

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева

Кафедра информационных и автоматизированных
производственных систем

Составители Г. А. Алексеева, К. В. Ерошевич

«CAD/CAM системы»
Методические указания к лабораторным работам

Рекомендовано учебно-методической комиссией направления
подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии»
в качестве электронного издания для использования в
образовательном процессе

Кемерово 2022

Рецензенты:

Чичерин И. В. – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и автоматизированных производственных систем ФГОБУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Ванеев О. Н. – кандидат технических наук, доцент кафедры информационных и автоматизированных производственных систем ФГОБУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

Алексеева Галина Алексеевна

Ерошевич Кирилл Владимирович

CAD/CAM системы : методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] для обучающихся направления подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии всех форм обучения / сост. Г. А. Алексеева, К. В. Ерошевич ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – Текст : электронный.

В методических указаниях приведено содержание лабораторных работ, материал, необходимый для успешного изучения дисциплины.

Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний по дисциплине «CAD/CAM системы» и организация лабораторных работ.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, 2022

© Алексеева Г. А., Ерошевич К. В.,
составление, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ.....	2
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. СОЗДАНИЕ	
ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО 2D ЧЕРТЕЖА	4
1.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	4
1.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
1.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	7
1.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	30
1.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.....	30
1.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. РАБОТА С	
ПАРАМЕТРАМИ И ПЕРЕМЕННЫМИ	33
2.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	33
2.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	33
2.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	37
2.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	45
2.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.....	47
2.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	47
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ	
КИНЕМАТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ	49
3.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	49
3.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	49
3.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	54
3.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	61
3.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.....	62
3.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	62
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ	
ПО ЧЕРТЕЖУ	63
4.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	63
4.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	63
4.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	65
4.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	80
4.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА.....	80
4.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	80
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ	
МОДЕЛИРОВАНИЕ	81

5.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	81
5.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	81
5.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	84
5.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	98
5.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ.....	98
5.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	99
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. СБОРКА В ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ.....	100
6.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	100
6.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	100
6.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ	103
6.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	113
6.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ.....	114
6.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	114
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО 3D МОДЕЛЯМ.....	116
7.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	116
7.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	116
7.3 ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ПРОЕКЦИИ	118
7.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	130
7.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ.....	130
7.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	131
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В CAD/CAM СИСТЕМАХ	132
8.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	132
8.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	132
8.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	135
8.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	139
8.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ.....	139
8.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	139
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	141
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	146

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО 2D ЧЕРТЕЖА

1.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Данная лабораторная работа определяет основные приёмы работы с инструментами, необходимыми для использования средств параметризации при создании и редактировании чертежей.

1.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Система T-FLEX CAD использует при создании чертежа несколько типов элементов.

1. Элементы построения формируют каркас чертежа. С ними связаны элементы изображения, которые и являются тем реальным изображением, которое предполагается получить в итоге. К элементам построения относятся линии построения и узлы. Линии построения и узлы – основные элементы, формирующие параметрическую модель чертежа. По аналогии с черчением их можно сравнить с тонкими карандашными линиями, которые затем обводятся тушью. С помощью задания различных типов линий построения и узлов устанавливается взаимосвязь элементов построения и определяется порядок расчета их положения при параметрическом изменении чертежа. Они присутствуют только на экране и не выводятся на принтер или плоттер.

Линии построения – это прямые, окружности, эллипсы, кривые (сплайны), эквидистанты и кривые, заданные функцией. Это базовые элементы параметрической модели в T-FLEX CAD. Они представляют собой тонкие конструкционные линии, с помощью которых создается параметрический каркас чертежа.

Узлы – точки пересечения линий построения. Узлы являются базовым элементом создания параметрической модели

в T-FLEX CAD. Узлы напрямую участвуют в построении параметрической модели при задании типов линий построения.

«Свободный» узел – узел, положение которого определяется абсолютными координатами.

«Узел с фрагмента» – узел, который определяется положением фрагмента на чертеже.

2. Элементы изображения формируют чертеж. К элементам изображения относятся линии изображения, размеры, тексты, штриховки, допуски формы и расположения поверхностей, надписи, шероховатости. Они могут «привязываться» к элементам построения. В этом случае, при изменении положения линий построения и узлов, элементы изображения изменяют свое положение, что и является основной идеей параметризации в T-FLEX CAD. Эти элементы составляют изображение чертежа при выводе на принтер и плоттер.

Линии изображения – отрезки, дуги окружностей, окружности, дуги эллипсов, эллипсы, кривые. Могут быть различных типов (сплошные основные, сплошные тонкие, штриховые, штрихпунктирные и т.д.). Они привязываются к узлам и линиям построения.

Штриховки, заливки, штриховки по образцу – замкнутые одноконтурные или многоконтурные области, заполненные различными способами. Контуры штриховок привязываются к узлам и линиям построения. При изменении положения узлов изменяются контуры штриховок. При этом автоматически изменяется заполнение штриховок в соответствии с изменением контуров.

Тексты – однострочная и многострочная текстовая информация, задаваемая в текстовом редакторе и отображаемая на экране различными шрифтами. Положение текстов может быть задано в абсолютных координатах, то есть независимо от элементов построения. Тексты могут быть привязаны к линиям построения и узлам.

Размеры – стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Может быть построен только при наличии линий построения и узлов. Система T-FLEX CAD поддерживает простановку размеров нескольких стандартов: ЕСКД, ANSI, архитектурный ANSI.

Размеры автоматически перестраиваются при параметрическом изменении чертежа.

Шероховатости – стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Шероховатость может быть привязана в абсолютных координатах, к узлу, к линии построения и к размеру.

Допуски формы и расположения поверхностей – стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Привязывается только к узлу.

Надписи – стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Надпись может быть привязана в абсолютных координатах, к узлу, к линии построения.

К сложным элементам изображения относятся фрагменты и картинки.

Фрагменты – чертежи системы T-FLEX CAD, которые могут использоваться в других чертежах, для получения составных (сборочных) чертежей. Фрагментом может быть любой чертеж системы T-FLEX CAD. Под параметрическим фрагментом системы T-FLEX CAD понимается чертеж, при нанесении которого на другой чертеж, можно задать его положение и параметры, от которых зависит его изображение. При создании параметрических фрагментов необходимо соблюдать определенные правила

Картинки – графические изображения чертежей системы T-FLEX CAD и других систем, сохраненные в различных форматах. Картинки, как и фрагменты, можно использовать в других чертежах. При этом изображение картинок будет неизменным, требуется только задать его положение и масштаб изображения

3. К вспомогательным элементам относятся переменные, поля, базы данных, отчеты, а также некоторые другие служебные данные.

Переменные – элементы системы, имеющие имя и значение. Значения переменных можно изменять. Основное назначение переменных – это использование их значений в качестве

параметров линий построения. Например, в качестве параметра прямой, параллельной заданной и расположенной от нее на каком-то расстоянии, можно использовать не только число, но и переменную.

Базы данных – таблицы, содержащие информацию в упорядоченном виде. Базы данных используются для хранения информации, необходимой для чертежа.

Отчеты – текстовые документы, которые создаются с помощью текстового редактора системы T-FLEX CAD и могут включать в себя переменные системы. Служат для создания разнообразных текстовых документов.

1.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

На рисунке 1.1 представлен чертеж, который необходимо создать. Это – плита со сквозным коническим отверстием. Чертеж будет представлен в параметрическом виде, поэтому любые модификации будут автоматически отображаться на всех проекциях.

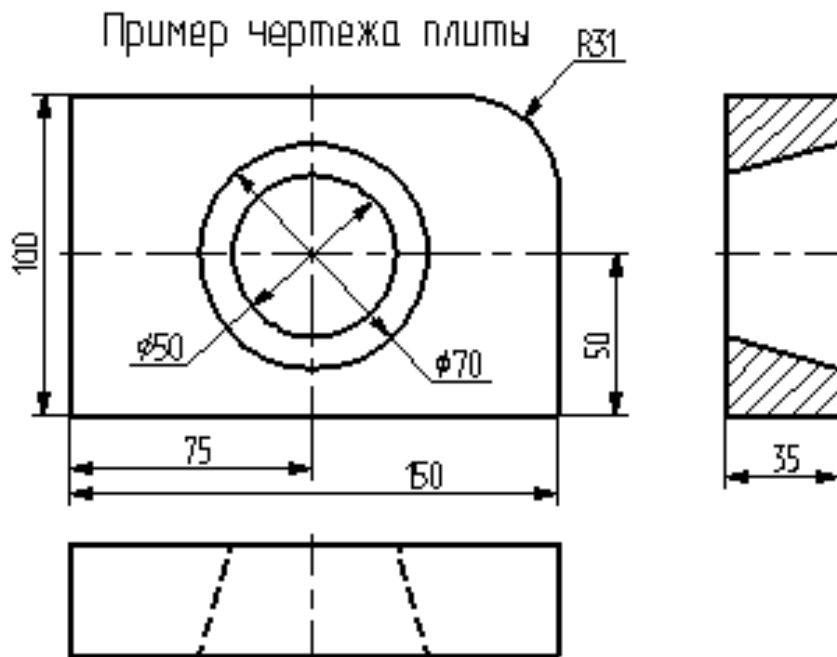



Рисунок 1.1 – Чертеж детали

1.3.1 Построение главного вида плиты

Вначале выполняются построения в тонких линиях (линиях построения), делается обводка линиями изображения. Далее, используя линии построения основного вида, достраиваются две проекции, с тем чтобы они изменялись при изменении основного вида. Используя отношения между линиями построения, связываются проекции между собой. Затем наносится текст и размеры.

Начинаются построения с помощью команды Line (Прямая): (рисунок 1.2). Вызвать построение прямой можно следующими способами:

Клавиатура	Лента	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	Чертёж > Построения > Прямая	Построения Прямая	

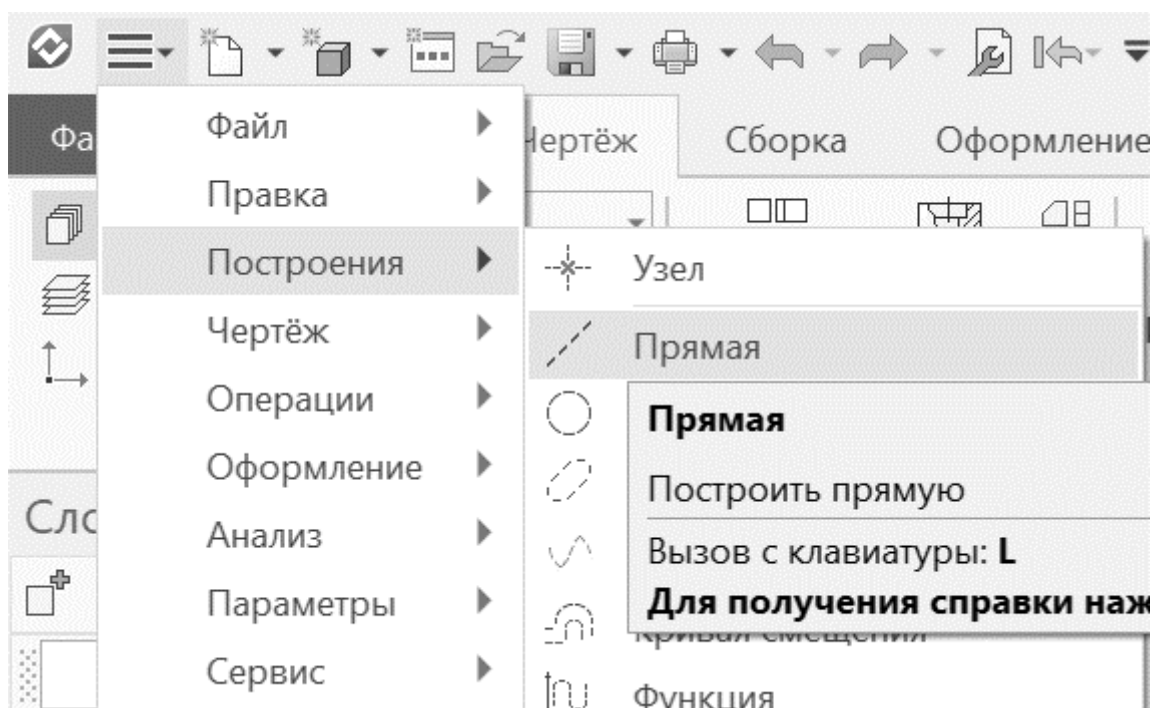





Рисунок 1.2 – Вызов команды Line (Прямая) из текстового меню

1 шаг. Выбрать пиктограмму  в верхней части автоматического меню, которое расположено в левой части экрана (рисунок 1.3). По полю чертежа наблюдается перемещение перекрестья при движении курсора. Подвести курсор к нижней части поля чертежа около центра и нажать . Будут созданы пересекающиеся прямые построения и узел в месте их пересечения. В T-FLEX CAD команда остается активной до тех пор, пока она не будет отменена или не будет выбрана другая команда.

Отменить команду необходимо одним нажатием . Изображение перекрестья уберется, но команда по-прежнему остается активной.

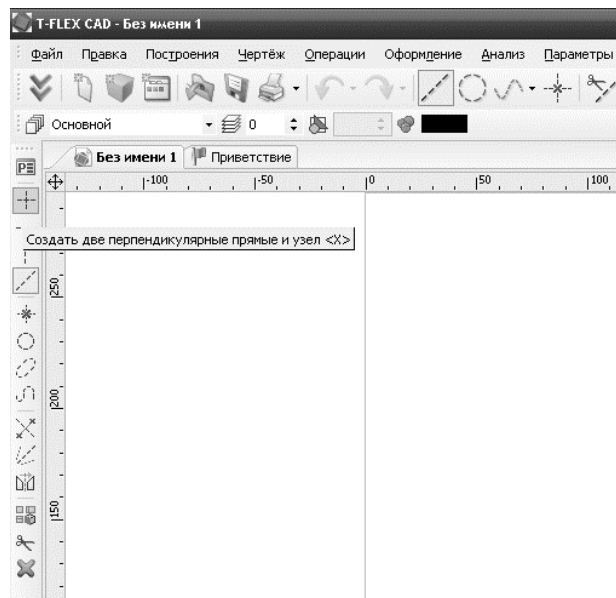





Рисунок 1.3 – Автоменю

2 шаг. После отмены режима построения двух пересекающихся прямых подвести курсор к созданной вертикальной линии и нажать  (рисунок 1.4). Высветится линия. Это означает, что будет построена параллельная линия относительно вертикальной линии. Это очень важный аспект системы T-FLEX – задание отношений между элементами построений. Расположить новую линию слева от помеченной вертикальной линии при помощи . Это будет левая грань детали. Одно нажатие  отменит режим построения параллельных

линий, но команда построения прямых по-прежнему остается активной. Если это не так, то можно повторить команду Line (возможно где-то совершена ошибка).

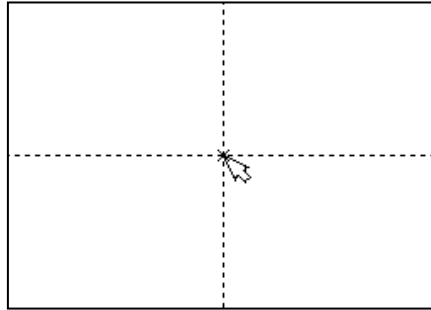




Рисунок 1.4 – Две пересекающиеся прямые

3 шаг. Подвести курсор к горизонтальной прямой и нажать . Выберется прямая для построения относительно нее параллельной прямой, переместить курсор вверх и нажать  для задания верхней грани детали (рисунок 1.5).

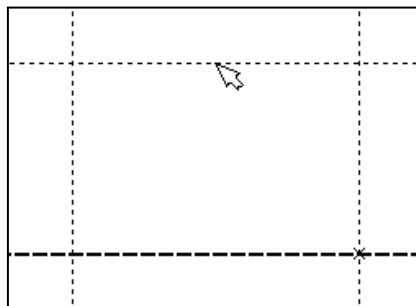




Рисунок 1.5 – Верхняя граница детали

4 шаг. Скруглить угол плиты можно воспользовавшись командой Circle (Окружность): Построить окружность.

Клавиатура	Лента	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	Чертёж > Построения > Окружность	Построения Окружность	

5 шаг. Для изображения скругления верхнего правого угла плиты нужно построить окружность, касательную к верхней и правой прямым.

6 шаг. Переместить курсор к верхней прямой и нажать <L>. При этом появится окружность, радиус которой будет динамически изменяться вместе с изменением положения курсора, но при этом она будет касательной к выбранной прямой. Это означает, что будет построена окружность, касательная к верхней прямой. Как бы в дальнейшем не изменялось положение верхней прямой, окружность будет сохранять касание

7 шаг. Переместить курсор к правой прямой и снова нажать <L>. Сейчас окружность «привязана» к двум линиям построения и сохраняет касание при перемещениях курсора. Нажатие  зафиксировывает текущий радиус окружности (рисунок 1.6).

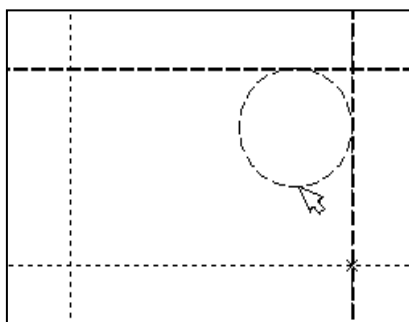



Рисунок 1.6 – Окружность, касательная к двум прямым


Отменить изменение. Вызывая эту команду, можно последовательно возвращаться на один шаг назад в своих действиях.

Клавиатура Функциональная клавиша	Текстовое меню	Пиктограмма
<U> <Alt><BackSpace>	Правка Отменить	

Возвратить изменение. Если команда Undo вызвана лишний раз, то можно вызвать команду REDo, при этом возвращается действие, которое было ошибочно отменено:


Клавиатура Функциональная клавиша	Текстовое меню	Пиктограмма
<R><E><D> <Ctrl><BackSpace>	Правка Повторить	


Удалить лишние построения. Удалить все линии построения и вернуться к началу создания чертежа можно, вызвав команду PUrge:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<P><U>	Правка Удалить лишнее...	


Это действие удалит все элементы построения, и можно будет повторить построения.

Изменить построения. Можно удалить отдельный элемент построения, используя команду EConstruction:


Клавиатура	Лента	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><C>	Чертёж > Дополнительно > Линия построения	Правка Построения Линия построения	

После вызова команды необходимо выбрать элемент и удалить его с помощью клавиши <Delete> на клавиатуре или пиктограммы  в автоменю.

Теперь можно обвести построенную часть чертежа. Для этого создаются линии изображения в команде Graphics: Нанести изображение.

Клавиатура	Лента	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	Чертёж > Чертёж > Изображение	Чертёж Изображение	

8 шаг. Обводка начинается с верхнего левого угла плиты. Линии изображения автоматически привязываются к

ближайшему пересечению линий построения. Поэтому достаточно переместить курсор к пересечению и нажать . Курсор при нанесении линии изображения работает по принципу «резиновой нити» (рисунок 1.7).

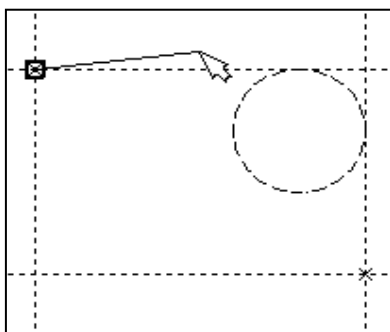




Рисунок 1.7 – Резиновая нить

Требуется лишь с помощью курсора выбирать узлы или пересечения линий построения. При пересечении в одной точке более двух линий построения не рекомендуется использовать для выбора узла клавишу <Enter> или . Рекомендуется сначала создавать узлы в точках пересечения линий построения, а затем наносить изображение, используя клавишу <N>. При использовании клавиши <Enter> в режиме «свободного рисования» будет создаваться «свободный» узел (не связанный с линиями построения).

9 шаг. Переместить курсор к точке касания верхней линии и окружности и нажать  (рисунок 1.8). Система T-FLEX автоматически ставит узлы в конечные точки линий изображения, если они еще не были там созданы. Для того чтобы направить линию изображения вдоль окружности для построения дуги между двумя точками касания, нужно переместите курсор к окружности, и нажать <C>. При этом выделится окружность. Направление дуги будет зависеть от того, в каком месте указывается мышью вблизи второй точки дуги.

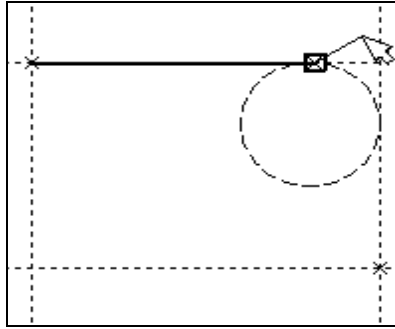



Рисунок 1.8 – Узел на пересечении построений

10 шаг. Поставить курсор чуть выше и правее второй точки касания (рисунок 1.9). Затем нажать , и линия изображения будет построена в направлении по часовой стрелки до второй точки касания, как на рисунке 1.10.

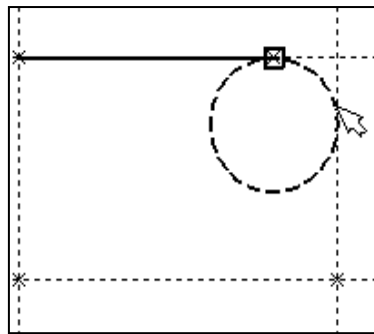


Рисунок 1.9 – Направление обвода контура

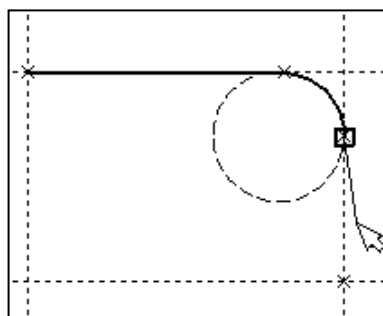



Рисунок 1.10 – Дуга

11 шаг. Указать на правый нижний угол плиты, на левый нижний, и завершаются построения в левом верхнем углу, с которого начиналась обводку. Завершить команду нажатием . Чертеж должен выглядеть как на рисунке 1.11.

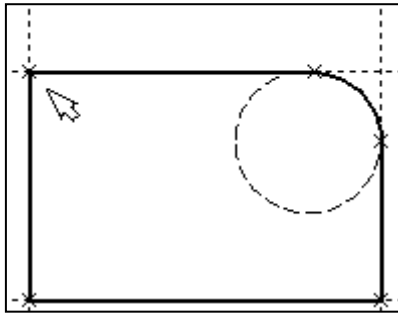






Рисунок 1.11 – Обводка

Если обводка не получилась, то отредактировать линии изображения можно с помощью команды EGraphics: Изменить изображение.


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><G>	Правка Чертёж Изображение	

Переместить курсор к неверно созданной линии и нажать . При этом линия изображения выделится, и ее можно удалить клавишей <Delete> или пиктограммой  в автоменю. Если неверно построена целая область, то можно воспользоваться выбором линий изображения с помощью окна. Для этого необходимо нажать левую кнопку мыши в одном из углов предполагаемого окна и, не отпуская ее, переместить в другой угол. Затем отпустить кнопку мыши. При перемещении курсора вслед за ним должен тянуться прямоугольник из точечных линий. После этого будут помечены линии изображения, попадающие в окно, и можно удалить их.

После получения нужного изображения, его необходимо сохранить, и перейти к следующему разделу. Сохраняется чертеж с помощью вызова команды SAVE: Сохранить чертеж.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S><A>	Файл Сохранить	





Сейчас на чертеже использованы 5 элементов построения, определяющих форму и размеры детали: левый край, правый край, вверх, низ и радиус скругления. Для изменения элементов построения можно вызвать команду EConstruction: Изменить построения.

12 шаг. Переместить курсор к левой вертикальной прямой и нажать . При этом прямая будет выделена цветом. Перемещая курсор слева направо, наблюдается, как вместе с курсором перемещается и выделенная прямая. Если указывается мышью новое положение прямой, то при этом изменится ширина плиты.

Внимание! Изменение положений элементов построений влечет мгновенное изменение «привязанных» к ним линий изображения. Если попробовать изменить положение правой части плиты, то вся плита будет перемещаться. Это происходит потому, что левая часть детали построена относительно правой, поэтому при изменениях правой части сохраняется установленное отношение. Но левая часть может двигаться независимо от правой.

После проверки возможности модификации детали, нужно вернуть чертеж в приблизительно исходное состояние, показанное на рисунке 1.11.

1.3.2 Создание конического отверстия

1 шаг. Вызвать команду Line. Выбрать пиктограмму  в автоматическом меню, подвести курсор к правой границе плиты и выбрать с помощью нажатия  вертикальную прямую. После этого новая параллельная прямая будет перемещаться вместе с курсором. Зафиксировать ее положение нажатием  приблизительно посередине между правой и левой границей плиты. Нажать  для отмены режима построения параллельной прямой.

2 шаг. Аналогично строится прямая, параллельную нижней границе и располагается она также приблизительно посередине. Для создания узла в точке пересечения новых линий подводится курсор к их пересечению и нажимается <Пробел>. После проведения новых построений на экране должно получиться изображение, аналогичное рисунку 1.12.

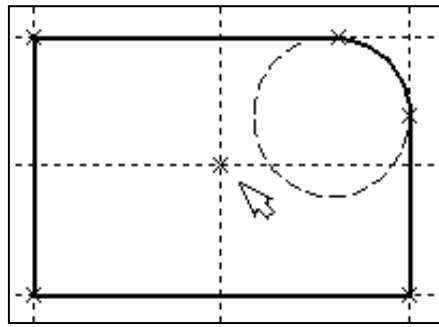




Рисунок 1.12 – Центр отверстия

3 шаг. Вызвать команду Circle, подвести курсор к узлу на пересечении построенных перекрестных прямых и нажать . Появится окружность, радиус которой будет изменяться в зависимости от положения курсора. Зафиксировать левой клавишей мыши окружность так, чтобы ее диаметр был примерно равен половине высоты детали.

4 шаг. Нажать на пиктограмму построения концентрической окружности  или на клавишу <O> для построения концентрической окружности. Курсор должен быть при этом рядом с первой окружностью. Сделать вторую окружность немного больше первой и зафиксировать ее. Чертеж должен выглядеть как на рисунке 1.13.

5. шаг. Вызвать команду Graphics, расположить курсор рядом с большой окружностью, и нажмите клавишу <C>. Окружность будет обведена сплошной основной линией. Затем расположить курсор около меньшей окружности и вновь нажать <C>. Обе окружности обведены.

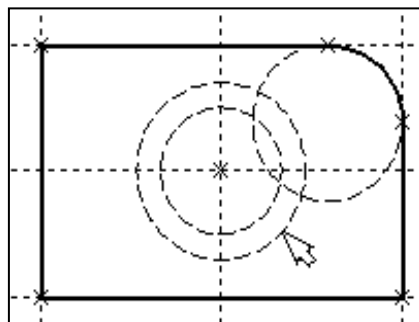





Рисунок 1.13 – Концентрические окружности

1.3.3 Построение вида слева

Поскольку прямые имеют бесконечную длину, можно видеть, что другие виды уже частично созданы (боковой вид, вид сверху).

1 шаг. Войти в команду Line и переместить курсор к линии построения, соответствующей правой границе плиты. Нажать . При этом выделится вертикальная линия построения, и новая параллельная вертикальная линия будет перемещаться за курсором. Это будет правая граница вида справа (рисунок 1.14). Зафиксировать ее в нужном месте нажатием . Эта линия построена относительно правой границы плиты, поэтому если правая граница будет передвинута, то новая линия переместится на такое же расстояние. Для переноса новой линии на другое расстояние следует воспользоваться командой редактирования линий и передвинуть линию. Но теперь вновь зафиксированное расстояние между видами будет сохраняться при изменении правой границы основного вида плиты. Нажать один раз  для возврата на шаг назад в команде Line.

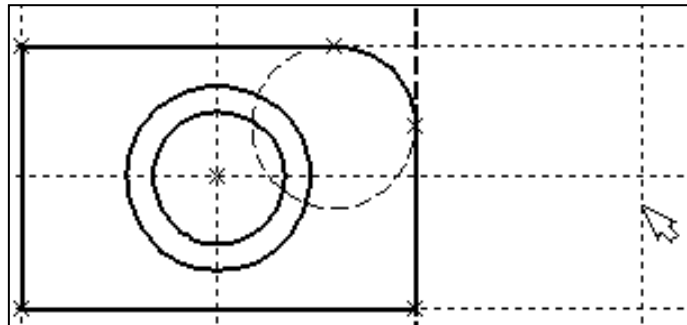




Рисунок 1.14 – Правая граница вида слева

2 шаг. Переместить курсор к прямой, построенной в шаге 1. Нажать <L> или просто указать курсором рядом. Создаваемая прямая будет построена относительно правой прямой вида спереди. Зафиксировать ее нажатием . Рекомендуется использовать правый край детали как базовую линию, а остальные вертикальные линии построения строить относительно нее.

Задача создания конического отверстия сводится к построению двух прямых, которые были бы параллельны горизонтальной прямой, проходящей через центр окружности (рисунок 1.15). При этом они должны соответствовать размерам окружностей.

3 шаг. Нажать один раз  для возврата на шаг назад в команде Line, поместить курсор рядом с горизонтальной прямой, проходящей через центр окружности и нажать <L>. Прямая выделится цветом. Отвести курсор вверх к точке касания с первой окружностью и нажать <C> (рисунок 1.16 а), затем ко второй точке касания окружности и нажать <C> (рисунок 1.16 б). Прodelав описанную последовательность команд четыре раза – для верхних и нижних точек касания каждой окружности. получим нужные линии построения для обводки на боковом виде (рисунок 1.17).

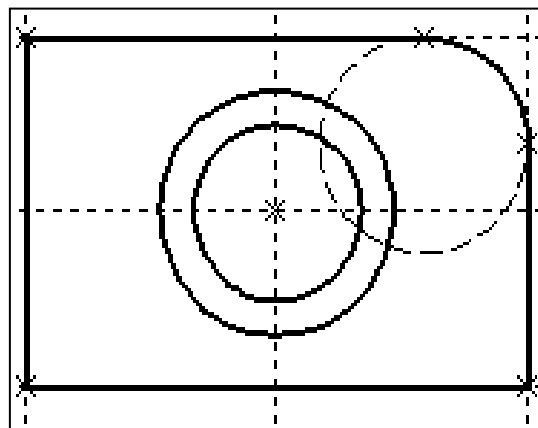


Рисунок 1.15 – Окружности

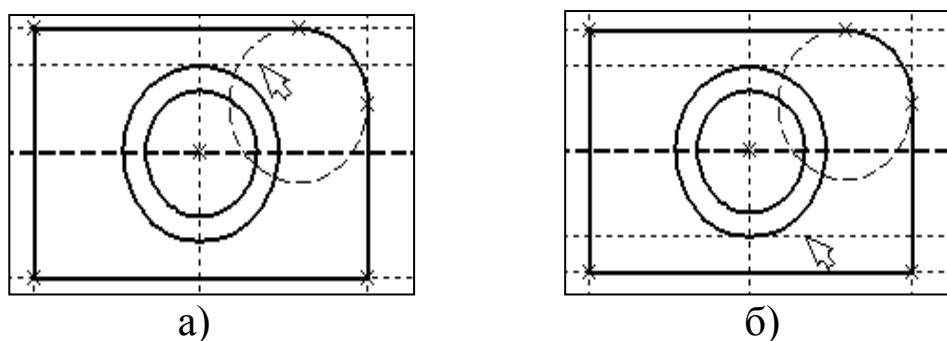


Рисунок 1.16 – Прямые, касательные к окружности

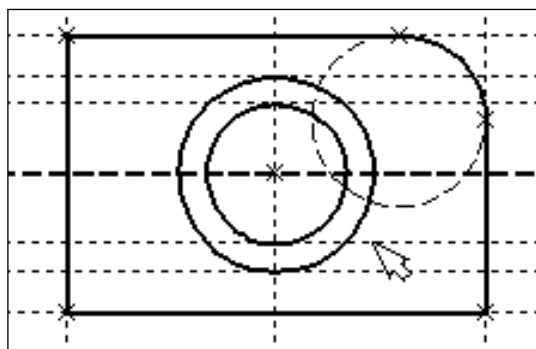




Рисунок 1.17 – Линии построения для обводки на боковом виде

4 шаг. Воспользовавшись командой Graphics и обвести 4 угла (рисунок 1.18). Для этого нужно подвести курсор к каждому из углов и нажать . Затем нажать  для отмены выбора узла.

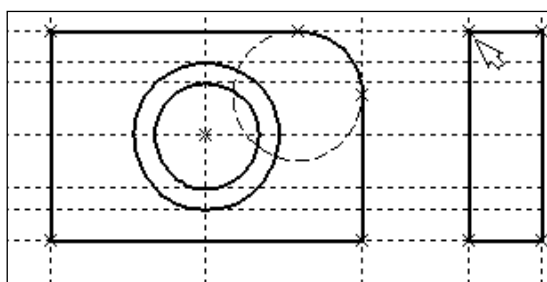


Рисунок 1.18. Обвод вида слева

5 шаг. Нанести две линии, изображающие коническое отверстие (рисунок 1.19).

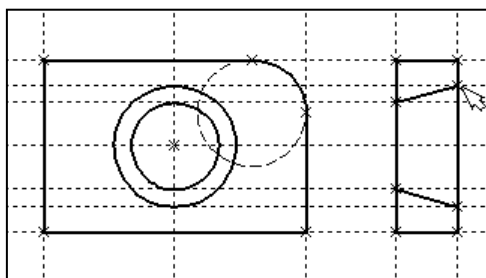




Рисунок 1.19 – Коническое отверстие

1.3.4 Создание штриховки

1 шаг. Вызовите команду Hatch: Нанести штриховку

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<H>	Чертёж Штриховка	

Затем переместить курсор к любому узлу в верхней половине вида справа и нажать <N> или . При этом должен выделиться указанный узел. Последовательно выбрать узлы по контуру верхней половины плиты, который должен быть заштрихован. Когда выбор вернется к начальному узлу, необходимо воспользоваться клавишей <P> для вызова диалогового окна параметров штриховки. Это позволит выбрать тип и масштаб штриховки. После нажатия графической кнопки [OK] или <Enter> на клавиатуре, выделенная область будет заштрихована (рисунок 1.20).

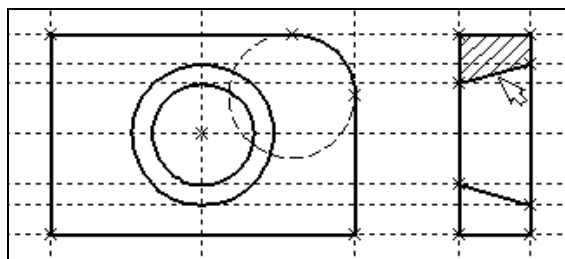




Рисунок 1.20 – Заштрихованная область

Если параметры штриховки были установлены ранее и вам не требуется их изменять, то воспользуйтесь клавишей <End> или пиктограммой  для штриховки выделенной области.

Проделайте те же действия для штриховки нижней части плиты (рисунок 22). В принципе можно было создать не две отдельные штриховки, а одну, состоящую из двух контуров. Для этого нужно было задать второй контур сразу после завершения первого, а затем уже нажать <End> или пиктограмму  в автоменю.

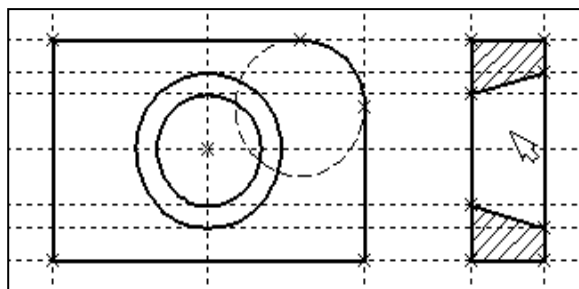




Рисунок 1.21 – Заштриховка второго контура

1.3.5 Построение вида сверху

После создания штриховки можно переходить к виду сверху.

1 шаг. Вызвать команду Line. Выбрать нижнюю прямую главного вида для привязки положения вида сверху к главному (рисунок 1.22). Переместить вновь создаваемую прямую и зафиксировать нажатием  под главным видом. Это будет нижняя линия вида сверху. Для отмены режима построения параллельных линий нажать .

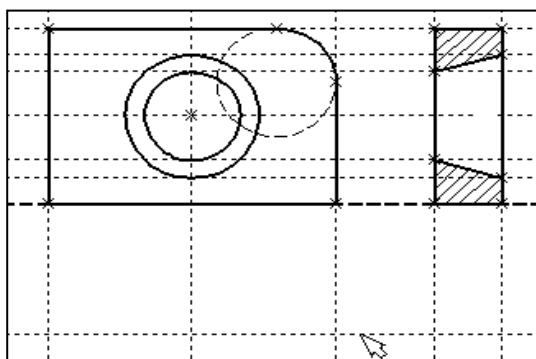


Рисунок 1.22 – Нижняя линия вида сверху

Вид сверху должен быть создан так, чтобы он был связан с другими видами, то есть модификации других видов приводили бы к изменениям на виде сверху. Простейший способ в проекционном черчении связать проекции – построить прямую под углом 45 градусов к граничным линиям вида слева и вида сверху. Остальные вспомогательные линии строятся относительно данной прямой.

Одна из полезных комбинаций в команде Line – <L>, <L>. Когда в команде Line, указываются по очереди две прямые (опция <L>), то в результате будет создана новая прямая, которая является осью симметрии двух выбранных. Если указанные прямые пересекаются, то новая прямая будет биссектрисой угла, образуемого выбранными прямыми. Если использовать эту команду для параллельных прямых, то будет создана параллельная прямая, располагающаяся посередине.

Поскольку проекционные прямые вида слева и вида сверху пересекаются под прямым углом, то новая линия пройдет под требуемым углом 45 градусов.

2 шаг. В команде Line указать на крайнюю правую прямую вида слева и нажмите клавишу <L>. Прямая выделится. Затем сделать то же самое для нижней прямой вида сверху. Возникнет новая прямая, которая проходит через точку пересечения под углом 45 градусов (рисунок 1.23).

3 шаг. Пока система находится в команде Line можно расставить узлы в любых точках пересечения. Для нас важны те точки пересечения линий построения, которые формируют правую границу вида справа и линию под углом 45 градусов.

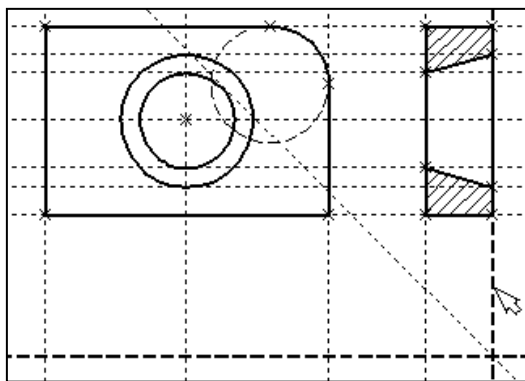


Рисунок 1.23 – Прямая под углом 45°

Для построения узлов можно также использовать команду Node: Построить узел.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<N>	Построения Узел	

Поставить курсор в точке пересечения и нажать клавишу <Пробел> (рисунок 1.24). Система по-прежнему должны находиться в команде Line.

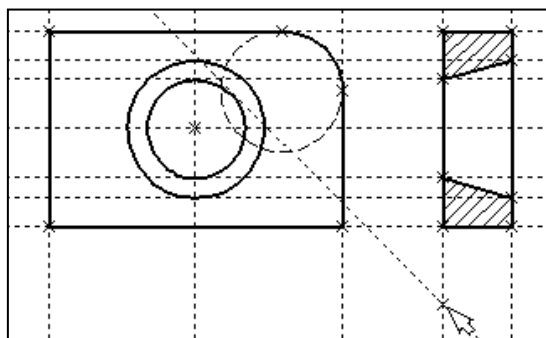


Рисунок 1.24 – Простановка узлов

4 шаг. Поставить курсор и выбрать прямую нижней границы вида сверху (рисунок 1.25). Это позволит построить прямую, параллельную нижней границе. Переместить курсор к только что построенному узлу и нажать клавишу <N>. При этом создастся прямая, параллельная выбранной и проходящая через указанный узел. Теперь вид сверху и вид справа будут параметрически связаны. Для проверки этого можно войти в команду редактирования линий построения EConstruction. Поменять положение левой прямой вида слева. При этом изменяется положение соответствующей прямой на виде сверху.

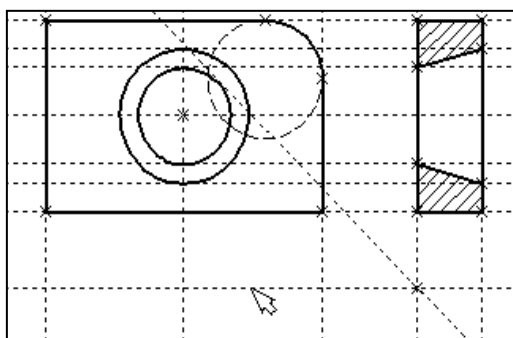


Рисунок 1.25 – Параметрическая связь

5 шаг. Создание линий построения для конического отверстия на виде сверху будет происходить так же, как в шаге 3

создания бокового вида. В команде Line выбрать вертикальную прямую, а затем с помощью клавиши <C> постройте 4 прямых, параллельных выбранной и касательных окружностям (рисунок 1.26).

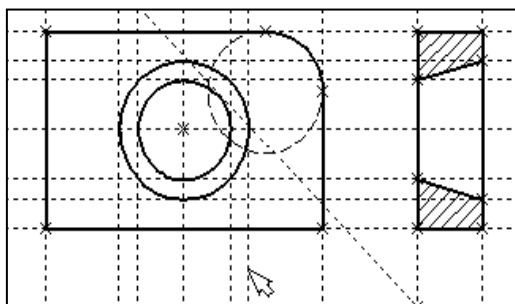


Рисунок 1.26 – Вертикальные прямые, касательные к окружностям

6 шаг. Построить все линии изображения на виде сверху. С помощью команды Graphics обвести вид сверху по периметру (рисунок 1.27).

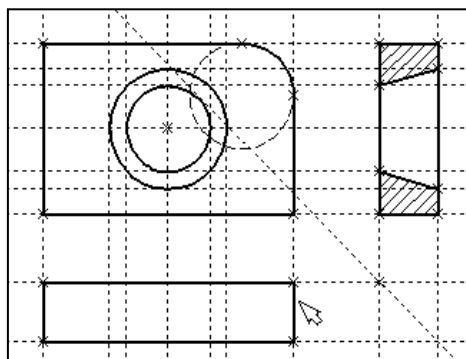



Рисунок 1.27 – Обводка вида сверху

7 шаг. Необходимо нанести две штриховые линии, соответствующие коническому отверстию. В команде Graphics нажать клавишу <P> или пиктограмму  в автоматическом меню. На экране появится диалоговое окно параметров линий изображения (рисунок 1.28). Выбрать мышкой штриховую линию в меню типов линий. Нажать кнопку [OK] для выхода из диалогового окна и создать две штриховые линии конического отверстия (рисунок 1.29).

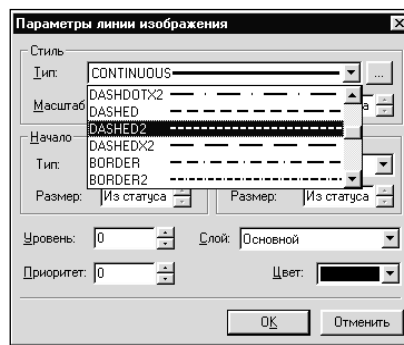


Рисунок 1.28 – Параметры линии изображения

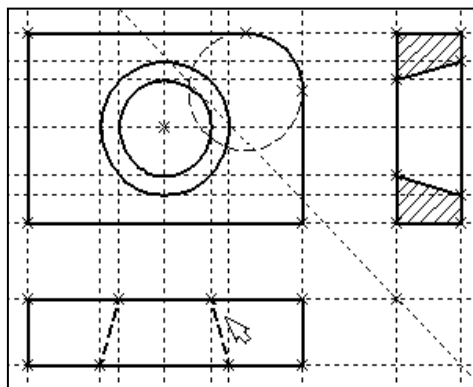




Рисунок 1.29 – Коническое отверстие

1.3.6 Создание осевых линий

Создать штрихпунктирные осевые линии, можно еще раз нажав <P> в команде Graphics. Нажать на кнопку справа от меню типов линий и выбрать тип линии с названием «Осевая» (рисунок 1.30). Тем самым не только задается штрихпунктирный тип создаваемых линий, но и установите требуемые типы начала и конца линий. Создать 4 осевые линии как показано на рисунке 1.31.

Для удобства работы линии построения можно «обрезать» до крайних узлов. Для этого в команде EConstruction используется опция обрезки. Войти в команду EConstruction. Далее возможны случаи:

- если выбрать одну прямую и нажать <T> или , то обрежется только эта выбранная прямая;

- если использовать опцию , то обрежутся все прямые;
- если необходимо вернуться обратно к бесконечной длине прямых, то вызывается команда в текстовом меню или используется соответствующая комбинация клавиш.

Клавиатура	Текстовое меню
<S><T>	Настройка Параметры документа Страница Вид Линии построения

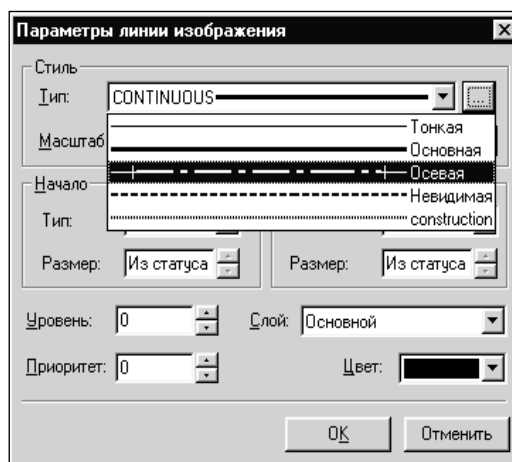


Рисунок 1.30 – Параметры линии изображения

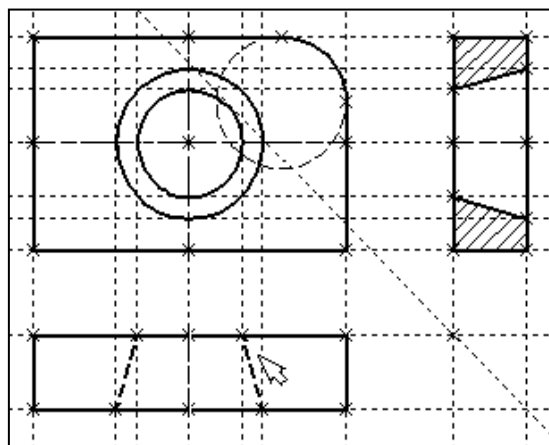


Рисунок 1.31 – Осевые линии

Выбрать параметр «Экран|Линии построения|Длина» и задать значение «По умолчанию в бесконечности».

Либо можно в команде EConstruction выбрать нужные линии, нажать клавишу <P> и установить соответствующее значение.

На рисунке 1.32 представлен чертеж с обрезанными линиями построения. Он менее насыщен, хотя все необходимые элементы построения на нем присутствуют. Линии построения никогда не выводятся на принтер или плоттер, независимо от их длины.

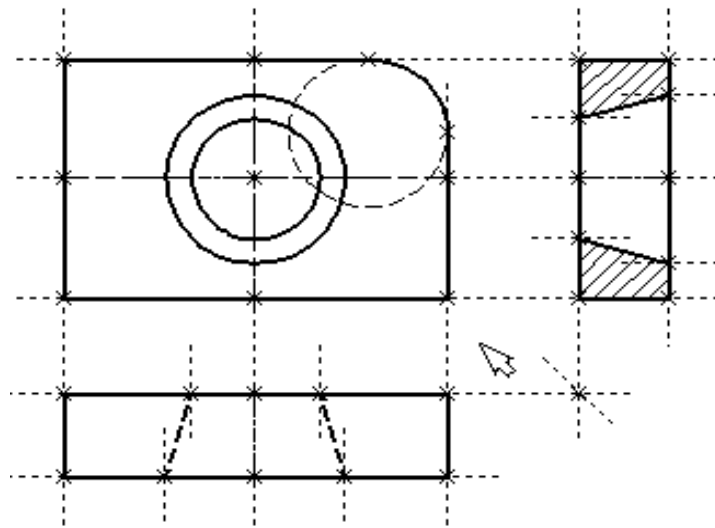



Рисунок 1.32 – Чертеж с обрезанными линиями

1.3.7 Задание уровней отображения.

После того, как все основные построения завершены, можно все элементы построения «спрятать» с помощью команды SHow: Задать уровни отображения

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S><H>	Настройка Уровни	

Эта команда управляет видимостью различных элементов. Видимость элемента зависит от «уровня», на котором он находится. Легче всего представить себе уровни как прозрачные пленки, на которых нанесены изображения, и из которых складывается целостная картинка. В системе существует

возможность сделать невидимыми один или несколько уровней. После вызова команды на экране появится диалоговое окно, в котором можно установить диапазон видимых уровней для каждого типа элементов модели (рисунок 1.33).

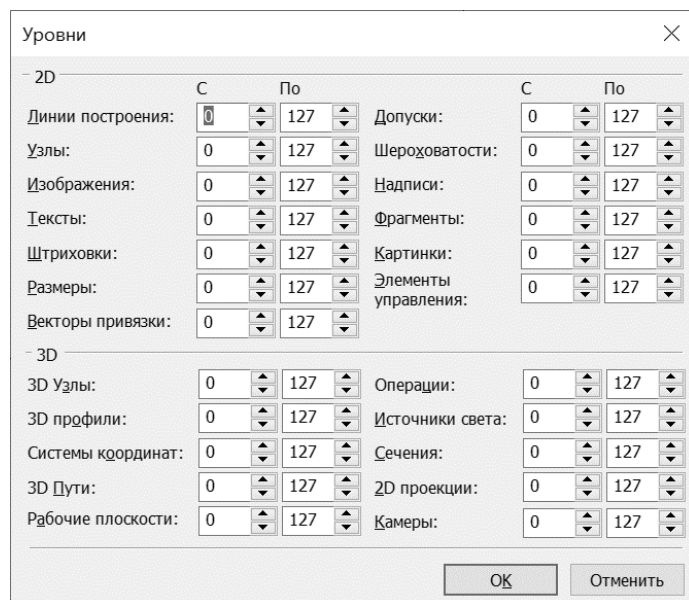


Рисунок 1.33 – Окно управления уровнями

В настоящий момент видимыми являются все элементы, уровень которых находится в диапазоне от 0 до 127. Установив значения нижнего уровня для линий построения и узлов в значение 1, на чертеже будут отсутствовать линии построения и узлы, поскольку они располагаются на уровне 0.

Более простым способом погасить линии построения и узлы является использование специальной команды, которая убирает или показывает все элементы построения из текущего окна. Вызов команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<Ctrl><Shift><C>	Вид Погасить построения	

1.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

В соответствии с индивидуальным заданием выполнить параметрический чертеж детали. Пример индивидуального задания приведён на рисунке 1.34.

1. Построить первый вид (главный или вид сверху).
2. Построить параметрически зависимый второй вид (вид сверху или вид спереди).
3. Построить параметрически зависимый третий вид (вид слева).
4. Построить необходимые разрезы и сечения.
5. Нанести штриховку.
6. Нанести осевые линии.

1.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файл с выполненной работой.

Выполненный эскиз сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-01ФамилияИОИТ6000. grb,

где 00 – номер варианта;

01 – номер лабораторной работы;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТ6000 – обозначение группы;

.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

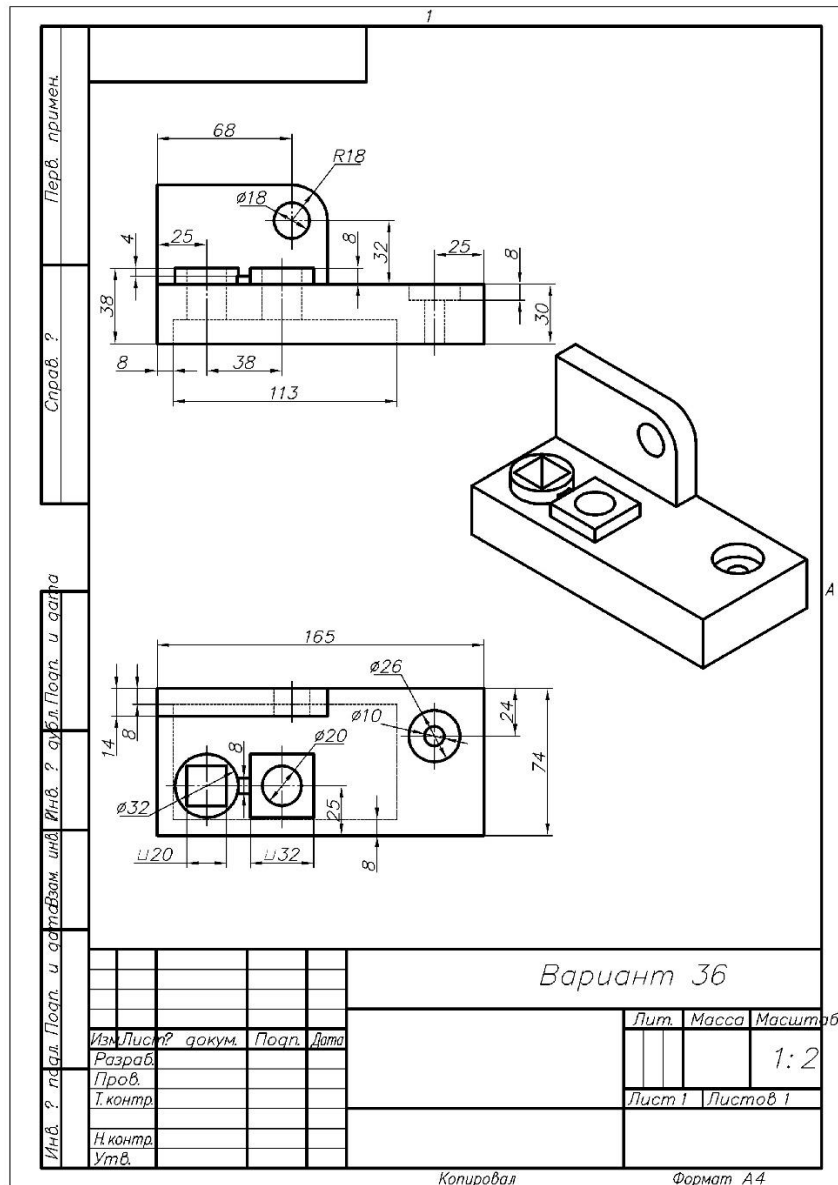


Рисунок 1.34 – Пример индивидуального задания

1.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы элементов использует система T-FLEX CAD для построения параметрических чертежей?
2. Перечислите и дайте определения основных элементов построения системы T-FLEX CAD.
3. Перечислите и дайте определения основных элементов изображения системы T-FLEX CAD.

4. Перечислите и дайте определения вспомогательных элементов изображения системы T-FLEX CAD.

5. Какими способами может быть вызвана команда в системе T-FLEX CAD?

6. Что такое отношения между элементами построения, как они проявляются?

7. Как построить прямую?

8. Как задать прямую параллельную заданной на определенном расстоянии?

9. Как построить окружность касательную к двум прямым определенного радиуса?

10. Как обвести часть окружности вдоль выбранного направления?

11. Как построить окружность с заданным центром и диаметром?

12. Как построить окружность концентрическую заданной окружности?

13. Как нанести штриховку с нужными параметрами в определенную область?

14. Как установить требуемые тип линии и виды начала и конца линии?

15. Как обрезать линии построения до крайних узлов и восстановить их прежнюю длину?

16. Как управлять видимостью элементов различных типов на экране?

17. Как быстро скрыть или отобразить все элементы построения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. РАБОТА С ПАРАМЕТРАМИ И ПЕРЕМЕННЫМИ

2.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – изучить основные приёмы работы с переменными и размерами при создании и редактировании параметрических чертежей, а также приобрести практические навыки их использования.

2.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.2.1 Основные положения

Значения практически всех параметров в меню параметров тех или иных элементов можно задавать с использованием переменных и выражений. Каждая переменная имеет уникальное имя и значение, которое рассчитывается в соответствии с математическим выражением. Кроме того, переменная имеет комментарий, в котором можно указать, что определяет эта переменная (длину или радиус, а может быть вообще массу). Переменные бывают двух типов: вещественные и текстовые. Тип переменной определяет, какие значения может принимать данная переменная. Значение вещественной переменной – это число. Значение текстовой переменной – строка символов. Выражение в T-FLEX CAD – это математическая формула, содержащая стандартные алгебраические действия, логические действия, условные операции, обращения к математическим функциям и функциям T-FLEX CAD. В результате вычисления выражения получается значение, соответствующее типу переменной.

В системе T-FLEX CAD переменные можно создавать разными способами, например: в редакторе переменных команды Variables; при задании и редактировании параметров линий построения; в текстовом редакторе команды Text.


Важно отметить, что, прежде чем создавать элементы построения чертежа, необходимо проанализировать, какие

именно отношения между линиями нужно задать. От этого будут зависеть возможности чертежа к параметрическим изменениям.

Переменные можно назначать параметрам чертежа, а фактически параметрам линий построения (расстояниям, диаметрам и т.д.). Это можно осуществлять и во время создания линии построения, и во время ее последующего редактирования. Затем, задавая значения переменных, можно получать новые варианты чертежа. С помощью простых математических формул в редакторе переменных переменные можно связывать между собой. Имя переменной может быть строкой латинских символов длиной, не превышающей 10. Если пометить переменную как «внешнюю», в дальнейшем она будет доступна для присвоения значения извне (например, из внешней программы или из другого сборочного чертежа при включении данного чертежа в качестве фрагмента). Как назначается переменная, будет показано в примере выполнения работы.

При изменении положения какого-либо элемента построения или значения какой-либо переменной система производит пересчет чертежа и его последующую перерисовку. Пересчет производится в соответствии с теми геометрическими отношениями, которые были заложены при его создании, а также, исходя из математических связей между переменными. Как правило, грамотно созданный параметрический чертеж содержит несколько ключевых (внешних) переменных, в зависимости от которых производится перерасчет остальных переменных и всего чертежа. Если после изменения значений параметров какой-либо элемент построения не может быть построен, то есть нарушается геометрическая связь элементов, система выдает сообщение об ошибке и показывает ту связь, которая была нарушена.

2.2.2 Изменение отношений между линиями построения

Если необходимо по каким-либо причинам изменить заданные отношения между созданными линиями построения, то такое изменение можно произвести с помощью опции . Рассмотреть работу этой опции можно на следующем примере.

Прямая 1 создана под углом к вертикальной прямой и проходит через узел, стоящий на пересечении вертикальной и

горизонтальной прямых. Окружность 2 построена как касательная к прямым 1 и 4, а прямая 3 – касательная к окружности 2 (рисунок 2.1, а).

Допустим, требуется, чтобы прямая 1 стала параллельной вертикальной прямой. Поскольку другие элементы построения созданы относительно этой прямой, то ее нельзя просто удалить, а затем построить другим способом, без удаления сначала прямой 3, а затем окружности 2. Именно для таких случаев предназначена опция <М>.

1 шаг. Войти в команду EConstruction и выбрать прямую 1 для редактирования. При этом выделится не только выбранная прямая, но и прямая с узлом, относительно которых она была построена (рисунок 2.1, б). После выбора прямой нажать <М> для изменения способа построения прямой 1. Запускается команда построения прямых Line, и предоставляется возможность как бы заново построить эту прямую (рисунок 2.1, в). Отличие от построения прямой без использования опции <М> состоит в том, что на экране остаются выделенными изменяемая прямая и та, относительно которой она построена.

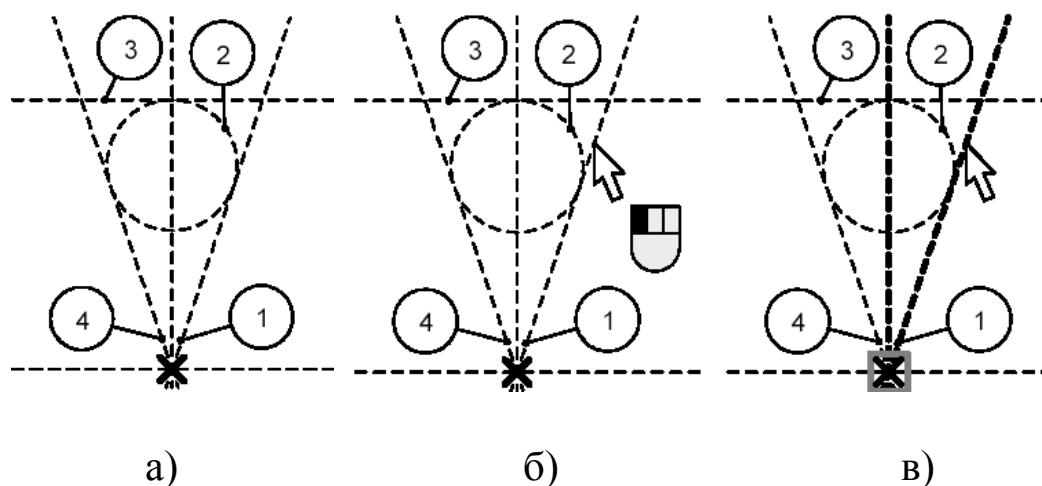



Рисунок 2.1 – Изменение заданных отношений между линиями построения

2 шаг. Указать на прямую, параллельно которой теперь должна проходить прямая 1 (рисунок 2.2, а). Появившийся курсор-прямую отвести на требуемое расстояние и зафиксировать в новом положении нажатием  (рисунок 2.2, б).

Прямая 1 прорисовуется в новом положении, все другие элементы, построенные относительно нее, сохранят свои способы построения, т.е. окружность 2 останется касательной к прямой 1 (рисунок 2.2, в).

Единственным ограничением при изменении отношений между линиями построения является то, что при этом не должно быть рекурсивного задания, то есть прямая не должна быть задана сама через себя. В этом случае появится сообщение о рекурсии, и изменение будет отменено.

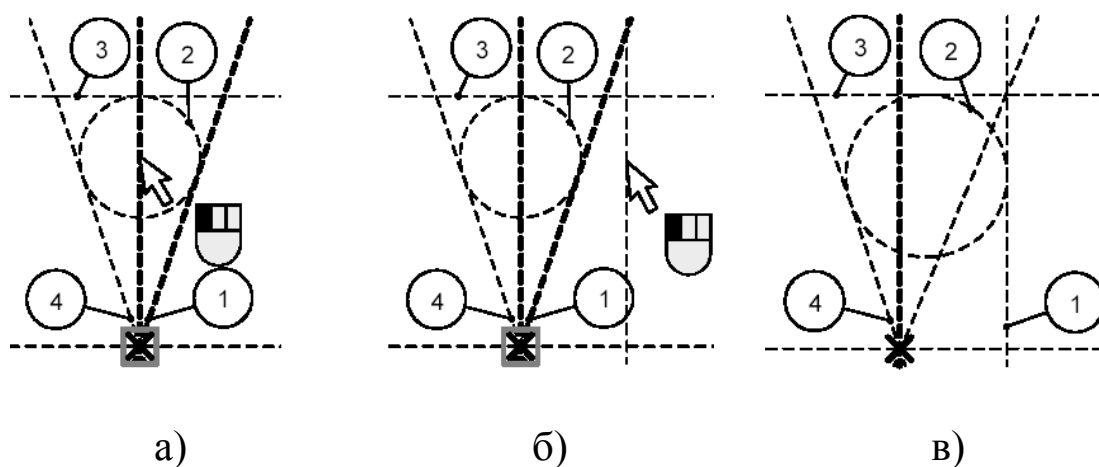


Рисунок 2.2 – Изменение заданных отношений между линиями построения

За этим исключением можно изменять отношения между любыми прямыми и окружностями в любое время. Особенно полезна эта возможность при импорте чертежей из других систем, например, файлов DXF или DWG системы AutoCAD.

Для удаления линии построения достаточно выбрать необходимую прямую с помощью и вызвать опцию . Если с этой прямой не связаны никакие другие элементы чертежа, она удаляется. Если же на основе выбранной прямой были построены другие элементы, появится предупреждение об удалении всех связанных с прямой элементов.

2.2.3 Настройка чертежа

Каждый чертеж в T-FLEX CAD имеет свои собственные установки. К этим установкам относится множество различных

характеристик как общего плана, например, границы чертежа, масштаб, так и касающихся отдельных элементов чертежа (стандарт размеров, толщина линий и т.д.). Эти установки можно задать не только перед началом создания чертежа, но и в любой момент во время работы над чертежом. Все установки сохраняются вместе с чертежом. Если создан многостраничный документ, то настройки нужно устанавливать отдельно для каждой страницы. При создании новой страницы, установки для нее копируются с активной на данный момент страницы.

Для задания параметров чертежа предназначена команда ST: Задать параметры документа.

Клавиатура	Текстовое меню
<S><T>	Настройка Параметры документа


После вызова команды на экране появляется окно с элементами меню, на которых расположены различные группы параметров.

2.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

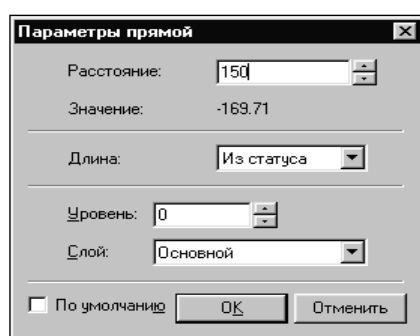
2.3.1 Назначение элементам чертежа переменных и выражений

На конкретном примере можно увидеть, как элементы оформления могут быть связаны с параметрами чертежа и, как изменение параметров чертежа автоматически приводит к изменению соответствующих элементов оформления.

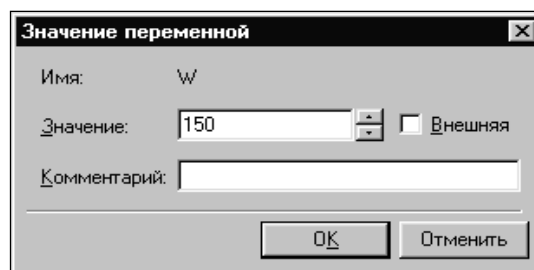
1 шаг. Войти команду EConstruction и выбрать прямую на основном виде. Эта прямая будет выделена цветом так же, как и та, относительно которой она была построена (даже если линии построения спрятаны, их по-прежнему можно выбирать).

2 шаг. Нажать клавишу <P> или выбрать пиктограмму  в автоматическом меню. На экране появится диалоговое окно, которое покажет текущее значение параметра прямой (рисунок 2.3, а).

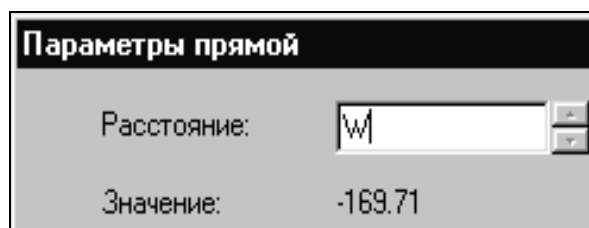
Поскольку эта прямая создавалась как параллельная левой части плиты, этим параметром является расстояние между правой и левой сторонами плиты. Вместо конкретного значения можно поставить переменную (рисунок 2.3, б). После нажатия <Enter> или [OK], появится новое диалоговое окно, в котором потребуется подтвердить значение вновь создаваемой переменной (рисунок 2.3, в). Необходимо отметить, что заглавные и прописные буквы не равны в имени переменной. Переменная «W» не является переменной «w».



а)



б)



в)

Рисунок 2.3 – Назначение переменной параметру прямой
«Расстояние»

Для просмотра списка созданных переменных нужно вызвать команду Variables: Редактор переменных.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<V>	Параметры Переменные	

На экране появится окно со списком переменных и их значение. Если изменить выражение, задающее значение

переменной «W», например на «150» и нажать [OK], то прямая переместится в новое положение, соответствующее новому значению ширины плиты (рисунок 2.4).

3 шаг. Используя аналогичные действия, назначить переменную «H» на верхнюю линию основного вида. Для этого нужно войти в команду EConstruction, выбрать верхнюю линию и нажать <P>. Заменить конкретное числовое значение на переменную «H» и подтвердить кнопкой [OK] ее текущее значение. Снова войти в команду Variables. Теперь в редакторе переменных уже две переменные, и меняя их значения, можно наблюдать за изменением чертежа.

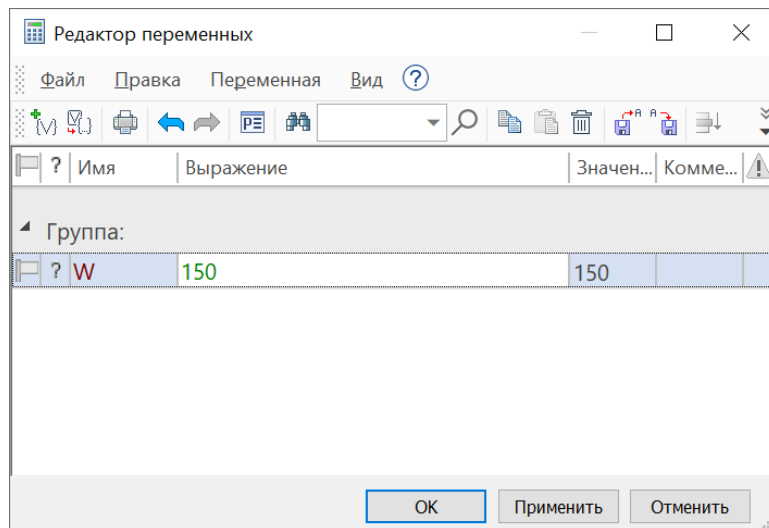


Рисунок 2.4 – Редактор переменных

4 шаг. Войти в команду Variables и поставьте вместо числового значения «H» выражение «W/2». Это будет означать, что значение «H» будет равняться половине значения «W». Нажать [OK] для того, чтобы посмотреть на результат действий. Теперь, меняя только значение «W», автоматически изменяется значение «H».

5 шаг. Назначить переменную «R» на радиус окружности, сопрягающей верхнюю и правую линии главного вида. Для этого в команде EConstruction выбрать окружность, нажать <P> и заменить конкретное значение на «R». Войти в редактор переменных Variables и задать для этой переменной следующее выражение:

$$W < 100 ? 0: 6 \quad (2.1)$$

Это выражение означает, что если « W » меньше, чем 100, то « R » равно 0, в противном случае – 6.

< – «меньше чем»

? – «в таком случае»

: – «в противном случае»

Полностью выражение выглядит так:


$$R = W < 100 ? 0: 6 \quad (2.1)$$



Значение « R » равно 0, если « W » < 100, и равно 6, при любом другом значении « W ». Таким образом, для « R » существует лишь два возможных значения – либо «0», либо «6».

6 шаг. Назначить параметры всем элементам построения чертежа.




2.3.2 Создание размеров


1 шаг. Вызвать команду Dimension: Нанести размеры.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<D>	Чертеж Размер	

2 шаг. Выбрать любые две линии построения для простановки линейного или углового размера. Выбрать две крайние прямые линии на главном виде с помощью . Вместе с курсором начал перемещаться появившийся размер. Зафиксировать его положение нажатием .

3 шаг. В появившемся на экране диалоговом окне можно задать различные значения параметров размера. Если окно не появилось, нажать <P>. После установки нужных значений нажать кнопку [OK]. Размер шрифта можно поменять в команде SStatus на закладке «Шрифт». На этой закладке устанавливаются параметры шрифта, для тех элементов модели, для которых они не заданы.

4 шаг. Нанести диаметральные и радиусные размеры. В команде Dimension подвести курсор к нужной окружности и нажать <C> или . Окружность выберется, и за курсором будет перемещаться изображение размера. Клавишами <R> и <D> или соответствующими пиктограммами  и  в автоменю можно переключаться из режима простановки радиуса в режим простановки диаметра и обратно. Клавишей <M> можно задать вид проставляемого размера. Нажимая несколько раз клавишу <Tab> можно установить выносную полку в нужном направлении.

5 шаг. После того, как будет указано курсором на нужное место, нажать , и после нажатия [OK] в диалоговом окне задания параметров размера (если задан режим его отображения), на экране появится проставляемый размер (рисунок 2.5).

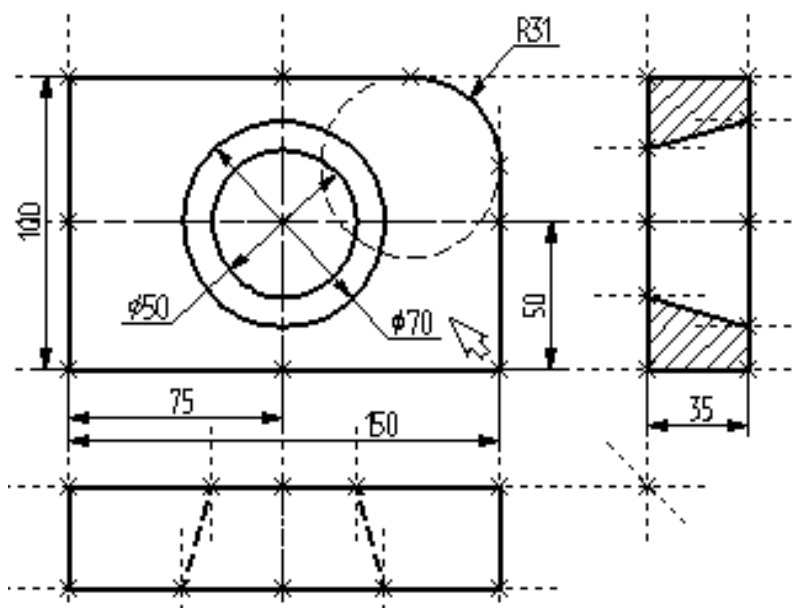




Рисунок 2.5 – Чертеж детали с проставленными размерами


2.3.3 Нанесение текста на чертеже



Текстовую строку можно нанести с помощью команды Text: Нанести текст:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<T>	Чертеж Текст	

Текст можно «привязать» к любому элементу построения на чертеже для того, чтобы его положение изменялось вместе с изменением положения элементов чертежа. Для этого нужно переместить курсор к пересечению вертикальной осевой прямой и верхней прямой на основном виде чертежа. Нажать <N> для привязки текста к узлу, который находится на пересечении этих двух прямых. Переместить курсор в точку, где должен располагаться текст и нажать . На экране появится окно текстового редактора, в котором можно набрать текст.

Местоположение текста можно исправить командой EText: Изменить текст.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<E><T>	Правка Чертеж Текст»	


Указать курсором на текст и нажать . Теперь переместить курсор в нужную позицию и снова нажать .

Уникальной возможностью T-FLEX CAD является создание переменных текстов. Переменный текст – это текст, внутри которого можно использовать вещественные и текстовые переменные. После создания такого текста, если будут изменяться значения переменных, которые включены в текст, то соответственно будет изменяться содержимое текста.

При использовании переменной в тексте необходимо задавать ее имя в фигурных скобках. После выхода из редактора текста вместо имени переменной в фигурных скобках подставится ее значение. Кроме имени переменной в фигурных скобках в тексте можно задавать выражение. В результате на экране в тексте появится значение выражения. Изменяя значения переменных в редакторе переменных, будет изменяться текст.

2.3.4 Создание основной надписи

Для создания основной надписи служит команда Создать основную надпись:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	Оформление Основная надпись Создать	

После вызова данной команды, на экране появляется диалоговое окно, в котором перечислены все типы основных надписей, поставляемых с системой. Пополнить этот список можно самостоятельно, добавив в него самостоятельно созданные форматки. Из представленного списка необходимо выбрать тип основной надписи, которую предполагается нанести на чертёж. После этого появится окно для заполнения основной надписи (рисунок 2.6).

Пополнить этот список можно самостоятельно, добавив в него самостоятельно созданные форматки. Из представленного списка необходимо выбрать тип основной надписи, которую предполагается нанести на чертёж. После этого появится окно для заполнения основной надписи (рисунок 2.7).

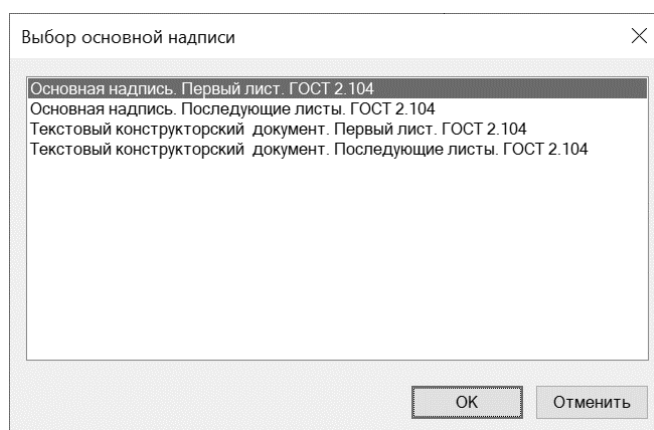



Рисунок 2.6 – Типы основных надписей

Для изменения положения форматки используется команда Переместить форматку

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
	Оформление Основная надпись Переместить	

Конструкторский чертеж. Первый лист. ГОСТ 2.104-68

Основная надпись | Дополнительные параметры

Тип документа: Чертеж | Наименование документа: Чертеж

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

Лит. | Масса | Масштаб

Лист | Листов

Копировал: А3 | Формат: А3

☐ Список переменных
☐ Просмотр

OK | Отмена

Рисунок 2.7 – Окно для заполнения основной надписи

После вызова данной команды на экране появляется динамически перемещаемое изображение форматки. Указать курсором в нужную точку 2D окна и нажать – форматка будет перенесена в новое положение.

Изменить тип основной надписи и переместить форматку можно, выбрав соответствующий пункт контекстного меню, появляющегося при выборе фрагмента форматки . Заполнить штамп можно и непосредственно на чертеже. Для этого нужно установить текстовый курсор в том поле штампа форматки, которое необходимо заполнить, и нажать . В указанном поле появится мигающий курсор, это говорит о том, что можно вводить текст, справа от выбранного поля появится кнопка со стрелкой, позволяющая выбрать значение из списка. Результат приведен на рисунке 2.8.

2.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить теоретические положения.
2. Открыть чертеж, выданный преподавателем (рисунок 2.9).
3. Назначить всем элементам построения переменные.
4. Нанести линейные размеры. Размерный текст оформить по типу: <Название переменной> = <Значение переменной> (рисунок 2.10).
5. Нанести радиальные и диаметральные размеры. Размерный текст оформить аналогично линейным размерам.
6. Выше изображения детали или над основной надписью нанести переменный текст. Задать переменными следующие параметры: номер практического занятия, номер варианта, фамилия студента, выполнившего работу, номер группы, дата создания чертежа.

7. Подобрать формат.
8. Создать и заполнить основную надпись, применяя созданные переменные.
9. Нанести размеры и основную надпись на чертёж, полученный в ходе выполнения лабораторной работы №1.

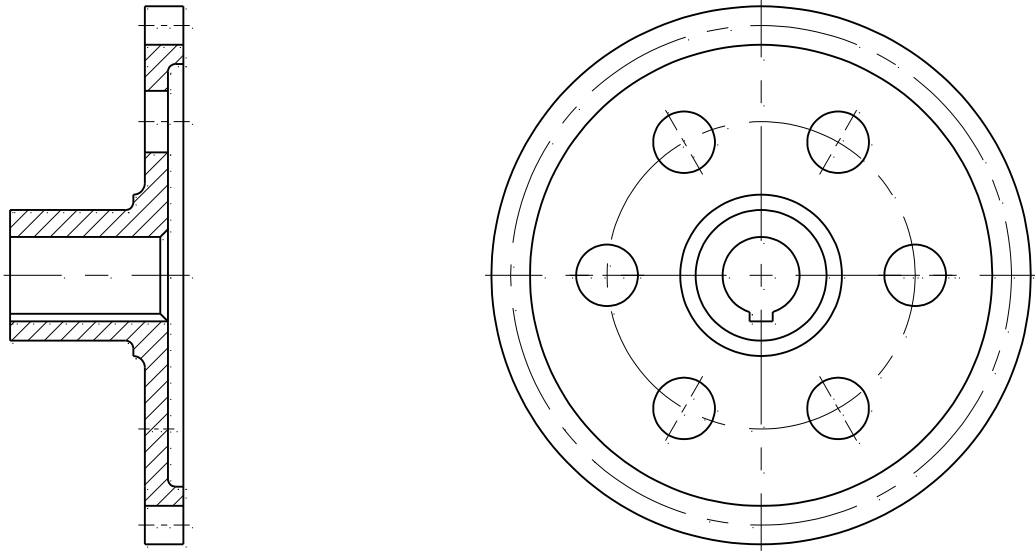


Рисунок 2.9 – Чертеж зубчатого колеса без размеров

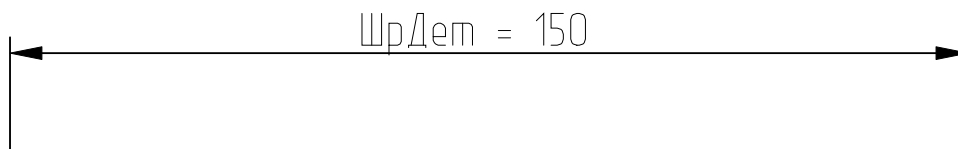


Рисунок 2.10 – Пример оформления размера

10. В соответствии с индивидуальным заданием построить чертёж детали по переменным (два вида). Каждый размер задать отдельной переменной. Числовые значения первоначально должны быть заданы только для трёх параметров (длина, ширина, высота), остальные параметры должны изменяться пропорционально. Пример индивидуального задания приведен на рисунке 2.11.

2.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файлы с выполненной работой.

Выполненные чертежи сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-02XФамилияИОИТб000. grb,

где 00 – номер варианта;

02 – номер лабораторной работы;

X – номер выполненного задания;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТб000 – обозначение группы;

.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

2.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие типы переменных применяются в T-FLEX CAD?
2. Что такое выражение в T-FLEX CAD?
3. Перечислите способы создания переменных в T-FLEX CAD?
4. Какие требования предъявляются именам переменных?
5. Какие возможности дает пометка переменной как внешней?
6. Как создать и назначить переменную параметру элемента построения во время его создания?
7. Как создать и назначить переменную параметру элемента построения во время его редактирования?
8. Как создать переменную в тексте?
9. Как создать выражение в редакторе переменных?
10. В каких случаях требуется изменить существующие отношения для элементов построения?
11. Как изменить существующие отношения для элементов построения?

12. Как удаляются любые элементы в T-FLEX CAD?
13. Как носят размеры?
14. Как нанести текст на чертеж?
15. Как подобрать основную надпись требуемого типа?
16. Как заполнить графы основной надписи?
17. Как переместить основную надпись?
18. Как настроить основные параметры чертежа?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ

3.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить основные методы анимации двухмерных моделей в системе T-FLEX CAD, научиться создавать мультимедиа файлы.

3.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.2.1 Кинематические механизмы

Кинематической цепью называют систему звеньев, образующих между собой кинематические пары. Кинематические цепи бывают простыми и сложными:

Простой кинематической цепью называется такая цепь, у которой каждое звено входит не более чем в две кинематические пары.

Сложной кинематической цепью называется цепь, в которой имеется хотя бы одно звено, входящее более чем в две кинематические пары.

Простые и сложные кинематические цепи, в свою очередь, делятся на замкнутые и разомкнутые.

Механизм – это кинематическая цепь, в состав которой входит неподвижное звено (стойка) и число степеней свободы которой равно числу обобщённых координат, характеризующих положение цепи относительно стойки.

Движение звеньев механизма рассматривается по отношению к неподвижному звену – стойке. Те звенья, которые соединяются со стойкой, образуя пары пятого класса, передают на неё усилия и носят названия основных звеньев. Из числа последних выделяют входные звенья, закон движения которых является заданным.

Механизмы классифицируют по различным признакам, и в первую очередь их делят на механизмы с низшими и высшими парами; те и другие могут быть плоскими и пространственными.

Плоским называется механизм, все подвижные точки которого движутся в параллельных плоскостях.

Пространственным называют механизм, подвижные точки которого описывают неплоские траектории или траектории, лежащие в пересекающихся плоскостях.

Наиболее распространённые механизмы с низшими парами – рычажные, клиновые и винтовые; с высшими парами – кулачковые, зубчатые, фрикционные, мальтийские и храповые.

При изображении механизма на чертеже различают его структурную схему с применением условных обозначений звеньев и пар (без указания размеров звеньев) и кинематическую схему с размерами необходимыми для кинематического расчёта. На схемах звенья обозначают цифрами, а пары и различные точки звеньев – буквами (с указанием числа степеней подвижности). Очевидно, кинематическая схема механизма не изображает его действительного устройства, а может быть использована лишь для кинематического или динамического исследования.

3.2.2 Анимация

Анимация – эффективный механизм, помогающий при проектировании изделия. С помощью анимации можно анализировать поведение кинематических механизмов и взаиморасположение деталей сборочных конструкций. Создание анимации является логическим продолжением работы с параметрической моделью, позволяет наглядно отобразить влияние изменения параметров на форму и положение объектов, моделировать работу кинематических механизмов, записывать и анализировать процесс разнесения элементов сборочной конструкции. Возможность решения этих задач является ещё одним преимуществом использования параметризации при создании как отдельных деталей, так и сложных сборочных моделей. Анализ параметрической модели с помощью анимации позволяет предотвратить появление ошибок ещё на ранней стадии проектирования изделия. Использование в анимации перемещаемой камеры позволяет создать сложные реалистические ролики с эффектом приближения/удаления

камеры или вращения точки просмотра. В процессе анимации система отображает состояние модели при последовательном изменении её параметров. Необходимым условием для создания анимации является наличие переменных, влияющих на изменяемые параметры детали. Например, если необходимо, чтобы в процессе анимации деталь вращалась относительно точки привязки, то назначается переменная, значение которой равно значению угла поворота. То есть при построении модели пользователь должен определить изменяемые параметры (геометрическая форма или положение элементов) и назначить переменные, отвечающие за них.

T-FLEX CAD содержит два инструмента создания анимации. Первый и наиболее простой использование команды «AN: Анимировать модель». В процессе анимации с помощью данной команды можно менять значение одной переменной от начального до конечного значения с заданным шагом. Более развитым средством для создания анимации является приложение «Создание сценария анимации». Оно позволяет управлять изменением любого количества переменных модели и задавать для них более сложные зависимости в виде графиков. С документом T-FLEX CAD можно связать любое количество сценариев анимации, содержащих разнообразные варианты изменения модели.

3.2.3 Анимация модели командой «Анимировать модель»

Анимация чертежей осуществляется посредством пошагового изменения какого-либо параметра, заданного переменной. Одновременно происходит перерисовка чертежа на каждом шаге. Например, был выполнен чертёж кинематической схемы какого-либо механизма. Чертёж был создан из чертежей-фрагментов, каждый из которых является каким-то звеном схемы. Допустим, требуется посмотреть, как будет вести себя механизм при изменении положения ведущего звена. Его положение определяется параметром линии построения, созданной как линия, проходящая через узел под углом к горизонтальной прямой. Этим параметром является угол поворота. Можно

назначить на этот параметр переменную, например, «alfa» (рисунок 3.1).

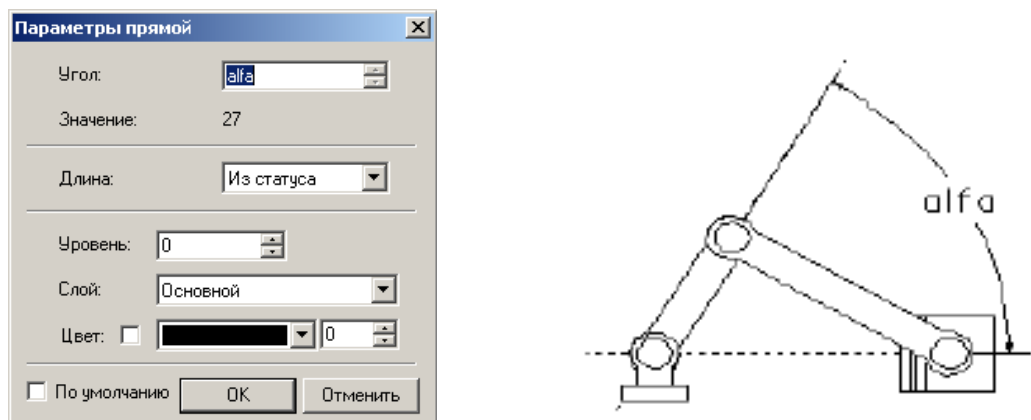



Рисунок 3.1 – Окно задания параметров переменной

Для того, чтобы «оживить» механизм, необходимо воспользоваться командой AN: Анимировать модель:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<AN>	“Параметры Анимация...”	

При входе в команду из 2D окна на экране появляется диалоговое окно параметров команды (рисунок 3.2).

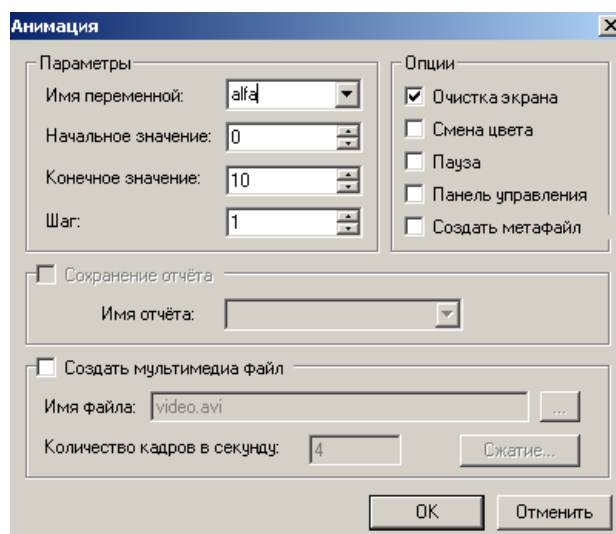


Рисунок 2 – Окно задания параметров команды «Анимировать модель»

Параметры команды:

Имя переменной. Задается имя переменной, значение которой будет изменяться. Переменная не может быть текстовой.

Начальное значение. Значение переменной, с которого начнется её изменение.

Конечное значение. Значение переменной, при котором закончится выполнение команды.

Шаг. Число, которое будет прибавляться к значению переменной на каждом шаге анимации.

Очистка экрана. При задании данной опции, на каждом шаге экран будет очищаться. В противном случае, изображение будет накладываться, и можно увидеть динамику движения и изменения чертежа на каждом шаге.

Смена цвета. При задании данной опции, изображение на каждом шаге будет отображаться разным цветом. Эта опция полезна, если необходимо сравнивать различные результаты при изменении значений параметров чертежа.

Пауза. При задании данной опции после перерисовки чертежа на каждом шаге система потребует подтверждения очередной прорисовки.

Создать метафайл. При задании данной опции, изображение, получаемое в результате анимации, будет сохранено в метафайл системы T-FLEX CAD. Затем можно вывести метафайл на принтер или плоттер, включить его в чертёж T-FLEX с помощью команды «IP: Создать картинку» или экспортировать в другой формат. Отметим, что при включенном режиме «Очистка экрана» вывод в метафайл не осуществляется.

Сохранить отчет. При задании данной опции на каждом шаге результат анимации будет записываться в указанный файл-отчёт (его имя нужно указать в параметрах операции).

Данный параметр доступен только при наличии в модели хотя бы одного шаблона отчёта, созданного в команде «REP: Создать отчёт».

Создать мультимедиа файл. Установка этого флага позволяет создать файл формата *.avi и задать его параметры:

Имя файла.

Количество кадров в секунду. Рекомендуемая частота «24 кадра/сек».

Графическая кнопка [Сжатие...] вызывает окно настройки параметров сжатия мультимедиа файла:

Программа сжатия. Выбор программы сжатия.

Качество сжатия. Задаёт значение качества сжатия мультимедиа файла.

Опорный кадр. Задаёт количество кадров между опорными кадрами.

Скорость передачи. Задаёт значение скорости передачи (КБ/сек).

Графическая кнопка [Настроить...] выводит окно диалога для ввода соответствующих настроек выбранной программы сжатия.

Для прекращения анимации во время работы нажмите <Esc>.

3.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

На рисунке 3.3 представлена схема кинематического механизма, который будет анимироваться в качестве примера.

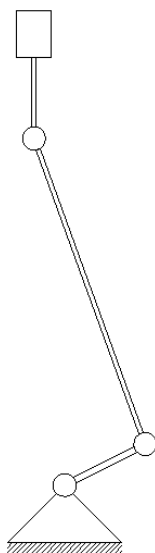



Рисунок 3.3 – Схема кинематического механизма

Для начала необходимо создать новый документ, выбрав левой клавишей мыши иконку  – «Создать новый чертёж» на стандартной панели инструментов (рисунок 3.4).

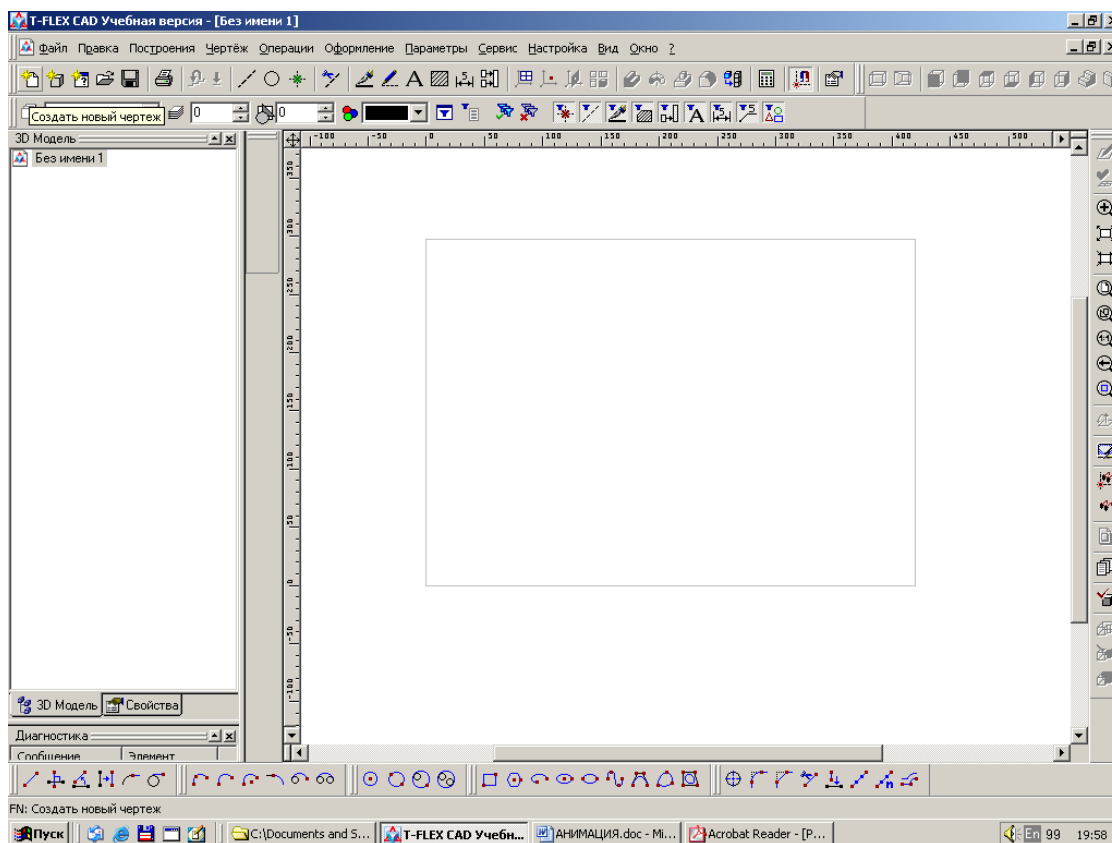




Рисунок 3.4 – Создание нового документа

Затем нужно создать две перпендикулярные прямые. Для этого вызывается команда «L: Построить прямую».






Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	«Построения Прямая»	

Из появившихся опций выбрать


	<X>	Создать две перпендикулярные прямые и узел <X>
---	-----	---

и построить две прямые в любой удобной точке.

Затем при помощи опций


	<X>	Создать две перпендикулярные прямые и узел <X>
	<H>	Создать горизонтальную прямую <H>
	<V>	Создать вертикальную прямую <V>
	<L>	Выбрать прямую привязки <L>
	<A>	Выбрать ось симметрии (прямую) <A>

а также при помощи опций команды «С: Построить окружность»

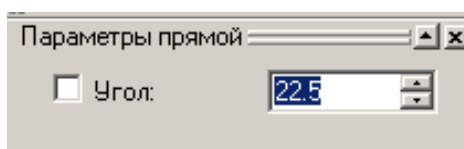
Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	«Построения Окружность»	

построить все необходимые линии построения, для создания кинематического механизма. Особое внимание необходимо уделять правильности взаимного положения линий, их взаимосвязи.

Например, после создания двух пересекающихся прямых, создать первое звено механизма можно следующим образом: построить прямую, проходящую через точку пересечения прямых (её можно обозначить буквой «А»), которая будет являться шарниром для звена. Для этого необходимо выбрать опцию

	<L>	Выбрать прямую привязки <L>
---	-----	-----------------------------

а затем левой клавишей мыши указать эту точку. Появится прямая, проходящая под некоторым углом к имеющимся прямым. Этот угол можно задать в градусах с клавиатуры



либо простым нажатием левой клавиши мыши на рабочем поле, после придания прямой необходимого положения (рисунок 3.5).

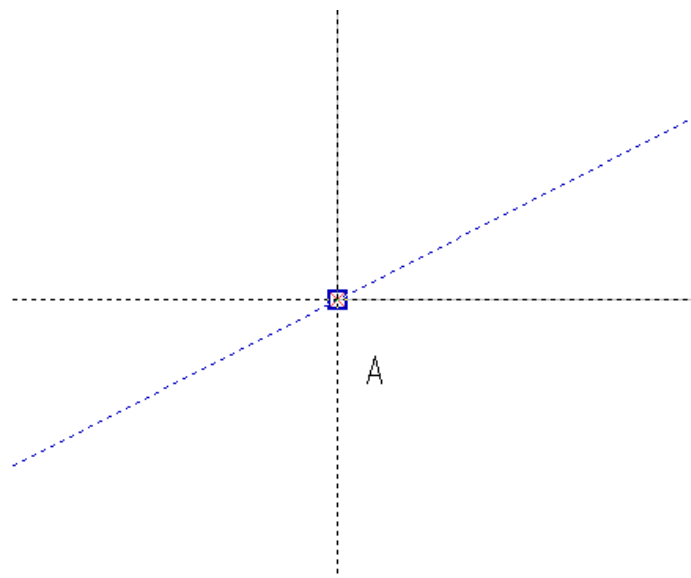


Рисунок 3.5 – Создание прямой под углом к горизонтали

Но для данного примера требуется указать вместо числового значения угла параметр, например, α (рисунок 3.6).

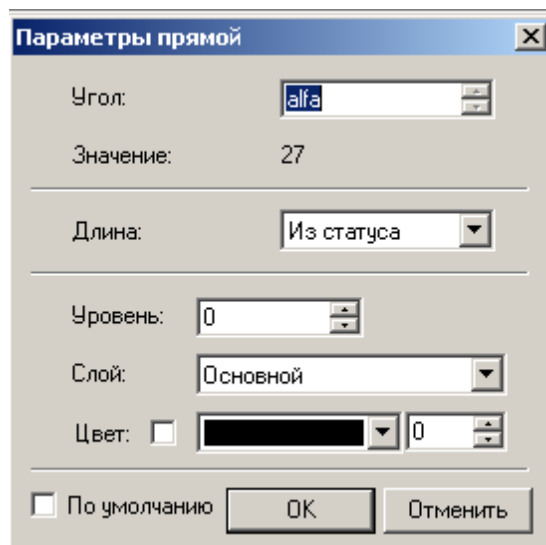


Рисунок 3.6 – Задание параметра прямой

Затем необходимо построить окружность с центром в той же точке, радиус которой будет равен длине звена АВ. В точке пересечения первого звена и окружности получится следующий шарнир кинематического механизма (обозначить буквой «В») (рисунок 3.7).

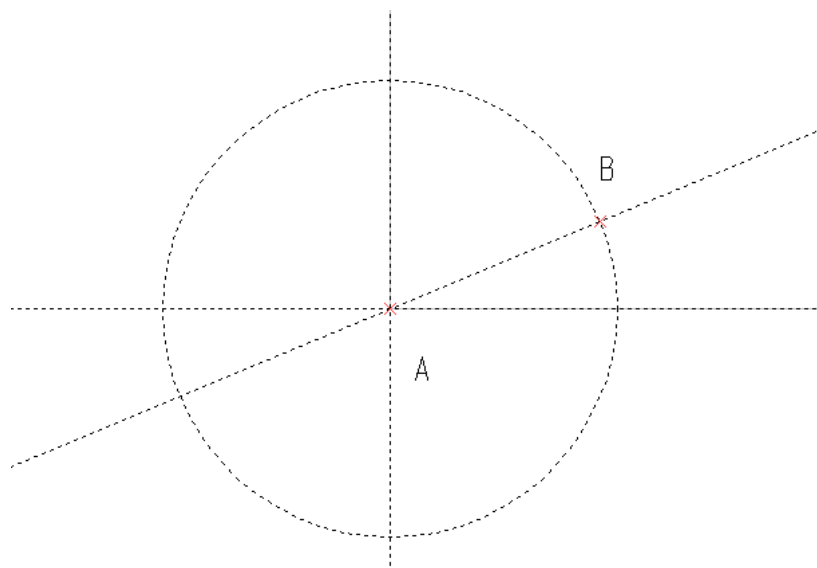


Рисунок 3.7 – Задание длины звена механизма

Чтобы нанести надпись, необходимо выбрать команду «ТЕ: Создать текст»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<ТЕ>	«Чертеж Текст»	

Указать место, где будет расположен текст и ввести его содержание.

Построение следующего звена необходимо вести от вновь полученной точки, аналогично первому звену.

В итоге получается модель кинематического механизма, показанная на рисунке 3.8.

Для придания наглядности необходимо при помощи тех же линий построения задать толщину звеньев и шарниров. Кроме того, необходимо задать их цвет. Для этого необходимо заштриховать звенья, при этом в параметрах штриховки указать «Заливка» и выбрать цвет (рисунок 3.9).

В итоге необходимо получить готовую модель кинематического механизма, например, такую, которая представлена на рисунке 3.10.

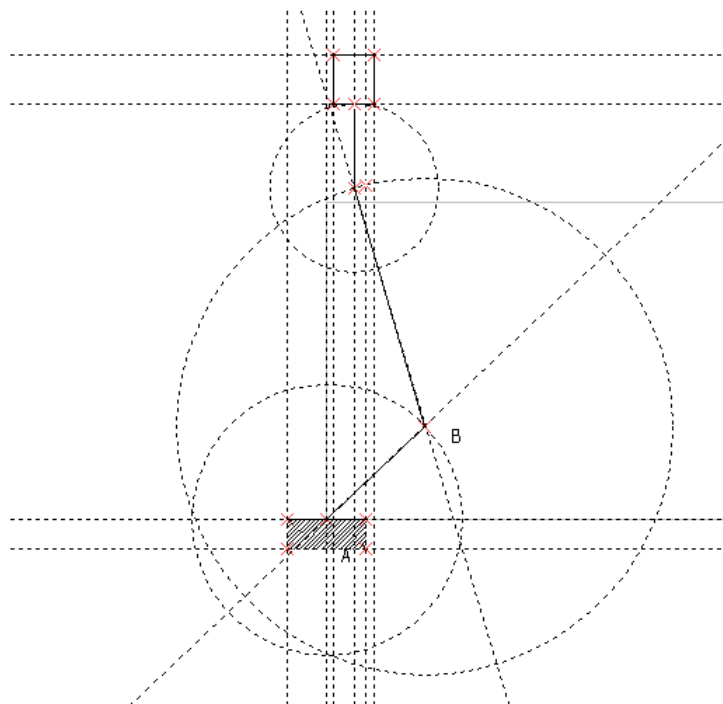


Рисунок 3.8 – Модель кинематического механизма

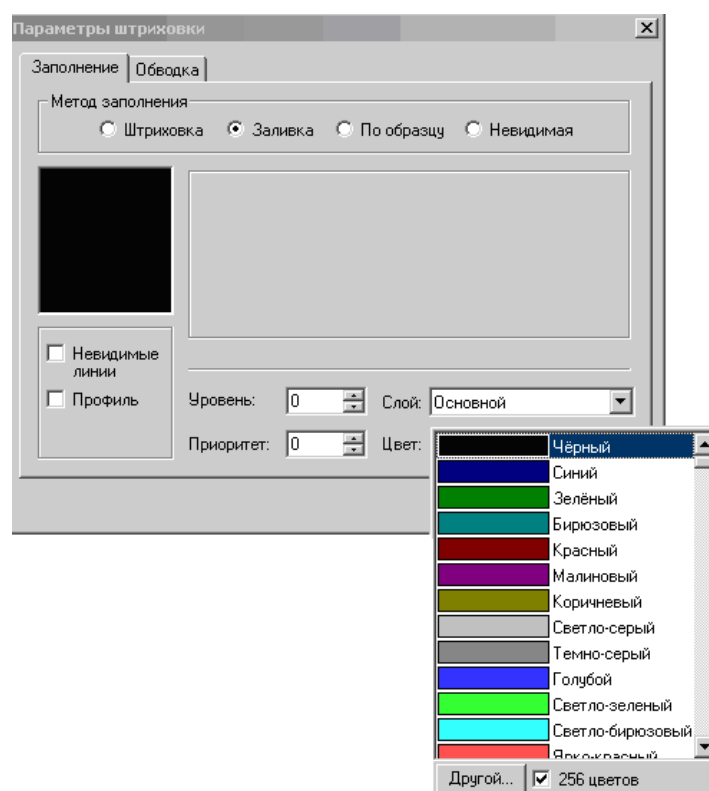


Рисунок 3.9 – Изменение параметров штриховки

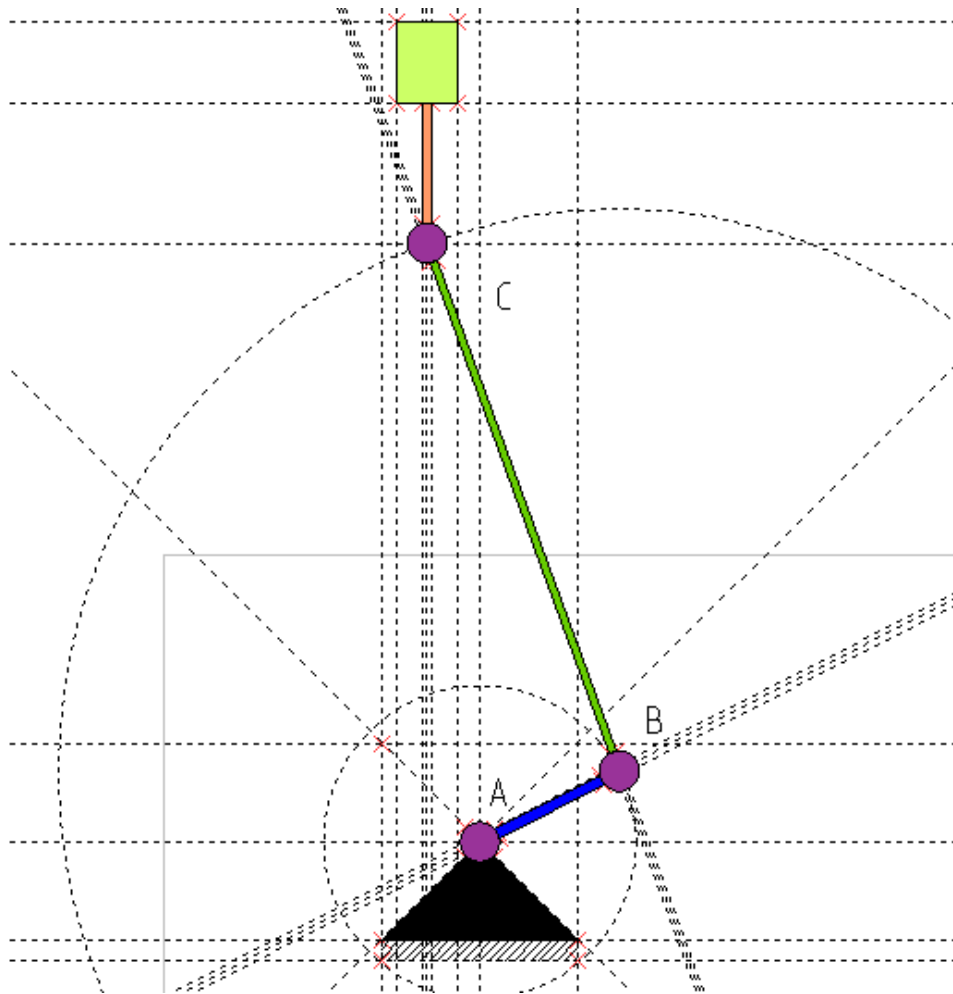


Рисунок 3.10 – Пример модели кинематического механизма

Для того, чтобы «оживить» механизм, необходимо воспользоваться командой «AN: Анимировать модель»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<AN>	“Параметры Анимация...”	

При входе в команду из 2D окна на экране появляется диалоговое окно параметров команды (рисунок 3.11).

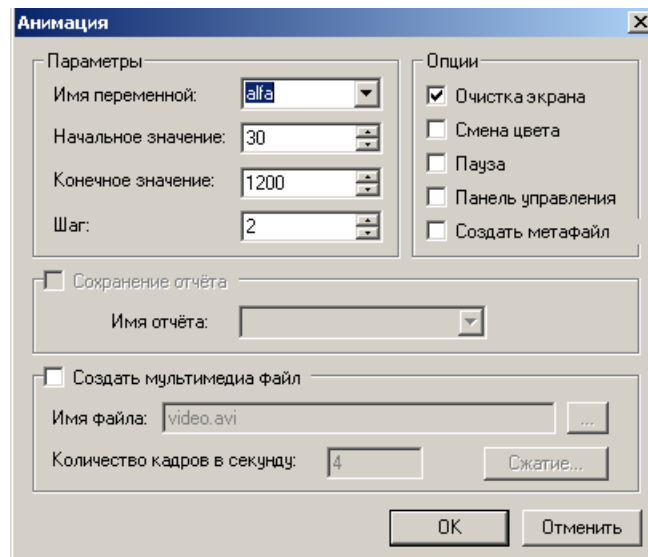


Рисунок 11 – Окно задания параметров команды «Анимировать модель»

Для создания файла формата *.avi нужно установить флаг «Создать мультимедиа файл» и задать его параметры: Имя файла, (например, «Механизм») Количество кадров в секунду (24 кадра/сек).

Затем нажать на графическую кнопку Сжатие.... Это вызовет окно настройки параметров сжатия мультимедиа файла. Требуется выбрать Программу сжатия и Качество сжатия.

3.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Создать новый документ T-FLEX CAD.
2. Настроить необходимые панели инструментов.
3. Создать 2D-модель в соответствии с индивидуальным заданием (приложение А).
4. Провести анимацию модели.
5. Создать мультимедиа-файл формата *.avi.

3.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файлы с выполненной работой (с расширениями grb и avi).

Выполненные чертежи сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-03ФамилияИОИТ6000. grb,

где 00 – номер варианта;

03 – номер лабораторной работы;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТ6000 – обозначение группы;

.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

3.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие инструменты применяются для создания анимации?

2. Последовательность действий при использовании команды «Анимировать модель».

3. Основные параметры команды «Анимировать модель».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ ПО ЧЕРТЕЖУ

4.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – изучить порядок создания твердотельной модели по существующему электронному чертежу средствами T-Flex CAD.

4.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Изначально САПР были предназначены для автоматизации черчения. Но уже более 20 лет назад на сцену вышли трехмерные системы твердотельного моделирования, основу которых составляет не чертеж, а объемная компьютерная модель. Недостаток 2D-проектирования состоит в том, что по чертежам бывает трудно представить, как изделие выглядит в пространстве. Поэтому предприятиям зачастую приходилось сопровождать чертежи реальными прототипами, в роли которых выступает первое выпущенное изделие или первая партия. Ошибки в чертежах приходится исправлять на уже созданном изделии, что замедляет выпуск продукции и приводит к дополнительным затратам.

3D-системы, напротив, позволяют смоделировать изделие до создания чертежей или опытных образцов. Основным документом в этом случае является объемная компьютерная модель. В объемности и состоит одно из главных ее преимуществ. Если правда, что изображение стоит тысячи слов, то 3D-модель стоит тысячи чертежей. Неслучайно визуализация изделия занимает первое место в длинном списке преимуществ трехмерного моделирования. Ведь плоский чертеж статичен, а модель можно поворачивать и изучать с любой точки, меняя масштаб просмотра по своему усмотрению. При этом несложно заметить ошибки и нестыковки в проекте и оценить степень его соответствия исходному замыслу, а также выполнить проверку

будущего изделия на собираемость, что крайне важно для последующего изготовления.

Система T-FLEX CAD допускает разные способы создания 3D-модели:

- проектирование от 2D к 3D;
- проектирование от 3D к 2D;
- комбинация методов «от 2D к 3D» и «от 3D к 2D».

При создании модели от 2D к 3D трехмерная модель строится на основе готовых 2D-чертежей или вспомогательных 2D-построений. Метод «от 3D к 2D» подразумевает, что большинство построений модели осуществляется прямо в 3D-окне с использованием 3D-элементов построения. Оба метода можно комбинировать.

При любом способе создания модели можно применять следующие возможности T-FLEX CAD:

- многотельное моделирование;
- булевы операции;
- параметрическое моделирование;
- комбинирование поверхностного и твердотельного

моделирования.

Метод «От чертежа к 3D модели» позволяет предприятиям, использовать чертежи изделий для получения твердотельных моделей.

В системе T-FLEX CAD для создания трехмерной модели на основе 2D, в общем случае необходимо выполнить построения в несколько этапов:

- создание рабочих плоскостей, при помощи которых создаются все 3D элементы;
- создание вспомогательных 3D элементов;
- получение первого объемного тела, любым методом твердотельного моделирования (выталкивание, вращение и т.д.);
- получение следующего объемного тела, любым методом твердотельного моделирования (выталкивание, вращение и т.д.);
- получения окончательной трехмерной модели с использованием булевой операции.

Рабочие плоскости – плоскости, ориентированные определенным образом в трехмерном пространстве. Без создания рабочих плоскостей в T-FLEX CAD 3D невозможно построить трехмерную модель. Рабочие плоскости позволяют разделить двумерный чертеж на стандартные и дополнительные виды, применяемые в черчении. Следует отметить, что при построении рабочих плоскостей необходимо обеспечить проекционную связь между видами. Для построения трехмерной модели обычно достаточно построить две рабочие плоскости.

3D узлы – трехмерные точки. 3D узлы определяются в пространстве тремя координатами: по оси X, по оси Y, по оси Z. 3D узлы могут создаваться с использованием узлов двумерного чертежа и рабочих плоскостей. Для создания 3D узла достаточно указать один узел на одной рабочей плоскости или два узла на разных рабочих плоскостях. Во втором случае два узла должны находиться в проекционной связи между собой, поскольку являются двумерными проекциями на рабочие плоскости создаваемого 3D узла.

3D профиль – контур, который ориентирован в трехмерном пространстве в соответствии с ориентацией какой-либо рабочей плоскости. 3D профиль создается на основе двумерной штриховки.

4.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

На рисунке 4.1 Приведен пример детали для создания трехмерной модели на основе 2D построений (рисунок 4.1).

4.3.1 Построение рабочих плоскостей

Шаг 1. На 2D чертеже построить две перпендикулярные прямые так, как показано на рисунке 4.2. Точка пересечения этих прямых является узлом привязки рабочих плоскостей.

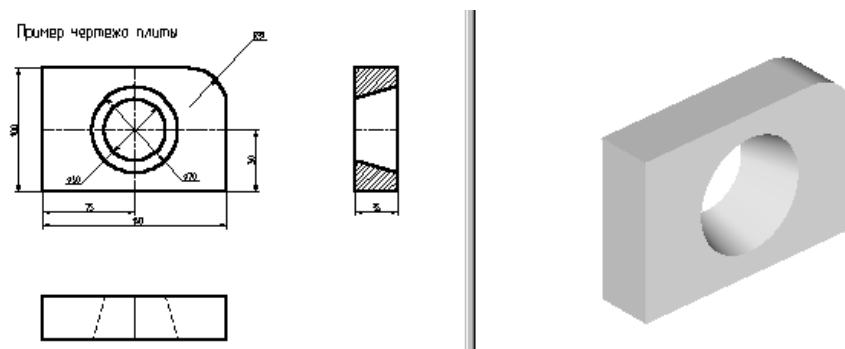


Рисунок 4.1 – 2D чертеж и 3D модель плиты, созданная на основе чертежа

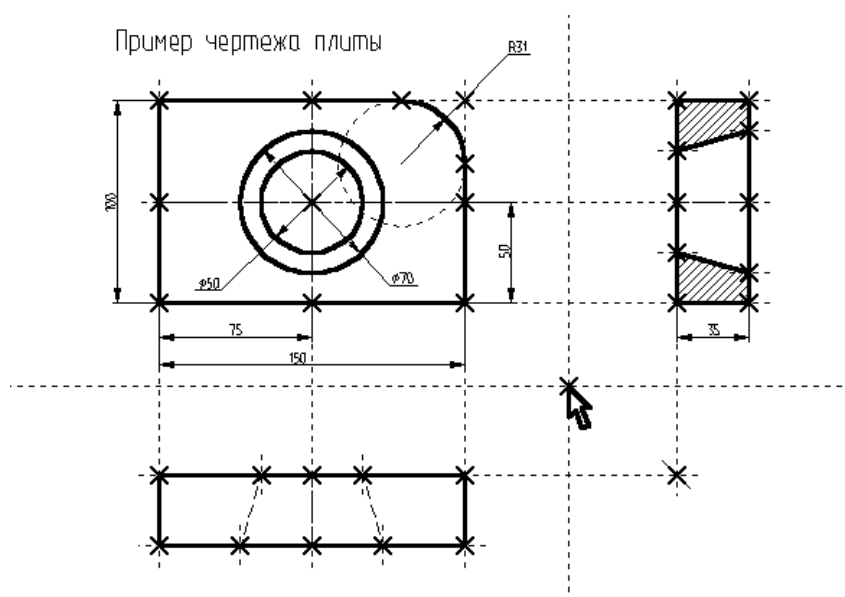


Рисунок 4.2 – Построение перпендикулярных прямых

Шаг 2. Вызвать команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><W>	Построения Рабочая плоскость	

Выбрать в автоменю опцию:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S>	Создать стандартную рабочую плоскость	

В появившемся диалоговом окне (рисунок 4.3) нажать кнопку «Спереди и слева»

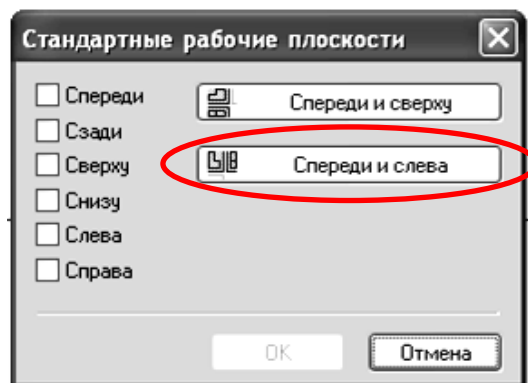




Рисунок 4.3 – Выбор стандартных рабочих плоскостей

На экране появится курсор со знаком узла  (наличие знака у курсора говорит о том, что система находится в стадии выбора). Переместить курсор к созданному узлу привязки рабочих плоскостей и нажать . На экране появятся две горизонтальные рабочие плоскости (вид спереди и вид слева) (рисунок 4.4).

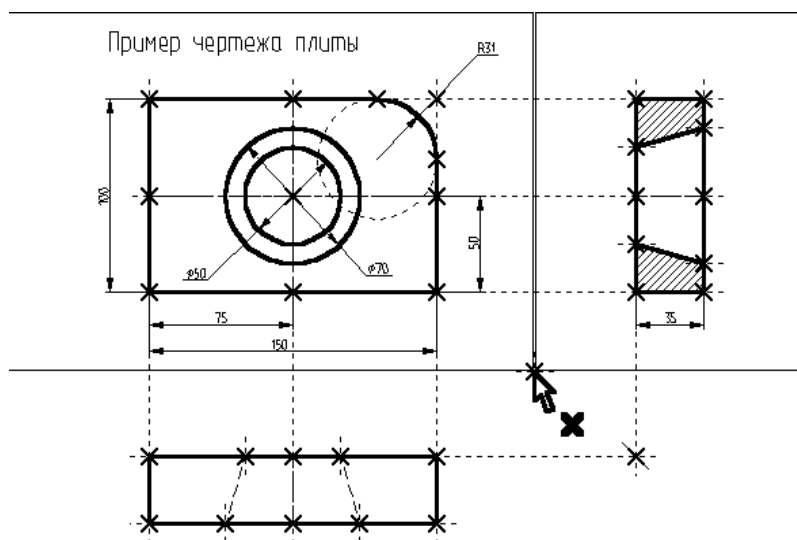


Рисунок 4.4 – Рабочие плоскости

4.3.2 Создание вспомогательных 3D элементов для основания

Шаг 1. Открыть 3D окно системы T-FLEX CAD 3D. 3D вид открывается с помощью кнопок со стрелками, которые располагаются в левом нижнем и правом верхнем углу окна текущего чертежа рядом с полосами прокрутки. Необходимо нажать кнопку, показанную на рисунке 4.5.

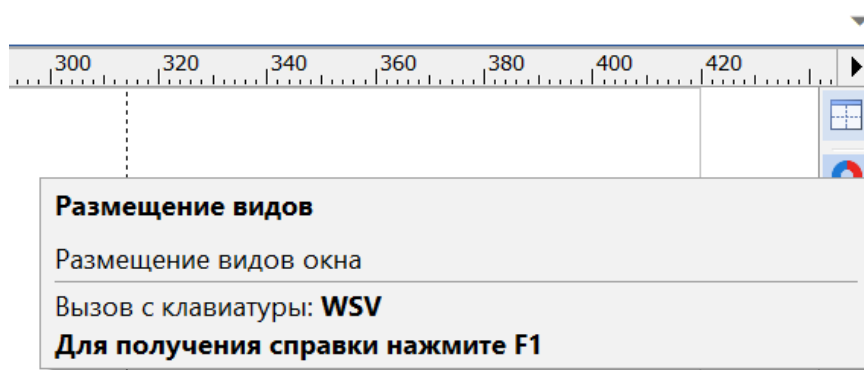


Рисунок 4.5 – Кнопка перехода к 3D окну


Окно текущего чертежа будет разделено на два окна по вертикали. В первом окне будет отображаться двумерный чертеж, а во втором в процессе построения 3D модели будут отображаться 3D элементы и трехмерные тела.

Для того чтобы создать операцию выталкивания необходимо построить вспомогательные 3D элементы: 3D профиль и 3D узлы.

Шаг 2. Построить 3D узел. Вызвать команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3N>	Построения 3D Узел	

Переместить курсор к узлу, который будет задавать первую проекцию 3D узла, как показано на рисунке 4.6, и нажать . 2D узел и рабочая плоскость подсветятся. Переместить курсор ко второму узлу, который будет определять вторую проекцию 3D узла, и нажать . 2D узел и рабочая плоскость подсветятся.

Подтвердить создание 3D узла, нажав пиктограмму . Построенная 3D точка появится в 3D виде окна текущего чертежа.

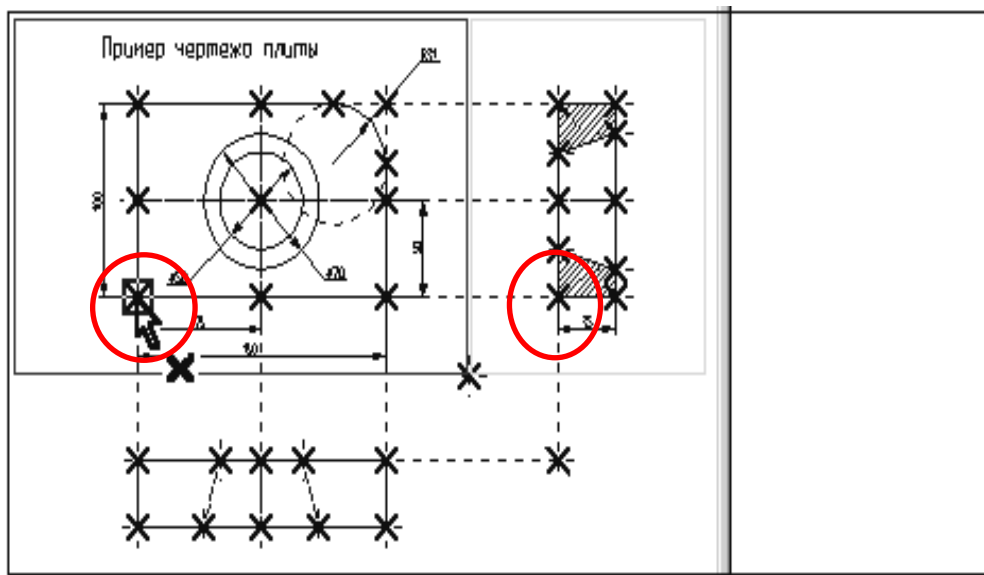


Рисунок 4.6 – Проекция первого узла

Шаг 3. Построить вторую 3D точку. Для этого необходимо выбрать два узла, которые показаны на рисунке 4.7.

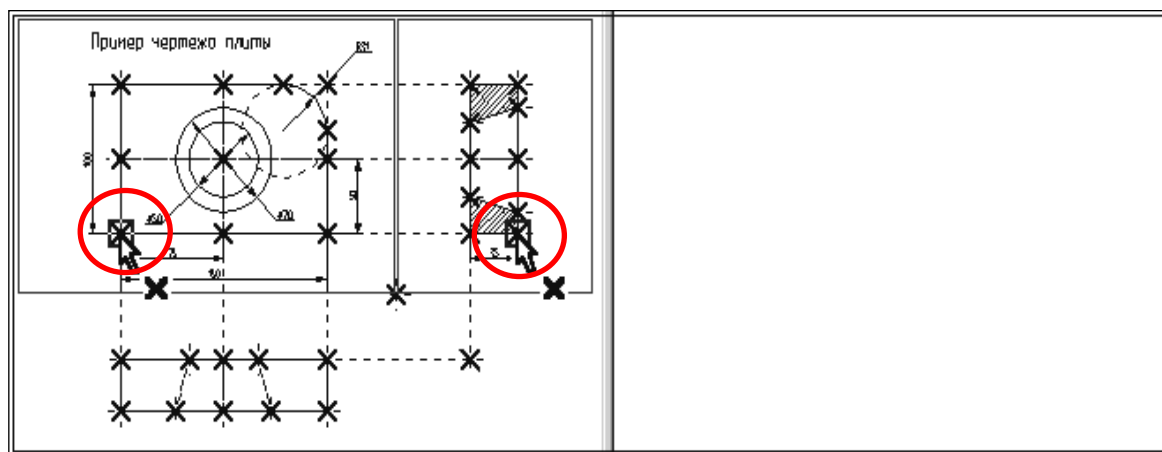



Рисунок 4.7 – Проекция второго узла

Подтвердить создание 3D узла, нажав пиктограмму . В 3D окне появится изображение двух 3D узлов как на рисунке 4.8.

Шаг 4. Построение 3D профиля. На виде спереди чертежа создать штриховку А. Штриховку можно сделать невидимой (установить параметр «Метод заполнения» в состояние «Невидимая» в параметрах создаваемой штриховки). Это необходимо сделать для того, чтобы не изменять чертежа детали (рисунок 4.9).

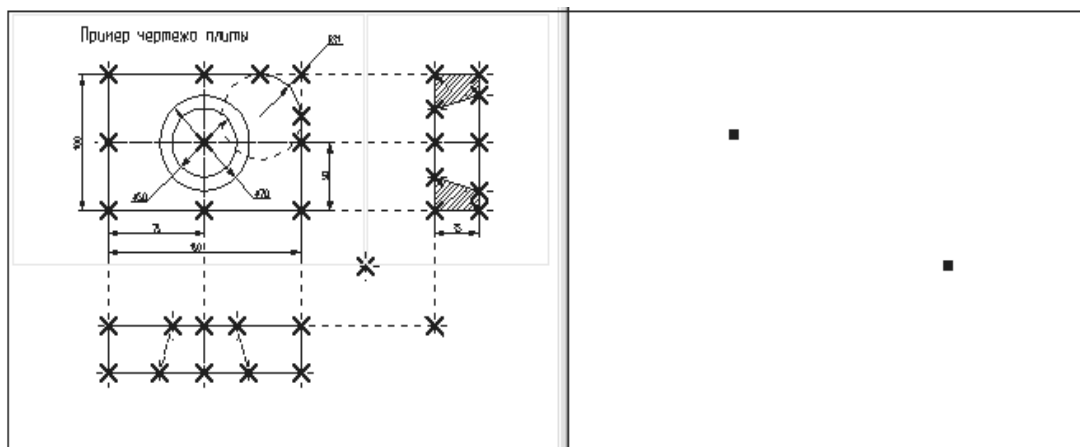


Рисунок 4.8 – Результат построения двух 3D узлов

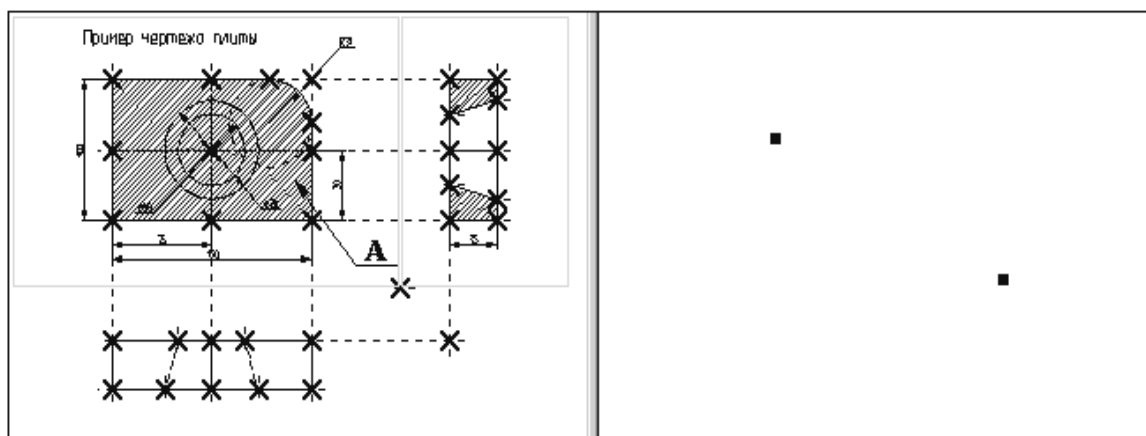




Рисунок 4.9 – Штриховка А

Вызвать команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3PR>	Построения 3D Профиль	

В 2D окне выбрать штриховку **A**. Контур выбранной штриховки и рабочая плоскость подсвечиваются, а в окне 3D вида появится 3D профиль (рисунке 4.10).

Рядом с курсором появится знак 3D узла . При помощи курсора в окне 3D вида выбрать один из 3D узлов. Профиль переместится в выбранный 3D узел, а сам узел и все 2D и 3D элементы, при помощи которых он был построен, подсвечиваются (рисунок 4.11).

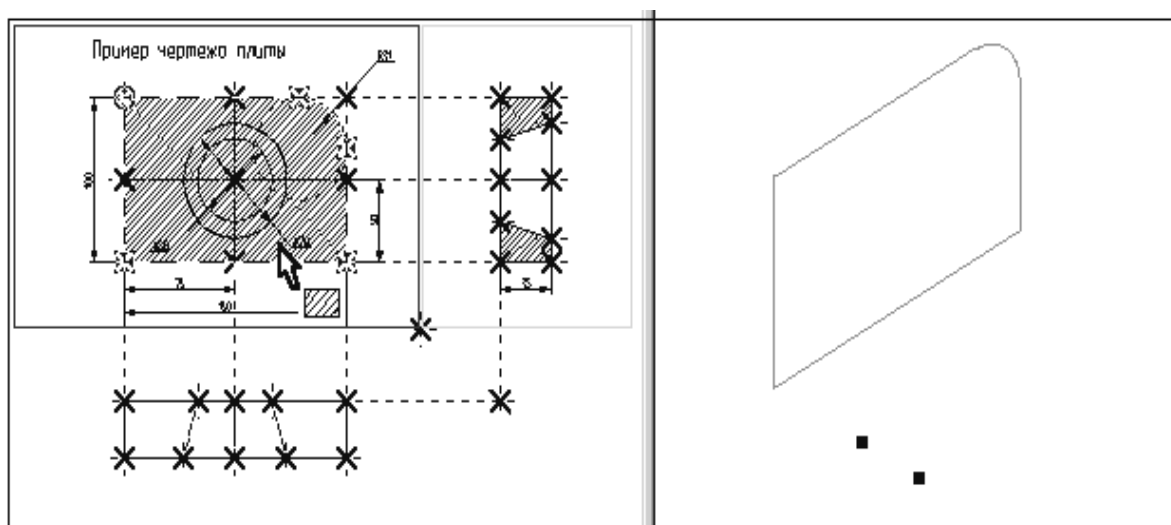


Рисунок 4.10 – Результат выбора штриховки **A**

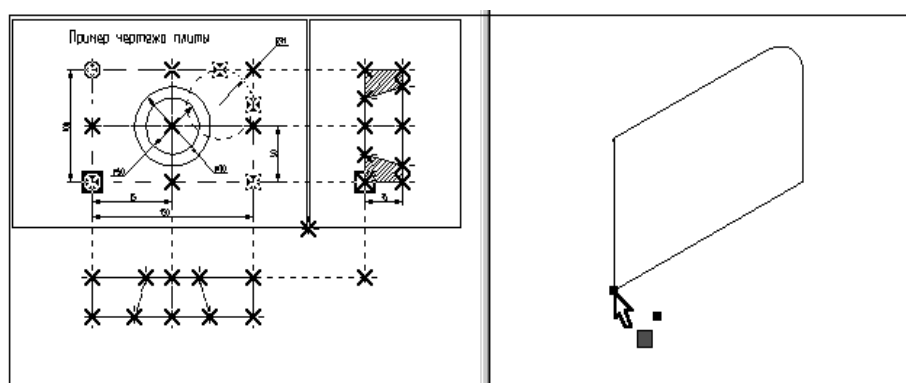




Рисунок 4.11 – Результат выбора одного из 3D узлов

Для подтверждения построения 3D профиля необходимо нажать пиктограмму  в автоматическом меню.

4.3.3 Построение основного тела

Для того чтобы получить основное тело трехмерной модели плиты необходимо вытолкнуть образующий контур на толщину плиты.

Шаг 1. Операция выталкивания. Для создания объемной модели путем выталкивания 3D контура необходимо вызвать команду:

Клавиатур а	Текстовое меню	Пиктограмм а
<3X>	<u>О</u> перации <u>В</u> ыталкивание	

Выбрать 3D профиль и щелкнуть  (рисунок 4.12).

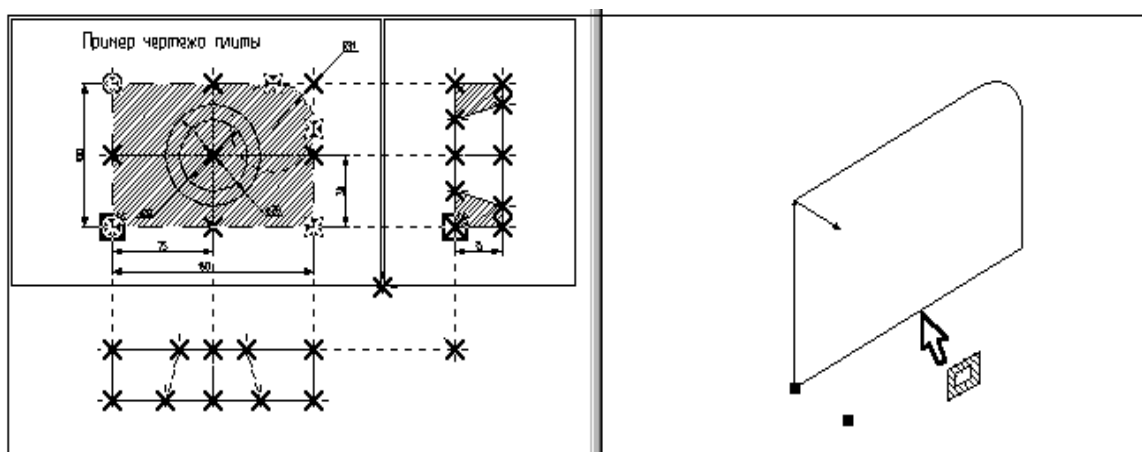



Рисунок 4.12 – Выбор 3D профиля

При помощи курсора в окне 3D вида выбрать 3D узел, через который проходит плоскость 3D профиля и щелкнуть  (рисунок 4.13).

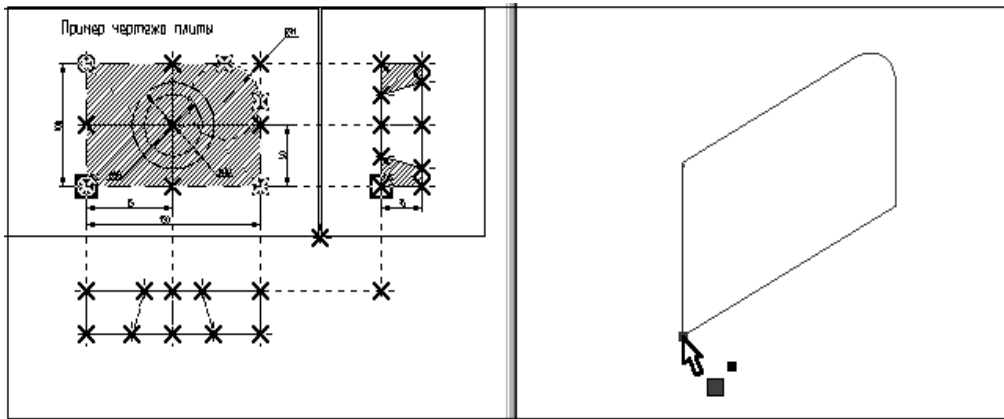


Рисунок 4.13 – Выбор первого 3D узла

При помощи курсора выбрать второй 3D узел и нажать . (рисунок 4.14).

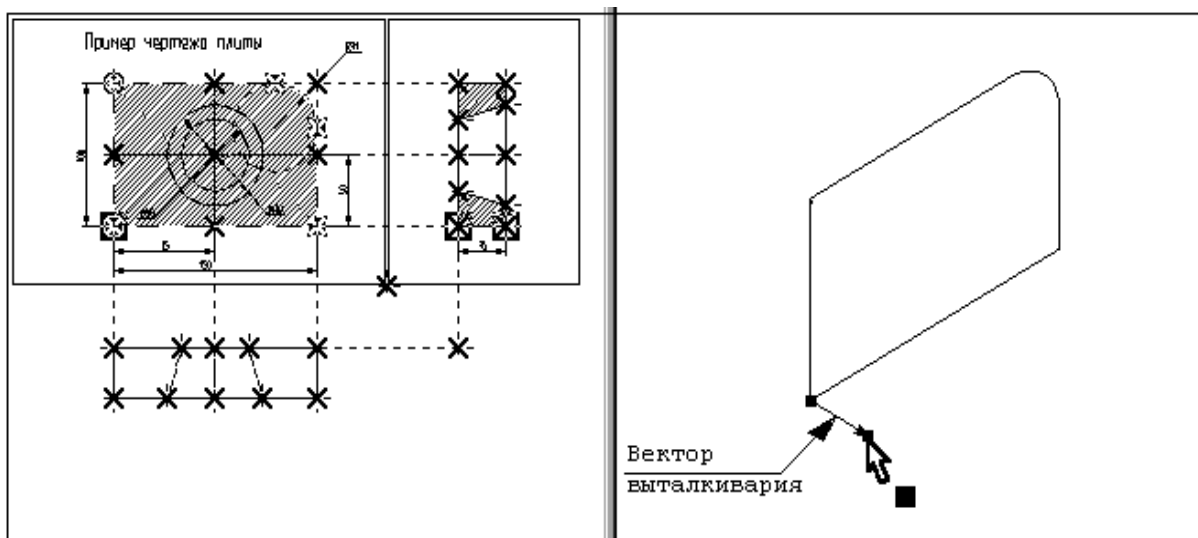



Рисунок 4.14 – Выбор второго 3D узла

Нажать пиктограмму , и операция выталкивания завершится. В окне 3D вида появится следующее трехмерное изображение (рисунок 4.15).

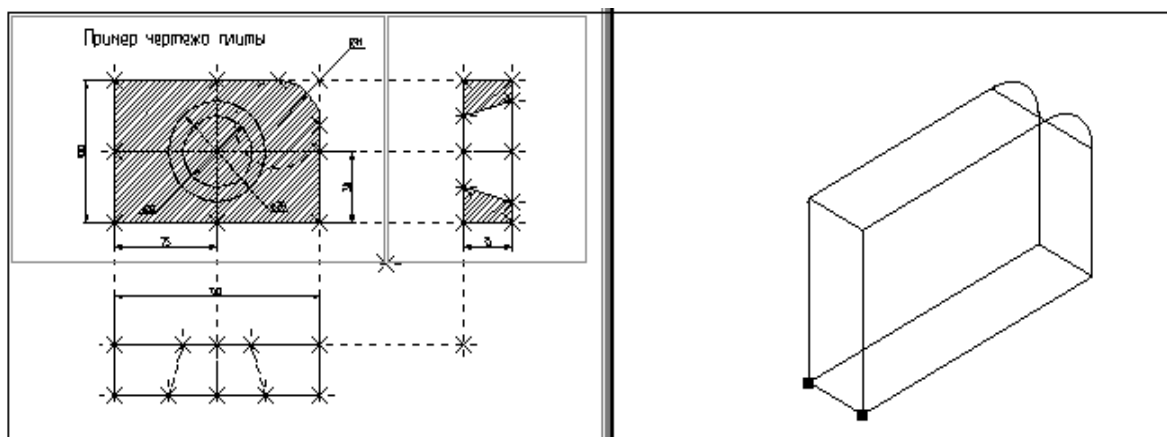


Рисунок 4.15 – Результат выталкивания

4.3.4 Создание вспомогательных 3D элементов для отверстия

Для получения отверстия в трехмерной модели плиты необходимо создать второе объемное тело, которое на следующем этапе при помощи булевой операции будет вычтено из первого тела. Объемную модель для получения отверстия проще всего создать при помощи операции вращения.

Шаг 1. Аналогично шагу 1 из пункта 3.2 построить последовательно два 3D узла, выбирая 2D узлы, как показано на рисунках 4.16 и 4.17.

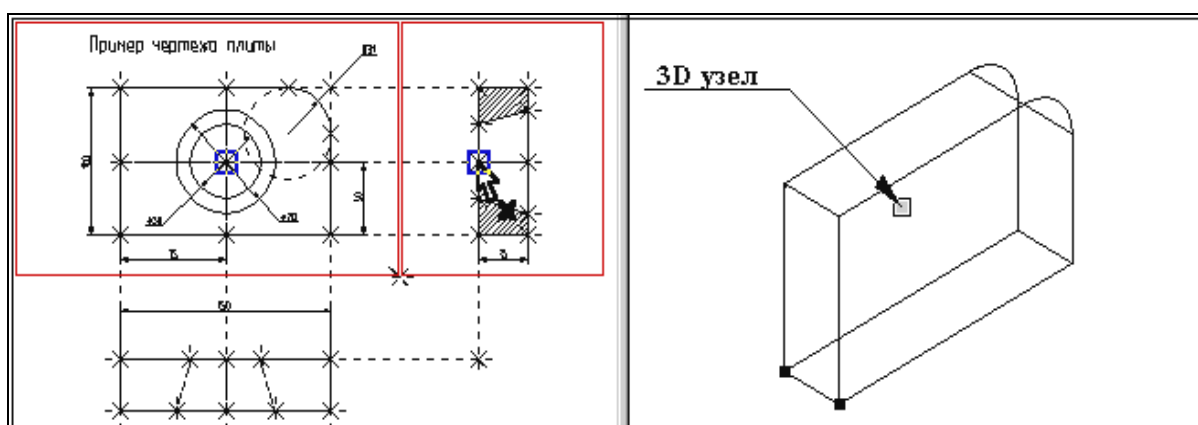


Рисунок 4.16 – Проекция первого 3D узла

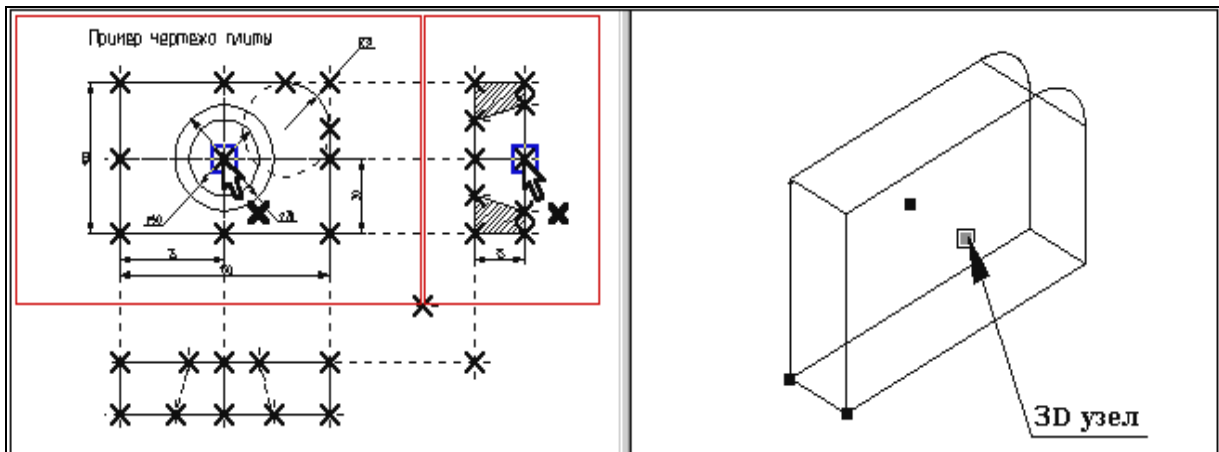


Рисунок 4.17 – Проекция второго 3D узла

Шаг 2. Построение 3D профиля. Создать штриховку В на виде слева 2D чертежа. Штриховку необходимо сделать невидимой, чтобы не загромождать основной чертеж. Аналогично шагу 4 из пункта 4.3.2 создать и привязать к узлу 3D профиль (рисунок 4.18).

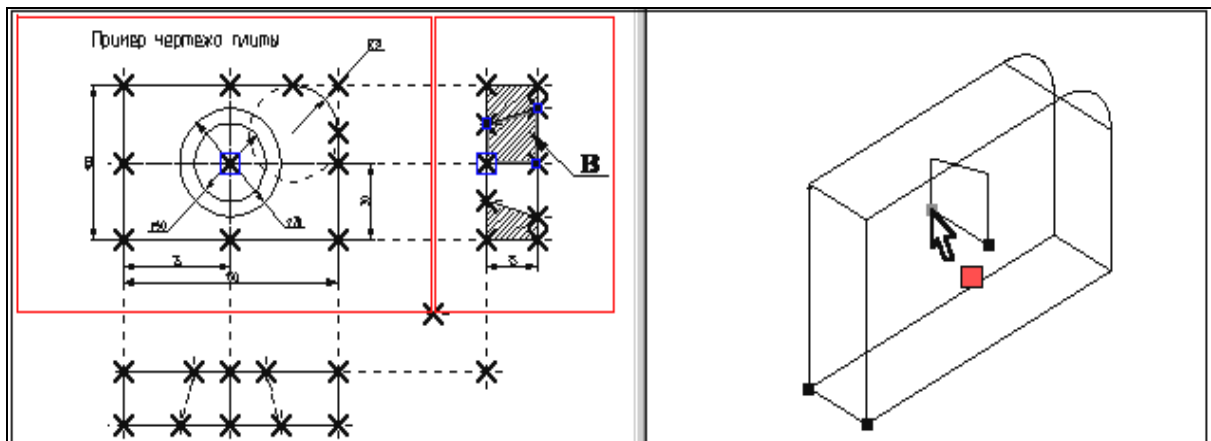





Рисунок 4.18 – Штриховка В и 3D профиль

Для подтверждения построения 3D профиля необходимо нажать пиктограмму  в автоматическом меню.

4.3.5 Создание отверстия

Шаг 1. Операция вращения. Вызвать команду:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><R><O>	<u>О</u> перации Вращение	

Переместить курсор в 3D окно, подвести его к 3D профилю так, чтобы курсор показывал на ребро профиля, и нажать . Профиль в 3D окне подсветится, а также подсветятся все 3D и 2D элементы, при помощи которых был построен этот профиль (рисунок 4.19).

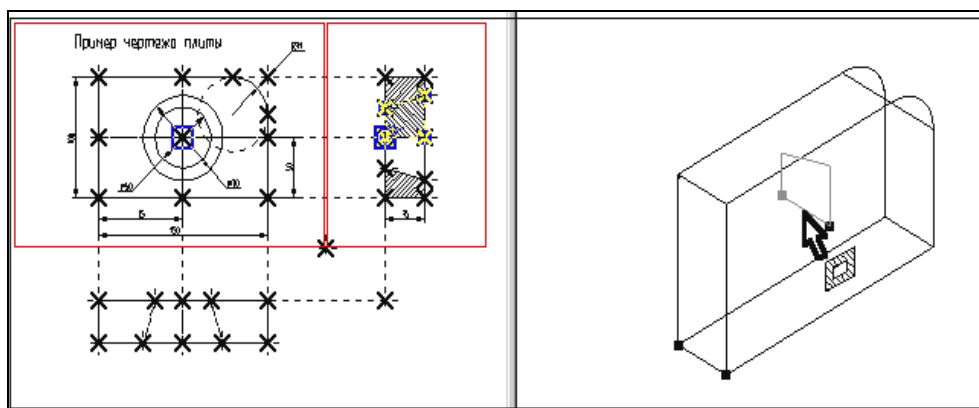


Рисунок 4.19 – Выбор профиля

После этого необходимо задать ось вращения с помощью выбора двух 3D узлов (рисунок 4.20).

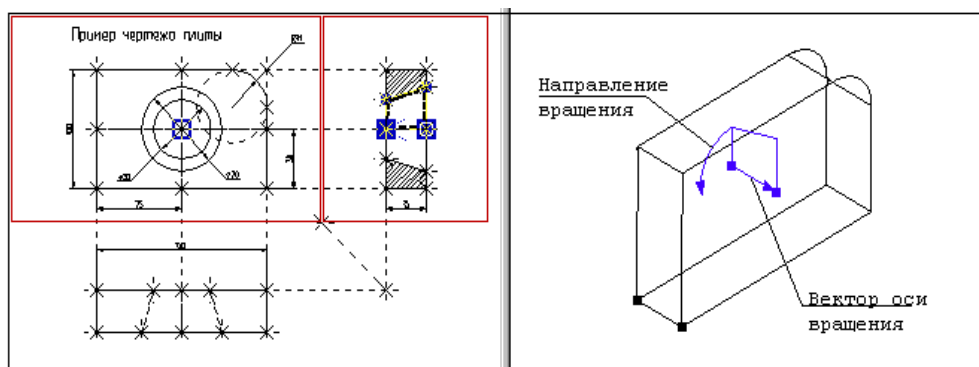



Рисунок 4.20 – Ось вращения

Нажать пиктограмму , и операция вращения завершится. В окне 3D вида появится следующее трехмерное изображение (рисунок 4.21).

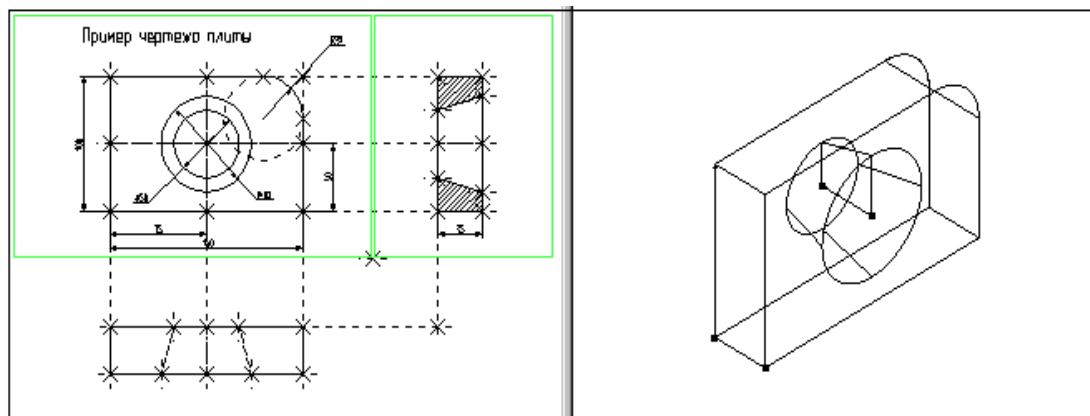




Рисунок 4.21 – Операция вращения

4.3.6 Использование булевых операций

Чтобы получить желаемую модель необходимо воспользоваться булевой операцией, которая позволит вычесть из объема первого тела, объем второго. Для создания трехмерного тела с помощью булевой операции необходимо воспользоваться командой:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3В>	<u>О</u> перации <u>Б</u> улева операция	

В окне 3D вида выбрать первое тело для булевой операции – тело выталкивания, из которого будет производиться вычитание. Указав курсором на ребро, принадлежащее данному телу, нажать . Выбранное тело в 3D окне подсветится (рисунок 4.22).

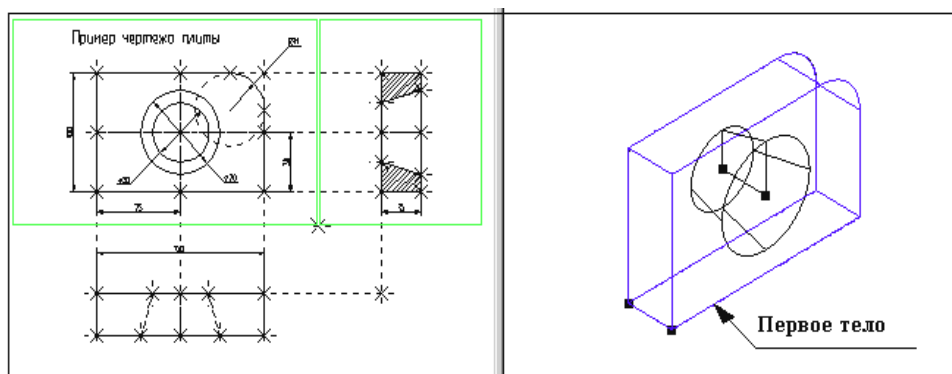



Рисунок 4.22 – Выбор первого тела

Теперь необходимо выбрать второе тело для булевой операции.

Далее необходимо выбрать тип булевой операции (в данном случае вычитание) и нажать на пиктограмму  (рисунок 4.23).

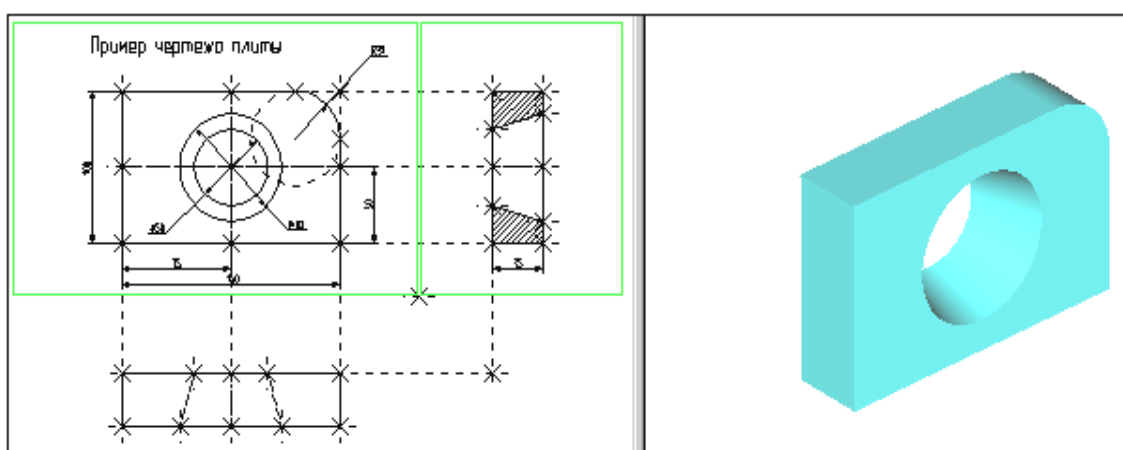


Рисунок 4.23 – Результат построения

4.3.7 Изменение модели

Когда создавалась трехмерная модель, то построения привязывались к двумерным параметрическим элементам системы T-FLEX CAD. В соответствии с этим параметрическое изменение двумерного чертежа будет приводить к параметрическому изменению трехмерной модели.

Шаг 1. Изменить 2D модель (рисунок 4.24).

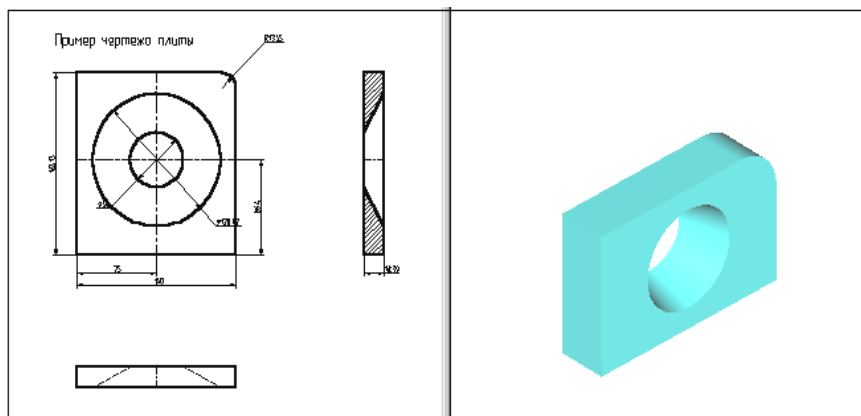


Рисунок 4.24 – Изменение 2D чертежа

Шаг 2. Обновить 3D модель. Вызвать команду «3G: Обновить трехмерную модель». После этого произойдет пересчет трехмерной модели, и 3D модель изменится в соответствии с последними изменениями, сделанными на 2D чертеже (рисунок 4.25).

Пересчет трехмерной модели после изменения параметров двумерного чертежа может производиться автоматически, если установлен соответствующий параметр на закладке «3D» команды «SO: Задать установки системы».

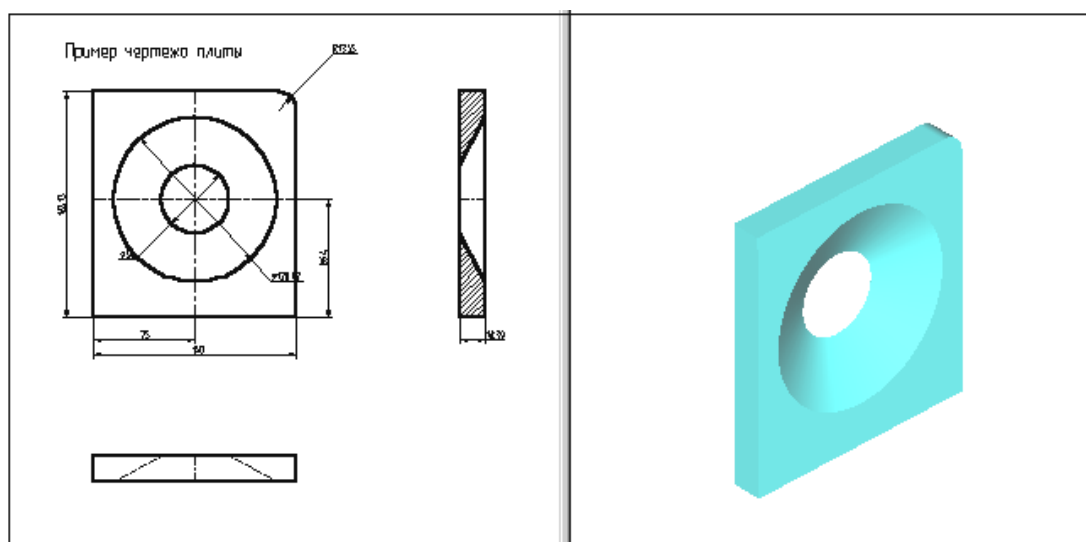


Рисунок 4.25 – Пересчет 3D модели

4.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

На основе чертежа, выполненного в лабораторной работе №1 создать 3D-модель.

4.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файл с выполненной работой.

Выполненные чертежи сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-04ФамилияИОИТ6000. grb,

где 00 – номер варианта;

04 – номер лабораторной работы;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТ6000 – обозначение группы;

.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

4.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Обоснуйте необходимость в получении 3D моделей из чертежей.
2. Что понимается под рабочей плоскостью?
3. Дайте определение 3D узла.
4. Что такое 3D профиль?
5. Порядок создания 3D узлов.
6. Порядок создания 3D профиля.
7. Этапы получения твердотельной модели из чертежа.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

5.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Получение практических навыков по созданию параметрических трехмерных моделей деталей.

5.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.2.1 Основные понятия

В системе T-FLEX CAD 3D в окне текущего чертежа могут быть расположены 2D вид и 3D вид чертежа одновременно.

2D вид окна текущего чертежа служит для работы с двумерным чертежом. 2D вид полностью аналогичен окну текущего чертежа, рассматриваемому в двумерной системе T-FLEX CAD.

3D вид окна служит для вывода трехмерных элементов чертежа системы T-FLEX CAD 3D.

5.2.2 Элементы 3D сцены

Все 3D элементы и трехмерные тела отображаемые в 3D виде окна текущего чертежа составляют 3D сцену.

3D сцена – это пространственное отображение всех 3D элементов и трехмерных тел в 3D виде окна текущего чертежа. Размеры 3D сцены определяются кубом минимального размера, охватывающего все элементы. По умолчанию в системе существует одна системная камера, расположенная за пределами 3D сцены. Эту камеру нельзя удалить или переместить внутрь сцены.

Рабочие плоскости – плоскости, ориентированные определенным образом в трехмерном пространстве. Без создания рабочих плоскостей в T-FLEX CAD 3D невозможно построить трехмерную модель. Рабочие плоскости позволяют разделить

двумерный чертеж на стандартные и дополнительные виды, применяемые в черчении. Вспомогательные 3D элементы и трехмерные модели создаются с использованием рабочих плоскостей.

Стандартные рабочие плоскости соответствуют шести стандартным видам, используемым в черчении. Стандартными рабочими плоскостями являются фронтальный вид, вид сзади, вид сверху, вид снизу, вид слева, вид справа.

Дополнительные рабочие плоскости соответствуют видам по стрелкам, применяемым в черчении (вид А-А, вид Е-Е повернуто). Дополнительные рабочие плоскости могут быть построены только тогда, когда задана хотя бы одна стандартная рабочая плоскость.

5.2.3 Вспомогательные 3D элементы

На основе *вспомогательных 3D элементов* с помощью операций создаются трехмерные тела (модели).

3D узлы – трехмерные точки. 3D узлы определяются в пространстве тремя координатами: по оси X, по оси Y, по оси Z. 3D узлы могут создаваться с использованием узлов двумерного чертежа и рабочих плоскостей.

3D профиль – контур, который ориентирован в трехмерном пространстве, в соответствии с ориентацией какой-либо рабочей плоскости. 3D профиль задается с помощью двумерной штриховки и рабочей плоскости.

3D система координат – локальная система координат (ЛСК) трехмерных объектов одного чертежа. 3D система координат используется при вставке трехмерного изображения чертежа, в другой чертеж, в качестве 3D фрагмента.

Сечение позволяет увидеть внутреннюю структуру твердых тел (невидимые полости, пересечения внутренних отверстий и т.п.). Сечение задается набором узлов и рабочей плоскостью.

5.2.4 Базовые операции создания твердых тел

Базовые операции создания твердых тел используют вспомогательные 3D элементы для создания трехмерных тел (моделей).

Операция выталкивания позволяет получить трехмерное тело перемещением 3D профиля на определенное расстояние, или на вектор заданный двумя 3D узлами. Тела, полученные данной операцией, будут называться телами выталкивания.

Операция вращения позволяет получить трехмерное тело вращением 3D профиля вокруг заданной оси. При этом профиль и ось вращения должны лежать в одной плоскости. Тела, полученные данной операцией, будут называться телами вращения.

Операция создания линейчатой поверхности позволяет получить трехмерное тело путем соединения двух 3D профилей линейчатой поверхностью. Количество сегментов двух 3D профилей должно совпадать.

Операция создания спирали позволяет получить трехмерное тело типа спираль путем перемещения профиля по винтовой кривой. Профиль может быть ориентирован ортогонально оси спирали, либо ортогонально винтовой кривой.

Операция создания пружины позволяет получить трехмерное тело типа пружина путем перемещения профиля-окружности вдоль винтовой кривой. При этом существует возможность задания «сжатия» и «шлифовки» на концах.

5.2.5 Операции над твердыми телами

Операции над твердыми телами позволяют из простейших тел создавать более сложные тела.

Булевы операции позволяют из твердых тел получать новые тела с помощью действий сложения, вычитания и пересечения. Любое действие производится над двумя телами. Действие сложение позволяет объединить два твердых тела в одно. Действие вычитание позволяет удалить из объема одного тела объем, занимаемый другим телом. Действие пересечение позволяет получить тело, которое является пересечением двух тел.

Создание 3D фрагмента позволяет вставлять в 3D сцену новые тела, которые были созданы в других чертежах. Над вставленными телами можно производить булевы операции, операции сечения.

Создание массива позволяет создавать линейные массивы твердых тел, расположенные по направлению, заданному двумя 3D узлами. В результате операции получается единый набор тел, включая исходное тело. Этот набор может быть использован в любых других операциях над твердыми телами.

Создание массива вращения позволяет создавать массивы твердых тел, расположенные по окружности. В результате операции получается единый набор тел, включая исходное тело. Этот набор может быть использован в любых других операциях над твердыми телами.

5.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

На рисунке 5.1 представлено изображение детали, порядок моделирования которой будет рассматриваться в качестве примера. Модель создается в несколько этапов. Вначале необходимо построить первые вспомогательные элементы. На их основе можно будет создать первый вариант тела детали – без отверстий и фаски. Используется для этого операция «Вращение». На следующем этапе добавляется к телу детали шесть отверстий. Затем, чтобы получить окончательный вариант детали, останется создать фаску при помощи команды «Сглаживание».

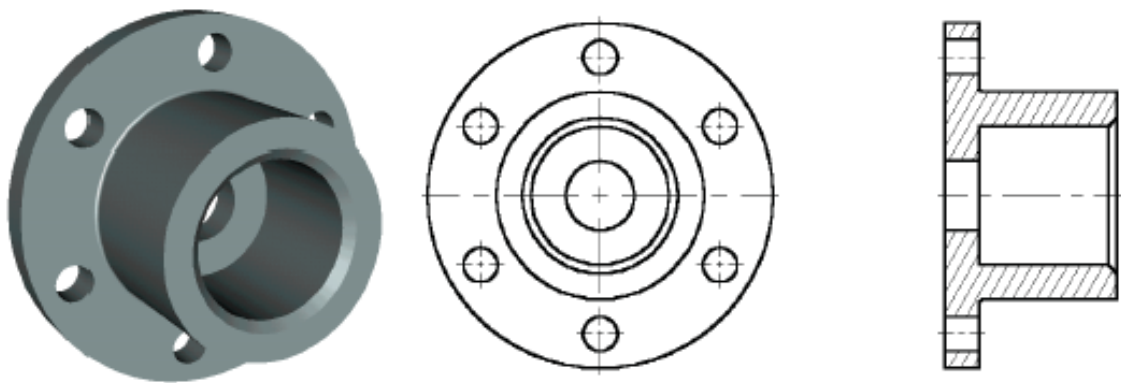


Рисунок 5.1 – Трехмерная модель

5.3.1 Создание нового документа

В созданном новом файле, уже имеется 3 стандартные рабочие плоскости – вид спереди, вид слева и вид сверху (рисунок 5.2).

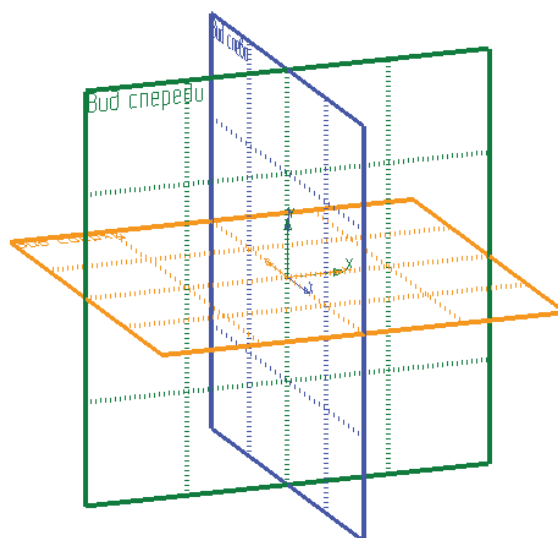


Рисунок 5.2 – 3D окно с изображением трех рабочих плоскостей

Вращать сцену можно в любой момент. Для поворота сцены необходимо нажать левую клавишу мыши и одновременно перемещать мышь. Приближать и отдалять можно с помощью колеса мыши.

В системе T-FLEX CAD при работе в 3D окне все элементы подсвечиваются при наведении на них курсора в соответствии с текущими настройками фильтров. Кнопки настройки фильтров выбора объектов находятся на системной панели (рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 – Кнопки настройки фильтров

5.3.2 Построение 3D профиля

Первое тело, которое нужно создать, это тело вращения. Для его создания требуется контур и ось, вокруг которой будет

вращаться этот контур. На основе начерченных линий изображения и штриховок система может автоматически построить 3D профиль, который затем можно использовать в дальнейших 3D операциях.

Шаг 1. Выбрать рабочую плоскость, указав на нее левой клавишей мыши. Плоскость будет выделена зеленым цветом.

Шаг 2. Сделать построения, приведенные на рисунке 5.4, а.

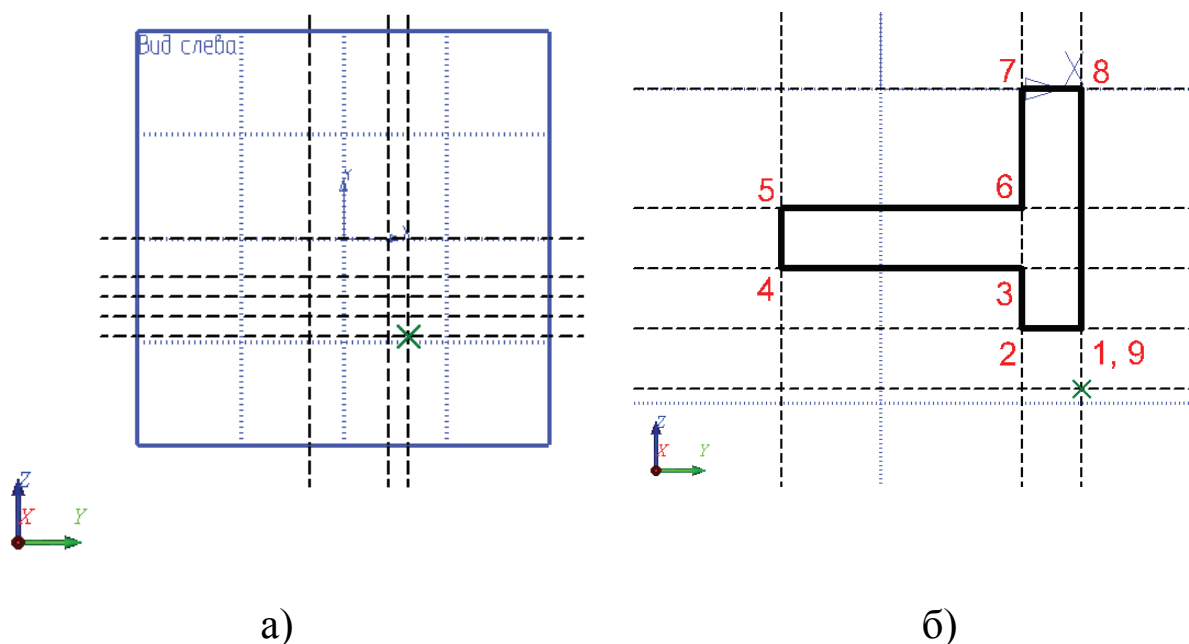





Рисунок 5.4 – Профиль детали

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	Построения Прямая	 , 

После активизации рабочей плоскости любой командой 2D черчения появляется панель управления активной рабочей плоскостью (рисунок 5.5).

Имеется возможность открыть 2D окно и продолжать черчение в этом режиме. После закрытия 2D окна все изменения можно увидеть в 3D сцене. Открыть и закрыть 2D окно можно нажатием на пиктограмму .

Шаг 3. Обвести линии построения линиями изображения (рисунок 5.4, б)

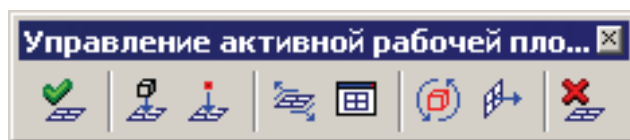


Рисунок 5.5 – Панель управления активной рабочей плоскостью

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	<u>Чер</u> теж И <u>зо</u> бражение	

Шаг 4. Выбрать тип линии «Осевая» и начертить ось (рисунок 5.6).

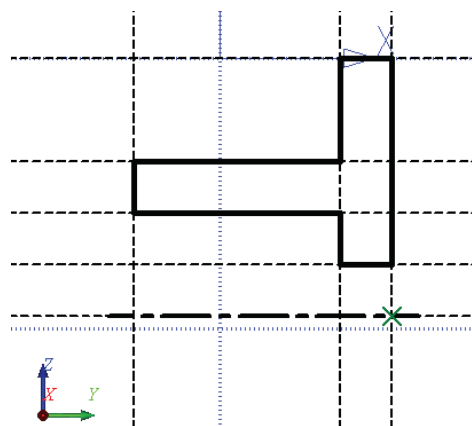
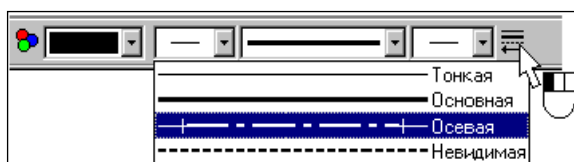


Рисунок 5.6 – Ось детали

5.3.3 Создание операции вращения

Шаг 1. Выбрать команду «Вращение»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><R><O>	« <u>О</u> перации Вра <u>щ</u> ение»	

Шаг 2. Значение угла вращения, равное 360 градусам, установлено по умолчанию (рисунок 5.7).

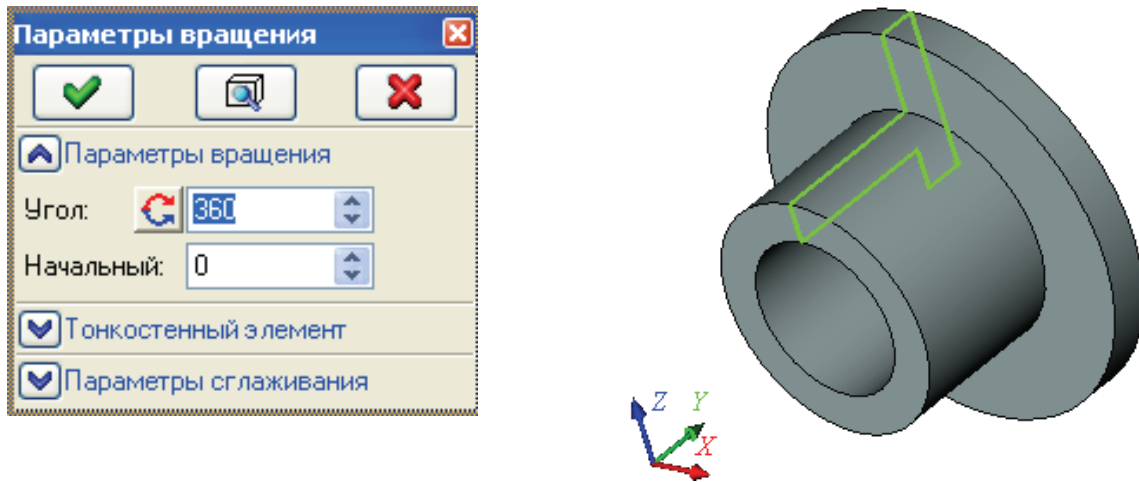




Рисунок 5.7 – Тело вращения

Шаг 3. Подтвердить создание тела вращения клавишей  в автоменю или в панели параметров операции. Тело вращения создано (рисунок 5.7).

5.3.4 Создание отверстий

Создавать отверстия можно разными способами. Самым быстрым и простым является использование специализированной операции «Отверстие». Она позволяет создавать в телах отверстия стандартных форм по имеющимся в служебной библиотеке T-FLEX CAD шаблонам. При этом от пользователя требуется только задать положение будущего отверстия на теле, указать его тип и размеры. Нестандартные отверстия и пазы можно создавать и без использования специализированной операции. Для этого пользователь должен создать дополнительное тело, определяющее внутренний объём отверстия, и «вычесть» его из основного тела посредством булевой операции

5.3.4.1 Создание отверстий с помощью специализированной команды

Шаг 1. Выбрать грань, на которой требуется создать отверстия. Для выбора грани подвести курсор к нужному элементу модели – он подсветится. В этот момент нажать  и в контекстном меню выбирается пункт «Начертить на грани» (рисунок 5.8). Команда «Чертить на грани» создаёт новую

рабочую плоскость на основе выбранной плоской грани. На эту плоскость автоматически проецируется исходная грань и включается режим черчения в 3D окне. Дальнейшие построения можно привязывать к элементам проекции грани.

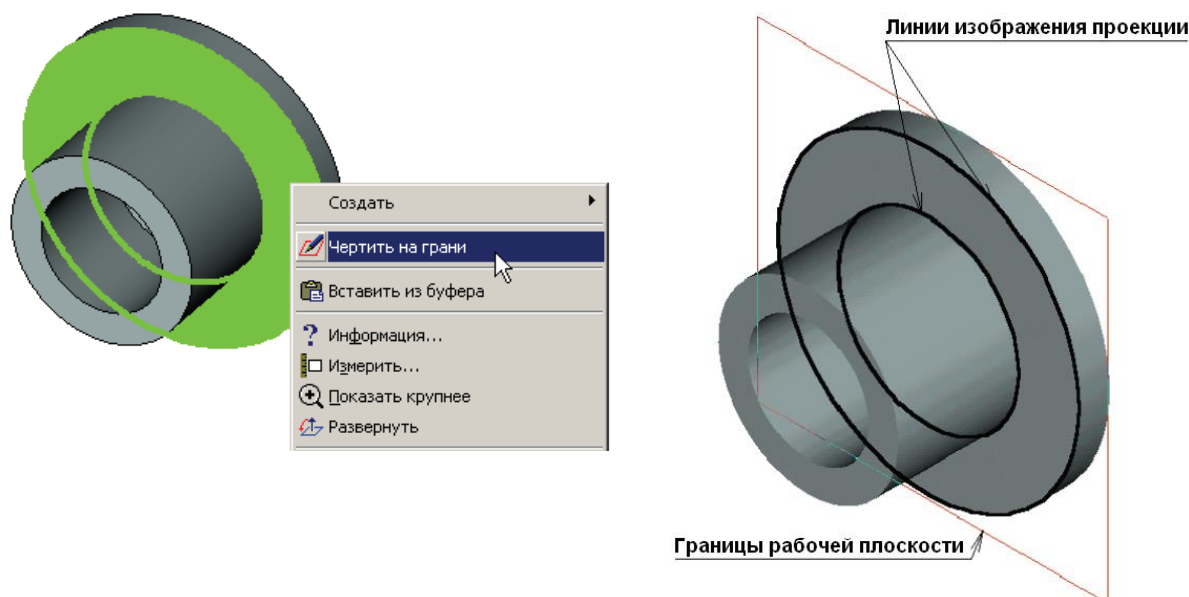


Рисунок 5.8 – Грань модели и рабочая плоскость

Шаг 2. Сделать построения, приведенные на рисунок 5.9.

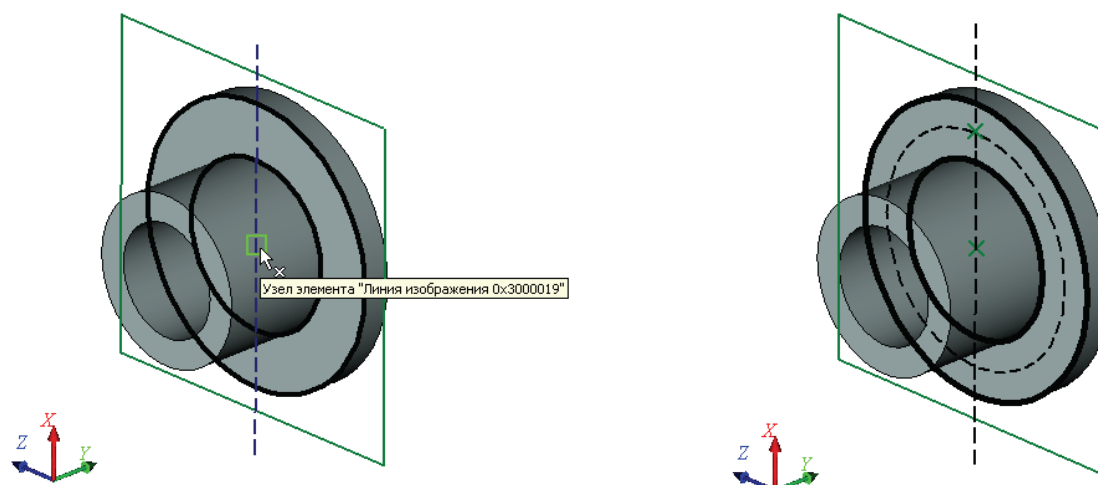







Рисунок 5.9 – Построение вертикальной прямой и окружности через центр грани


Шаг 3. По созданному 2D узлу построить 3D узел. Для этого, не выходя из режима черчения на грани, вызвать команду:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><N>	Построения 3D Узел	

Когда команда создания 3D узла запустится, подвести курсор к созданному 2D узлу и нажать . 2D узел будет помечен, а в автоменю команды станет доступной опция . Нажать , и 3D узел будет создан. Он будет расположен в плоскости выбранной грани, а 2D узел будет его проекцией на эту грань.

Шаг 4. Созданный 3D узел будет определять центр одного отверстия из шести. Определить центры остальных отверстий можно, создав недостающие 3D узлы с помощью 3D массива на основе первого 3D узла. Вызвать команду «3AR: Создать круговой массив»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><A><R>	Операции Массив Круговой	

В окне свойств команды установить тип массива как «Массив элементов построения». Затем в 3D окне подвести курсор к созданному 3D узлу (он должен подсветиться) и нажать для его выбора . Если всё сделано правильно, в окне свойств должно появиться имя выбранного для копирования 3D узла. Затем необходимо указать ось вращения кругового массива. Для этого можно использовать пару 3D узлов, автоматически созданную при определении оси для операции вращения (рисунок 5.10).

Далее в разделе «Поворот (Строки)» окна свойств укажем, какие параметры массива будем использовать («Количество копий и общий угол»), и необходимые значения этих параметров (количество копий – 6, общий угол – 3600). Для завершения создания кругового массива 3D узлов достаточно нажать  (рисунок 5.11).

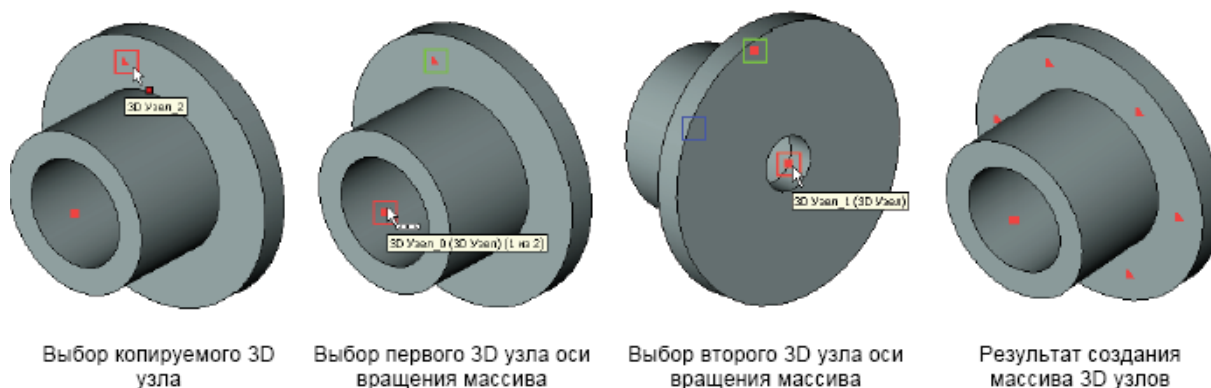


Рисунок 5.10 – Построение кругового массива

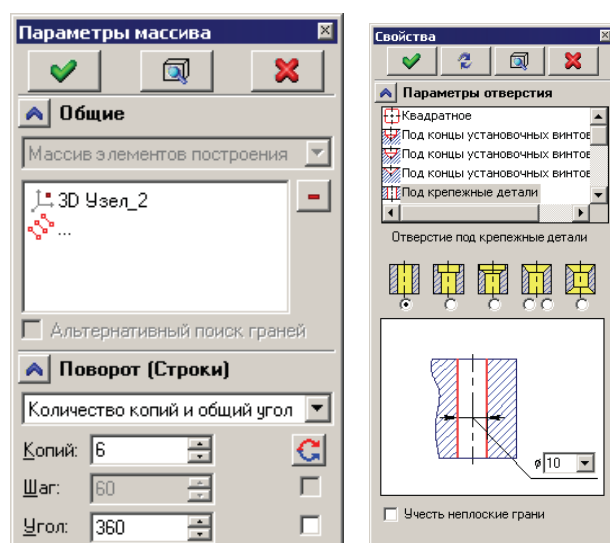




Рисунок 5.11 – Окна параметров массива и свойств отверстий

Шаг 5. Создание отверстий. Вызвать команду «3Н: Создать отверстие»:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><Н>	Операции Отверстие	


После входа в команду необходимо включить опцию: (*<M> Создать массив отверстий*). После этого подвести курсор к одному из 3D узлов кругового массива и нажать В окне свойств команды выбрать тип отверстия – «Под крепёжные детали». Задать для отверстий диаметр. Для отверстий данного типа в автоменю команды будет автоматически включена опция:

 (<F> Насквозь) Установка данной опции означает, что глубина отверстий будет определяться автоматически по толщине детали.

Для завершения создания отверстий достаточно нажать  в окне свойств или в автоменю команды.

5.3.4.2 Создание отверстий выталкиванием

Необходимо вырезать шесть отверстий в заготовке. Для этого понадобится 2D черчение – для построения вспомогательных элементов. Удобнее всего начертить их на одной из граней.

Шаг 1. Для выбора грани подвести курсор к нужному элементу модели – он подсветится. В этот момент нажать  и в контекстном меню выбирается пункт «Начертить на грани» (рисунок 5.12).

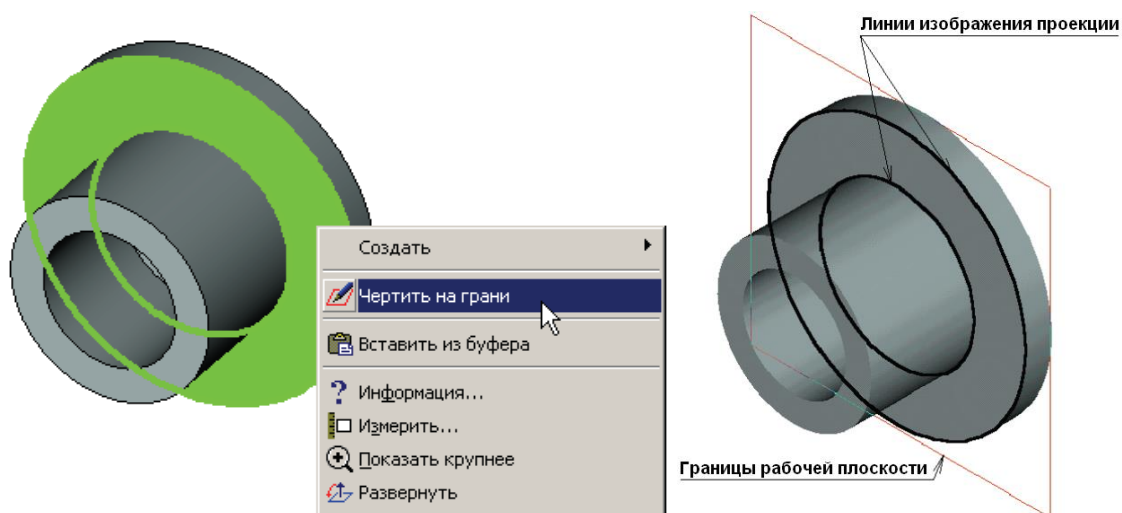



Рисунок 5.12 – Рабочая плоскость

Шаг 2. Сделать построения на рабочей плоскости:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	Построения Прямая	

Подвести курсор к центру окружности – подсвечивается 2D узел, обозначающий центр окружности. Привязать к нему

вертикальную прямую. Нажать  для привязки прямой к узлу (рисунок 5.13).

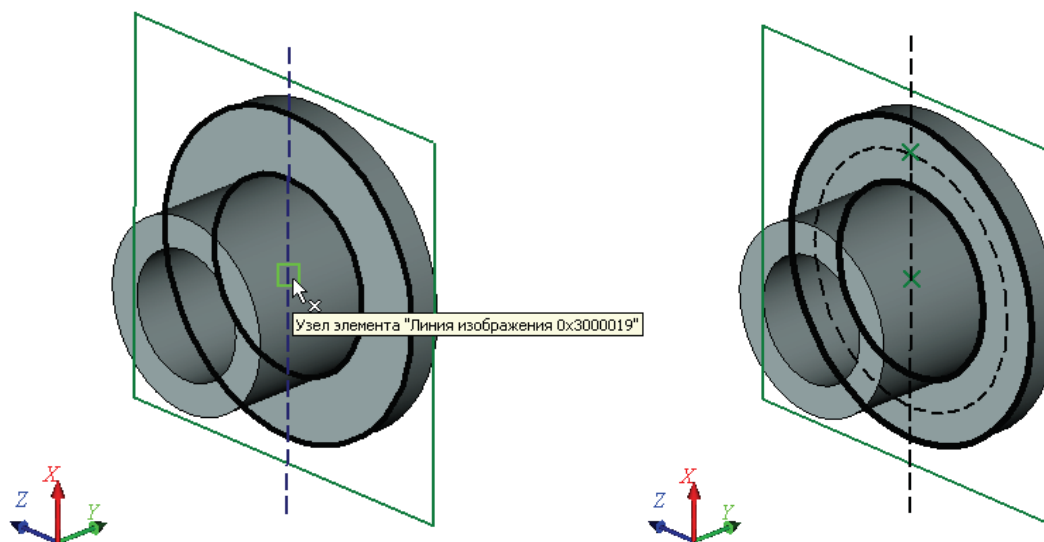




Рисунок 5.13 – Построение вертикальной прямой и окружности через центр грани

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	Построения Окружность	

Выбрать центральный узел в качестве центра новой окружности. Чтобы задать радиус окружности, можно вызывать диалог «Параметры окружности» клавишей **P:** в автоменю и установить значение (рисунок 5.14).

Шаг 3. Аналогичным образом строится окружность с радиусом 10 мм и центром на пересечении предыдущей окружности и прямой (рисунок 5.14).

Шаг 4. Обвести линиями изображения окружность с радиусом 10.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<G>	Чертеж Изображение	

Шаг 5. Для создания нужного количества копий окружностей удобно воспользоваться инструментом «Круговой 2D массив».

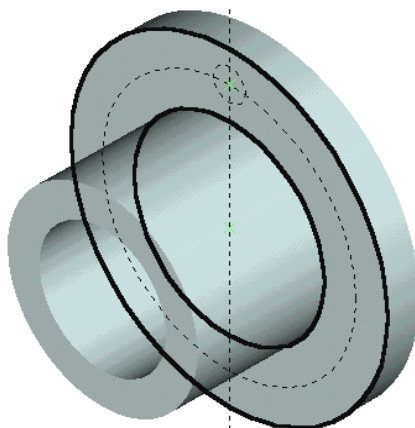






Рисунок 5.14 – Построение окружности

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<X><R>	Чертеж Круговой массив	

Система находится в ожидании выбора элементов изображения. Для выбора линии изображения, курсор подвести к окружности и нажать . Выбор копируемых элементов закончить нажатием  (в автоменю или окне свойств).

Указать центр массива, для этого требуется выбрать 2D узел. Вызвать диалог «Параметры кругового массива» клавишей  в автоменю (рисунок 5.15).

Результат выполнения копирования приведен на рисунке 5.15.

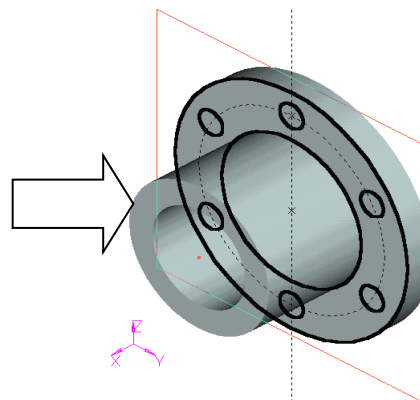
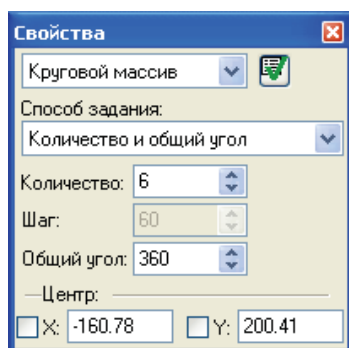



Рисунок 5.15 – Параметры кругового массива

Шаг 6. Вызвать команду выталкивания профиля:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><X>	<u>О</u> перации <u>В</u> ыталкивание	

Система автоматически создает на основе начерченных линий 3D профиль и устанавливает вектор выталкивания перпендикулярно плоскости профиля.


Величину выталкивания, т.е. глубину отверстия, можно задать различными способами (числовым значением, по длине вектора направления и т.п.). В данном случае необходимо получить сквозное отверстие, т.е. проходящее через всю толщину детали.

В окне свойств для параметра «В прямом направлении» установить значение «Через всё», выбрав его из выпадающего списка. При этом способе задания величина выталкивания определяется толщиной дополнительного ограничивающего тела. Кроме того, создаваемое выталкивание автоматически вычитается из данного тела.

В автоменю автоматически включится опция создания булевой операции:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<Ctrl>	Выполнить булеву операцию- вычитание	

Поскольку на момент создания выталкивания в сцене присутствует только одно тело, оно автоматически выбирается в качестве ограничивающего тела и первого операнда булевой операции вычитания.

После нажатия  будет создано сразу две операции – выталкивание и булева операция (рисунок 5.16).

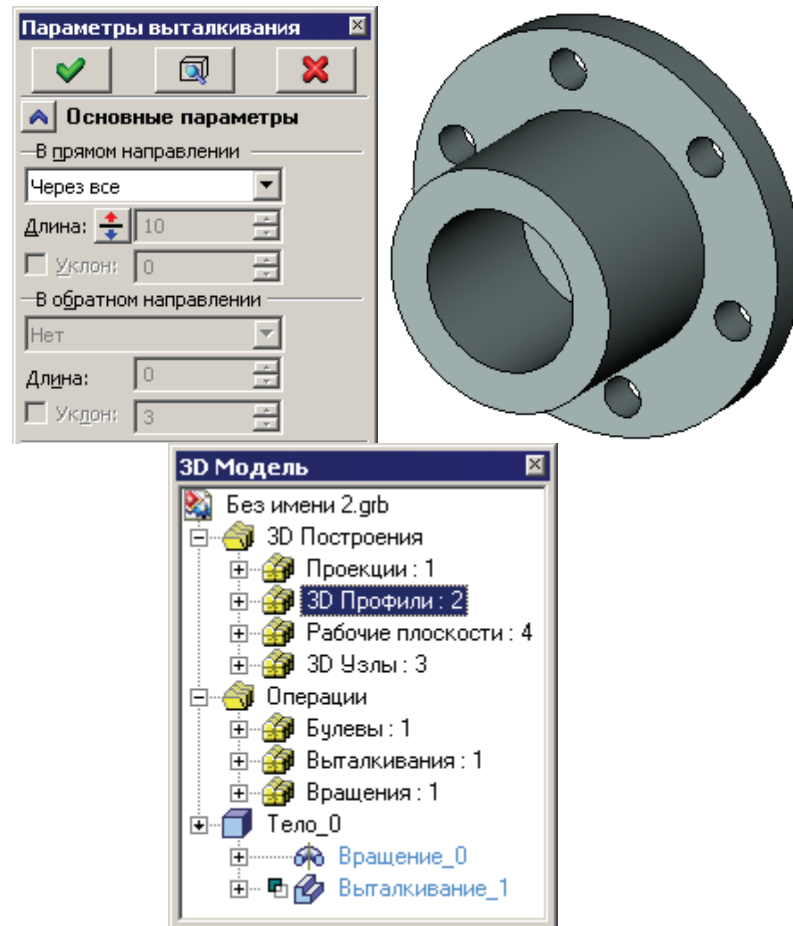




Рисунок 5.16 – Готовая 3D деталь

5.3.5 Создание сглаживания

Окончательный этап создания 3D модели – создание фаски и скругления.

Шаг 1. Операция сглаживания:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><D>	О <u>п</u> ерации С <u>г</u> лаживание	 

Система находится в ожидании выбора ребра на модели. Выбирается два ребра в той же последовательности как показано на рисунке 5.17.

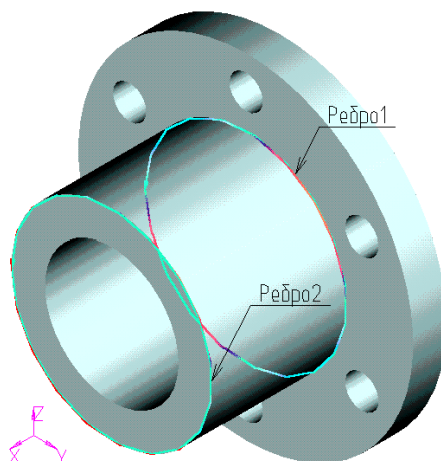


Рисунок 5.17 – Операция сглаживания

Шаг 2. Далее задаются параметры операции. Для вызова диалогового окна «Параметры сглаживания» нажимается пиктограмма **P:** в автоменю (рисунок 5.18).

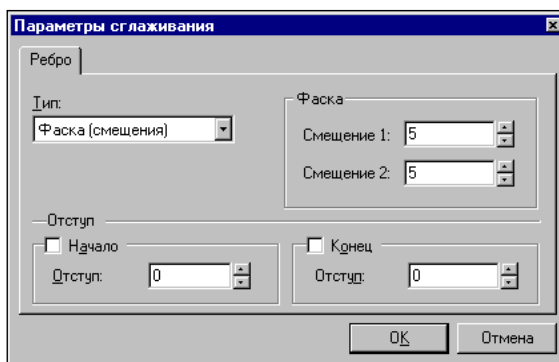


Рисунок 5.18 – Параметры сглаживания

Шаг 3. Выбирается первое ребро из списка и нажимается кнопка [Свойства]. Появляется новое окно параметров сглаживания выбранного ребра. Здесь задается тип сглаживания – скругление с радиусом 2 мм.

Шаг 4. Для элемента «Ребро 2» устанавливается тип скругления – фаска со смещениями и величину смещений – оба по 5 мм.

Результат операции представлен на рисунке 5.19.

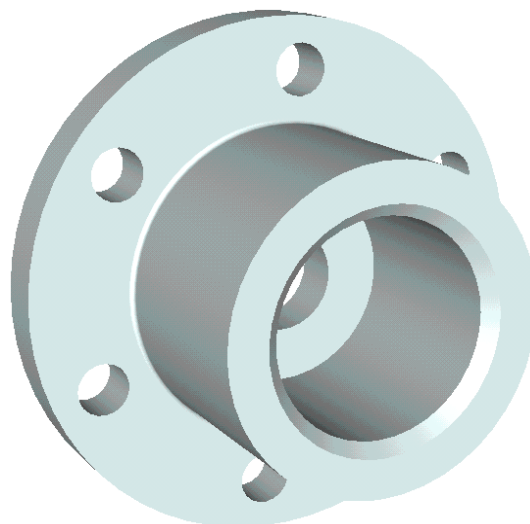


Рисунок 5.19 – 3D модель

5.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Создать новый документ T-FLEX CAD.
2. Настроить необходимые панели инструментов.
3. Ознакомиться с параметрами 3D.
4. Создать 3D модель в соответствии с индивидуальным заданием.

5.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файл с выполненной работой.

Выполненные чертежи сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-05ФамилияИОИТб000. grb,

где 00 – номер варианта;

05 – номер лабораторной работы;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТб000 – обозначение группы;

.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

5.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое 3D сцена?
2. Что такое рабочая плоскость?
3. Что такое стандартная плоскости?
4. Что такое дополнительная рабочая плоскость?
5. Что такое 3D узел?
6. Что такое 3D профиль?
7. Что используется в базовых операциях для создания твердых тел?
8. Как работает операция выталкивания?
9. Как работает операция вращения?
10. Как работает операция создания спирали?
11. Как работает операция создания пружины?
12. Какие существуют операции над твердыми телами?
13. Какие виды булевых операций существуют?
14. Как в T-flex создать 3D массивы разных видов?
15. Как создается 3D профиль?
16. Как производится операция сглаживания?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. СБОРКА В ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

6.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить в методическом пособии основные принципы работы в системе T-FLEX CAD 3D.

Научиться последовательности действий, которые необходимы для создания сборочных 3D моделей.

6.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6.2.1 Основные понятия

Под сборочной трёхмерной моделью понимается такая модель T-FLEX CAD, в составе которой участвует геометрия других 3D моделей, хранящихся в отдельных файлах. Компонентом сборки может служить 3D модель, созданная в T-FLEX CAD, либо модель другой системы, переданная в T-FLEX CAD в одном из поддерживаемых обменных форматов.

В сборочном документе всегда сохраняется связь с документом элемента сборки (детали). При работе со сборкой система следит за состоянием используемых файлов. В случае изменения файла компонента сборки система сделает запрос на обновление данных. Каждый обновлённый компонент будет заново пересчитан и загружен в сборку. Сборочная модель не может использоваться без своих компонентов, но каждый файл, участвующий в сборке, может быть вполне самостоятельным документом, и в свою очередь может также являться сборкой. Количество уровней вложенности подборок в системе не ограничено.

6.2.2 Методы проектирования сборок

В зависимости от способа создания компонентов сборки можно выделить два основных подхода к созданию сборочной модели.

Во многих случаях удобно взять уже готовую модель и включить её в состав сборки, задав её положение в сборке. Этот способ проектирования сборок условно называется «снизу вверх». При таком подходе в системе T-FLEX элементы сборочной модели называют 3D фрагментами. По этой схеме удобно проектировать сложные сборки или типовые механизмы, содержащие значительную долю унифицированных деталей. Для данного метода можно выделить ряд характерных преимуществ:

- Проектирование деталей в отдельном файле позволяет разделить на компоненты и упростить общий процесс проектирования составного изделия.

- Возможность использования одного и того же 3D фрагмента в разных сборочных документах, составление библиотек часто используемых 3D фрагментов.

- Возможность создания 3D фрагментов с автоматическим позиционированием в пространстве на основе 2D фрагментов и рабочей плоскости.

Часто бывает, что наоборот, удобнее и нагляднее проектировать деталь, имея определённое представление о её месте в сборке и размерах, беря за основу геометрические элементы других деталей сборочной модели. Этот метод проектирования называется «сверху вниз», а компоненты сборки, геометрическая основа которых взята из этой же сборочной модели – Деталими. Сборочная модель может создаваться «с чистого листа», когда конструктор определяет общую компоновку сборочной единицы. Затем происходит выделение отдельных элементов и их детальная проработка, как в отдельных файлах, так и в контексте общей сборки. При таком подходе в некоторых случаях облегчается задание привязок элементов друг к другу и может обеспечиваться параметрическая связь между ними.

6.2.3 Привязка 3D фрагмента к сборочной модели

Для подключения модели 3D фрагмента к сборочной модели необходимо решить вопрос привязки. Смысл привязки 3D фрагмента сводится к определению двух систем координат – исходной и целевой (Метод привязки по системам координат). Одна система координат принадлежит 3D фрагменту, другая

расположена на сборочной модели. Геометрия 3D фрагмента однозначно позиционируется в пространстве после совмещения исходной и целевой систем координат. В качестве исходной и целевой систем координат обычно выступает специально назначенная или созданная непосредственно при вставке 3D фрагмента Локальная Система Координат (ЛСК) (рисунок 6.1).

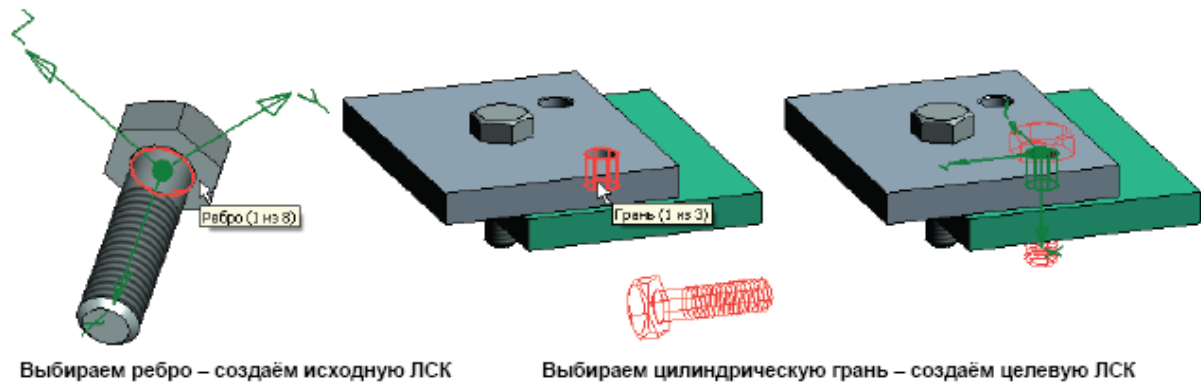


Рисунок 6.1 – Метод привязки по системам координат

Однако существует и другой метод – Метод сопряжений (рисунок 6.2). Сопряжения – элементы системы, позволяющие назначать различные связи на геометрические элементы.

Для привязки 3D фрагмента по ЛСК можно задавать дополнительные условия в виде разрешённых степеней свободы. Если впоследствии такой 3D фрагмент привязать в сборке при помощи ЛСК к другому сопряжённому элементу, то он будет включён в расчёт сопряжённого механизма. Сопряжения накладываются на пару геометрических объектов. Они либо связывают между собой два компонента, либо привязывают одно тело к внешней среде (закреплённому объекту). Закреплённым объектом называется такой объект, у которого ограничены все степени свободы, или его положение в пространстве остаётся постоянным.

В T-FLEX CAD имеются различные типы сопряжений. Сопряжение типа «Совпадение» обеспечивает постоянное полное совпадение одного геометрического объекта с другим. Количество оставшихся степеней свободы зависит от геометрически сочетаемых объектов. «Соосность» – это частный случай сопряжения типа «Совпадение». Оно обеспечивает совпадение двух осей. Сопряжение «Передача типа «Колеса»

предназначено для создания условий взаимодействия двух тел, вращающихся вокруг двух осей. Условия задаются в виде передаточного отношения между двумя вращающимися объектами, то есть, на какое количество оборотов повернётся один компонент при повороте другого. После создания этого сопряжения образуется двухсторонняя связь.



Рисунок 6.2 – Метод сопряжений

Модель механизма, спроектированную при помощи сопряжений, можно заставить двигаться в специальной команде, перемещая её детали с помощью курсора.

6.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

На рисунке 6.3 представлен редуктор, который будет рассматриваться в качестве примера.

При создании редуктора воспользуемся методом проектирования сборки «снизу вверх». Детали корпус, крышки подшипников и подшипники, шпонки будут собираться методом привязки по системам координат, детали вал-шестерня и ведомый вал – по сопряжениям.

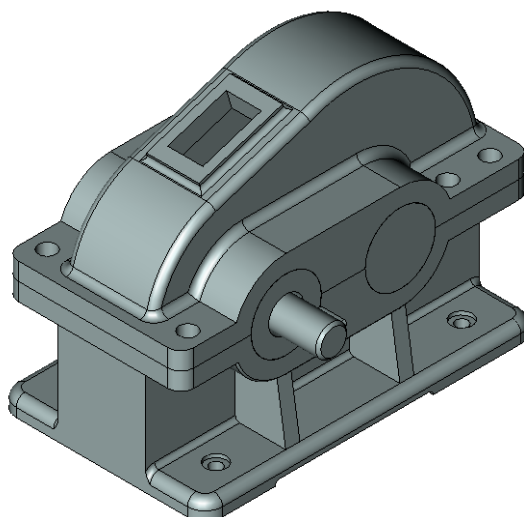



Рисунок 6.3 – Редуктор

6.3.1 Размещение первого фрагмента в файле

Шаг 1. Создать и сохранить новый файл сборки.

Шаг 2. Выбрать команду создания 3D фрагмента сборки:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><F>	Операция 3Dфрагмент	

Система предлагает выбрать файл детали корпуса (рисунок 6.4). После выбора на экране появляется временное отображение фрагмента.

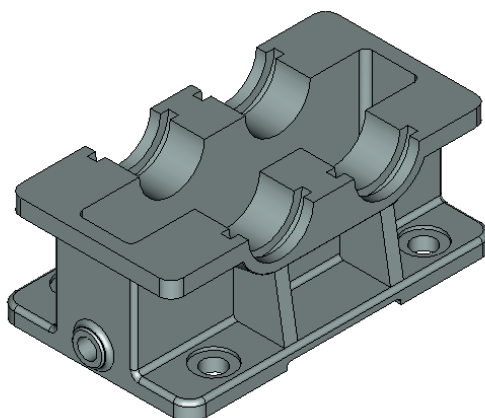



Рисунок 6.4 – Корпус

Шаг 3. Выбрать или назначить исходную систему координат.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S>	Выбрать или создать исходную систему координат	

Систему координат можно выбирать или назначать самостоятельно. Например, в качестве элемента, задающего исходную систему координат, выберем середину ребра основания редуктора.

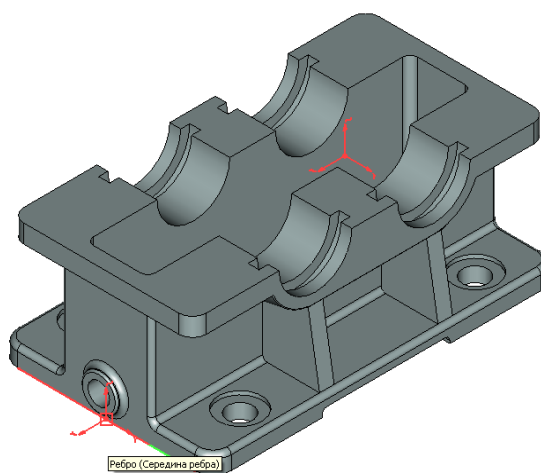





Рисунок 6.5 – Выбор исходной системы координат детали

Кнопкой  завершить выбор исходной системы координат. Система автоматически совместила исходную систему координат с мировой системой координат.

Шаг 4. Завершить привязку первого фрагмента кнопкой  в автоменю.


6.3.2 Сборка деталей

Сборку начнём с крышки, так как известны её посадочные места.

Шаг 1. Вызвать из операционной системы файл детали кнопкой  в автоменю.

На экране появляется временное отображение собираемых деталей.

Шаг 2. Создать исходную систему координат крышки.

В качестве элемента, задающего исходную систему координат, выберем ребро торца крышки, как показано на рис. 6 кнопкой  в автоменю.

Шаг 3. Создать целевую систему координат.

В качестве элемента, задающего целевую систему координат, выберем ребро, как показано на рисунке 6.7.

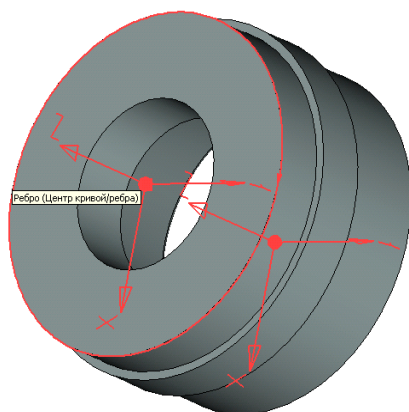


Рисунок 6.6 – Выбор исходной системы координат крышки

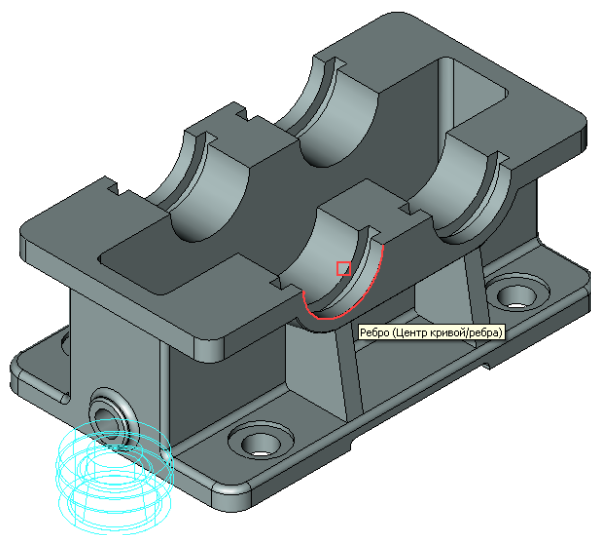







Рисунок 6.7 – Создание целевой системы координат в сборке

Шаг 4. Ориентировать деталь

В случае если сразу не удалось сориентировать локальную систему координат нужным образом, надо воспользоваться функциями дополнительного определения системы координат. Они позволяют быстро поворачивать построенную систему координат вокруг своих осей на 90 градусов (  ) , производить циклический разворот осей системы координат вокруг начала координат (при нажатии  оси меняются местами) (рисунок 6.8).

Шаг 5. Кнопкой  в автоменю закончить сборку деталей. Результат представлен на рисунке 6.9.

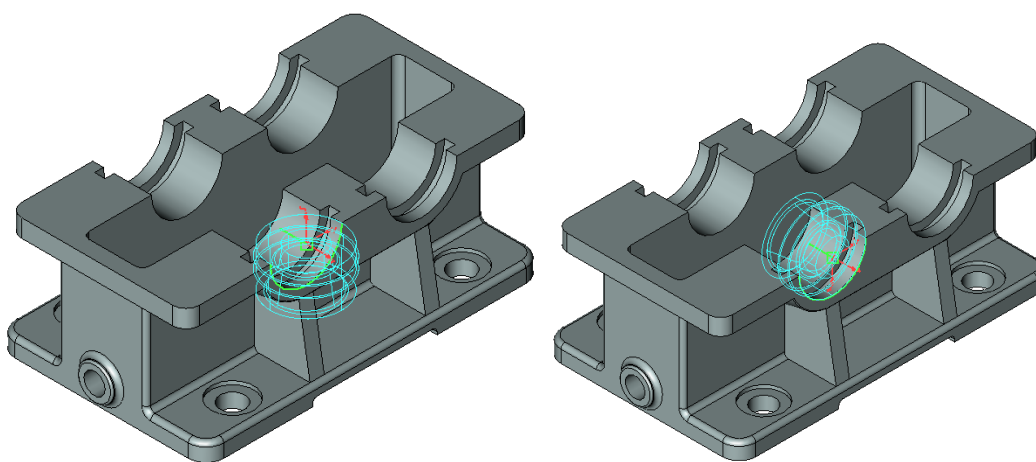


Рисунок 6.8 – Ориентация крышки с помощью функций дополнительного определения системы координат

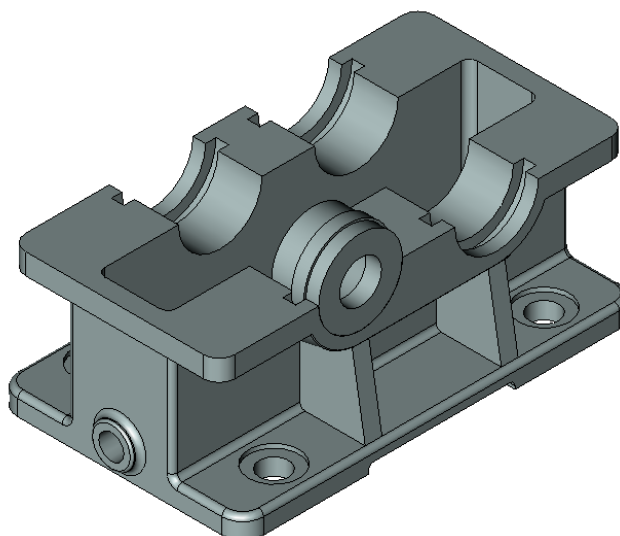



Рисунок 6.9 – Сборка (корпус и крышка)

6.3.3 Использование стандартных элементов в сборке

В T-FLEX CAD имеется библиотека фрагментов стандартных деталей, использующихся в машиностроении. В качестве стандартного элемента рассмотрим установку подшипника.

Исходная система координат для стандартных деталей уже задана, поэтому требуется задать лишь целевую систему координат.

Шаг 1. Вызвать из операционной системы файл детали кнопкой  в автоменю.

Шаг 2. Создать целевую систему координат.

В качестве элемента, задающего целевую систему координат, выбрать торец крышки, как показано на рисунке 6.10.

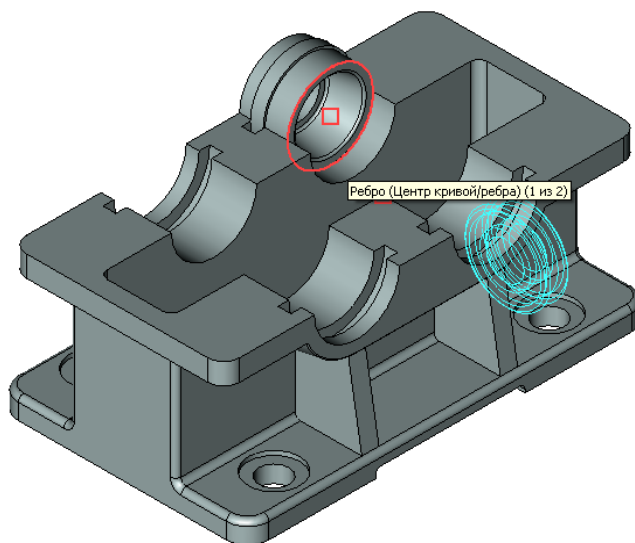


Рисунок 6.10 – Установка подшипника

Шаг 3. Аналогичным образом последовательно установить оставшиеся крышки и подшипники.


6.3.4 Сборка деталей методом сопряжений

Шаг 1. Вызвать из операционной системы файл детали вал – шестерня кнопкой  в автоменю.

Не выбирая целевую систему координат, поместить вал-шестерню в любом месте рабочего чертежа.

Шаг 2. Выбрать команду создания сопряжения.

Система предлагает выбрать тип и параметры сопряжения.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><C><T>	Сервис Сопряжения Создать сопряжение	

Шаг 3. Выбрать тип сопряжения «Совпадение».

В зависимости от типа создаваемого сопряжения допускается выбирать различные геометрические объекты. Настройка на выбор нужного типа геометрических данных осуществляется при помощи опций автоменю.

Шаг 4. Выбрать геометрический элемент «точка», как показано на рисунке 6.11.

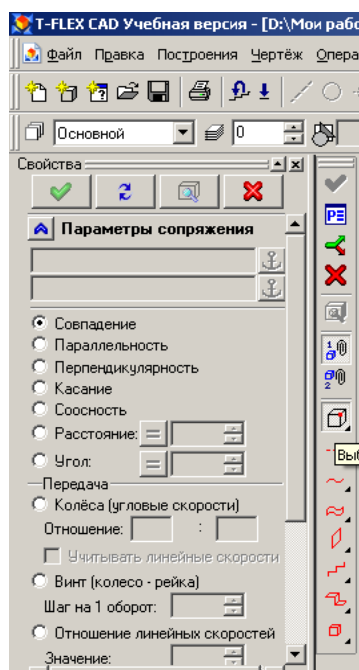


Рисунок 6.11 – Выбор типа и параметров сопряжения

Шаг 5. В качестве элемента первого сопряжения выбрать кромку шейки вала, а второго элемента – кромку отверстия подшипника.

T-FLEX CAD автоматически совместит выбранные элементы сопряжения, как показано на рисунке 6.12.

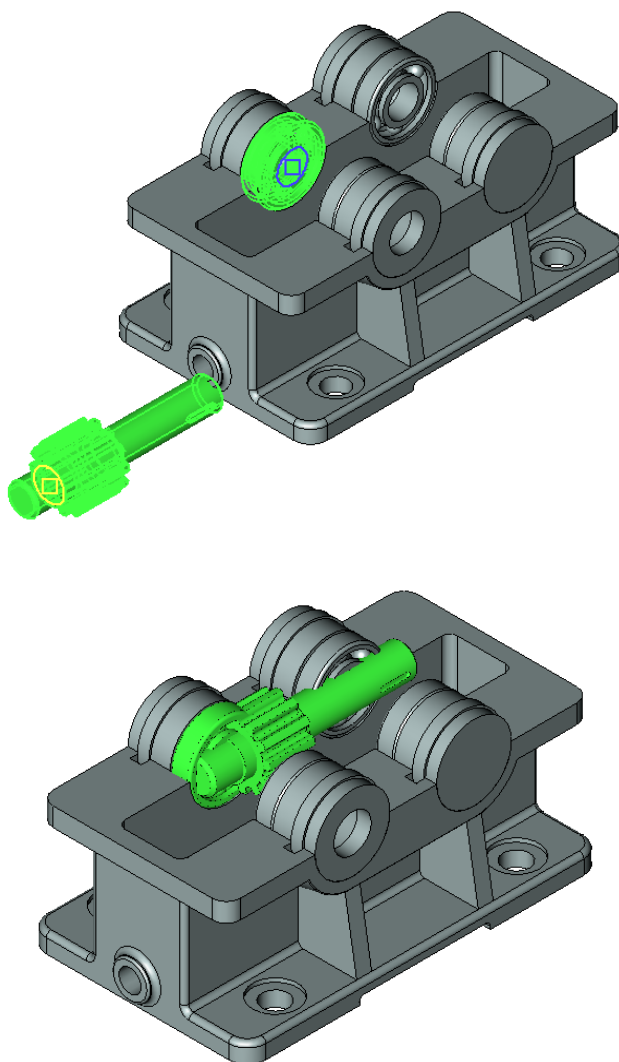


Рисунок 6.12 – Тип сопряжение «совпадение»

Шаг 6. Выбрать тип сопряжения «Соосность».

Система автоматически предложит выбрать оси элементов сопряжения.

Шаг 7. В качестве элемента первого сопряжения выбрать ось вала, а второго элемента – ось подшипника.

T-FLEX CAD автоматически совместит выбранные оси, как показано на рисунке 6.13.

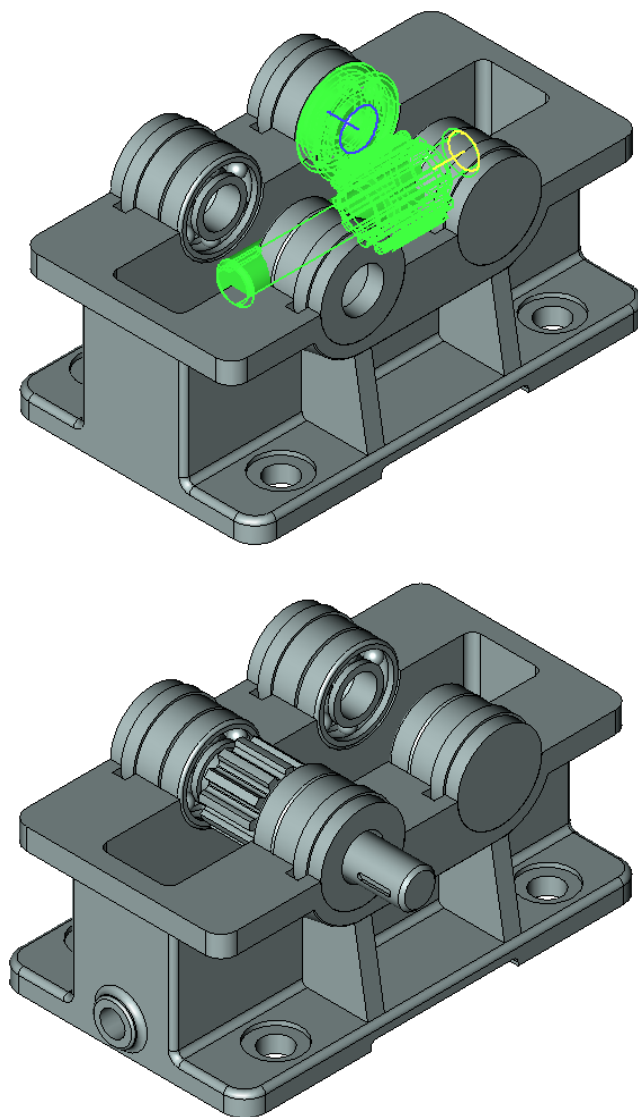


Рисунок 6.13 – Тип сопряжение «соосность»

Для разворота осей в противоположном направлении выбрать обратное направление (картинка) в меню параметров операций.

Шаг 8. Установить вал.

Собрать вал, шпонку, шестерню в редуктор, как показано на рисунок 6.14.

Шаг 9. Выбрать тип сопряжения «Передача типа «Колесо».

Система предложит выбрать две оси вращения и передаточное отношение.

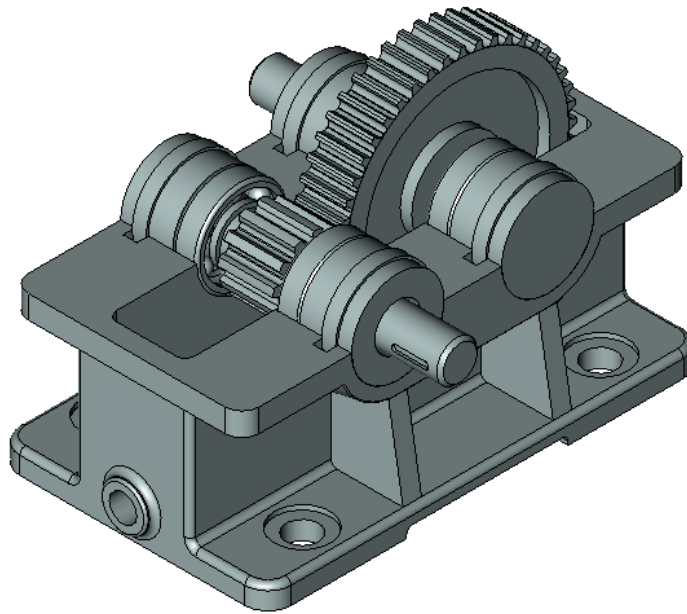


Рисунок 6.14 – Установка вала

Шаг 10. В качестве элемента первого сопряжения выбрать ось вала-шестерни, а второго элемента – ось ведомого вала. Задать передаточное отношение, например 1:4, как показано на рисунок 6.15.

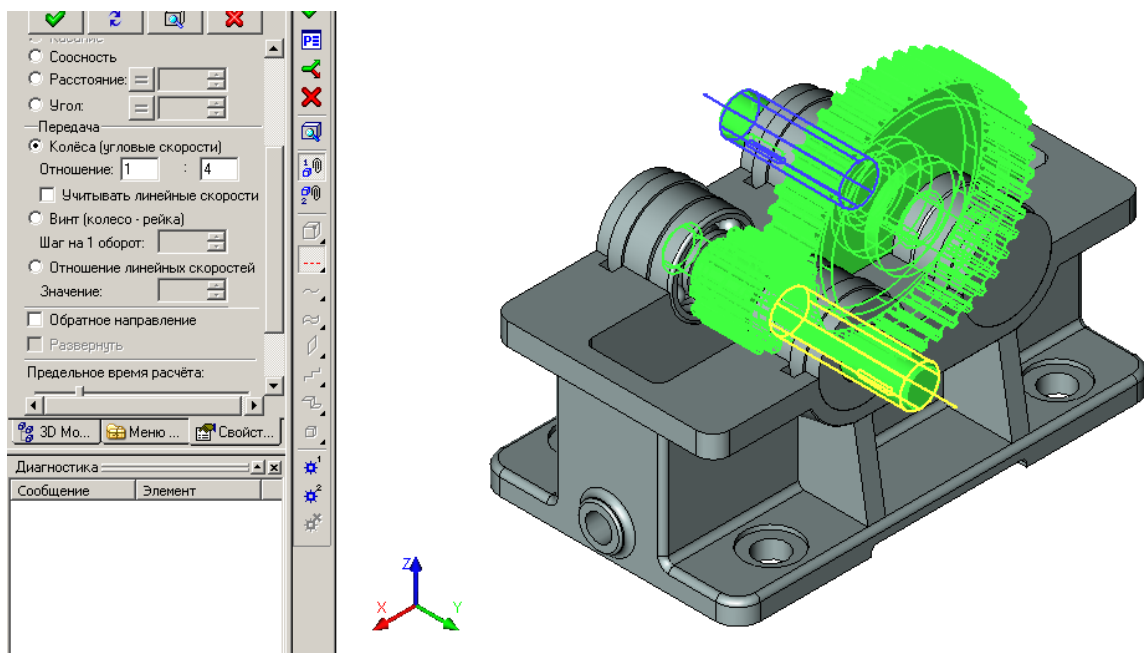



Рисунок 6.15 – Тип сопряжение «Передача типа «Колесо»

Шаг 11. Для динамического просмотра движений собранного механизма, вызвать команду перемещения сопряжённых элементов.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><C><M>	Сервис Сопряжения Перемещение элементов	

В качестве элемента задающего движение выбрать один из валов и перемещением его вокруг собственной оси пронаблюдать за движением механизма.

Шаг 12. Установить шпонки, крышку редуктора и зафиксировать её болтами. Окончательный вид редуктора представлен на рисунок 6.16.

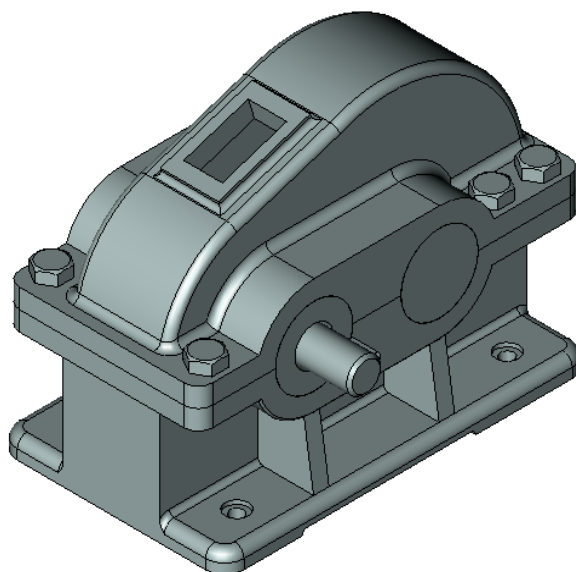


Рисунок 6.16 – Редуктор

6.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Создать новый документ T-FLEX CAD.
2. Настроить необходимые панели инструментов.
3. В соответствии с индивидуальным заданием осуществить сборку из выданных 3D деталей, используя сопряжения.

4. В соответствии с индивидуальным заданием осуществить сборку из выданных 3D деталей, используя системы координат.

6.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файл с выполненной работой.

Выполненные чертежи сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-06ФамилияИОИТ6000. grb,

где 00 – номер варианта;

06 – номер лабораторной работы;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТ6000 – обозначение группы;

.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

6.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое сборочная 3D модель?
2. Как сохраняется связь сборочной модели с элементом сборки (детали)?
3. Какие существуют методы проектирования сборки?
4. Что подразумевают под сборкой «снизу вверх»?
5. Что подразумевают под сборкой «сверху вниз»?
6. Что такое 3D фрагмент сборки?
7. Что такое деталь сборки?
8. Каковы преимущества сборки «снизу вверх»?
9. Каковы преимущества сборки «сверху вниз»?
10. Какие существуют способы привязки 3D фрагментов к сборочной модели?
11. Какой элемент системы обычно выступает в качестве исходной и целевой систем координат?
12. Какие существуют типы сопряжений?

13. Благодаря какому методу можно заставить модель механизма перемещаться в пространстве?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. СОЗДАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ ПО 3D МОДЕЛЯМ

7.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Научится создавать 2D чертежи, а также разрезы, сечения, местные виды и разрывы по 3D моделям.

7.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ


2D проекция – это двухмерное изображение, расположенное в 2D окне, полученное путем проецирования трёхмерной модели или отдельной её части на заданную плоскость. Проекции можно использовать для создания необходимых видов 2D чертежа, с последующим их оформлением, а так же для получения разрезов и сечений. Можно проецировать как целые тела или даже группу тел, так и отдельные элементы модели (например, грани или рёбра).


Перед тем как создавать чертежи с помощью проекций, желательно определиться, на каком формате будет выполняться чертёж, на скольких их листах, какой общий масштаб на каждом листе. Все эти параметры устанавливаются в диалоге «Параметры документа»). Для каждой страницы свои настройки. Эти настройки можно поменять в любой момент.


Общий алгоритм построения 2D проекции состоит из нескольких обязательных и необязательных действий:


1. Определить направление проецирования (обязательное действие) одним из способов:

– Можно использовать одну из опций для построения стандартных видов (опции , , ).

– При создании сечения или разреза (опция ) направление проецирования определяется автоматически.

– С помощью элемента оформления можно создать вид по стрелке (опция ).

– При создании местного разреза (опция ) направление проецирования определяется автоматически.

– С помощью рабочей плоскости (опция ).

– С помощью набора дополнительных опций можно определить произвольное направление по элементам 3D модели (по плоской грани).

– - Задать вектор направления проецирования и угол поворота в параметрах проекции.

2. Задать точку привязки в 2D окне (необязательное действие). Часто требуется указать место на чертеже (2D узел или свободная точка), в котором следует построить проекцию. При этом будущая проекция показывается в виде рамки, обозначающей габариты проекции.


3. Выбрать сечение для применения на проекции (необязательное действие). Данное действие следует выполнить, если строится разрез или сечение.

4. Выбрать тела, к которым будет применяться сечение (необязательное действие). Данное действие следует выполнить, если строится разрез или сечение, причём сечение должно применяться к отдельным элементам.

5. Выбрать элементы модели для проецирования (необязательное действие). По умолчанию проецируется вся 3D сцена, но можно проецировать и отдельные тела или части тел.

6. Задать параметры проекции (необязательное действие). Можно задать некоторые свойства (например, масштаб) в диалоге «Параметры проекции».


7. Подтвердить ввод (обязательное действие). Как в любой 3D команде, после определения всех параметров необходимо подтвердить создание элемента. Это действие возможно, когда в автоменю становится доступна опция:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<Y>	Закончить ввод	


7.3 ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ 2D ПРОЕКЦИИ

7.3.1 Создание 2D проекции



1. Открыть 2D окно.
2. Получить проекции и разрезы. Вызвать команду создания проекций:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><J>	Чертеж 2D проекция	

В автоменю выбрать следующую опцию:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<4>	Создать стандартный вид	

В появившемся диалоговом окне выбрать требуемый тип стандартной проекции и нажать [ОК] (рисунок 7.1).

3. Указать в центр 2D окна и нажать  для привязки проекции в абсолютных координатах. Нажмите  в автоменю для подтверждения создания элемента.

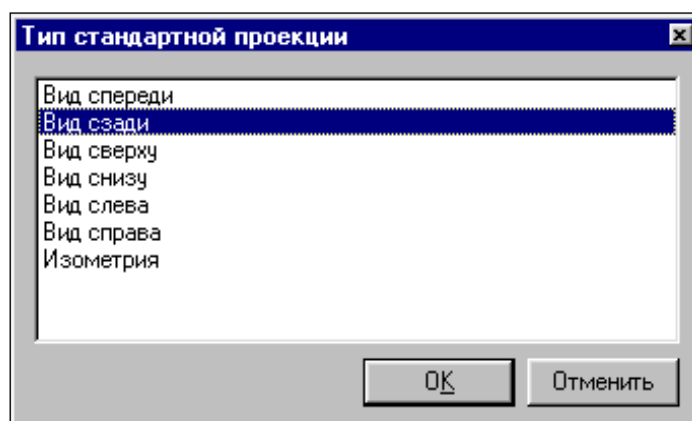


Рисунок 7.1 – Типы стандартных проекций


7.3.2 Получение линии сечения


Линия сечения требуется для обозначения плоскости (плоскостей) сечения детали в команде построения разрезов, на основе созданной 2D проекции. Предварительно необходимо сделать вспомогательный построения.

1. Вызвать команду построения линии.

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<L>	Построения Прямая	

2. Выбрать в автоменю опцию построения вертикальной прямой:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<V>	Создать вертикальную прямую	

3. Указать в центр окружности и нажать  для построения линии, проходящей по оси симметрии проекции (рисунок 7.2).

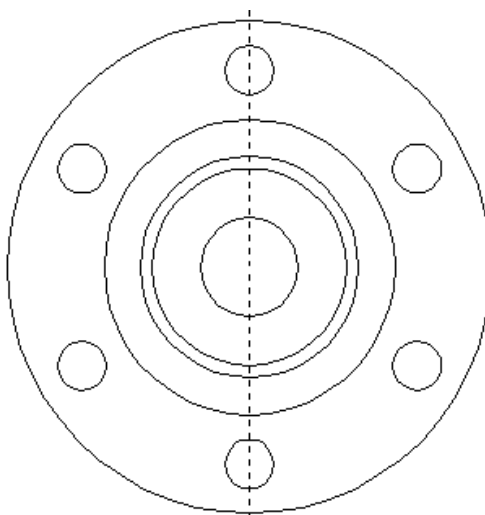



Рисунок 7.2 – Построение линии оси симметрии

5. Вызвать команду создания окружности:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<C>	Построения Окружность	

Сейчас стоит обратная задача: на базе внешней окружности-линии изображения, принадлежащей проекции, построить линию построения – окружность.

5. Подвести курсор к линии изображения и нажмите  (рисунок 7.3).

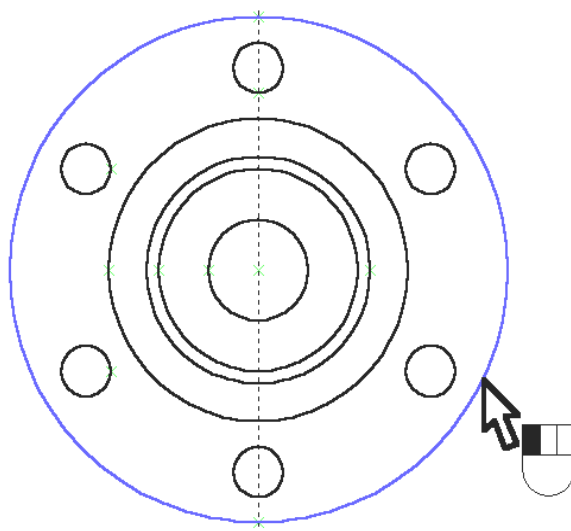



Рисунок 7.3 – Построение линии окружности

Теперь к местам пересечения линий построения можно привязать точки сечения.

6. Вызвать команду создания сечения:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<S><E>	Чертеж Обозначение вида	

7. Выбрать последовательно две точки – пересечения линии и окружности. Для подтверждения создания сечения нажмите  в автоменю (рисунок 7.4).

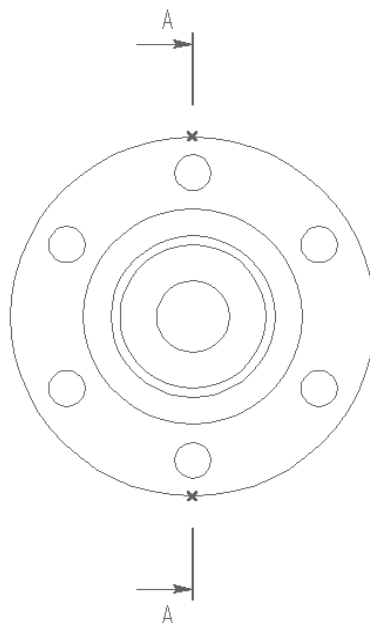





Рисунок 7.4 – Создание сечения


7.3.3 Получение разреза на основе созданного 2D сечения


1. Вызвать команду создания 2D проекции:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><J>	Чертеж 2D проекция	


2. В автоменю последовательно выбрать следующие опции:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<2>	Создать разрез или сечение	
<M>	Создать 2D проекцию на основе 2D сечения	

Указать курсором на созданную в п. 3.2 линию сечения и нажать . К курсору теперь привязано быстрое изображение

разреза. Двигая курсором, перемещаем проекцию, причем сохраняется проекционная связь. Для фиксации положения нажмите .

3. Вызвать диалоговое окно «Параметры проекции».

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<P>	Установить параметры 2D проекции	

На закладке «Вид» установить тип проекции с применением сечения – разрез (рисунок 7.5).

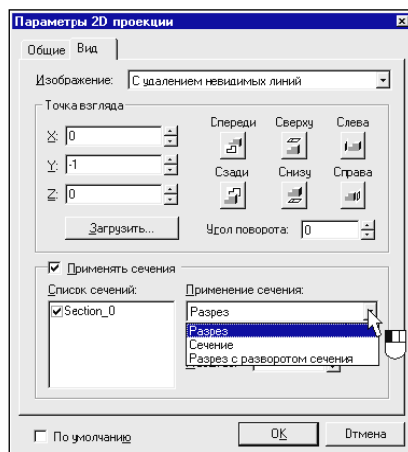



Рисунок 7.5 – Установка типа проекции

Для завершения создания проекции нажмите  в автоменю (рисунок 7.6).

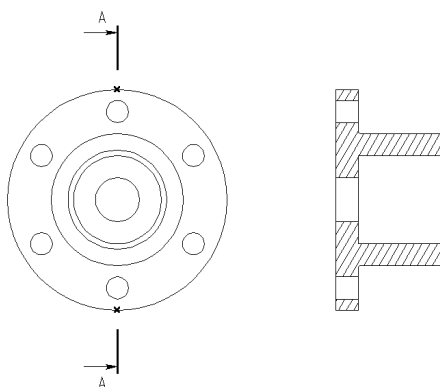


Рисунок 7.6 – Создание проекции

7.3.4 Создание местного разреза на основе созданной 2D проекции

Данная команда позволяет создавать местные разрезы на существующей проекции.

1. Перед тем как создать местный разрез необходимо задать его границы, которые определяются по контуру штриховки (рисунок 7.7).

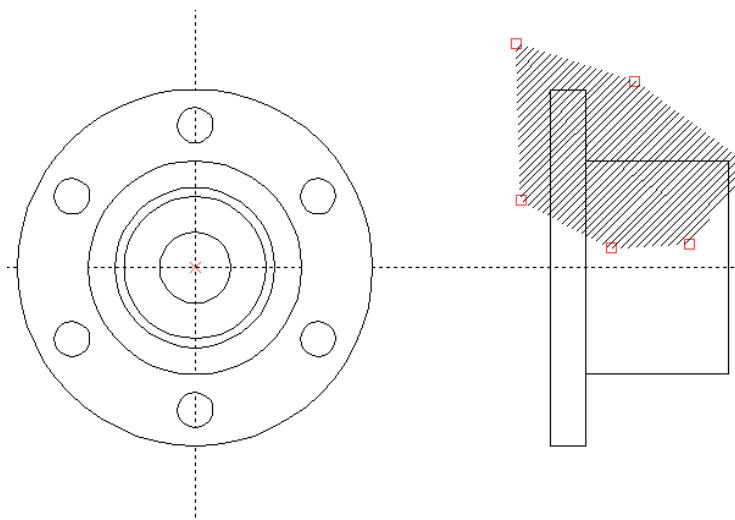





Рисунок 7.7 – Создание штриховки

2. Вызвать команду создания 2D проекции:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><J>	Чертеж 2D проекция	

3. В автоменю последовательно выбрать следующие опции:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<4>	Создать местный разрез	
<H>	Выбор штриховки для определения формы разреза	

4. Подвести курсор к штриховке и нажать  (рисунок 7.8).

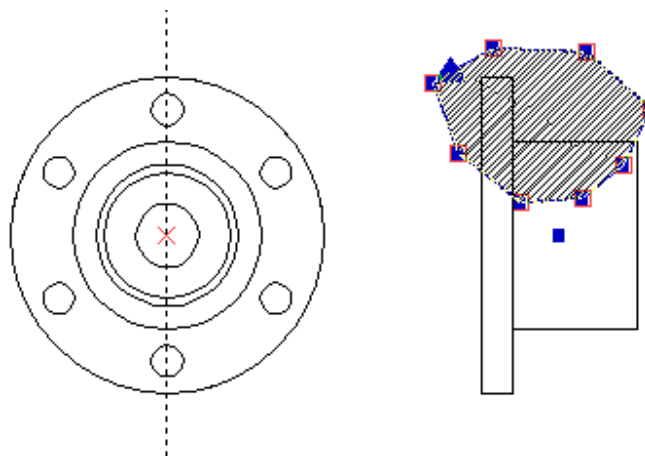


Рисунок 7.8 – Выделение контура штриховки

4. Далее необходимо определить положение плоскости разреза. Нормаль плоскости автоматически совпадает с направлением взгляда основной проекции – той, на которой строится местный разрез.

Далее позиционировать плоскость разреза можно либо по 3D узлу, либо по 2D узлу на другой проекции. Например, если выполняется местный разрез на виде слева, то 2D узел можно указать на одном из соседних стандартных видов – спереди, сверху, снизу, сзади.

2D или 3D узел можно выбрать с помощью опций: , , (рисунок 7.9).

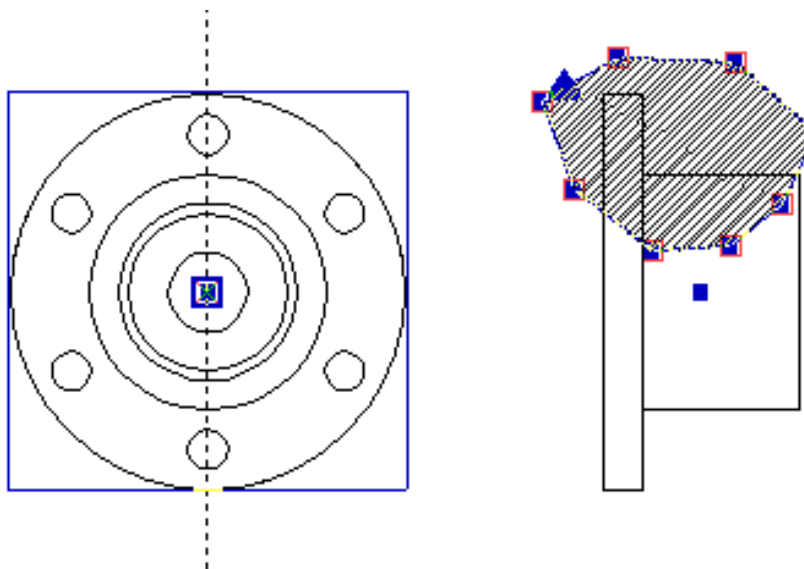




Рисунок 7.9 – Выбор узла

5. Местный разрез автоматически привязан к проекции, на которой он построен. Но иногда может потребоваться разорвать эту связь и привязать местный разрез к чертежу в другом месте. Разрывает связь опция .

При разорванной связи доступны опции для привязки проекции к чертежу (либо свободная привязка, либо 2D узлу).

При создании местного разреза рекомендуется выбирать элементы модели для проецирования. Если выбрать только те элементы, которые попадают в область разреза, то проекция будет пересчитываться быстрее.

6. Для завершения создания проекции нажмите  в автоменю (рисунок 7.10).

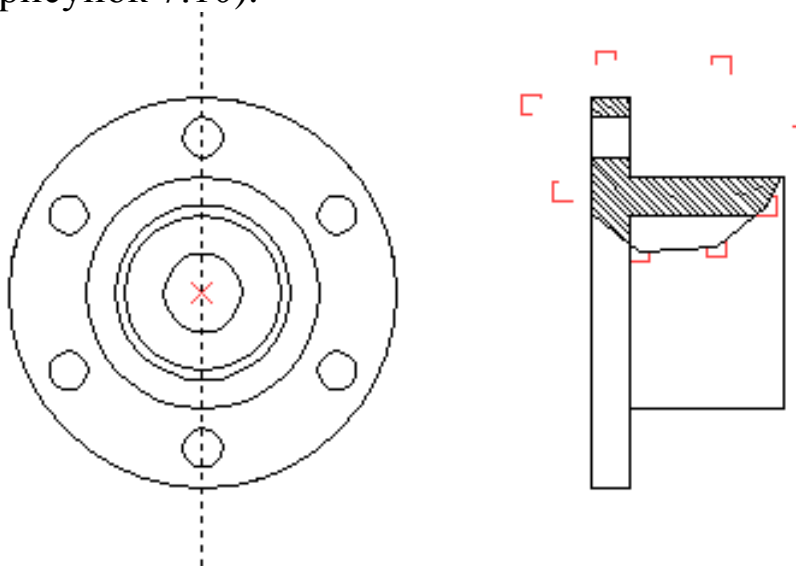



Рисунок 7.10 – Создание проекции



7.3.5 Создание местного вида на базе 2 проекции

Данная команда позволяет создавать местный вид на существующей проекции.

1. Вызвать команду создания 2D проекции:


Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<3><J>	Чертеж 2D проекция	

2. В автоменю выбрать следующую опцию:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<4>	Создать стандартный вид	
<H>	Выбрать штриховку для определения формы разреза	

В появившемся диалоговом окне выбрать требуемый тип стандартной проекции и нажать [ОК] (рисунок 7.11).

3. Выбрать опцию:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<Т>	Задать точку привязки в абсолютных координатах	

Эта функция позволяет перемещать созданный вид в необходимое место.

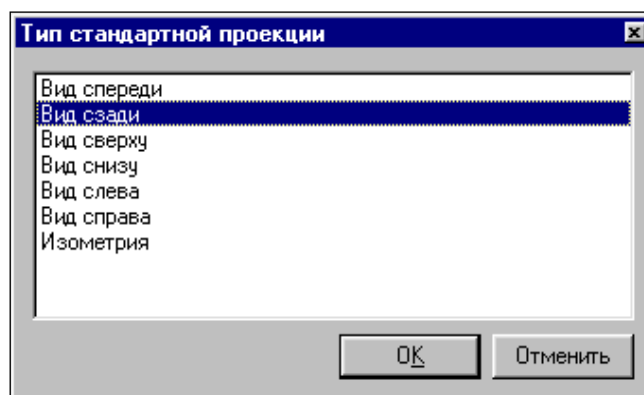





Рисунок 7.11 – Типы стандартных проекций

4. Подвести курсор на созданный вид и нажать правую кнопку мыши, выбрать «Редактировать проекцию».

5. В появившемся автоменю выбрать опцию:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<В>	Вид с разрывом	

6. Для создания границ местного вида доступны следующие опции, с их помощью необходимо ограничить местный вид (рисунок 7.12).

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<V>	Добавить вертикальный разрыв	
<H>	Добавить горизонтальный разрыв	

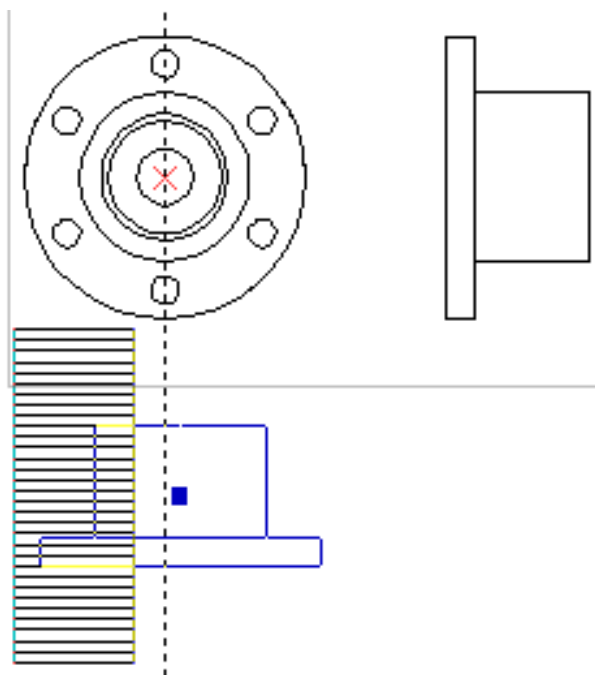




Рисунок 7.12 – Ограничение местного вида

7. Вызвать диалоговое окно «Параметры проекции».

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<P>	Задать параметры элемента	

На закладке «разрыв», установить вид линии разрыва – волнистая (рисунок 7.13).

8. Для завершения создания местного вида нажмите  в автоменю (рисунок 7.14).

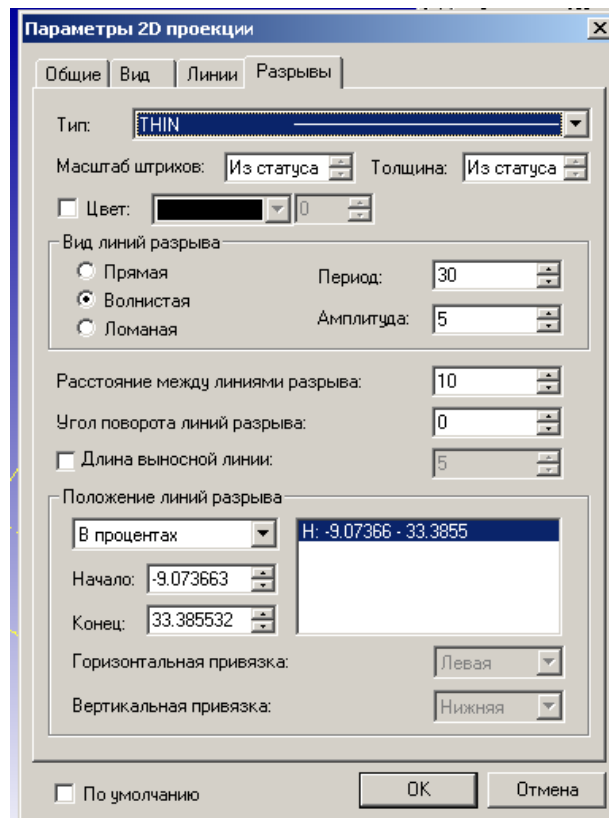


Рисунок 7.13 – Установка вида линии разрыва

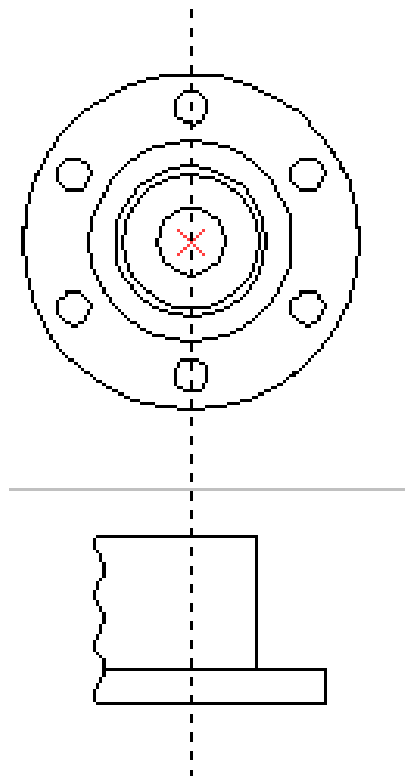



Рисунок 7.14 – Создание местного вида

7.3.6 Создание разрыва на проекции


Часто при создании чертежей длинномерных деталей приходится вырезать некоторый участок вида детали для обеспечения компактности чертежа.

1. Для этого необходимо на созданной 2D проекции (см. п. 7.3.1.) выбрать «Редактировать проекцию».

2. В появившемся автоменю выбрать опции:

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
	Вид с разрывом	

Для создания границ разрыва использовать опцию (рисунок 7.15)

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<V>	Добавить вертикальный разрыв	

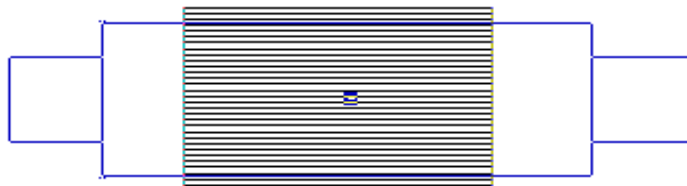




Рисунок 7.15 – Создание границ разрыва

3. Вызвать диалоговое окно «Параметры проекции».

Клавиатура	Текстовое обозначение	Пиктограмма
<P>	Задать параметры элемента	

На закладке «разрыв», установить вид линии разрыва – волнистая.

4. Для завершения создания разрыва нажмите  в автоменю (рисунок 7.16 а, б).

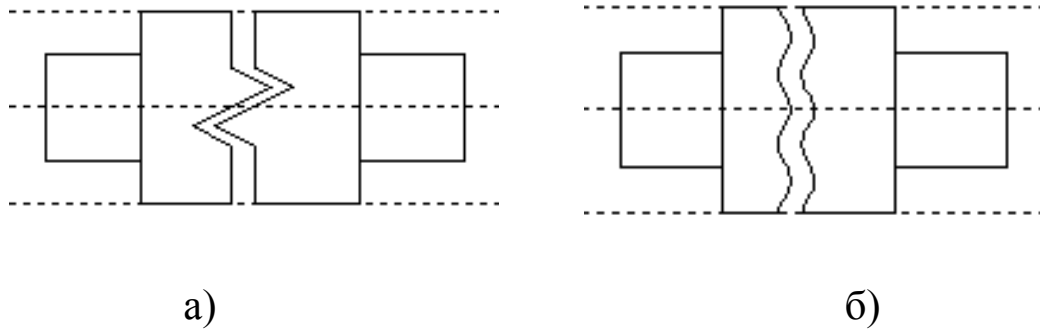


Рисунок 7.16 – Создание разрыва

7.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить сборочный чертёж 3D модели сборочной единицы, созданной в лабораторной работе №6.
2. Выполнить чертёж одной из деталей сборочной модели по выбору преподавателя.

7.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файл с выполненной работой.

Выполненные чертежи сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-07ФамилияИОИТ6000. grb,

где 00 – номер варианта;

07 – номер лабораторной работы;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТ6000 – обозначение группы;

.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

7.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое 2D проекция?
2. Для чего используются проекции?
3. Что можно проецировать?
4. Что нужно сделать перед тем как создать чертеж?
5. Общий алгоритм построения 2D проекции.
6. Как задать точку привязки в 2 окне?
7. Как задать параметры проекции?
8. Алгоритм создания 2 проекции.
9. Алгоритм получения линии сечения.
10. Алгоритм получение разреза на основе созданного 2D сечения.
11. Что необходимо сделать перед созданием местного разреза на существующей проекции?
12. Алгоритм создания местного вида на базе 2D проекции.
13. С помощью каких опций можно ограничить местный вид?
14. Для каких деталей используется «разрыв на проекции»?
15. Какой опцией завершается создание элемента?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. ПРОГРАММИРОВАНИЕ В CAD/CAM СИСТЕМАХ

8.1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью лабораторной работы является получение навыков разработки приложений с использованием функций программного интерфейса Open API T-FLEX.

8.2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

8.2.1 Основные положения

Программный интерфейс Open API T-FLEX CAD предназначен для разработки приложений для системы T-FLEX CAD, использующих её функциональность. Приложения могут представлять собой отдельные модули (DLL), разрабатываемые во внешней системе программирования, а также небольшие программы (макросы), которые можно разрабатывать во встроенной в T-FLEX CAD среде программирования (редакторе макросов). Редактор макросов позволяет создавать программы, использующие классы и методы API T-FLEX CAD, а также любые средства операционной системы. Пользователю предоставляется возможность разработки программ по управлению документом системы без необходимости установки и изучения сторонних средств разработки. При разработке макросов могут быть использованы языки программирования C# или Visual Basic. Макросы сохраняются непосредственно в файле документа.

8.2.2 Работа с макросами

Макрос в T-FLEX CAD – это программа, написанная на одном из языков программирования с использованием функций API T-FLEX CAD. Макрос выполняется как одна команда, т.е. при однократном запуске макроса будет выполнен весь набор

действий, заложенных внутри него (расчёты, работа с объектами T-FLEX CAD, вывод результатов и т.д.). Макросы хранятся внутри файлов *.grb T-FLEX CAD. При этом сам файл *.grb, внутри которого содержатся макросы, является Проектом. Каждый Проект может содержать неограниченное количество макросов. В директории, где установлен T-FLEX CAD, предусмотрена специальная папка «/Program/Macros/». Макросы всех Проектов (файлов *.grb), расположенных в этой папке, будут отображены в специальном окне «Макросы» в T-FLEX CAD.

При написании макросов в среде T-FLEX CAD используется модульное программирование.

Модульное программирование – это организация программы как совокупности небольших независимых блоков, называемых модулями, структура и поведение которых подчиняется определённым правилам.

Модуль – это автономно компилируемая программная единица, включающая в себя различные компоненты (типы, константы, переменные, пространства имён, классы, процедуры и функции). С точки зрения программного кода макрос представляет собой процедуру.

Процедура – это часть программы, предназначенная для выполнения отдельной конкретной задачи.


Форма – это диалоговое окно макроса, на котором могут быть размещены элементы управления (текст, кнопки, редакторы, переключатели и т.д.), используемые при работе макроса.

Ссылки нужны для того, чтобы получить доступ к свойствам, методам и событиям определённого объекта и использовать этот объект при программировании макроса. Например, для использования команд T-FLEX CAD в Проекте необходимо иметь ссылку на TFlexAPI.dll. При создании нового проекта в него уже добавлены основные ссылки для использования объектов Microsoft Windows и T-FLEX CAD.

8.2.3 Создание макросов, редактор макросов

Для создания макросов предназначен специальный Редактор макросов. Редактор макросов представляет собой интегрированную в T-FLEX среду разработки макросов,

содержащую полный набор средств редактирования и отладки. Для написания макроса не нужно никаких других приложений и систем программирования. Все инструменты заложены внутри Редактора макросов. Открыть редактор макросов можно при помощи команды:

Клавиатура	Текстовое меню	Пиктограмма
<W><M>	Сервис Редактор макросов	

В редакторе макросов имеется набор инструментов, облегчающий разработку и управление макросами. На рисунке 8.1 ниже показаны основные инструменты редактора макросов.

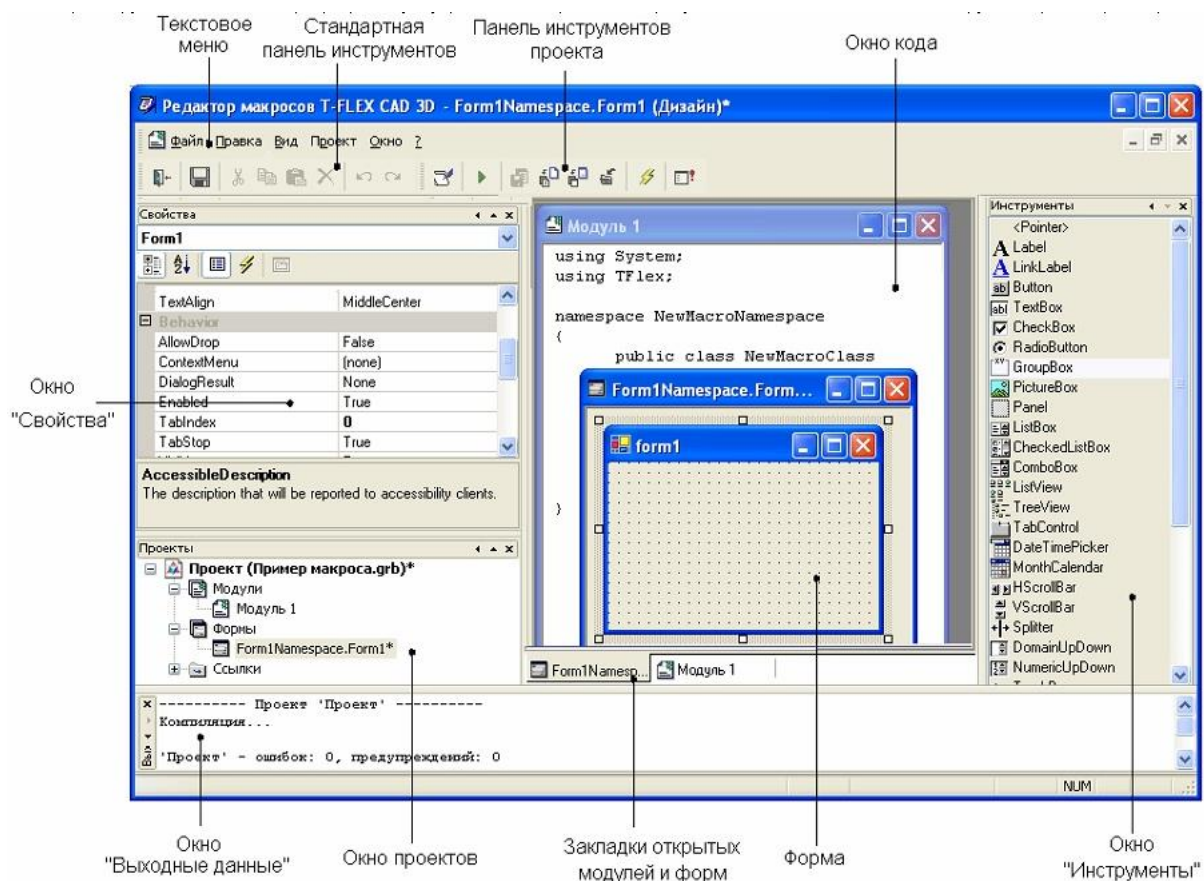


Рисунок 8.1 – Редактор макросов

8.3 ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

8.3.1 Задание

Создать макрос на языке программирования Visual Basic. При выполнении макроса создаётся отрезок между двумя 2D узлами. Координаты этих узлов задаются в диалоге.

8.3.2 Создание и настройка свойств проекта

1 шаг. Открыть редактор макросов командой главного меню T-FLEX:

Сервис → Редактор макросов

2 шаг. Вызвать окно свойств проекта (рисунок 8.2) и установить Visual Basic текущим языком программирования. В редакторе макросов выполнить команду:

Проект → Свойства

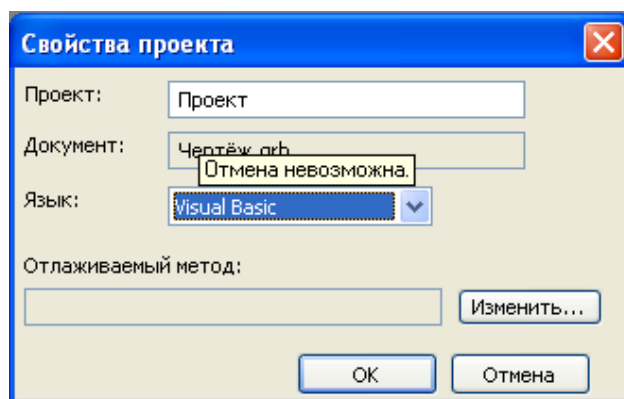


Рисунок 8.2 – Окно свойств проекта

8.3.3 Создание формы

1 шаг. В окне редактора макросов создать форму командой:

Проект → Добавить форму

В окне свойств задать имя формы как «LineForm»

2 шаг. Разместить на форме необходимые элементы управления (рисунок 8.3).

Рисунок 8.3 – Форма

3 шаг. Создать обработку нажатия кнопки. Для этого необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши по элементу управления – кнопка. В открывшемся окне ввести программный код (рисунок 8.4).

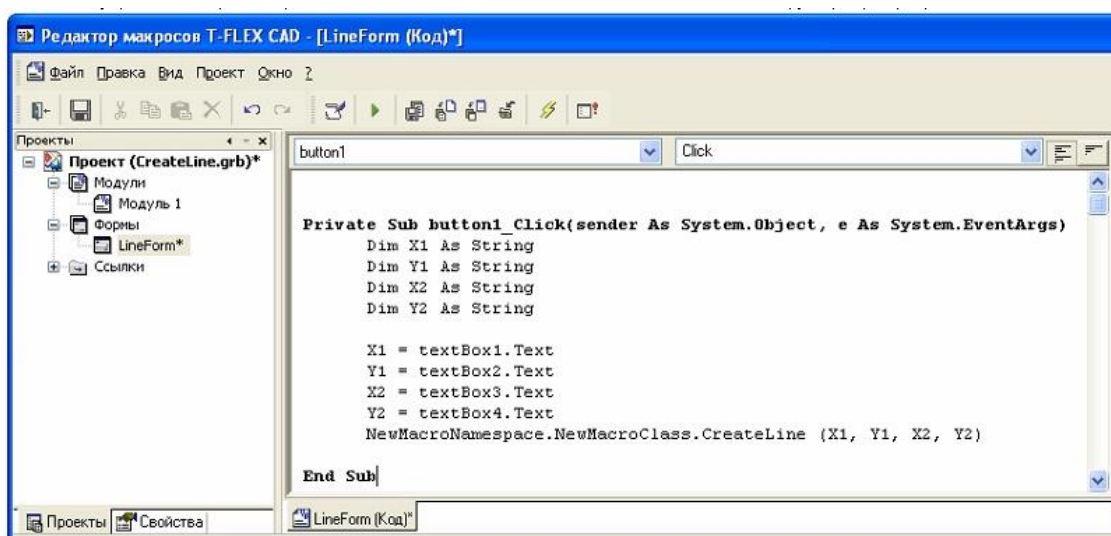


Рисунок 8.4 – Программный код обработки события нажатия кнопки

8.3.4 Создание модуля

1 шаг. Создать модуль командой редактора макросов
Проект → Добавить модуль

2 шаг. В открывшемся окне ввести текст модуля:

```
'Объявление ссылок
Imports System
Imports TFlex
Imports TFlex.Model
Imports TFlex.Model.Model2D
'Объявление пространства имён
Namespace NewMacroNamespace
'Объявление класса
Public Class NewMacroClass
'Функция, которая будет отображать экранную форму «form» после запуска
    Public Shared Sub ShowDialog()
        Dim form As LineForm
        form = new LineForm()
        form.ShowDialog()
    End Sub
'Функция с параметрами (макрос), создающая линию изображения между двумя
2D узлами. Координаты этих узлов приходят в функцию как параметры из
диалога
    Public Shared Sub CreateLine(ByVal NodeX1 As String, ByVal NodeY1 As
String, ByVal NodeX2 As String, ByVal NodeY2 As String)
        Dim document As Document
        document = TFlex.Application.ActiveDocument
        'Открытие блока изменения документа
        document.BeginChanges («Создание линий изображения»)
        'Создание объектов линии изображения и 2D свободных узлов
        Dim line As ConstructionOutline
        Dim node1 As FreeNode
        Dim node2 As FreeNode
        Dim X_1, Y_1, X_2, Y_2 As Double
        X_1 = System.Convert.ToDouble(NodeX1)
        Y_1 = System.Convert.ToDouble(NodeY1)
        X_2 = System.Convert.ToDouble(NodeX2)
        Y_2 = System.Convert.ToDouble(NodeY2)
        'Создание 2D свободных узлов
        node1 = new FreeNode(document, new Parameter(X_1), new Parameter(Y_1))
        node2 = new FreeNode(document, new Parameter(X_2), new Parameter(Y_2))
        'Создание линии изображение между двумя узлами
        line = new ConstructionOutline(document, node1, node2)
        'Закрытие блока изменения документа
        document.EndChanges()
    End Sub
End Class
End Namespace
```

8.3.5 Компиляция проекта

Для запуска компиляции используется следующая опция:

Проект → Компилировать

Компиляция проекта является необходимым действием перед запуском макроса на выполнение. В процессе компиляции система анализирует код макроса и выявляет ошибки. Ошибки компиляции возникают, если система не может интерпретировать введённый текст. Эти ошибки могут быть связаны с

неправильным синтаксисом инструкции или заданием неверного метода или свойства.

Окно «Выходные данные» расположено в нижней части редактора макросов. Оно предназначено для отображения сообщений о текущем состоянии проекта. В этом окне отображаются ошибки и предупреждения, выявленные в процессе компиляции проекта.

В случае успешной компиляции проекта макрос будет добавлен в окно «Макросы» T-FLEX CAD и может быть запущен на выполнение.

8.3.6 Запуск макроса

Запустить макрос на выполнение можно разными способами. Например запустить макрос на выполнение можно из окна «Макросы» T-FLEX CAD по двойному щелчку на выбранном макросе.

Отобразить окно «Макросы» (рисунок 8.5) можно из главного меню T-FLEX CAD:

Настройка → Окна → Макросы

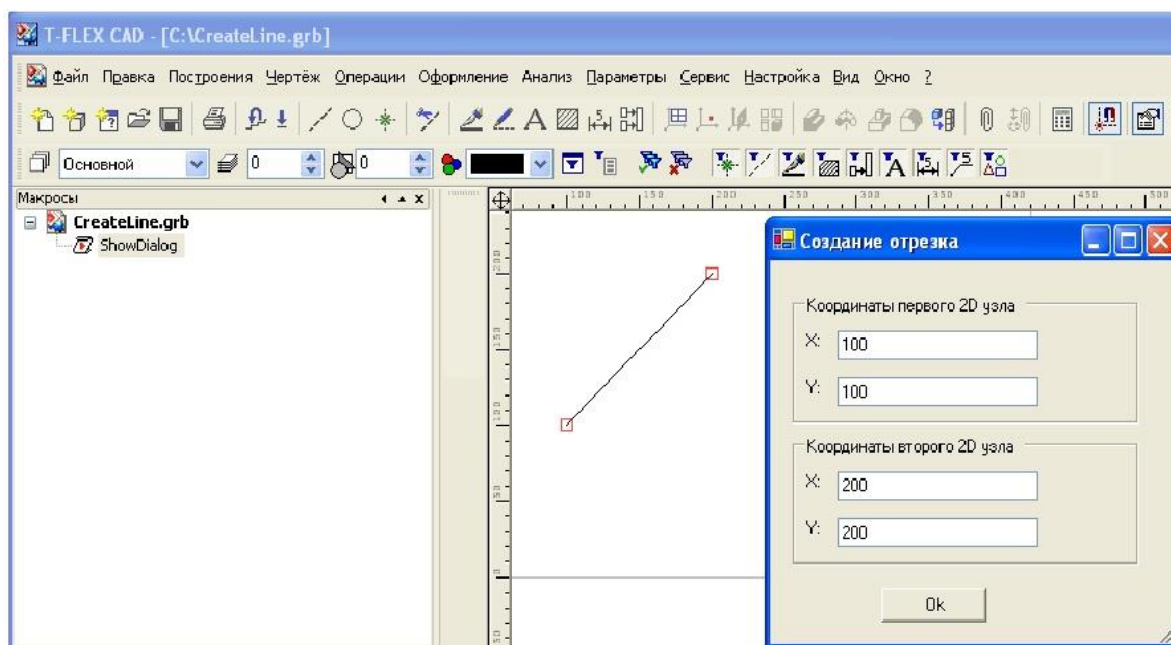


Рисунок 8.5 – Запуск макроса

8.4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомится с теоретическими положениями.
2. Разработать экранную форму макроса в соответствии с индивидуальным заданием (приложение Б).
3. Написать обработку события нажатия на элемент управления кнопка.
4. Написать модуль макроса.
5. Скомпилировать программу.

8.5 ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

В качестве отчёта по лабораторному занятию необходимо предоставить файл с выполненной работой.

Выполненные чертежи сохранить в каталоге:

Мои документы\<Код группы>\<Фамилия И. О.>

Название файла должно соответствовать следующему формату:

00-08ФамилияИОИТ6000. grb,

где 00 – номер варианта;

08 – номер лабораторной работы;

ФамилияИО – фамилия и инициалы;

ИТ6000 – обозначение группы;

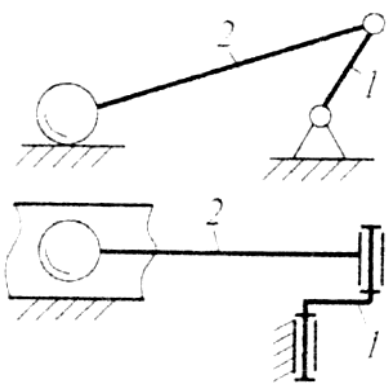
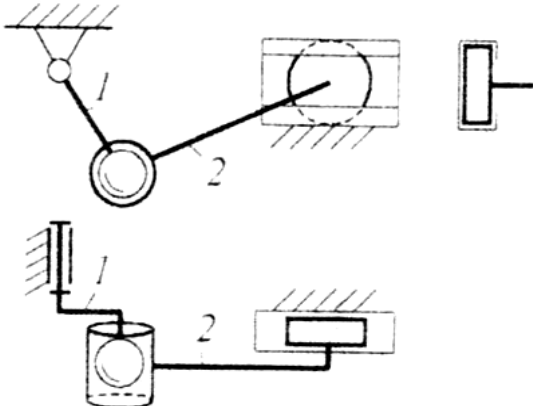
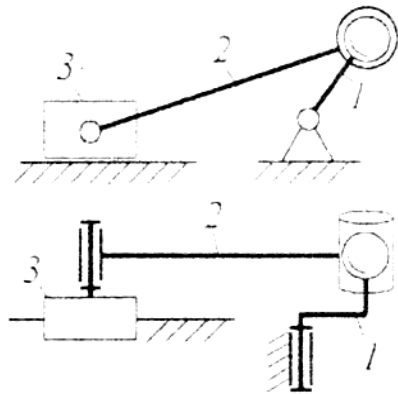
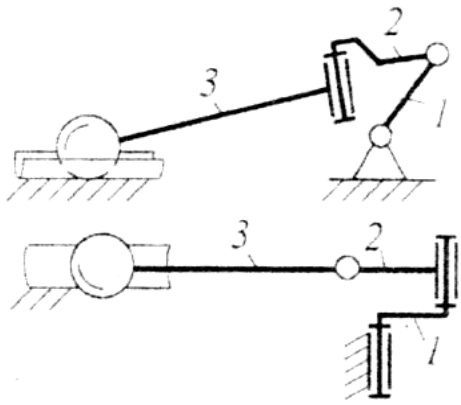
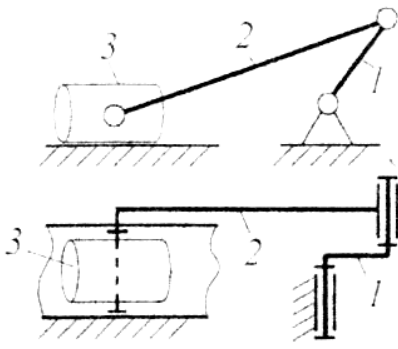
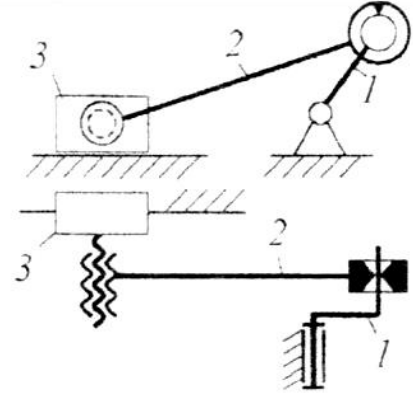
.grb – расширение файла, присваиваемое системой T-FLEX CAD автоматически.

8.6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение программного интерфейса Open API T-FLEX CAD.
2. Какие языки программирования доступны в Open API T-FLEX CAD.
3. Дайте определение следующим понятиям:
 - макрос;
 - проект;

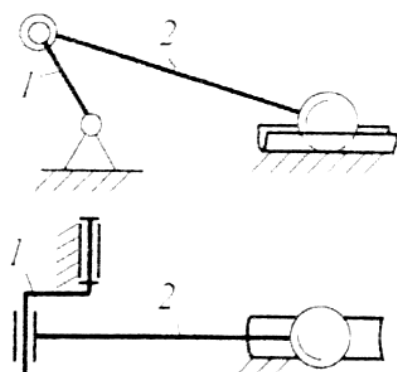
- модульное программирование;
 - модуль;
 - процедура;
 - форма;
 - ссылка.
4. Общая последовательность создания макросов.
 5. Основные инструменты редактора макросов.
 6. Как настроить свойства проекта?
 7. Порядок создания экранных форм и обработчиков событий.
 8. Назначение и запуск процесса компиляции.
 9. Способ запуска макроса на выполнение.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

<p>1</p>  <p>1 – 20 см, 2 – 40 см</p>	<p>2</p>  <p>1 – 10 см, 2 – 25 см</p>
<p>3</p>  <p>1 – 10 см, 2 – 35 см</p>	<p>4</p>  <p>1 – 10 см, 2 – 25 см, 3 – 40 см</p>
<p>5</p>  <p>1 – 15 см, 2 – 30 см</p>	<p>6</p>  <p>1 – 20 см, 2 – 45 см</p>

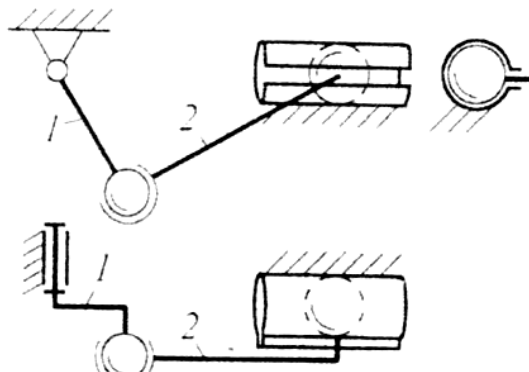
Продолжение приложения А

7



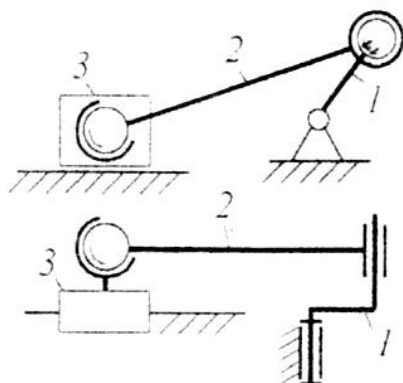
1 – 8 см, 2 – 25 см

8



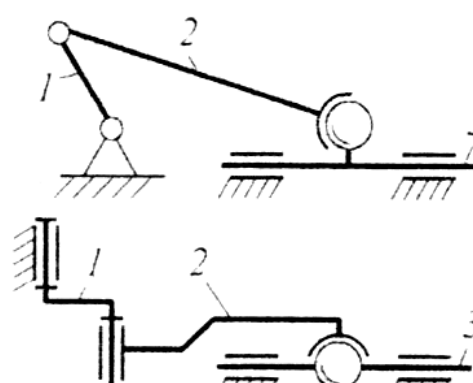
1 – 28 см, 2 – 37 см

9



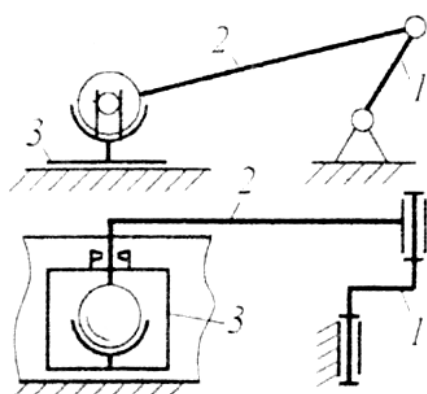
1 – 12 см, 2 – 20 см

10



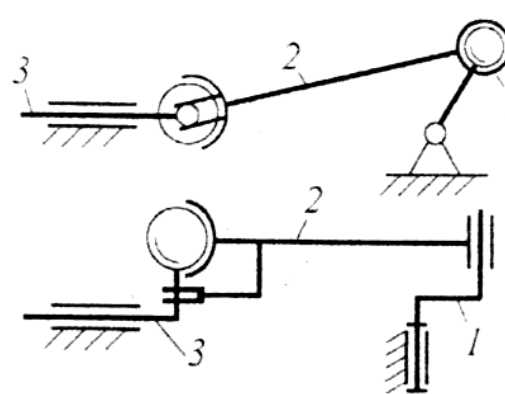
1 – 7 см, 2 – 32 см

11



1 – 10 см, 2 – 29 см

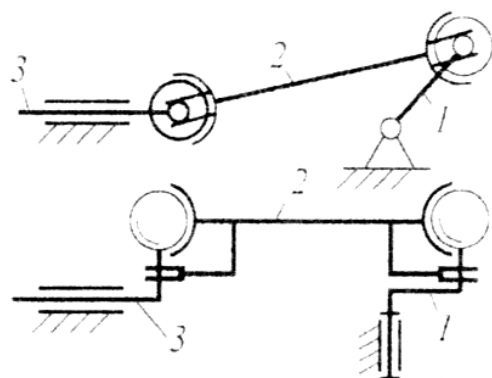
12



1 – 11 см, 2 – 43 см, 3 – 4 см

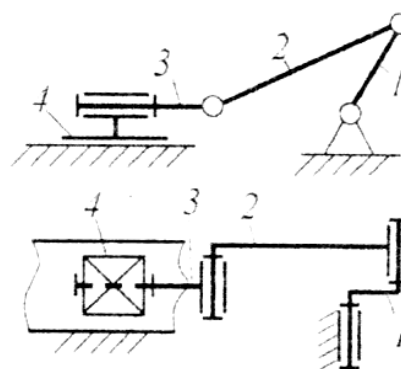
Продолжение приложения А

13



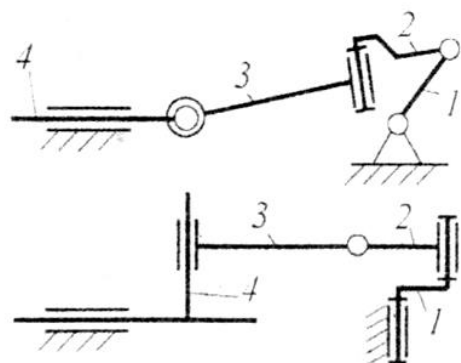
1 – 10 см, 2 – 15 см, 3 – 8 см

14

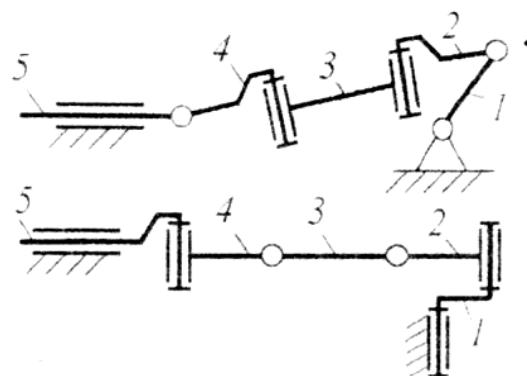


1 – 18 см, 2 – 40 см, 3 – 12 см

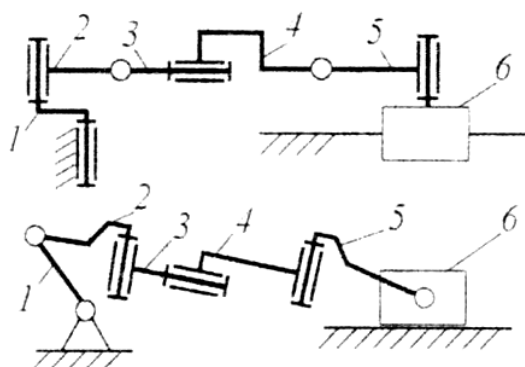
15

1 – 10 см, 2 – 25 см, 3 – 52 см,
4 – 10 см

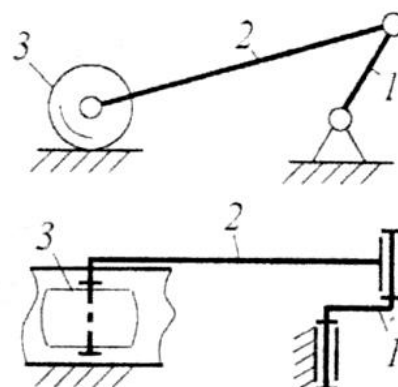
16

1 – 11 см, 2 – 35 см, 3 – 13 см,
4 – 10 см, 5 – 9 см

17

1 – 10 см, 2 – 25 см, 3 – 4 см,
4 – 21 см, 5 – 15 см

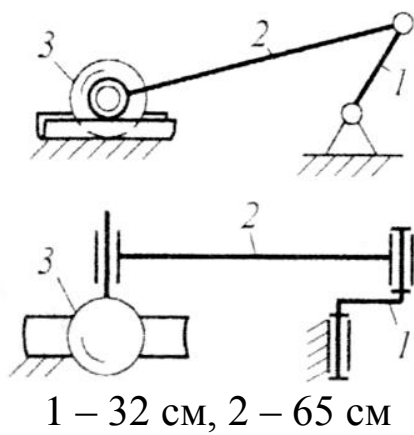
18



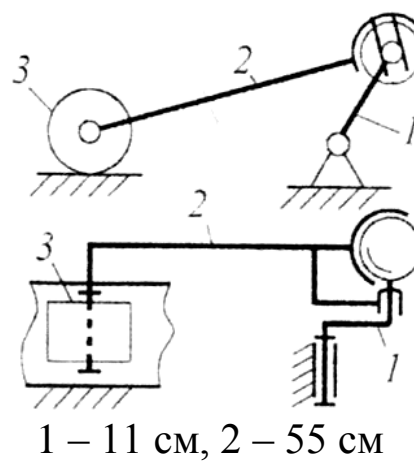
1 – 14 см, 2 – 26 см

Продолжение приложения А

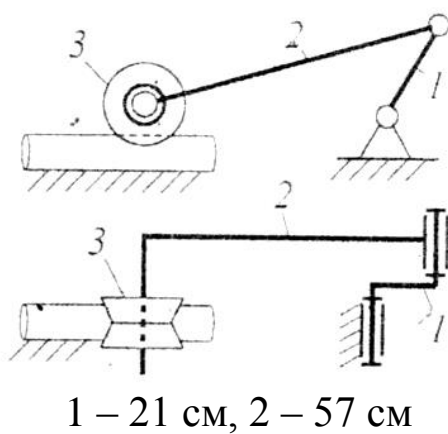
19



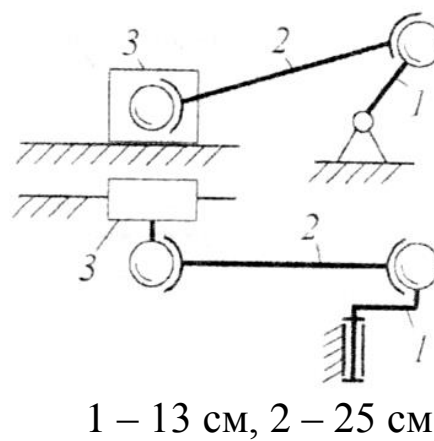
20



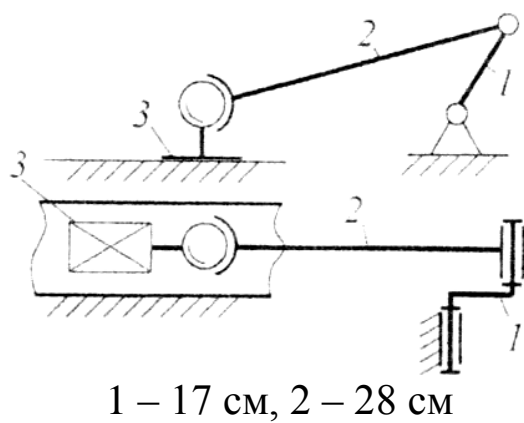
21



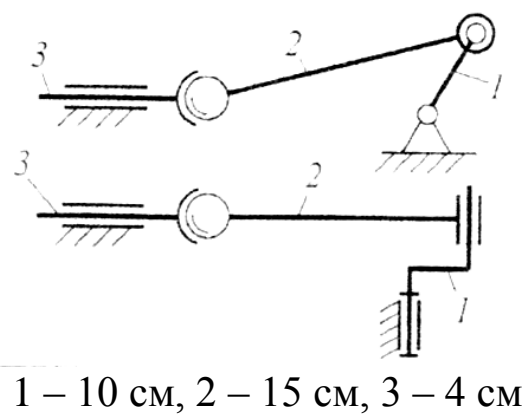
22



23

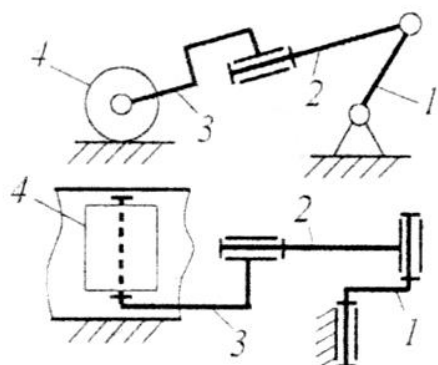


24



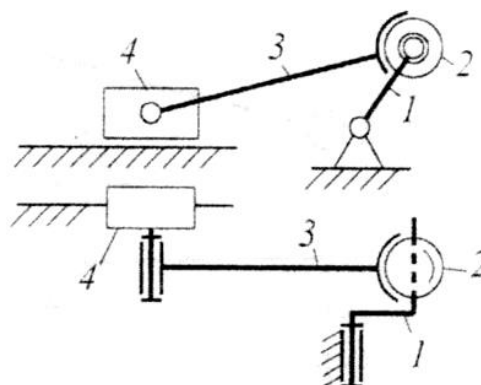
Продолжение приложения А

25



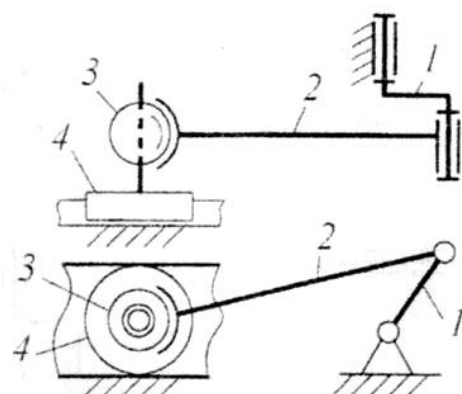
1 – 20 см, 2 – 25 см, 3 – 20 см

26



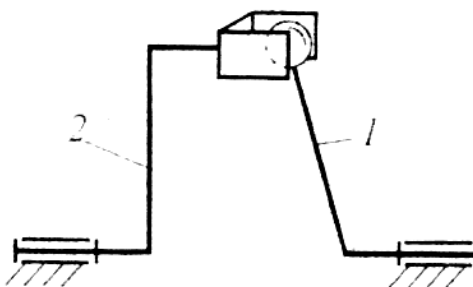
1 – 11 см, 2 – 2 см, 3 – 20 см

27



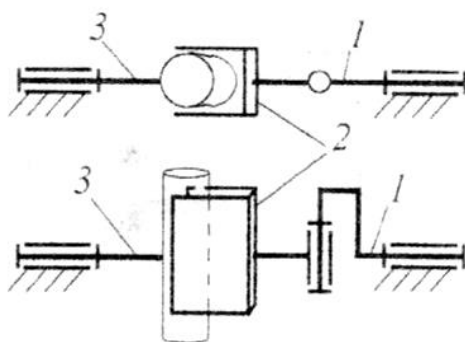
1 – 16 см, 2 – 25 см, 3 – 7 см

28



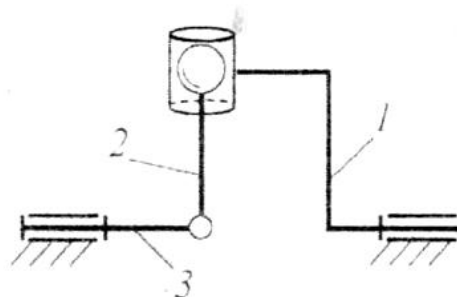
1 – 17 см, 2 – 25 см

29



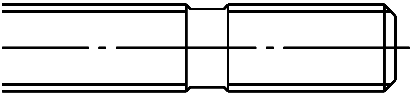
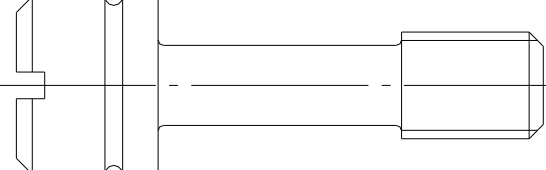

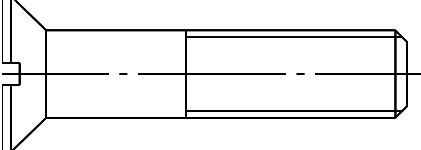
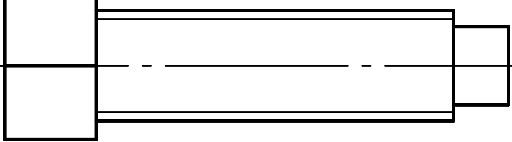
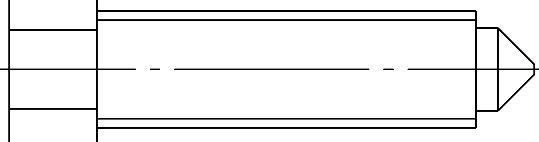
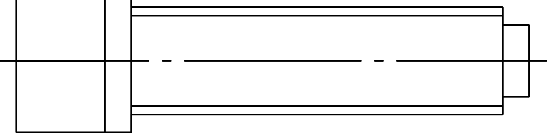
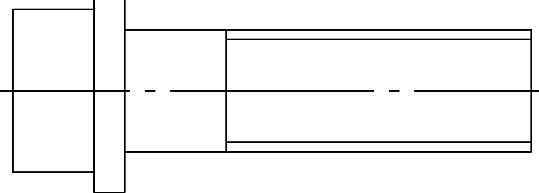
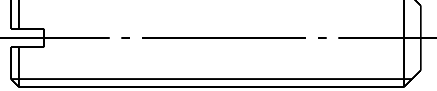
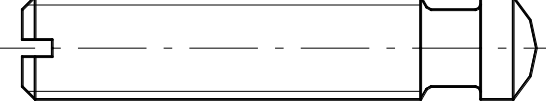
1 – 10 см, 2 – 15 см, 3 – 10 см

30



1 – 18 см, 2 – 6 см, 3 – 6 см

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

1	2
	
3	4
	
5	6
	
7	8
	
9	10
	
11	12
