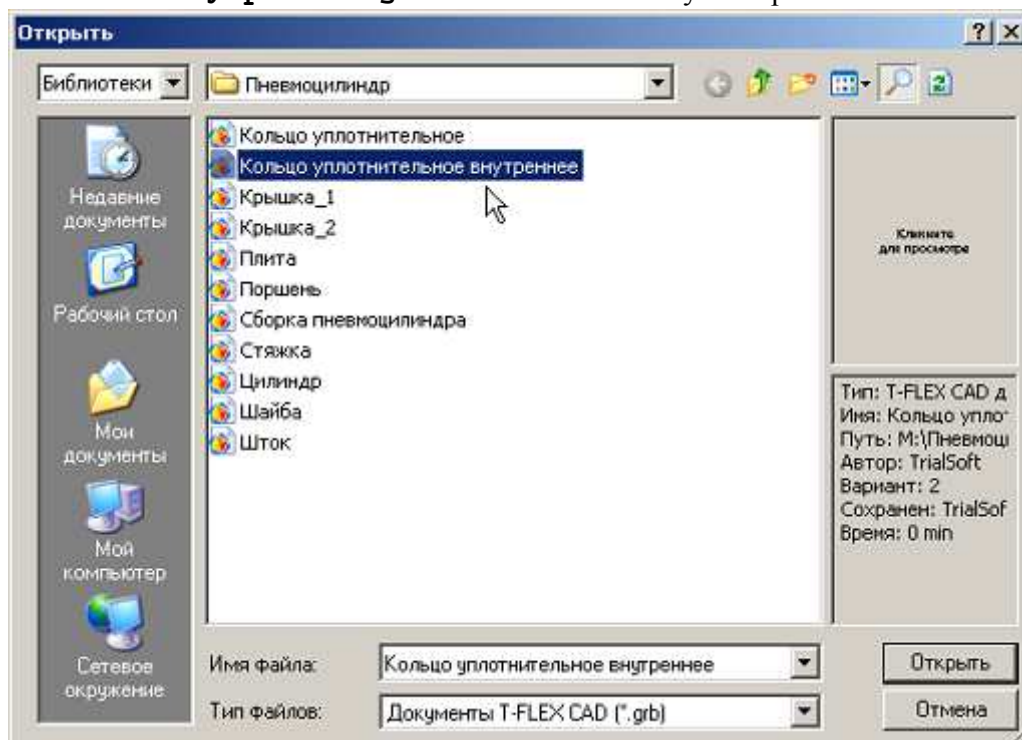
В дереве 3D модели из контекстного меню указанного выше фрагмента вызовите пункт **Свойства**.



В окне параметров 3D фрагмента перейдите на вкладку **Операция** и нажмите кнопку .



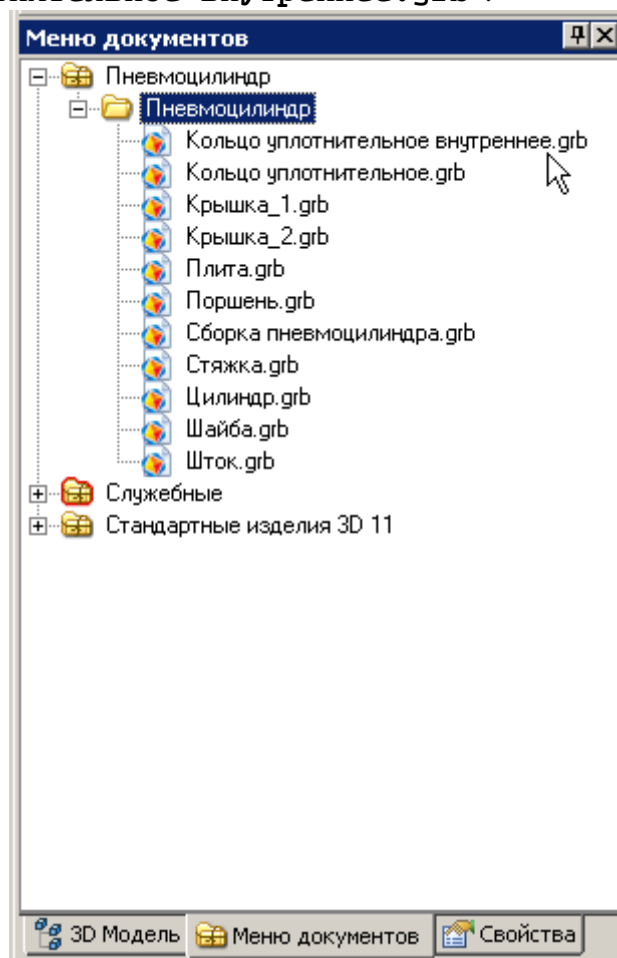
В открывшемся диалоге укажите на файл вновь созданного фрагмента «**Кольцо уплотнительное внутреннее.grb**» и нажмите кнопку «Открыть».



В окне параметров 3D фрагмента нажмите «OK». Далее выполните **Сервис\Спецификация\Обновить все**. Программа обновит спецификацию.

					Детали	
Слобод. №	A2	1	AAA.ББББ.001	Плита	1	
	A3	2	AAA.ББББ.002	Поршень	1	
	A4	3	AAA.ББББ.003	Шток	1	
	A3	4	AAA.ББББ.004	Цилиндр	1	
	A1	5	AAA.ББББ.005	Крышка	1	
	A1	6	AAA.ББББ.006	Крышка	1	
Юбка и дно	A4	7	AAA.ББББ.007	Стяжка	4	
	A4	8	AAA.ББББ.008	Шайба	1	
	A4	9	AAA.ББББ.009	Кольцо уплотнительное	3	
	A4	10	AAA.ББББ.010	Кольцо уплотнительное	1	

Обновите конфигурацию проекта: в **Меню документов** сверните и разверните узел папки «Пневмоцилиндр». В обновленной конфигурации будет отображаться наименование файла «**Кольцо уплотнительное внутреннее.grb**».



[Video\Part II \v11-13.exe](#)

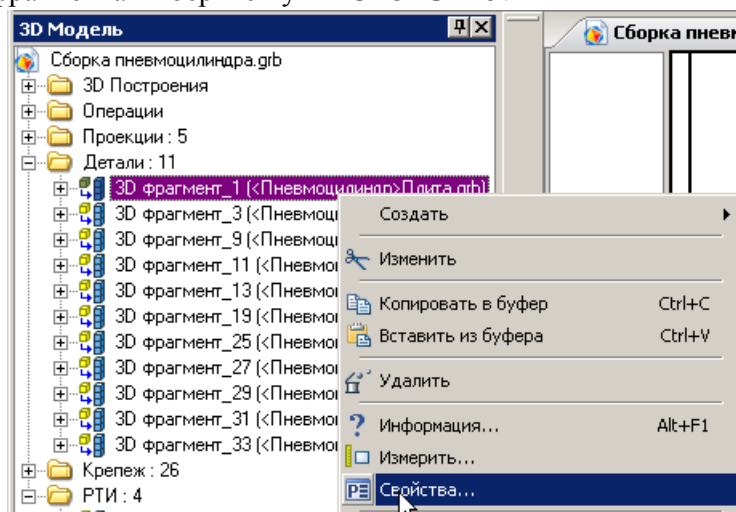
11.5 Переименование файлов фрагментов

В настоящем разделе приведены правила присвоения имен файлам-фрагментам для ваших проектов и способ переименования файлов в контексте сборки.

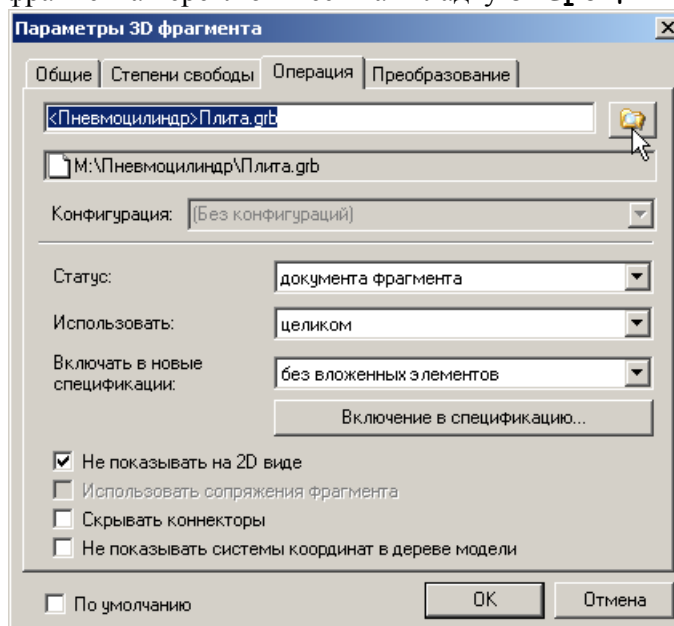
Переименуем файлы по следующему правилу: **ОБОЗНАЧЕНИЕ_НАИМЕНОВАНИЕ** в соответствии со спецификацией. Изменим в соответствии со спецификацией файл «**Плита.grb**» и ссылку на него в сборке.

					<u>Детали</u>		
A2	1	AAA.BBBB.001	Плита	1			
A3	2	AAA.BBBB.002	Поршень	1			
A4x3	3	AAA.BBBB.003	Шток	1			

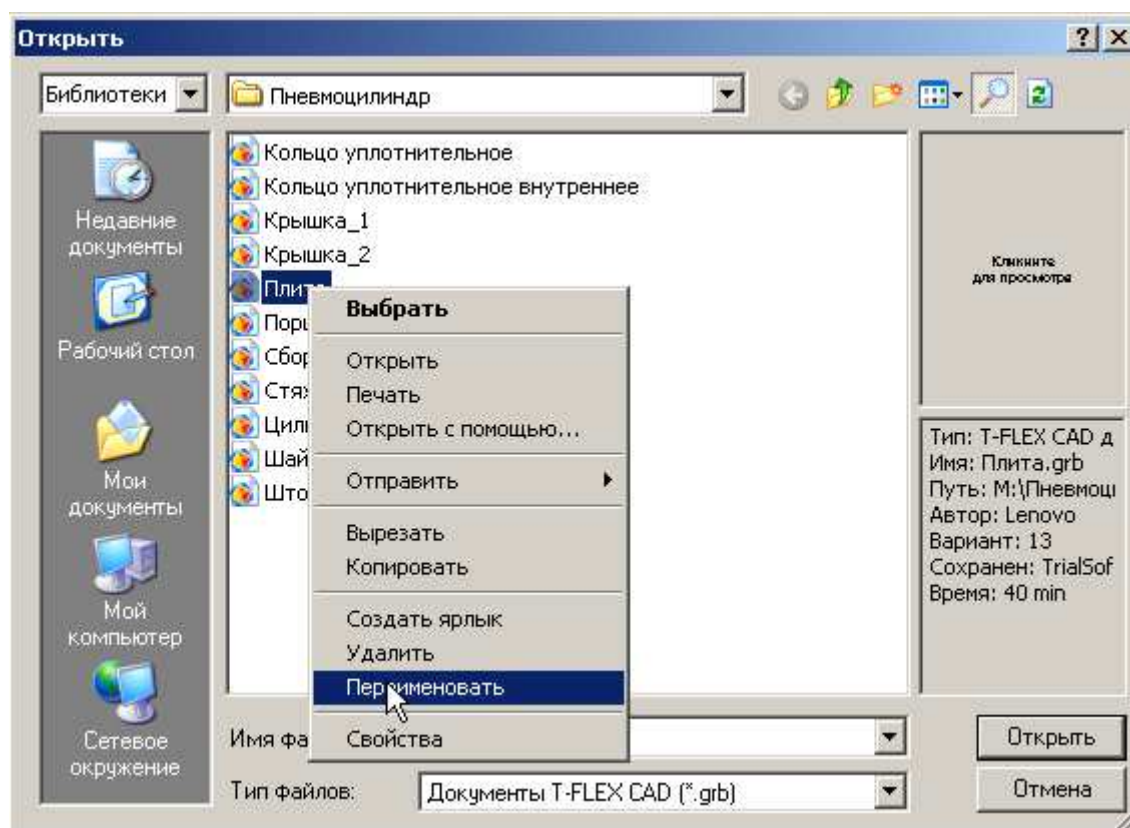
В дереве 3D Модели разверните узел папки «Детали». Выберите фрагмент плиты и в контекстном меню фрагмента выберите пункт **Свойства**.



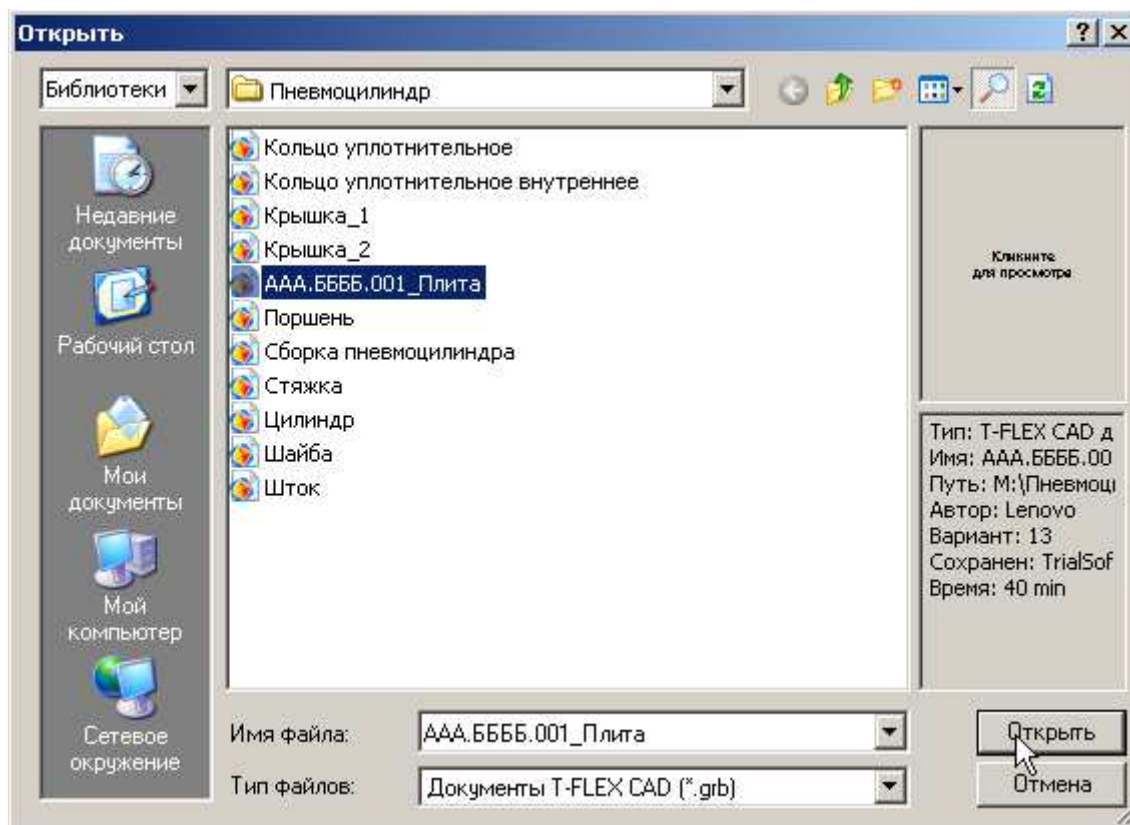
В окне параметров 3D фрагмента переключитесь на вкладку **Операция** и нажмите кнопку .

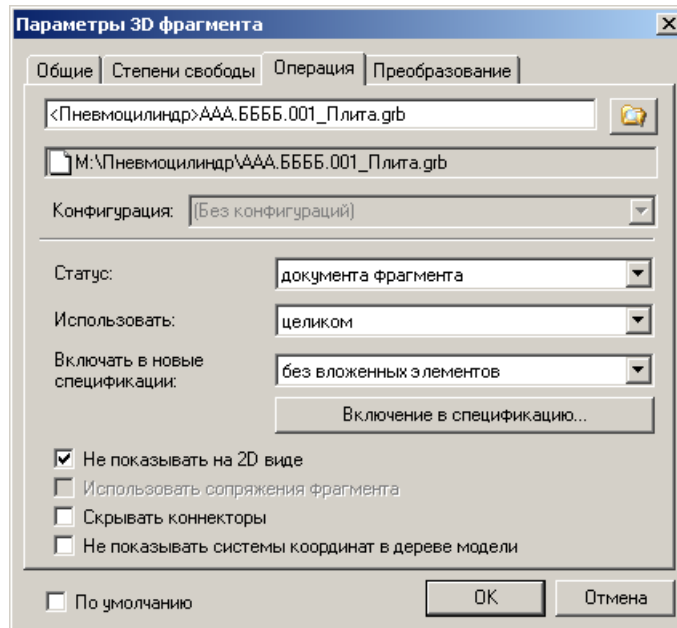


В открывшемся диалоговом окне переименуйте файл «Плита.grb» в «AAA.BBBB.001_Плита.grb»...



... выделите переименованный файл и нажмите кнопку «Открыть».






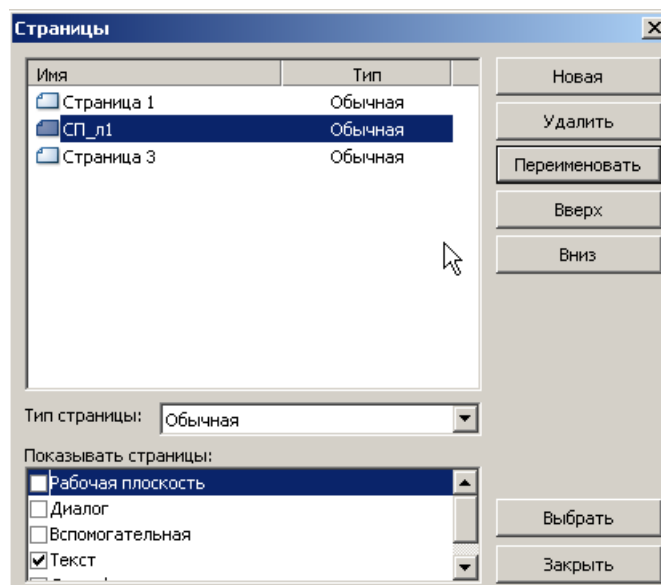


Мы переименовали файл плиты в соответствии с обозначением плиты в спецификации. В окне параметров 3D фрагмента нажмите «ОК».

Переименуйте самостоятельно оставшиеся файлы из группы «Детали» и группы «РТИ». Обратите внимание, что файл «Кольцо уплотнительное внутреннее.grb» нужно переименовать в «AAA.BBBB.010_Кольцо уплотнительное.grb», т. к. обозначение сделает имя файла уникальным, и отличать фрагмент кольца по типу установки больше нет необходимости.

Выполните **Сервис\Спецификация\Обновить все**. Обновите конфигурацию библиотеки проекта: в меню документов сверните и разверните узел папки проекта «Пневмоцилиндр».



Теперь скроем страницу рабочей плоскости и переименуем страницы со спецификацией. Переключитесь в 2D окно. Выполните **Настройка\Страницы...** или щелкните  на панели инструментов  – «страницы». В открывшемся окне в разделе **Показывать страницы** снимите флажок с пункта **Рабочая плоскость**. Далее щелкните  на имени страницы **Страница 2**, нажмите кнопку «Переименовать» и присвойте Странице 2 новое имя «СП_л1».

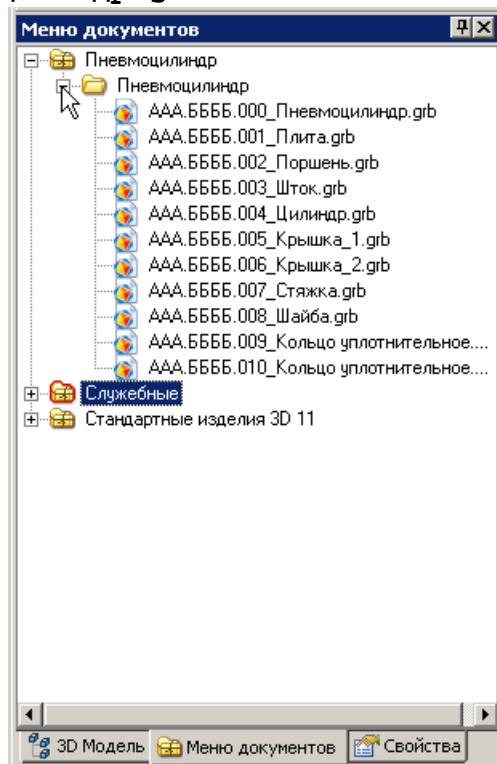


Страницу 3 переименуйте в СП_л2 и нажмите кнопку «Заккрыть». Изменения отразятся в наименованиях листов спецификации.

№ листа	Знак	Поз.	Наименование	Назначение	Кол.	Примечание
Документация						
A1			AAA.BBBB.000 СБ	Сборочный чертеж		
Детали						
A2	1		AAA.BBBB.001	Плита	1	
A3	2		AAA.BBBB.002	Поршень	1	
A3	3		AAA.BBBB.003	Шток	1	
A3	4		AAA.BBBB.004	Цилиндр	1	
A1	5		AAA.BBBB.005	Крышка	1	
A1	6		AAA.BBBB.006	Крышка	1	
A4	7		AAA.BBBB.007	Стяжка	4	
A4	8		AAA.BBBB.008	Шайба	1	
A4	9		AAA.BBBB.009	Кольцо		
				уплотнительное	3	
A4	10		AAA.BBBB.010	Кольцо		
				уплотнительное	1	
Стандартные изделия						
		11		Болт М6-6х16.35х0.16 ГОСТ 7798-70	4	
		12		Гайка М6-6Н5.35х0.16 ГОСТ 5915-70	8	
		13		Гайка М16- 6Н5.40х0.16 ГОСТ 5916-70	1	
AAA.BBBB.000						
Пневмоцилиндр						



Сохраните и закройте файл сборки.

Переименуем файл сборки. Зайдите в **Меню документов**. В папке проекта «Пневмоцилиндр» щелкните  по файлу «Сборка пневмоцилиндра.grb». Вызовите контекстное меню этого файла, щелкнув по имени файла , выберите в нем пункт **Переименовать** и исправьте имя файла сборки на «AAA.BBBB.000_Пневмоцилиндр.grb».




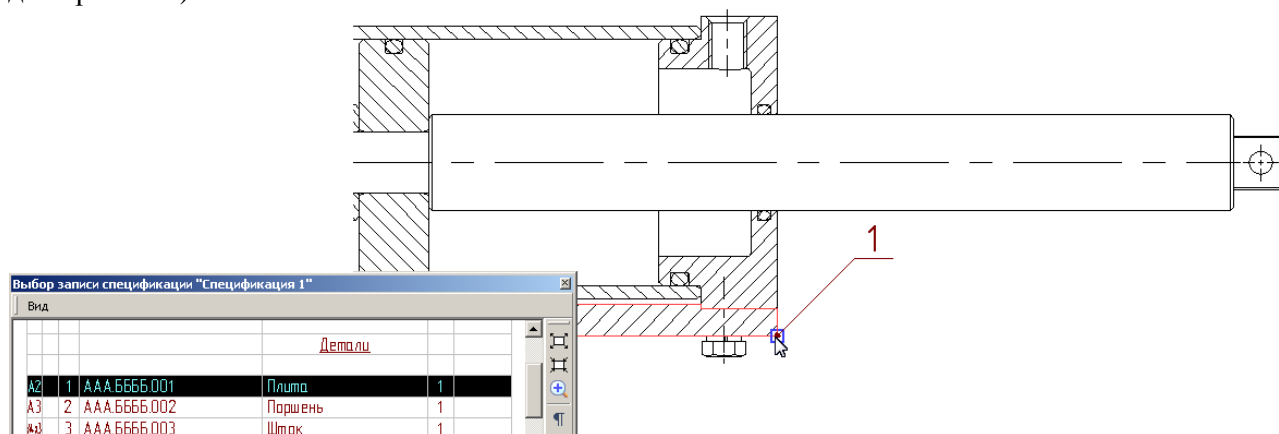
Video\Part II \v11-14.exe


11.6 Простановка позиций в сборочном чертеже

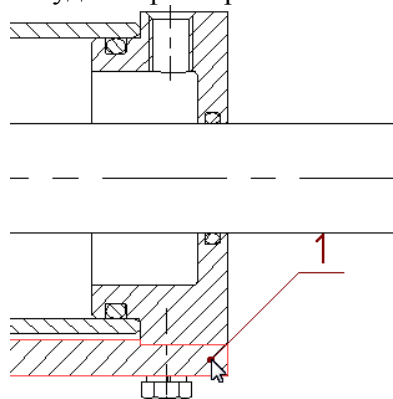
При простановке позиций рекомендуется погасить элементы построения. Выполните команду  - «погасить построения». Переключитесь в окно сборочного чертежа и вызовите команду **Сервис\Спецификация\Позиции**. Система откроет окно «Выбор записи спецификации», в котором отображается таблица спецификации. Таблица содержит отсортированные и распределенные по разделам записи. Для того, чтобы создать позицию на чертеже, «связанную» с записью спецификации, необходимо выбрать запись в таблице и задать положение надписи с номером позиции на чертеже. Щелкните  по записи плиты в разделе «Детали».



Вид				
Детали				
A2	1	AAA.BBBB.001	Плита	1
A3	2	AAA.BBBB.002	Поршень	1
A3	3	AAA.BBBB.003	Шток	1
A3	4	AAA.BBBB.004	Цилиндр	1
A1	5	AAA.BBBB.005	Крышка	1
A1	6	AAA.BBBB.006	Крышка	1
A4	7	AAA.BBBB.007	Стяжка	4

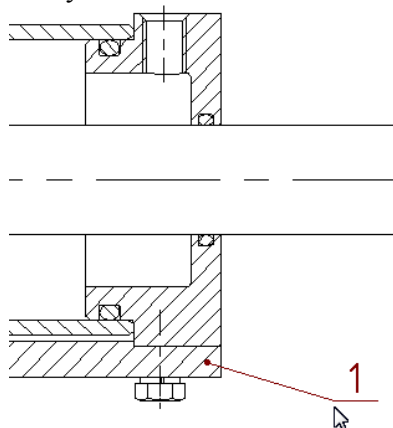
В сборочном чертеже границы плиты подсвятся красным цветом, а в 3D сцене – зеленым. Подведите курсор мыши к концевой точке любой линии проекций «Вид спереди» и щелкните . Система автоматически построит 2D узел на основе концевой точки выбранной линии и создаст относительно него первую привязку стрелки надписи (всего необходимо указать две привязки).



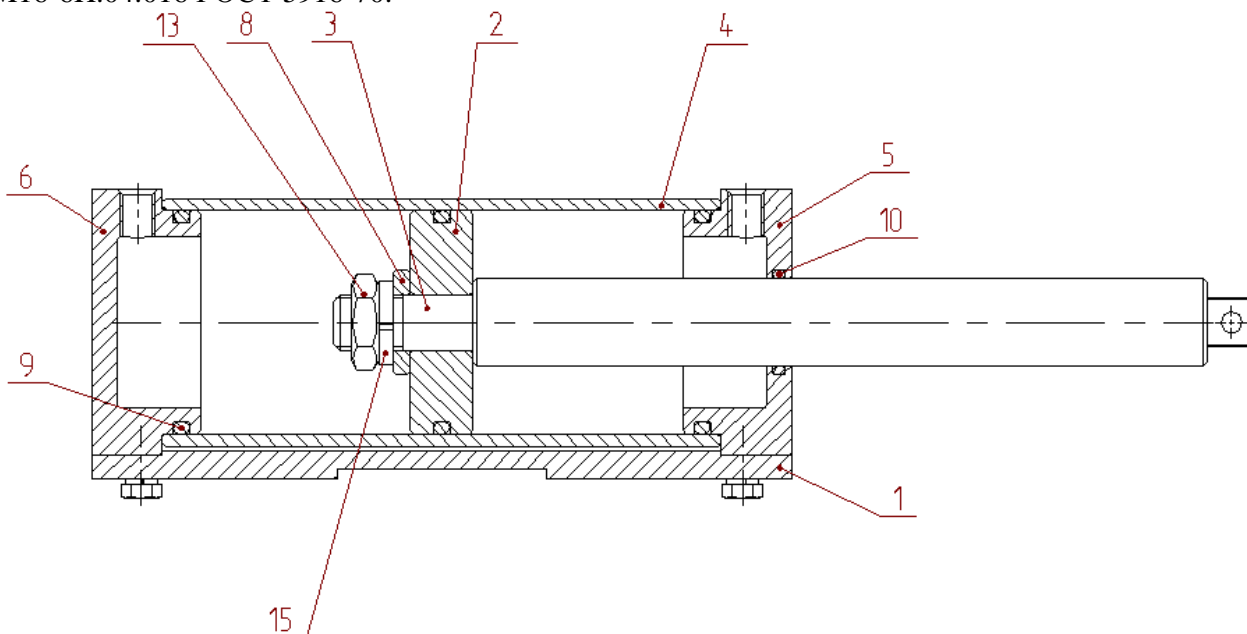
Затем щелкните  на штриховке плиты (см. на рисунке ниже), система создаст вторую привязку стрелки. Стрелка надписи будет зафиксирована.



Чтобы изменить направление полки во время создания надписи используйте опцию Автоменю . Зафиксируйте полку надписи: щелкните  на свободном месте чертежа рядом с проекцией, чтобы зафиксировать полку с обозначением позиции.



Аналогичным образом проставьте на проекции «Вид спереди» позиции следующих деталей пневмоцилиндра: поршня, штока, обеих крышек, уплотнительных колец внутреннего и наружного, нестандартной шайбы и стандартных деталей: шайбы 16.65Г ГОСТ 6402-70 и гайки М16-6Н.04.016 ГОСТ 5916-70.



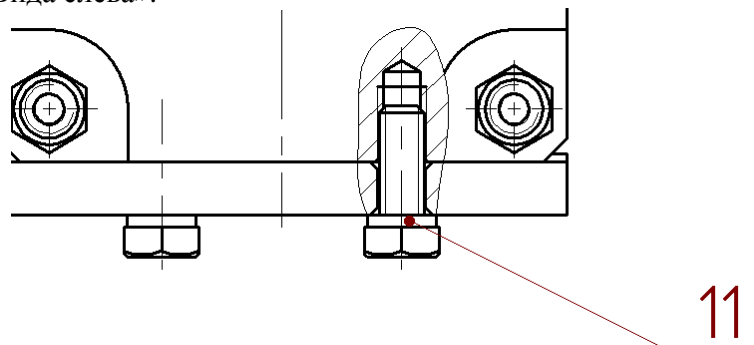
Обратите внимание, записи в таблице спецификации, позиции которых в сборочном чертеже уже проставлены, система закрашивает фоном серого цвета.

Выбор записи спецификации "Спецификация 1"

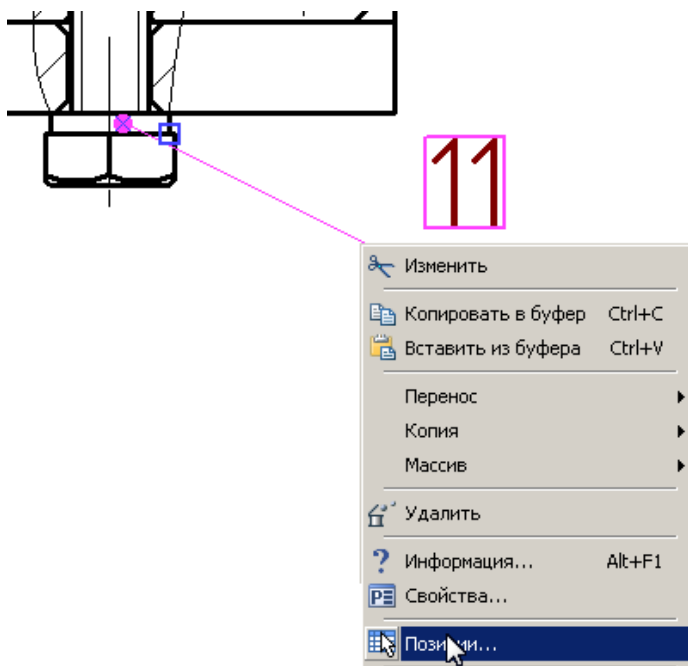
Вид				
Детали				
A2	1	AAA.BBBB.001	Плита	1
A3	2	AAA.BBBB.002	Поршень	1
A3	3	AAA.BBBB.003	Шток	1
A3	4	AAA.BBBB.004	Цилиндр	1
A1	5	AAA.BBBB.005	Крышка	1
A1	6	AAA.BBBB.006	Крышка	1
A4	7	AAA.BBBB.007	Стяжка	4
A4	8	AAA.BBBB.008	Шпилька	1

Запись не выбрана NUM CAP SCRL

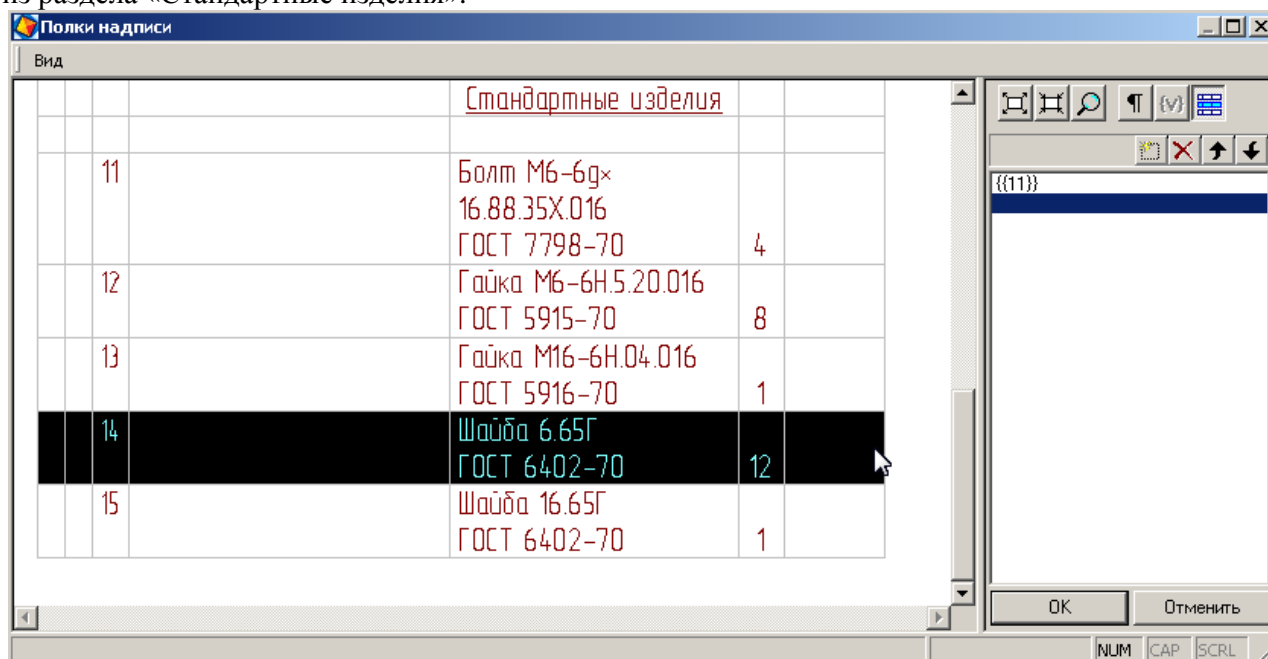
Проставьте позицию стандартного изделия «Болт М6-6g*16.35X.016 ГОСТ 7798-70» на местном разрезе «Вида слева».






Выйдите из команды, нажав *. Теперь для болтового соединения создадим дополнительную полку с позицией шайбы. Вызовите из контекстного меню надписи команду «Позиции».

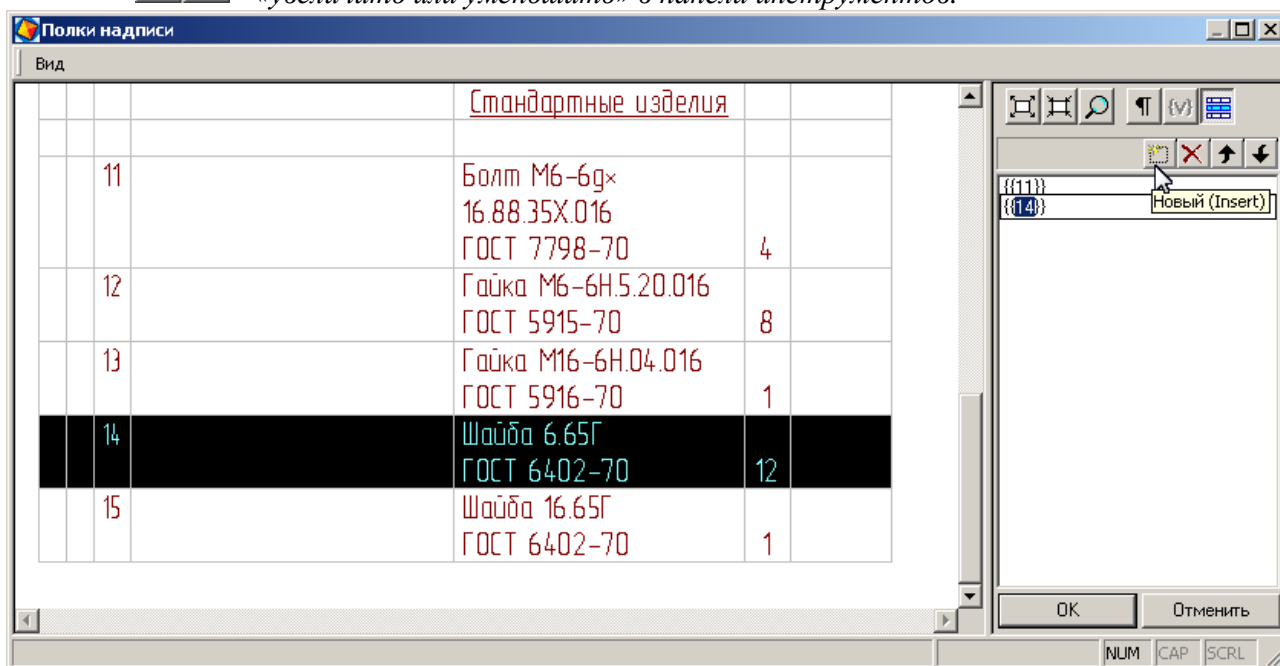


В открывшемся окне «Полки надписи» выберите запись «Шайба 6.65Г ГОСТ 6402-70» из раздела «Стандартные изделия».

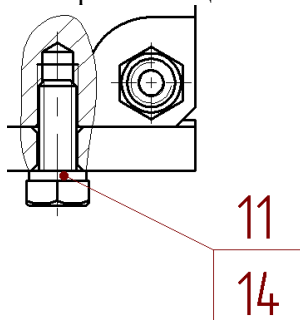


На панели инструментов нажмите кнопку  - «Новый».

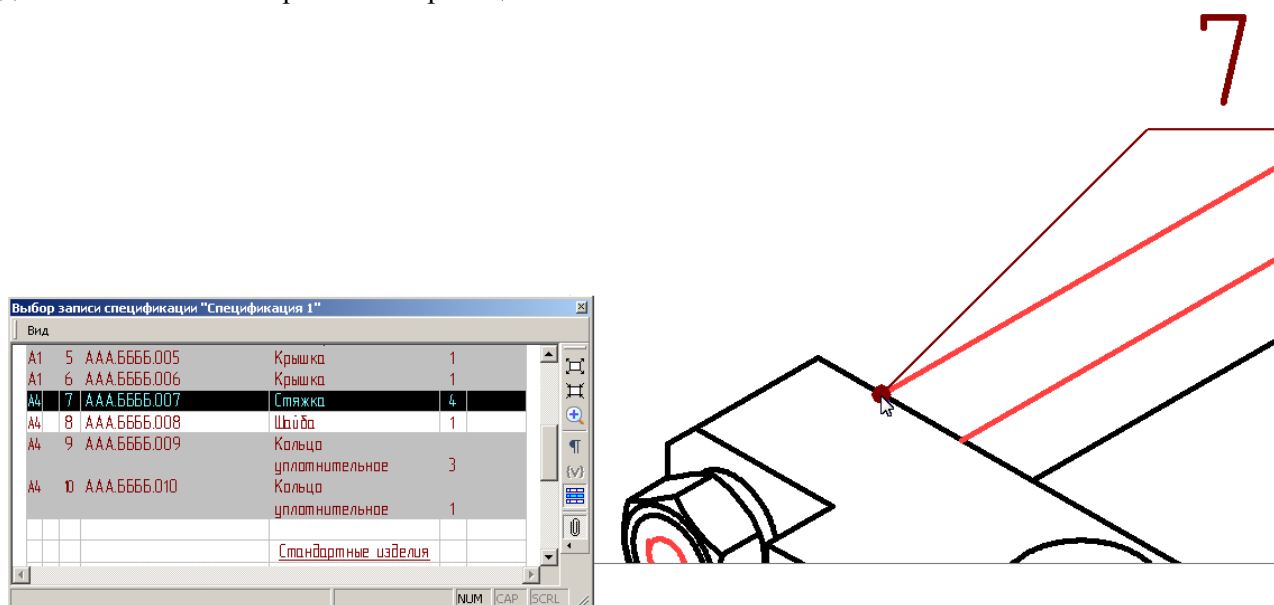
 Для масштабирования таблицы спецификации относительно окна используйте кнопки  - «увеличить или уменьшить» в панели инструментов.

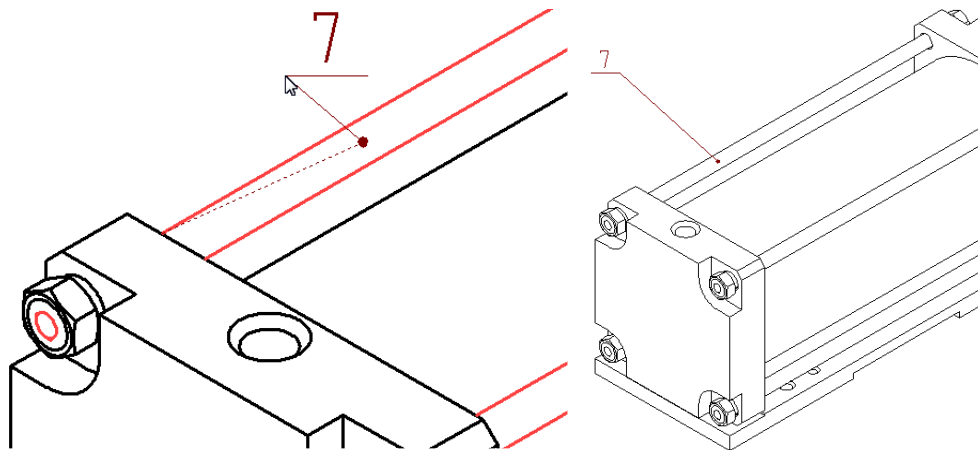


Для завершения команды нажмите «ОК». Система создаст для надписи болтового соединения дополнительную полку с номером позиции шайбы.

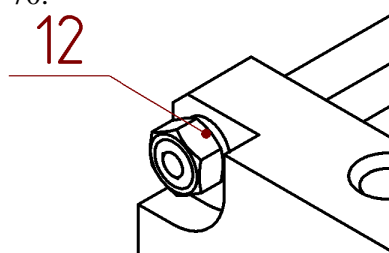



Вновь вызовите команду **Сервис \ Спецификация \ Позиции**. Проставьте позицию для стяжки на изометрической проекции.



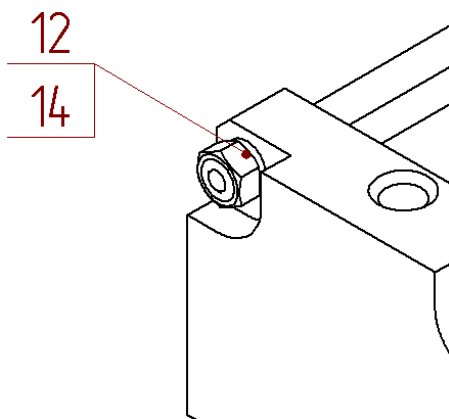
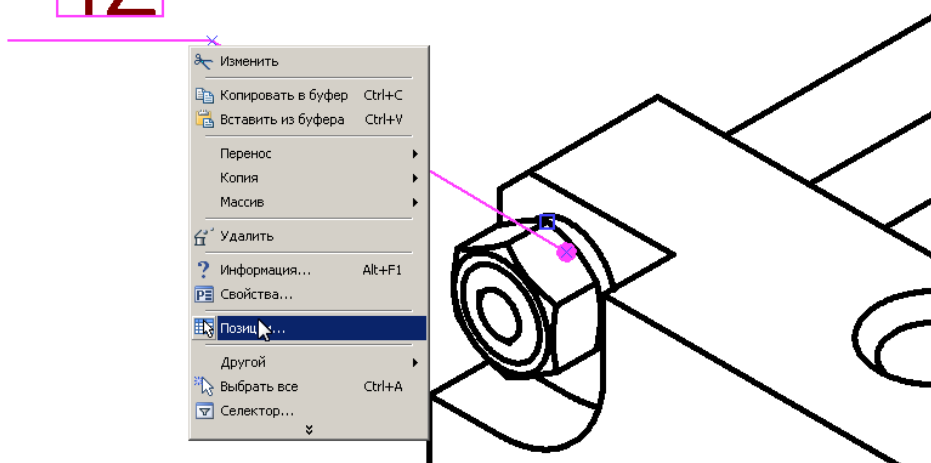


Аналогичным образом проставьте на изометрической проекции позицию стандартной гайки М6-6Н.5.20.016 ГОСТ 5915-70.

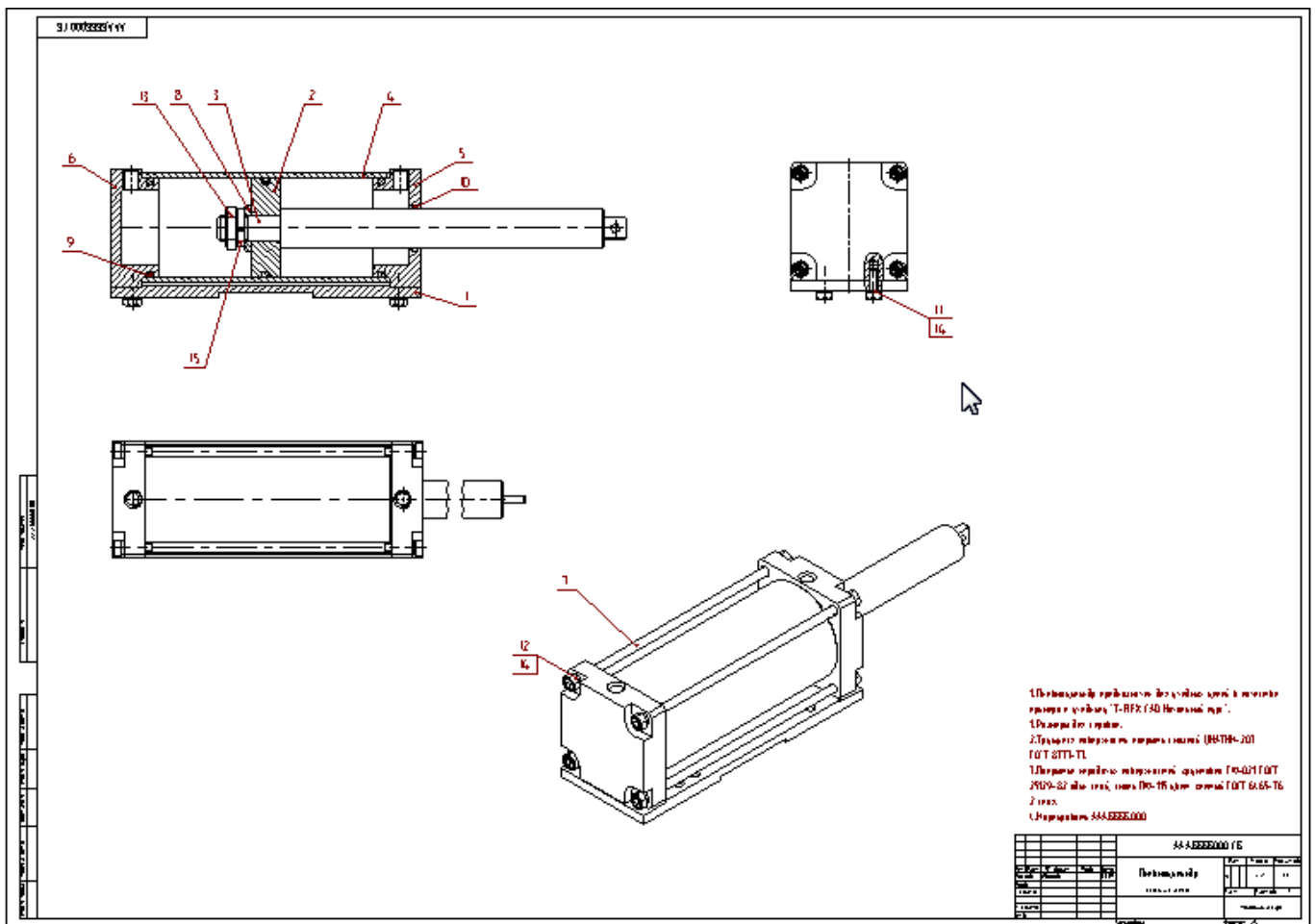


Выйдите из команды, нажав *. Вызовите из контекстного меню надписи команду «Позиции» и создайте дополнительную полку с позицией шайбы по аналогии с простановкой позиций для болтового соединения.

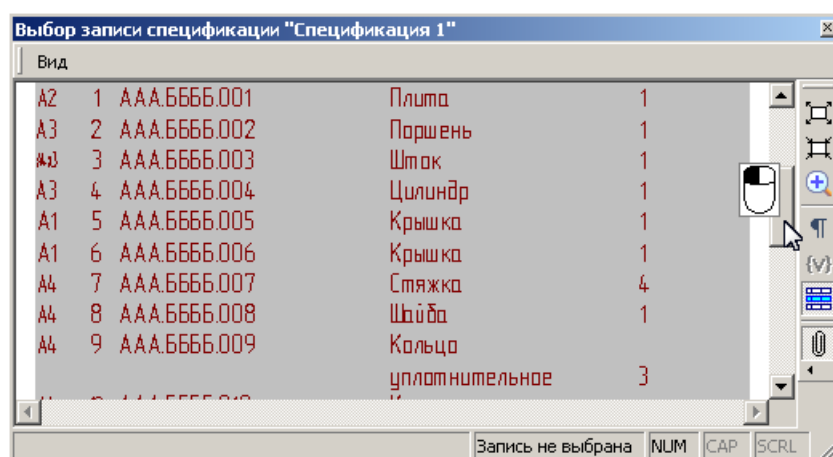
12



В результате сборочный чертеж должен принять вид, показанный на рисунке ниже.





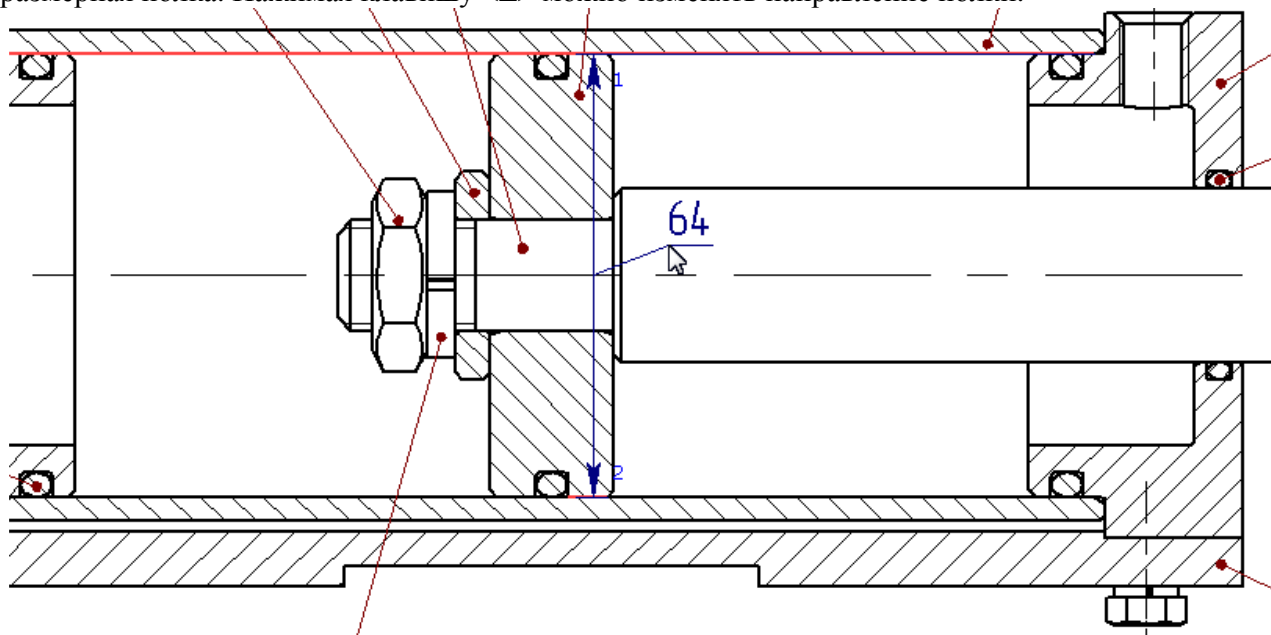
Выполните команду **Сервис\Спецификация\Позиции**, чтобы убедиться, что в сборочном чертеже проставлены позиции для всех деталей пневмоцилиндра, включенных в спецификацию: все записи в таблице спецификации должны быть закрашены фоном серого цвета.




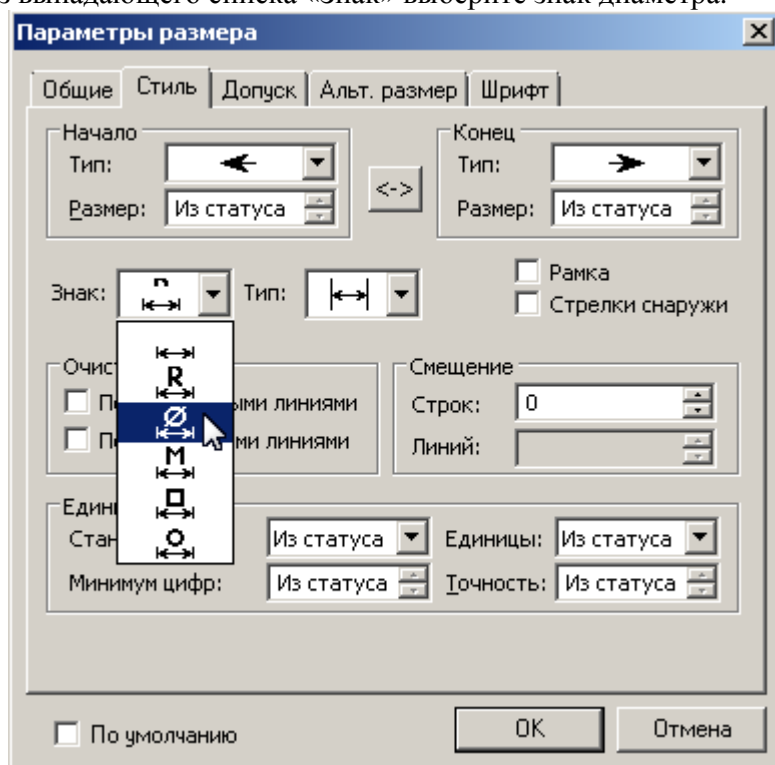
Video\Part II \v11-15.exe



11.7 Простановка размеров на сборочном чертеже

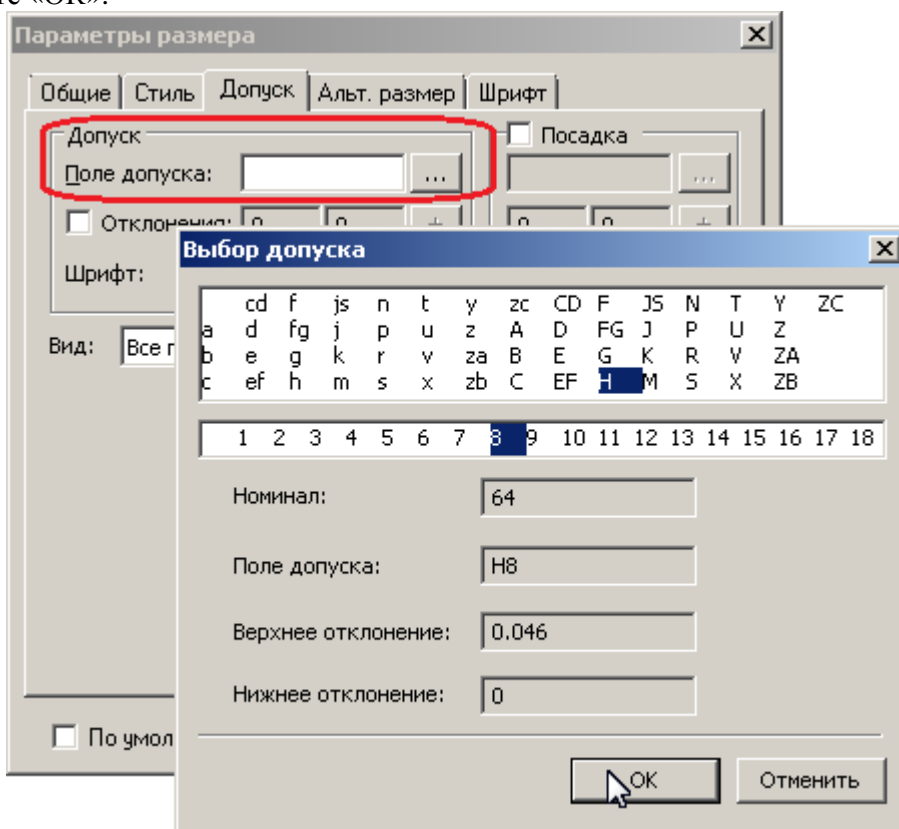
На панели инструментов нажмите кнопку  для вызова команды простановки размера. Нанесем размер диаметра цилиндра. На виде спереди укажите мышью *  линии внутренней поверхности цилиндра сверху и снизу. Эти линии подсвечиваются красным цветом, и на экране отобразится размерная линия с числом «64». Выберите положение размерной линии (смещение по горизонтали) и нажмите <Пробел>. Система зафиксирует положение размерной линии. Выберите положение размерного числа и нажмите <Пробел>. Размерное число зафиксируется. Переместите курсор мыши немного вправо от размерной линии и нажмите <Пробел>. Появится размерная полка. Нажимая клавишу <Z> можно изменять направление полки.





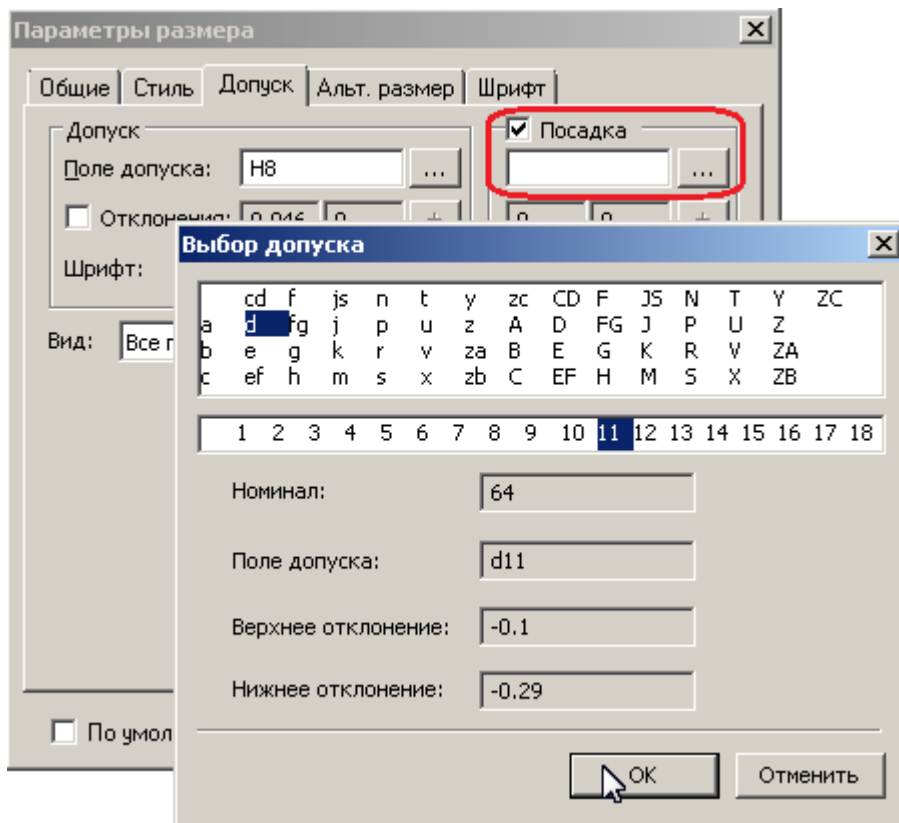
В Автоменю выберите опцию  или нажмите <P>. В окне «Параметры размера» на вкладке «Стиль» из выпадающего списка «Знак» выберите знак диаметра.



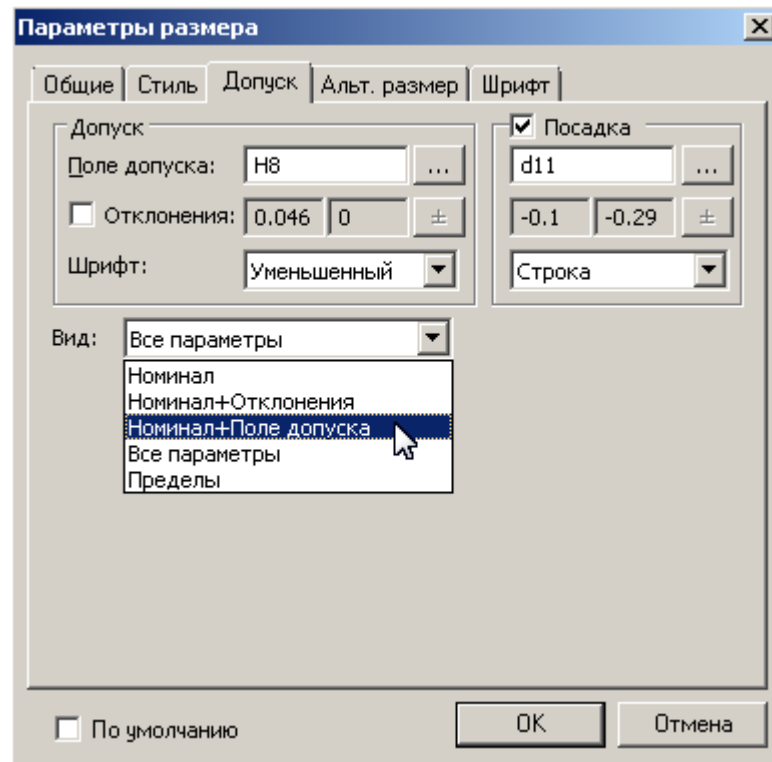
На вкладке «Допуск» справа от «Поле допуска» нажмите кнопку  для ввода размерного допуска. В открывшемся окне выбора допуска укажите мышью  параметры поля допуска «Н» и «8». Нажмите «ОК».




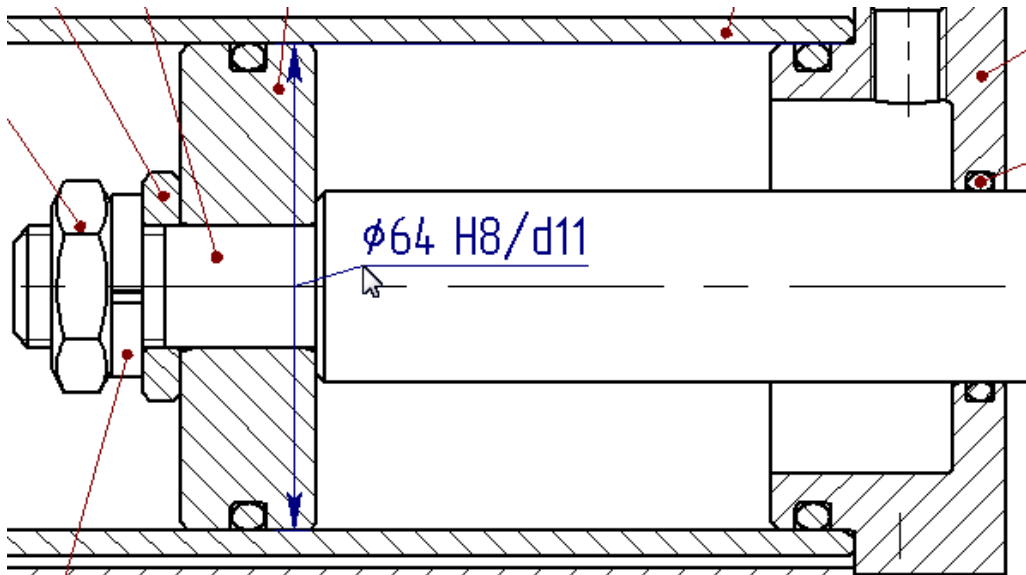
На вкладке «Допуск» установите флажок «Посадка». Справа от поля ввода значения посадки нажмите кнопку . В открывшемся окне выбора допуска укажите мышью  параметры допуска «d» и «8». Нажмите «ОК».



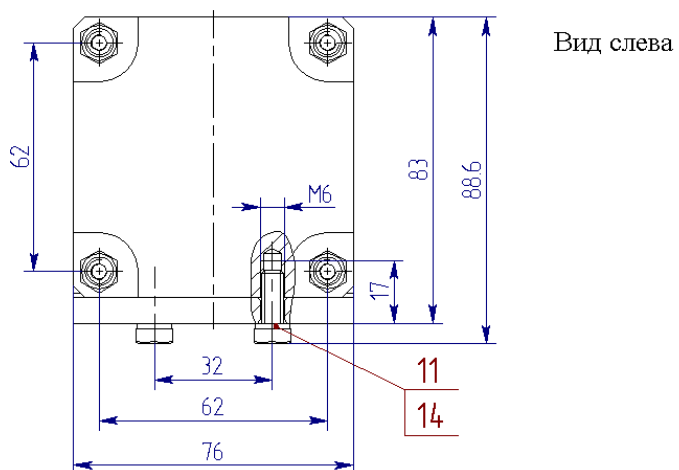
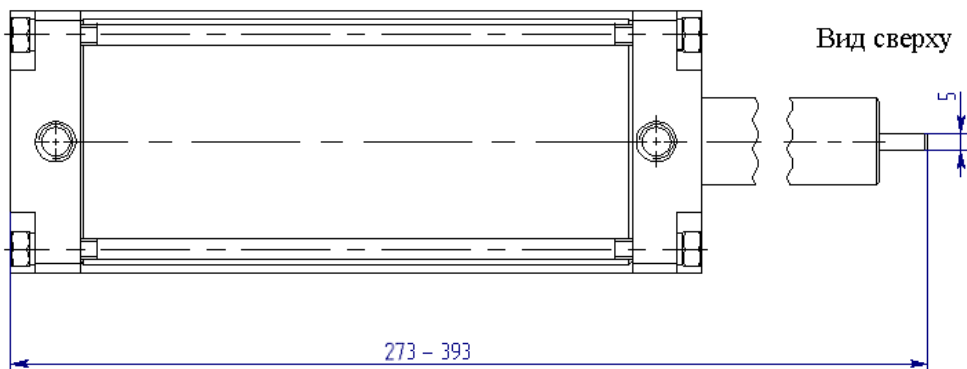
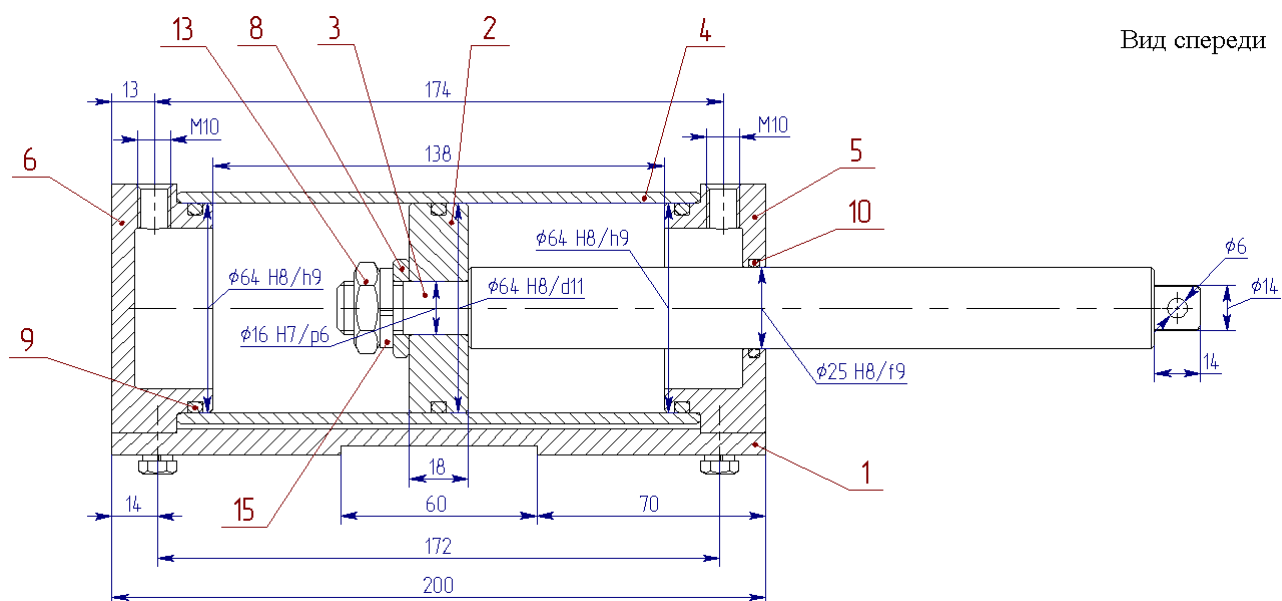
На вкладке «Допуск» в выпадающем списке «Вид» выберите значение «Номинал+Поле допуска». В окне «Параметры размера» нажмите кнопку «ОК».




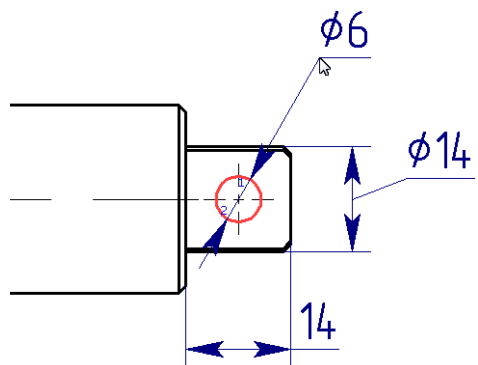
Зафиксируйте размерную полку, нажав .



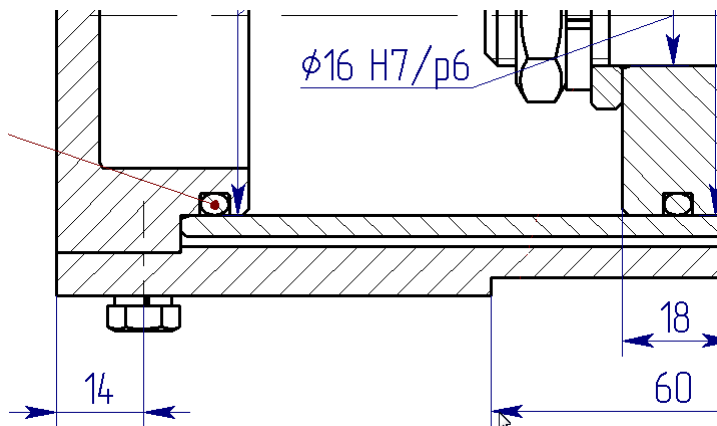
Аналогично нанесите остальные размеры, см. рисунки ниже.





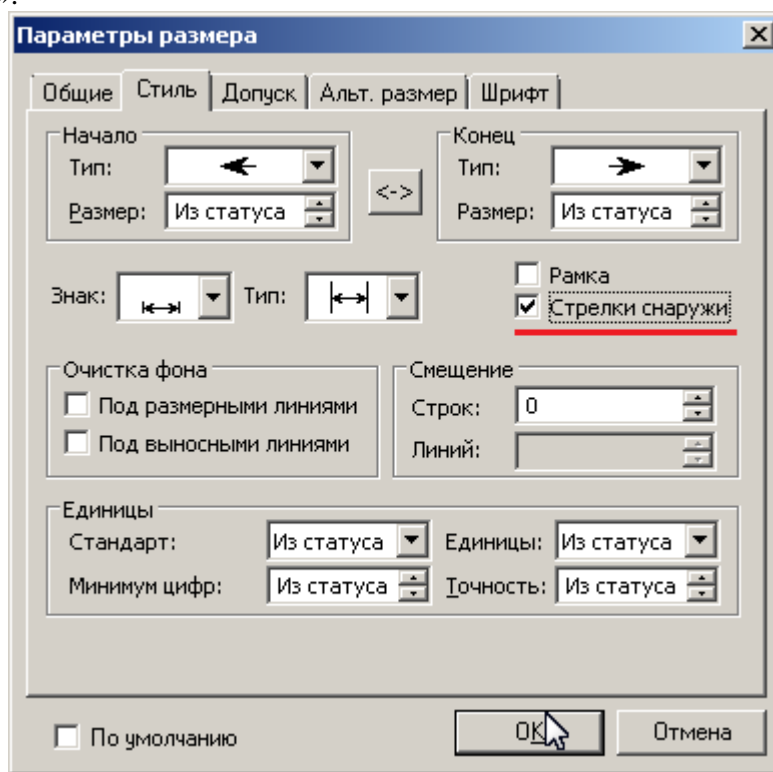
Если при нанесении размера выбрать  окружность, то знак диаметра перед размерным числом будет проставляться автоматически.



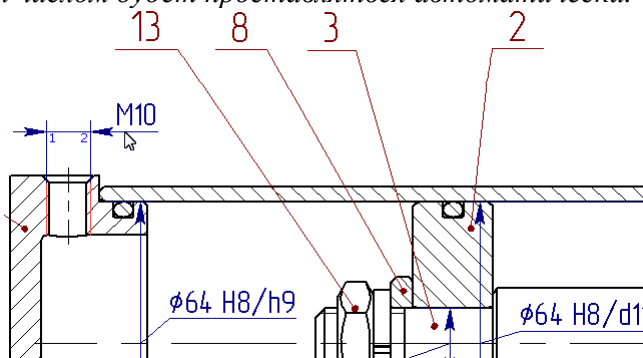
При простановке линейного размера «14»...



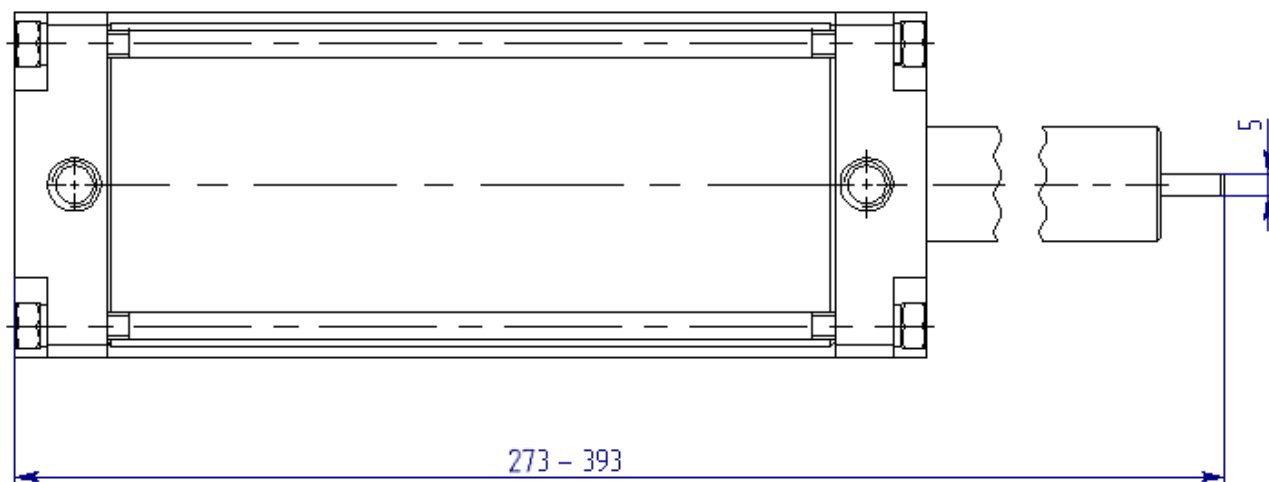
...выберите опцию Автоменю  - режим центрирования размера. В этом режиме размерное число будет зафиксировано посередине размерной линии. В Автоменю выберите опцию  или нажмите <P>. В окне «Параметры размера» на вкладке «Стиль» поставьте флажок «Стрелка снаружи».




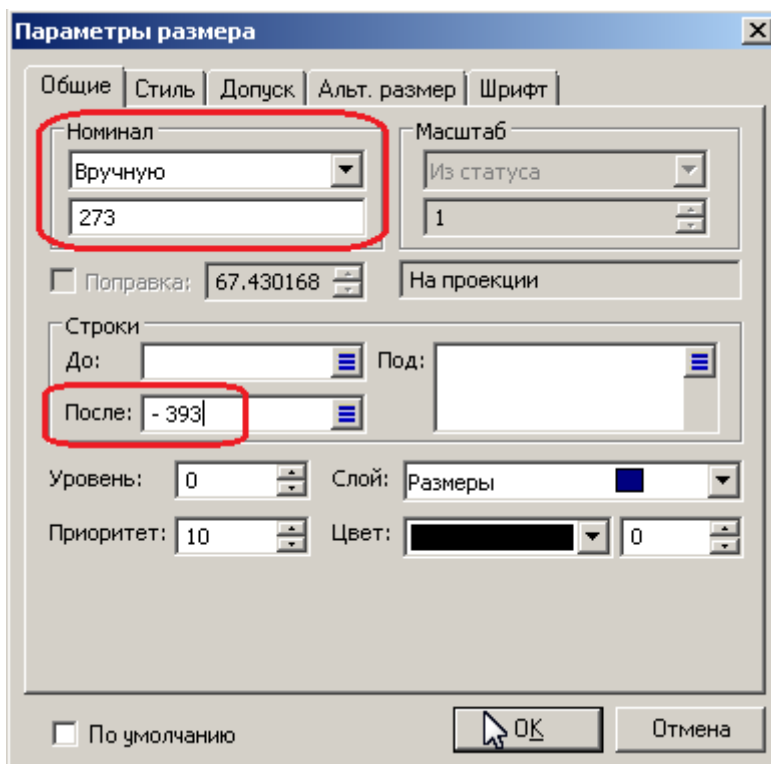
Если при нанесении размера выбрать  линии, обозначающие резьбу, то буква «М» перед размерным числом будет проставляться автоматически.



На виде сверху проставьте габаритный размер длины пневмоцилиндра. Поскольку длина пневмоцилиндра зависит от длины штока, то настоящая длина не будет равна «333».



При простановке данного размера в Автоменю выберите опцию . В окне «Параметры размера» на вкладке «Общие» в выпадающем списке «Номинал» вместо значения «Авто» подставьте «Вручную». В разделе «Строки» в поле ввода «После» введите значение «- 393» и нажмите «ОК».

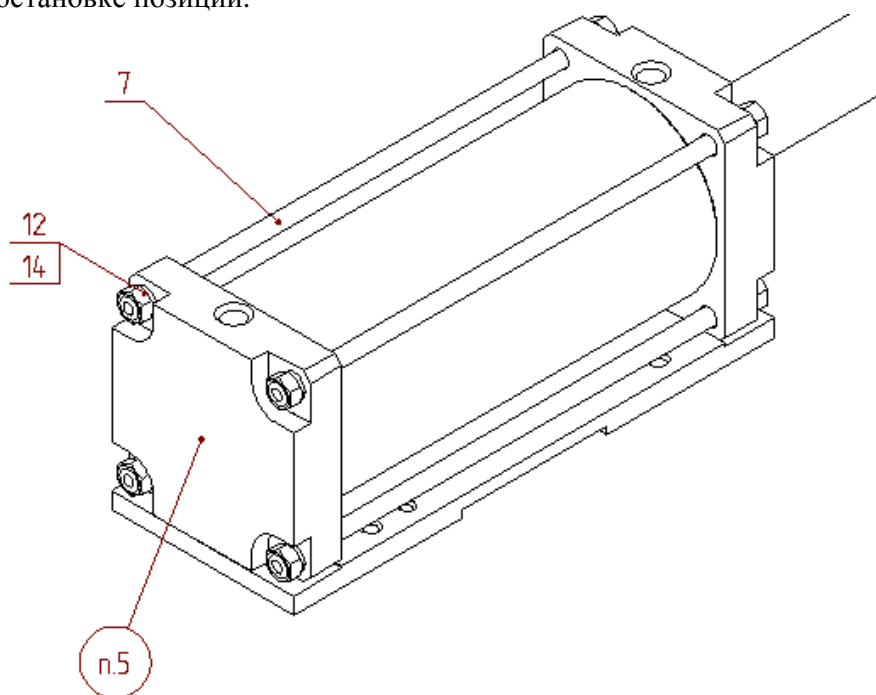



Выйдите из команды простановки размеров .

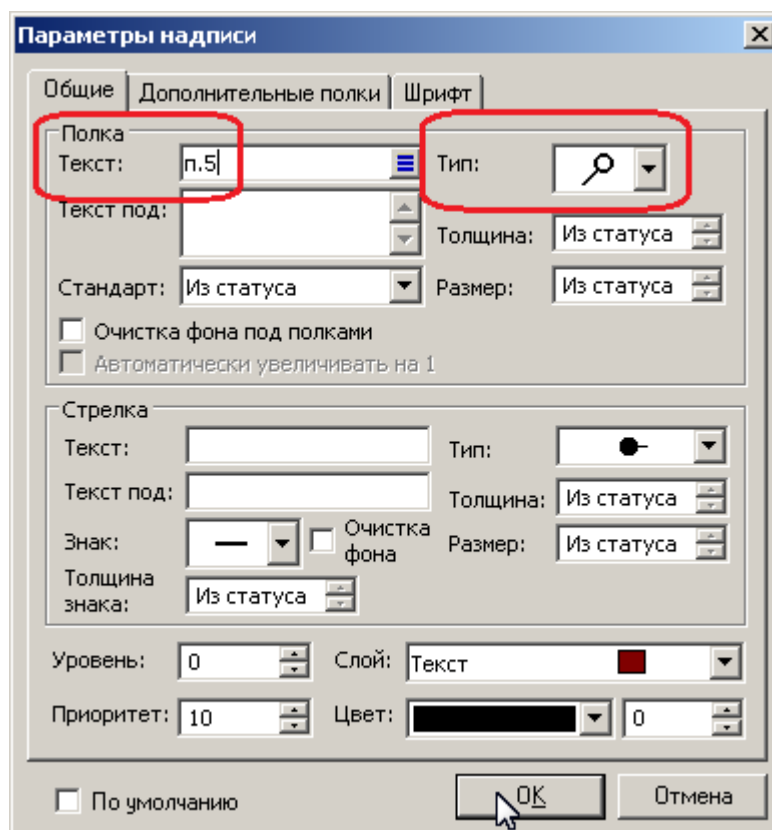
[Video\Part II \v11-16.exe](#)


11.8 Создание надписи

На изометрической проекции пневмоцилиндра создайте надпись в соответствии с пунктом №5 технических требований «Маркировать: ААА.БББ.000», см. раздел 11.3. Надпись создается аналогично простановке позиций.

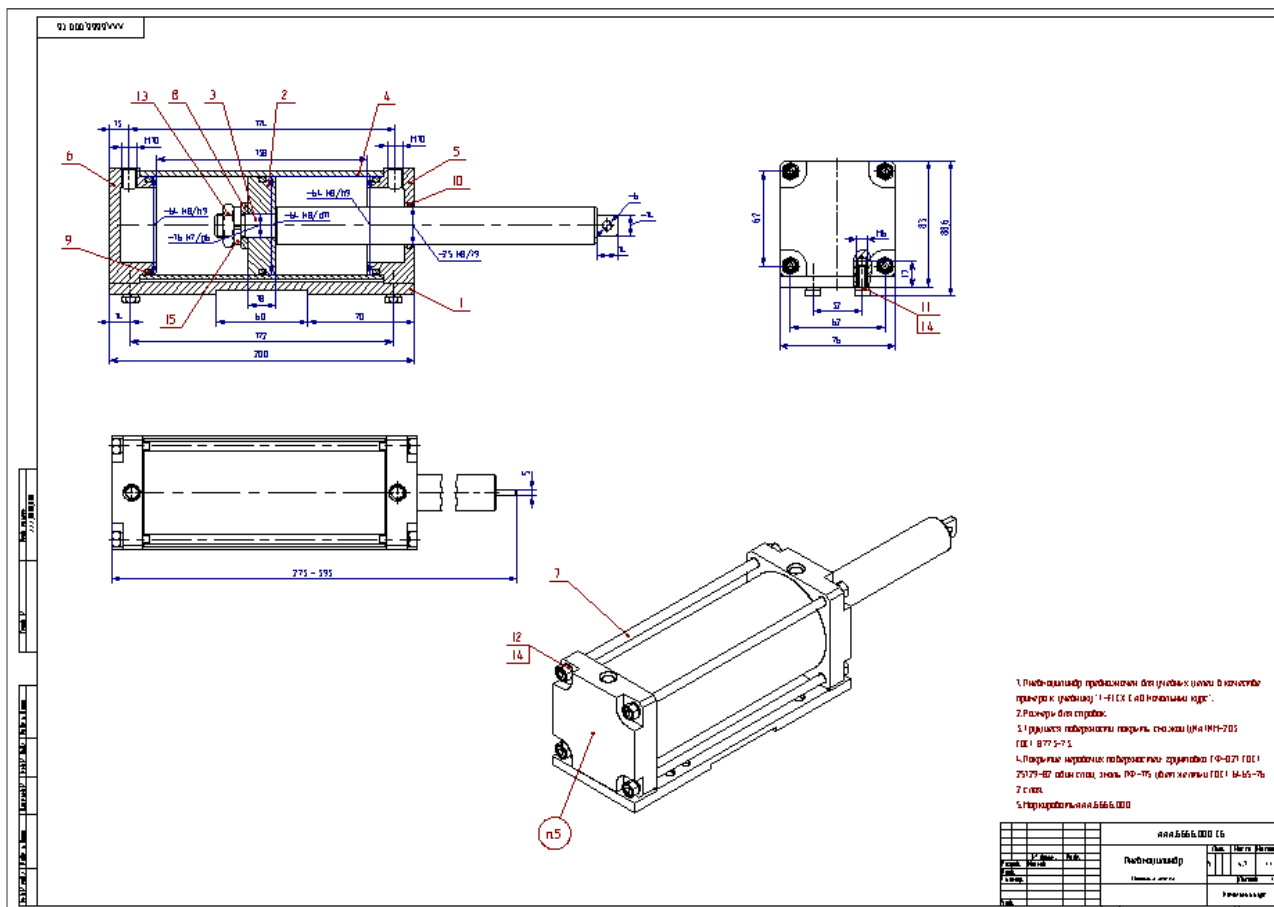


Вызовите команду создания надписей, нажав на панели инструментов кнопку . Нажмите <P>, чтобы вызвать окно параметров надписи. В открывшемся окне «Параметры надписи» в выпадающем списке «Тип» выберите тип полки - окружность. В разделе «Полка» в поле «Текст» введите «п.5», см. рисунок.



Нажмите «ОК», затем зафиксируйте положение надписи .

Сборочный чертеж оформлен. Сохраните документ.

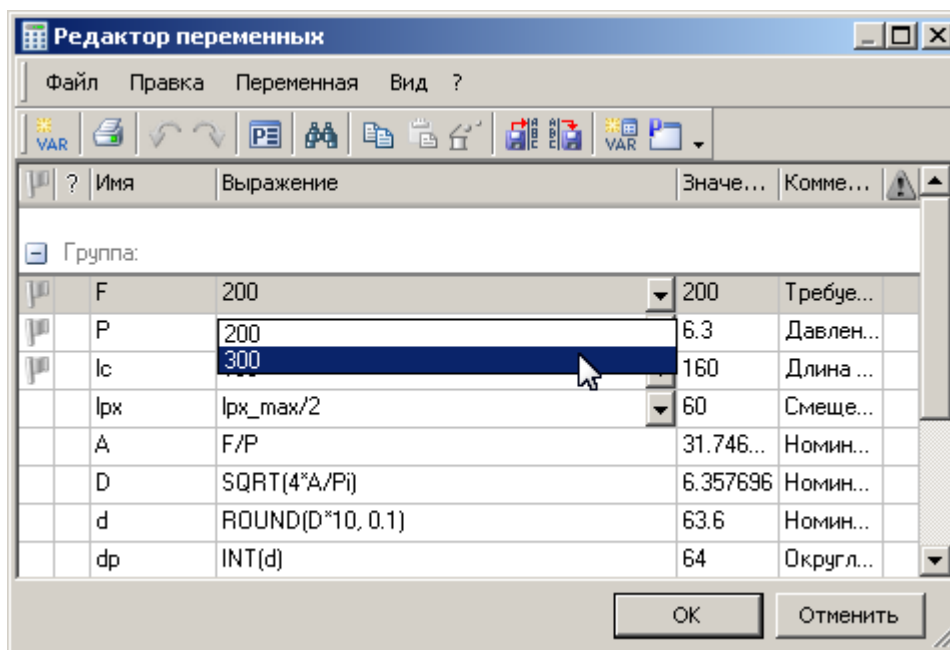



Video\Part II \v11-17.exe

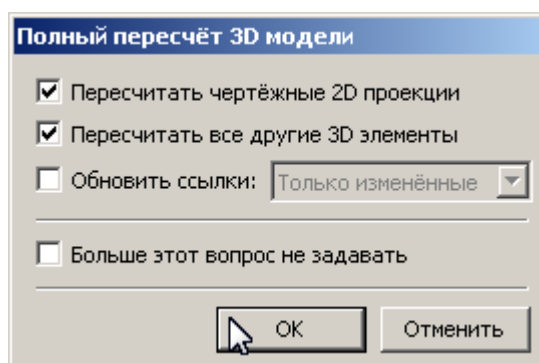
11.9 Модификация чертежа

Вот мы и подошли к завершению начального курса. Вы овладели базовыми навыками создания параметрических проектов в T-FLEX CAD. Остается последний штрих – показать для чего нужна была вся эта параметризация.

Откройте редактор переменных. Для переменной «F» в выпадающем списке выберите значение «300» и нажмите «OK».

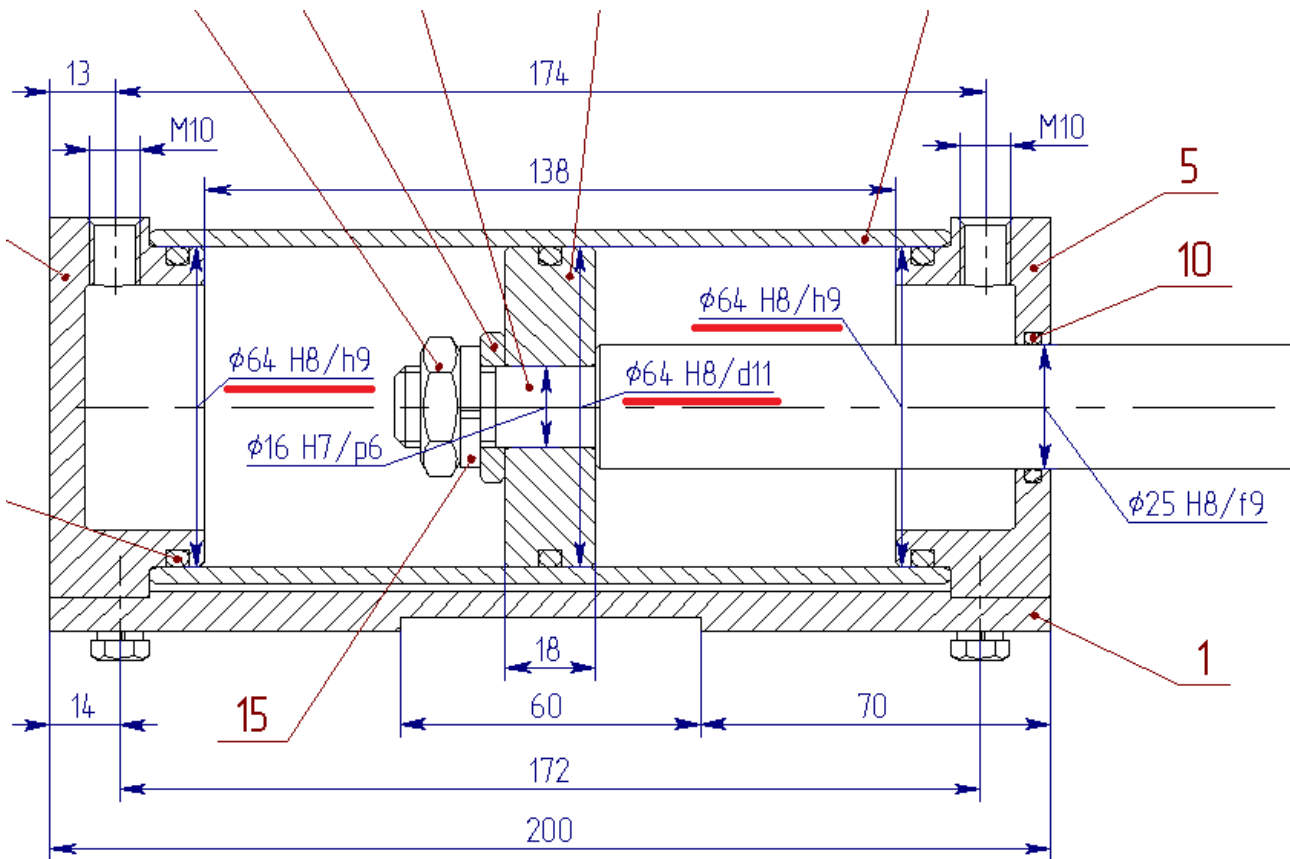


Выполните команду **Сервис\Полный пересчет** . В открывшемся окне параметров команды проверьте, установлены ли флажки «Пересчитать чертежные 2D проекции» и «Пересчитать все другие 3D элементы», и нажмите «OK».

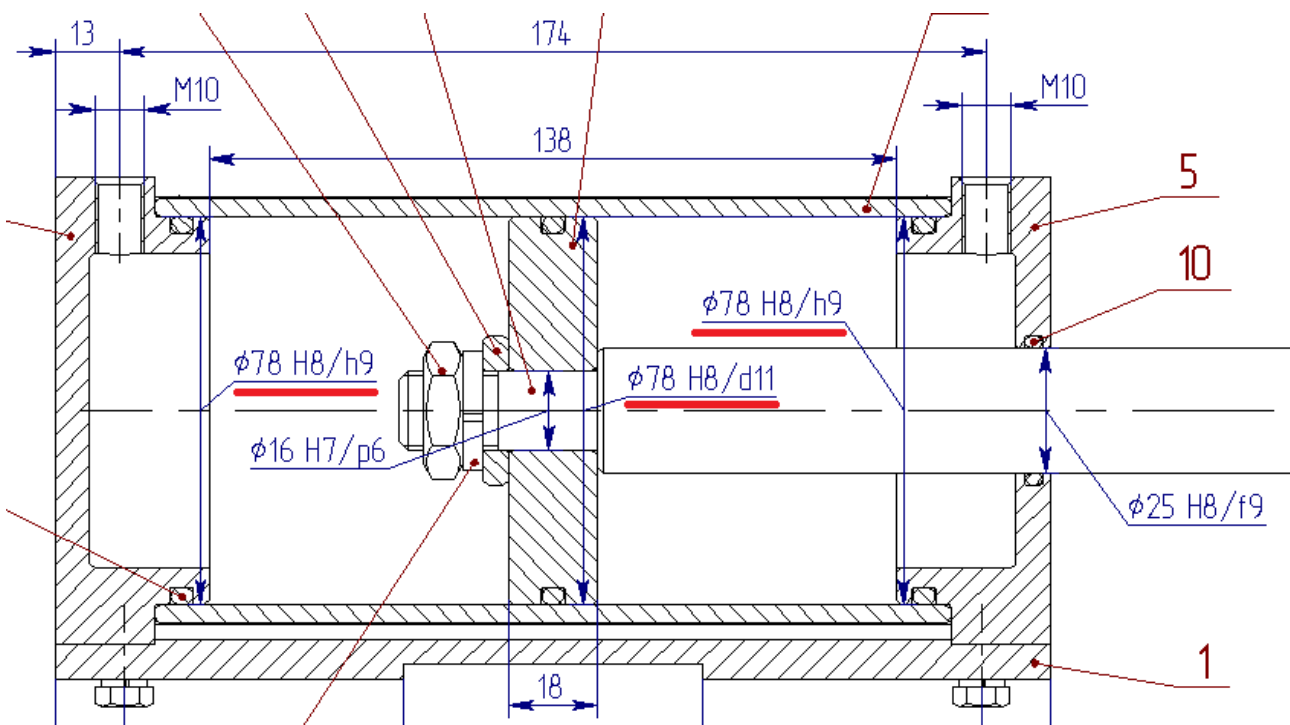


Обратите внимание, как изменится 3D модель, размеры 2D проекций на сборочном чертеже и масса изделия.

Размеры при «F = 200»:



Размеры при «F = 300»:



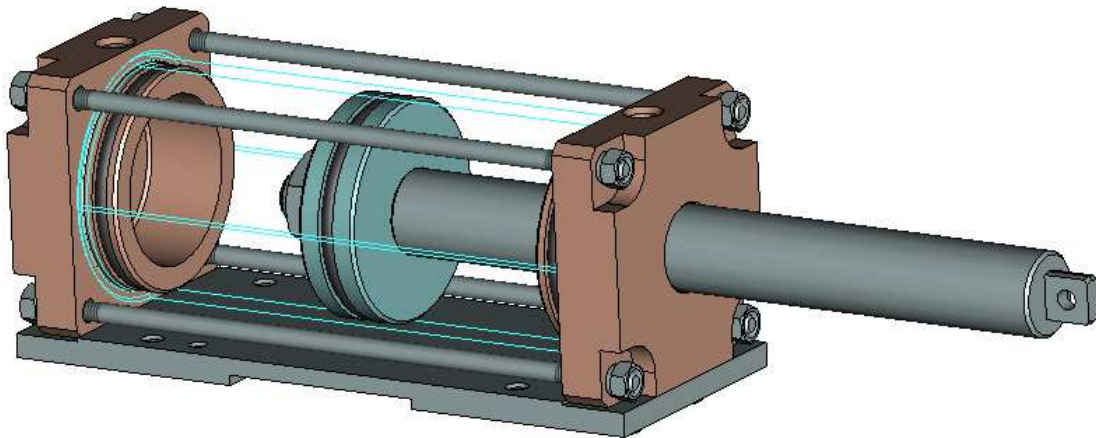
Масса при «F = 200»:

					AAA.BBBB.000 СБ		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пневмоцилиндр Сборочный чертёж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов		20.08.11		У	4.7	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.					Начальный курс		
Н.контр.							
Утв.				Копировал			Формат А1

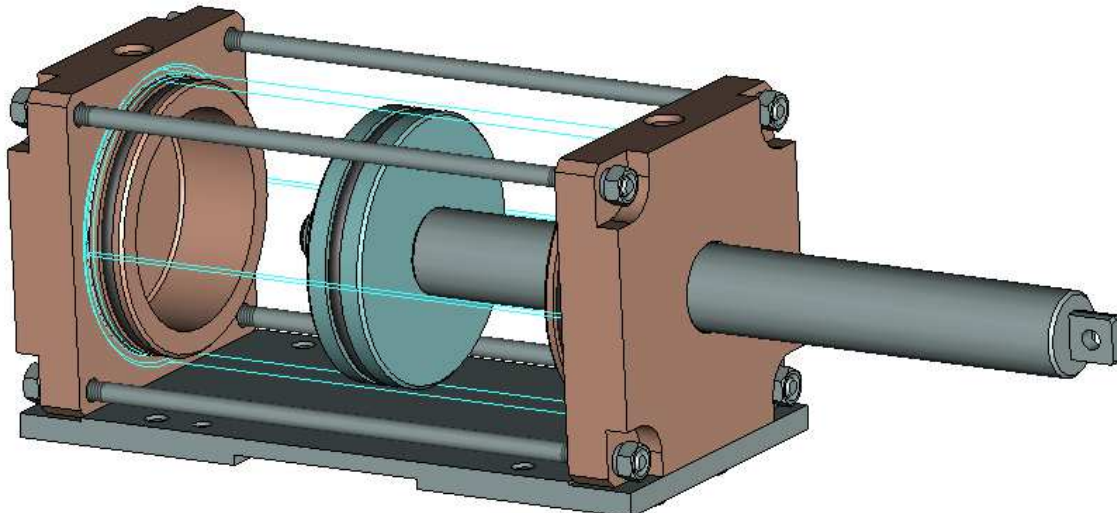
Масса при «F = 300»:

					AAA.BBBB.000 СБ		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пневмоцилиндр Сборочный чертёж	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Иванов		20.08.11		У	6	1:1
Проб.					Лист	Листов	1
Т.контр.					Начальный курс		
Н.контр.							
Утв.				Копировал			Формат А1

3D модель при «F = 200»:



3D модель при «F = 300»:



Теперь чтобы получить новый комплект документации вам необходимо выполнить действия, аналогичные тем, что описаны в раздел 10.17 (выполнение операции **Детализовка**), т.е. выгрузить фрагменты, размещенные в папках «Детали» и «РТИ» дерева конфигурации проекта «Пневмоцилиндр», с текущими значениями переменных сборки. На данном этапе верните значение переменной «F = 200» в редакторе переменных сборки, выполните

Сервис\Полный пересчет , сохраните и закройте файл сборки.

[Video\Part II \v11-18.exe](#)

Выполните самостоятельно:

1. Создайте новую папку, например «Пневмоцилиндр-М»;
2. Скопируйте в нее содержимое папки «Пневмоцилиндр»;
3. Переименуйте файл сборки, например, «**AAA.BBBB.000_Пневмоцилиндр.grb**»;
4. Переименуйте файл конфигурации проекта, например, «**Пневмоцилиндр-М.tws**»;
5. Откройте в T-FLEX CAD файл конфигурации «**Пневмоцилиндр-М.tws**», см. раздел 8.2;
6. Откройте файл «**AAA.BBBB.000_Пневмоцилиндр.grb**»;
7. Переименуйте все файлы и соответствующие им фрагменты (см. раздел 11.5), размещенные в папках «Детали» и «РТИ» дерева конфигурации проекта «Пневмоцилиндр-М», а именно измените «**AAA.BBBB.000**» на «**AAA.BBBB.000**»;
8. Задайте новые значения переменных в редакторе переменных сборки и выполните полный пересчет;
9. Выполните операцию детализовки (см. раздел 10.17) для всех фрагментов из папок «Детали» и «РТИ» с обновлением сборки;
10. Обновите спецификацию;
11. Сохраните файл сборки;
12. Будет получен комплект конструкторской документации на изделие «Пневмоцилиндр-М».

Приложение А

Папка «Video» с видеороликами к главам и разделам учебника.

Приложение Б

Папка «Примеры» содержит примеры к главам первой части учебника.

Приложение В

Папка «Прототипы» содержит прототипы документов T-FLEX CAD.

Приложение Г

Папка «Пневмоцилиндр-сборка» содержит файлы-заготовки для выполнения упражнений, приведенных в учебнике.

Приложение Д

Папка «Пневмоцилиндр-оформление» содержит оформленную и проведенную через нормоконтроль конструкторского отдела оснастки ОАО «ПО «Севмаш» конструкторскую документацию на учебное изделие-пример «Пневмоцилиндр» в форматах «GRB» (формат T-FLEX CAD) и «PDF».