

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Московский государственный технический университет «МАМИ»
Кафедра «Кузовостроение и обработка давлением»

Петров П.А.

Одобрено методической
комиссией факультета КТ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР
ОСНОВЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ T-FLEX CAD
ЧАСТЬ 1

Москва 2002

Петров Павел Александрович

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР
ОСНОВЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ T-FLEX CAD. ЧАСТЬ 1.

Методические указания предназначены для подготовки студентов к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы автоматизированного проектирования». Приводятся основы работы с системой параметрического автоматизированного проектирования и твердотельного моделирования T-FLEX CAD. Предназначена для всех студентов изучающих и работающих с T-FLEX CAD.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
ОСНОВЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ T-FLEX CAD	6
1. Запуск системы	6
2. Элементы управления	7
3. Основные понятия и методы построения чертежа	10
4. Начало работы, сохранение чертежа, окончание работы	21
5. Функциональные клавиши	22
6. Способы построения и редактирования прямых линий	23
7. Способы построения и редактирования окружностей	25
8. Построение и редактирование узлов	27
9. Построение и редактирование эллипсов	29
10. Построение и редактирование сплайнов	30
11. Построение и редактирование линий изображения	31
12. Построение и редактирование штриховки	33
13. Построение и редактирование размеров и шероховатостей	34
14. Работа с переменными	41
15. Работа с фрагментами	46
16. Анимация	53
Литература	54

ВВЕДЕНИЕ

T-FLEX CAD – система параметрического автоматизированного проектирования и черчения, разработанная российской фирмой «Топ Системы» (г.Москва). Система T-FLEX CAD очень проста в использовании. Уникальный механизм параметризации и полный набор профессиональных инструментов компьютерного проектирования позволяют существенно упростить процесс конструирования и оформления графической документации.

В системе T-FLEX CAD возможны два режима проектирования - параметрическое и непараметрическое (жесткоразмерное). Основное внимание при изучении системы уделим первому виду проектирования. По поводу непараметрического проектирования отметим лишь то, что подобный вид проектирования является мало эффективным для автоматизации подготовки производства.

Параметрическое проектирование - возможность назначения геометрических параметров чертежа через переменные и изменения этих параметров, что приводит к адекватным изменениям в чертеже.

Уникальными по своим возможностям являются средства создания сборочных параметрических чертежей. T-FLEX CAD позволяет получать сложные чертежи, в которых его отдельные части могут быть взаимосвязаны. Связь можно задать как через геометрическую зависимость, так и через значения параметров. При этом обеспечивается удаление невидимых линий в случае, если отдельные части чертежа перекрывают друг друга. Уровень вложенности отдельных частей чертежа не ограничен. Меняя параметры сборочного чертежа, можно за считанные секунды получить готовые чертежи нового проектируемого изделия. Одновременно с измененным сборочным чертежом вы получите и чертежи его составных частей (деталей), а также другие сопутствующие документы.

Одним из обычных атрибутов параметрических CAD-систем является язык программирования, который используется для задания параметрических связей. В этой связи проявляется еще одно существенное достоинство программы T-FLEX CAD. От инженера не требуется никаких специальных знаний в области программирования. Параметрам чертежа могут назначаться переменные. С помощью простых математических формул переменные можно связывать между собой. При этом не нужно изучать какой-либо язык программирования. Назначение переменных может происходить и при создании элемента, и при его последующем редактировании. Значения переменных можно получать из других чертежей или автоматически отбирать из баз данных.

Высокоэффективные средства системы T-FLEX CAD позволяют использовать ее для широкого круга задач. Система успешно применяется:

1) в конструировании (проектирование различного оборудования, инструмента; разработка конструкций штампов и пресс-форм; проектирование готовых изделий и т.д.);

2) для решения технологических задач (оформление технологических карт, спецификаций; подготовка данных для разработки технологических процессов; подготовка информации для систем программирования оборудования с ЧПУ);

3) в задачах строительства и архитектуры, при разработке различных типов схем, при динамическом оформлении и дизайна.

Наиболее эффективно T-FLEX CAD применяется в тех областях, где наиболее полно реализуется идея параметрического проектирования, а также, где необходимо охватить все этапы конструирования (эскизный проект, черновой чертеж, рабочий чертеж). T-FLEX CAD позволяет значительно ускорить процесс проектирования и подготовки графической документации.

T-FLEX CAD предлагает полный набор средств для оформления технических чертежей: нанесение линий различных типов, штриховок, размеров, текстов, шероховатостей, специальных символов и т.д. Важно отметить, что все элементы оформления могут быть связаны с параметрами чертежа. Это означает, что изменение параметров чертежа автоматически приводит к изменению соответствующих элементов оформления. Чертежи могут создаваться в соответствии с требованиями ЕСКД или международных стандартов. T-FLEX CAD позволяет мгновенно перевести готовый чертеж из одного стандарта в другой.

Трехмерная версия T-FLEX CAD 3D позволяет получать параметрические трехмерные модели. Созданные в системе трехмерные твердотельные модели легко модифицируются, так как T-FLEX CAD 3D базируется на двумерной версии пакета. При параметрическом изменении двумерного чертежа автоматически изменяется его трехмерное представление.

T-FLEX CAD может использоваться в качестве основы для разработки специализированных систем автоматизированного проектирования. Это обеспечивается возможностью системы передавать информацию о чертеже на последующую обработку. Можно также принимать параметры от прикладных программ и присваивать их значения переменным чертежа. Происходит автоматический перерасчет конструкции, и проектировщик получает готовые чертежи нового изделия. В T-FLEX CAD предусмотрена разработка дополнений в средах объектно-ориентированного программирования Visual C++ и Visual Basic.

ОСНОВЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ T-FLEX CAD

1. Запуск системы

При запуске системы на экране появляется окно диалога, включающее несколько возможностей открытия документов T-FLEX CAD (рис. 1).

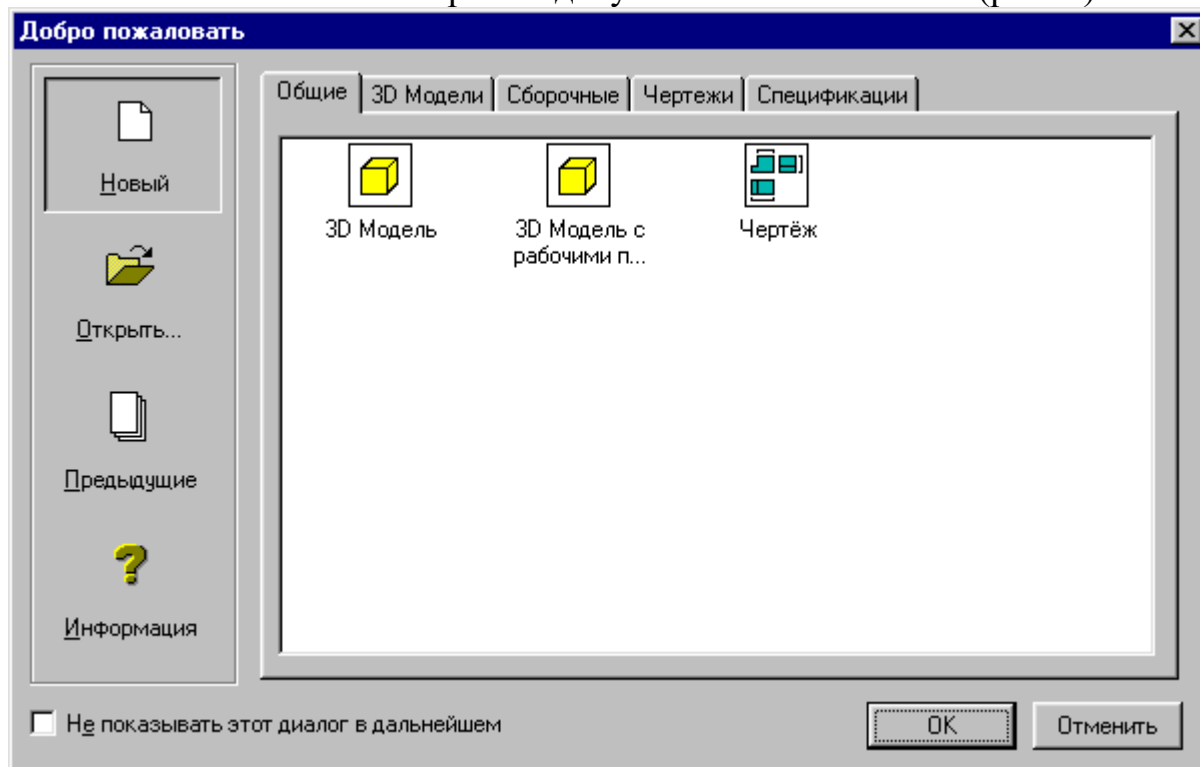


Рис. 1. Вид окна диалога «Добро пожаловать».

По умолчанию при выводе данного окна активна графическая кнопка «Новый», которая позволяет создать новый документ на основе файла прототипа (команда «FP - Новый из прототипа»).

Основное поле данного окна занимает меню документов T-FLEX CAD, которые могут быть использованы как прототипы при создании нового документа. Меню документов разбито на закладки (Общие, 3D Модели, Сборочные, Чертежи, Спецификации). Каждая из закладок включает список доступных файлов прототипов. Так, в разделе «Общие» доступны три прототипа - 3D модель, 3D модель с рабочими плоскостями и Чертеж.

Закладки имеют отображение на жестком диске компьютера в виде отдельных директорий. Эти директории расположены в установочном каталоге системы T-FLEX CAD в папке «Program/Прототипы». При необходимости добавить новую папку нужно ее создать в директории «Program/Прототипы». После этого новая папка будет доступна для просмотра в окне диалога «Добро пожаловать». Для добавления файлов прототипов необходимо воспользоваться командой «SY - Сохранить документ как прототип», о которой речь пойдет в разделе 4.3.

Для открытия необходимого файла прототипа нужно его выбрать и подтвердить выбор нажатием кнопки, «ОК». В результате откроется окно нового документа, созданного на основе указанного прототипа.

Графическая кнопка «Открыть» вызывает окно для выбора существующего документа T-FLEX CAD (команда «Open» - «Открыть»).

Графическая кнопка «Предыдущие» позволяет открыть один из документов, использовавшихся в предыдущем сеансе работы с системой.

Графическая кнопка «Информация» знакомит пользователя с краткой информацией о системе T-FLEX CAD и фирме «Топ Системы».

При дальнейшей работе для открытия документов T-FLEX CAD необходимо использовать соответствующие команды в текстовом меню «Файл|Новый», «Файл|Открыть» или «горячие» клавиши.

Установка флага «Не показывать этот диалог в дальнейшем» запрещает появление этого диалога при последующих запусках системы.

Управлять появлением данного диалога при запуске системы можно также с помощью установки флага «Показывать диалог «Добро пожаловать» при запуске» в команде «Настройка|Установки...» (закладка «Разное»).

2. Элементы управления

На рис. 2. показано главное окно системы T-FLEX CAD с доступными пользователю элементами управления. Конфигурация диалоговых элементов управления T-FLEX CAD может быть изменена самим пользователем. Для этого можно воспользоваться командой меню «Настройка|Окна». К элементам управления относятся: окно текущего чертежа; линейка; автоменю; инструментальная панель; статусная строка; текстовое меню команд; системная панель; окно общего вида; меню чертежей; закладки документов. Разберем более подробно, какие функции закреплены за каждым из элементов управления.

Окно текущего чертежа	Окно для вывода изображения чертежа. Создание и редактирование чертежей происходит только в этом окне.
Линейка	Показывает координаты по осям X и Y текущего окна чертежа.
Автоменю	Пиктографическое меню, появляется только при выборе текущей команды и показывает доступные опции этой команды. Если не задана текущая команда, поле остается пустым.
Статусная строка	Содержит имя текущей команды, подсказку для пользователя, значение текущих координат X и Y, а также значение дополнительной координаты (в зависимости от текущей команды).

Инструментальная панель	Содержит команды T-FLEX CAD в виде пиктограмм. В окне системы может содержаться несколько инструментальных панелей. При этом они могут быть плавающими или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы. Для выбора дополнительных панелей можно воспользоваться пунктом меню «Настройка Настройка...»
Текстовое меню команд	Содержит названия доступных команд T-FLEX CAD. Команды образуют отдельные группы. В каждой группе содержится несколько доступных опций. Опции, включенные в команду, соответствуют ее названию. Например, в команде «Построения» содержатся следующие опции: узел, окружность, прямая, эллипс, сплайн, эквидистанта, функция, путь, вектор привязки, рабочая плоскость, рабочая поверхность, 3D узел, 3D профиль, 3D путь, сечение, система координат, источник света, камера, 2D проекция.
Системная панель	Содержит поля для изменения текущих установок элементов изображения: цвет, тип линий, уровень, слой. Также содержит кнопки для выполнения команд конфигурации слоев и конфигурации уровней текущего документа.
Окно общего вида	Показывает полное изображение чертежа, независимо от текущего окна чертежа. Позволяет осуществить быстрое перемещение к любому месту чертежа. Это окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.
Меню документов	Содержит графическое и текстовое представление библиотек и чертежей в них. Служит для быстрой загрузки необходимого чертежа или просмотра библиотек чертежей. Это окно может быть плавающим или располагаться вдоль одной из границ главного окна системы.
Закладки документов	Информируют пользователя о том, какие файлы (чертежи) открыты.

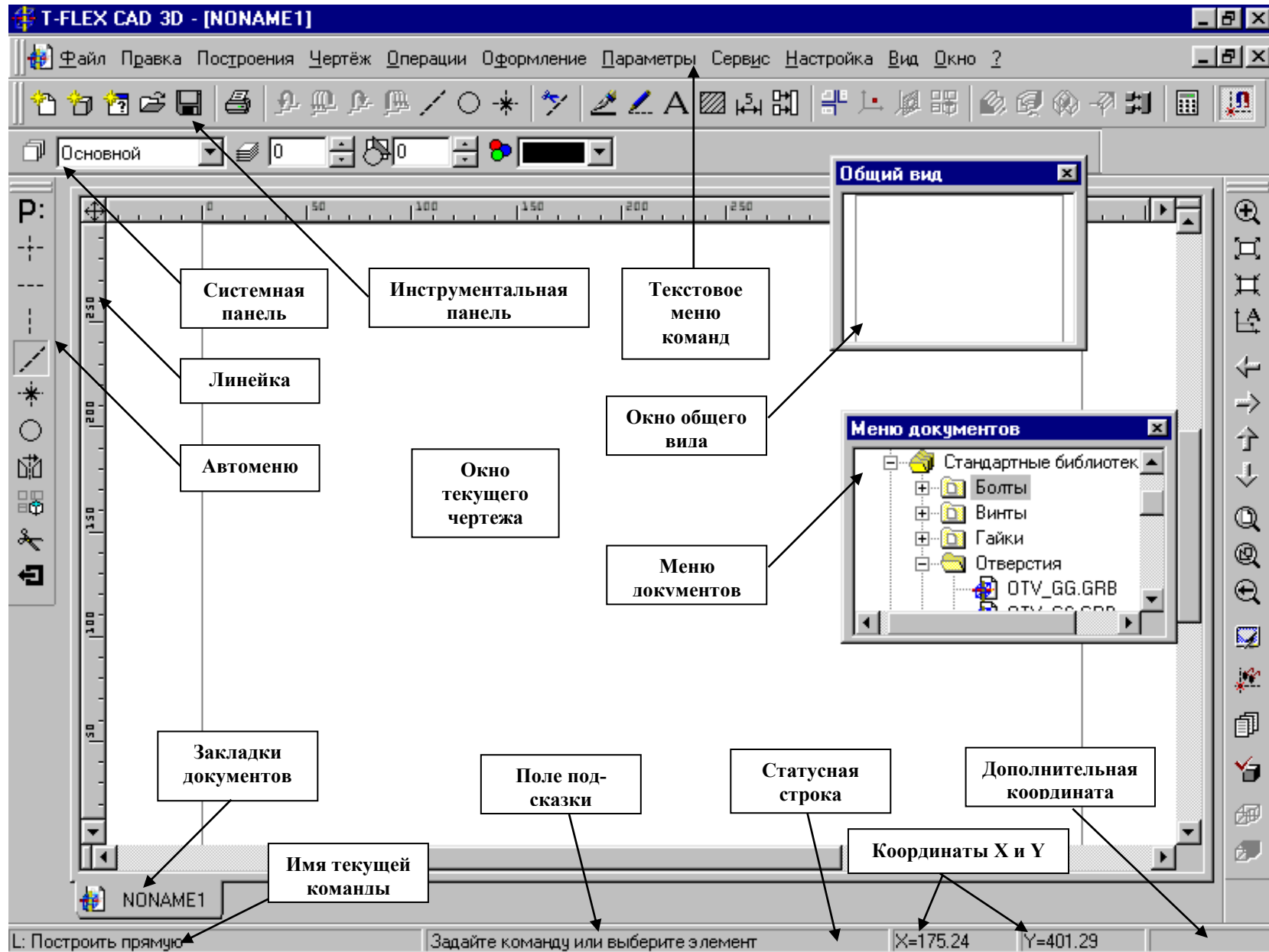


Рис. 2. Главное окно системы T-FLEX CAD.

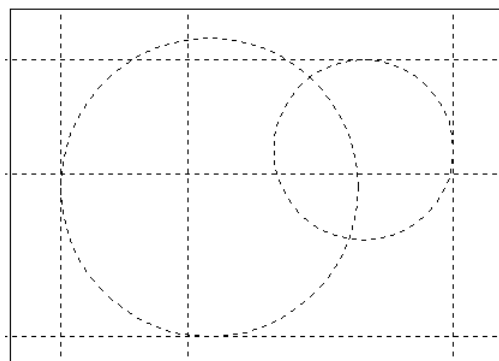
3. Основные понятия и методы построения чертежа

Система T-FLEX CAD использует при создании чертежа несколько типов элементов: построения, изображения и вспомогательных.

3.1. Элементы построения

Формируют каркас чертежа. С ними связаны элементы изображения, которые и являются тем реальным изображением, которое мы хотим в итоге получить. 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, а также не экспортируются.

Линии построения – это базовые элементы параметрической модели в T-FLEX CAD. Они являются тонкими конструктивными линиями, с помощью которых создается параметрический каркас чертежа. К линиям построения относятся бесконечные прямые, окружности, эллипсы, сплайны, эквидистанты, функции, пути. На экране линии построения отображаются в виде штриховых линий.

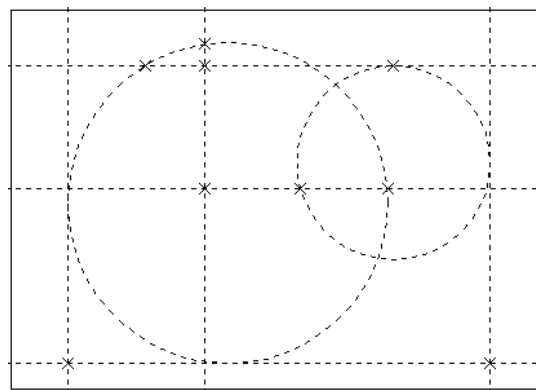


Используя различные способы создания линий построения, пользователь тем самым определяет, как будет изменяться чертеж при изменении положения какой-либо линии построения, т.к. остальные линии будут каким-либо образом связаны с ней. Важно отметить, что прежде чем создавать элементы построения, необходимо проанализировать чертеж и определить от каких линий построения необходимо начинать и вести построения. Ведь именно от этого будут зависеть возможность созданного чертежа к перестроению при изменении параметров.

Узел – это точка, положение которой зависит от способа его создания и взаимосвязи с другими элементами модели. Узлы также являются базовым элементом создания параметрической модели в T-FLEX CAD.

Наиболее распространенным типом узла является узел, построенный на пересечении двух линий построения.

Узлы напрямую участвуют в по-



строении параметрической модели при задании других элементов построения. Например:



- прямая линия, проходящая через узел, под углом к другой прямой линии;
- окружность, проходящая через два узла и т.д.

Таким образом, при изменении положения какой-либо линии построения, задающей узел, изменится положение узла, и соответственно, изменится положение элементов построения, связанных с данным узлом. Также узлы используются в качестве конечных точек линии изображения и для задания положения других элементов изображения.

Кроме узлов, положение которых определяется пересечением двух линий построения, в T-FLEX CAD имеется еще несколько типов узлов, способы создания будут описаны ниже. Здесь же остановимся лишь на различии «связанных» и «свободных» узлов.

Создание узлов в точках пересечения линий построения является основным режимом построения параметрической модели. Этот режим называется режимом *«связанного» рисования*. В режиме *«связанного» рисования* в тех местах, где пользователь выполнит действие для создания нового узла, будет происходить следующее: система определит две ближайшие к курсору линии построения и построит узел в точке их пересечения.

Создание *«свободных»* узлов является вспомогательным режимом построения и служит для создания непараметрических чертежей (например, эскизов). Этот режим называется режимом *«свободного» рисования*. Узлы в режиме *«свободного» рисования* будут создаваться в точках, где находится курсор, а не на пересечении линий построения.

Режиму *«связанного рисования»* в системе T-FLEX CAD соответствует пиктограмма  в автоменю. Режиму *«свободного рисования»* соответствует пиктограмма  в автоменю.

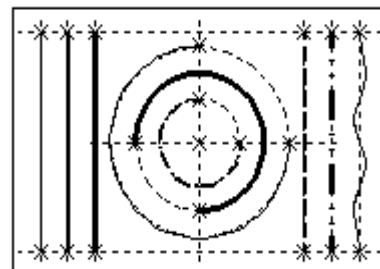
Переключение из одного режима в другой осуществляется при помощи клавиши <Ctrl><F> (при этом команда «Построения|Узел» должна быть активна) или в автоменю – нажатием на пиктограмму.

Рекомендуется использовать при работе с чертежом режим *«связанного» рисования* и не использовать на одном чертеже оба режима. Это может привести к ошибкам при параметрическом изменении чертежа.

3.2. Элементы изображения

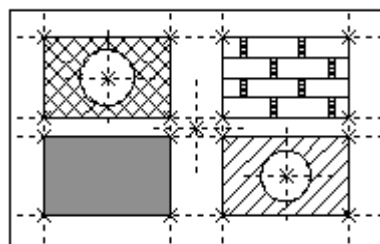
Формируют изображение чертежа. К элементам изображения относятся линии изображения, размеры, тексты, штриховки, допуски формы и расположения поверхностей и т.д. Они могут «привязываться» к элементам построения. В этом случае, при изменении положения линий построения и узлов, элементы изображения изменяют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

Линия изображения – линии, формирующие основное изображение чертежа. К линиям изображения относятся отрезки прямых линий между двумя узлами, полные линии построения (окружности, эллипсы, сплайны, кривые, кроме бесконечных прямых линий). Линиями изображения также являются участки линий построения, ограниченные двумя узлами.



Линии изображения могут быть различных типов (сплошные основные, сплошные тонкие, штриховые, штрих пунктирные и т.д.). Они привязываются к узлам и линиям построения.

Штриховки и заливки – замкнутые одноконтурные или многоконтурные области, заполненные различными способами.



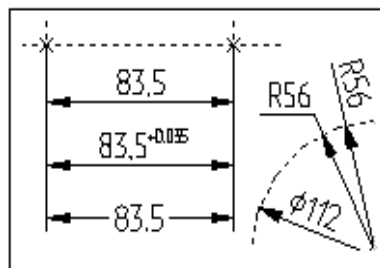
Контуры штриховок привязываются к узлам и линиям построения. При изменении положения узлов изменяются контуры штриховок. При этом автоматически изменяется заполнение штриховок в соответствии с изменением контуров.

Текст – однострочная и многострочная текстовая информация, задаваемая в текстовом редакторе и отображаемая на экране различными шрифтами или непосредственно на поле чертежа. Система T-FLEX CAD поддерживает использование различных шрифтов, форматирование абзацев и т.д. Положение текстов может быть задано в абсолютных координатах, то есть независимо от элементов построения. Также

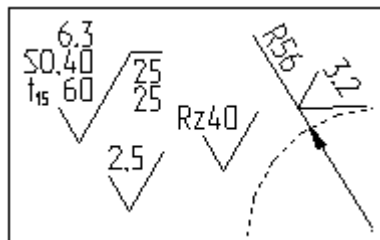


тексты могут быть привязаны к линиям построения и узлам.

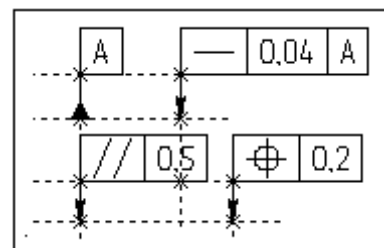
Размер – стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Размер создается на основе линий построения и узлов. Система T-FLEX CAD поддерживает простановку размеров нескольких стандартов: ЕСКД, ANSI (текстовая информация разрывает размерную линию), архитектурный ANSI. Размеры автоматически изменяются при параметрическом изменении чертежа.



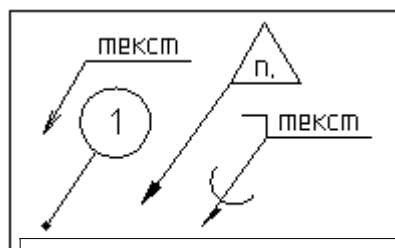
Обозначение шероховатости – стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Шероховатость может быть привязана в абсолютных координатах, к узлу, к линии построения или изображения и к размеру.



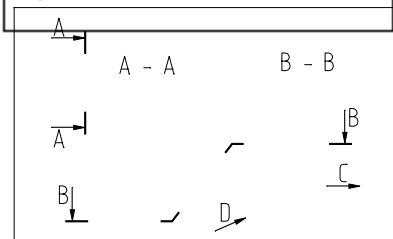
Обозначение допуска формы и расположения поверхностей – стандартный элемент оформления чертежей. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Привязывается к узлу, к линии построения или изображения, к размеру, а также в абсолютных координатах.



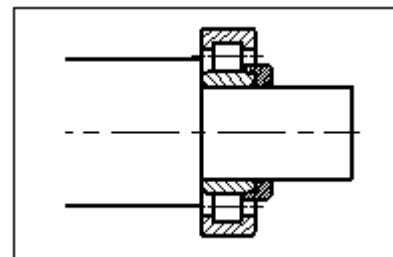
Надпись – стандартный элемент оформления чертежа. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Надпись может быть привязана в абсолютных координатах, к узлу, к линии построения или изображения.



Обозначение вида – стандартный элемент оформления чертежа. Состоит из совокупности линий и текстовой информации. Используется для обозначения всевозможных видов, разрезов и сечений. В системе T-FLEX CAD обозначения вида могут привязываться в абсолютных координатах, к линиям построения, к 2D узлам, к линиям изображения.

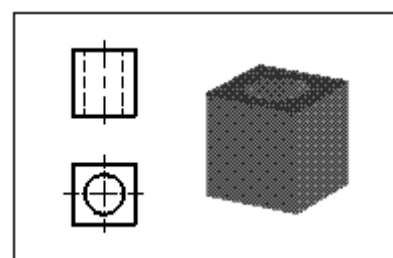


Фрагменты – чертежи системы T-FLEX CAD, которые могут использоваться в других чертежах, для получения составных (сборочных) чертежей. Фрагментом может быть любой чертеж системы T-FLEX CAD.

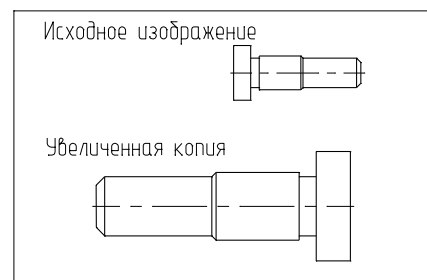


Под параметрическим фрагментом системы T-FLEX CAD понимается чертеж, при нанесении которого на другой чертеж, вы можете задать его положение и параметры, от которых зависит его изображение.

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, вы можете только задать его положение и масштаб изображения.



Копии – элемент, отображающий копию исходного изображения с различными параметрами преобразования.



3.3. Вспомогательные элементы

К *вспомогательным элементам*, используемым в системе, относятся переменные, базы данных, отчеты, а также некоторые другие служебные данные.

Переменная – элемент системы, предназначенный для задания негеометрических зависимостей между значениями различных параметров. 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.

База данных – таблица, содержащая информацию в упорядоченном виде. Базы данных используются для сохранения информации, необходимой для чертежа. В системе T-FLEX CAD нет необходимости создавать несколько отдельных чертежей для однотипных деталей с разными размерами. Достаточно построить параметрическую модель детали и, задавая в качестве параметров элементов построения соответствующие значения из таблицы, получать различные ее модификации.

В T-FLEX CAD существует несколько способов хранения данных:

- хранить данные во внешнем файле одного из стандартных форматов (например, формат dBASE). Такие файлы можно создавать как с помощью системы T-FLEX CAD, так и любыми другими программами, предназначенными для этого;

- хранить данные внутри конкретного чертежа: этот метод позволяет осуществлять более быстрый доступ к необходимой информации, не загромождает дисковое пространство вспомогательными файлами и позволяет проще переносить чертежи с одного места на другое;

- хранить ссылку на внешний файл базы данных внутри документа T-FLEX CAD: этот способ позволяет автоматизировать выбор внешнего файла при повторном обращении к базе данных.

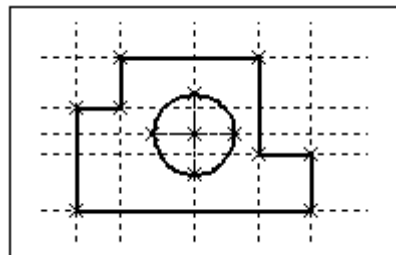
Базы данных, хранящиеся вместе с чертежом, будем называть *внутренними базами данных*, все остальные – *внешними базами данных* или *базами данных по ссылке*.

Отчеты – текстовые документы, которые создаются с помощью текстового редактора системы T-FLEX CAD и могут включать в себя значения переменных чертежа. Сохраненные таким образом значения переменных можно потом использовать для подготовки какой-либо сопроводительной документации или в качестве входных данных для других программ.

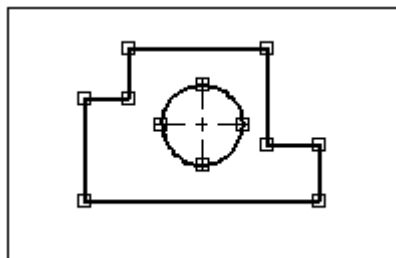
3.4. Методы построения чертежа

В системе T-FLEX CAD чертеж может быть, как мы уже говорили, построен одним из следующих способов.

Параметрический чертеж. Это основной режим работы T-FLEX CAD. Используя преимущества параметрического проектирования T-FLEX CAD, можно создать чертеж, который будет легко изменяться по желанию пользователя. Также можно использовать этот чертеж в качестве элементов параметрической библиотеки для использования его в других, более сложных чертежах. При этом пользователь может задавать его положение и параметр для изменения изображения.



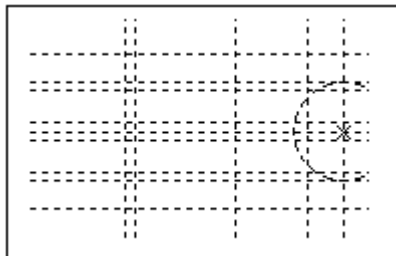
Непараметрический чертеж – эскиз. Т.е. чертеж, созданный аналогично большинству известных систем на основе имеющихся примитивов (отрезков прямых, дуг, окружностей и т.д.). Этот режим работы мы рассматривать не будем в дальнейшем.



Рассмотрим построение параметрического чертежа в T-FLEX CAD.

Создание параметрического чертежа состоит из трех этапов: 1) построение параметрического каркаса; 2) построение основного изображения (изображения объекта); 3) оформление чертежа (проставка размеров, шероховатостей, допусков и т.д.).

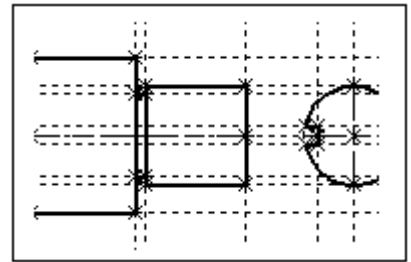
Построение параметрического чертежа начинается с задания элементов построения. Элементы построения могут быть созданы различными способами. Сначала задаются базовые линии построения, от которых в дальнейшем строятся новые линии построения.



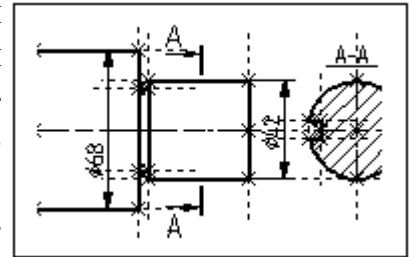
Базовыми линиями могут быть вертикальные и горизонтальные прямые линии. Далее строятся прямые или окружности, зависящие от базовых линий. Например, параллельные прямые, окружности касательные к прямым линиям. Тем самым определяется способ построения новых линий, который запоминается в системе. На пересечении построенных прямых пользователь создает узлы, которые могут потребоваться для проведения дальнейших построений. Затем пользователь может продолжить строить прямые и окружности, задавая их различными способами относительно построенных ранее. Например: прямая, проходящая через два узла, окружность касательная к прямой и проходящая через узел и т.д. Все эти способы сохраняются, и в дальнейшем при изменении базовых или других элементов построения положение зависимых прямых, окружностей и узлов будет определяться исходя из способа их задания.

Таким образом, на начальном этапе построения определяются параметрические зависимости элементов построения чертежа, то есть строится параметрический каркас чертежа.

После задания элементов построения осуществляется нанесение элементов, формирующих изображение чертежа, т.е. на параметрический каркас накладываются линии изображения - отрезки, дуги, окружности. Эти элементы привязываются к ранее созданным элементам построения - узлам и линиям построения.

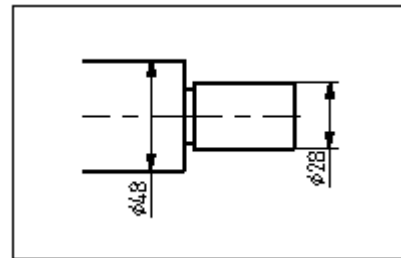
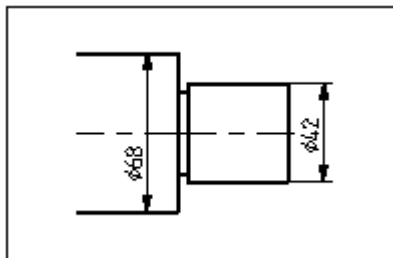


После нанесения основного изображения осуществляется оформление чертежа: наносятся размеры, определяются контуры штриховок и способы их заполнения, наносится текстовая информация, допуски, шероховатости, надписи.



Как правило, наносимые размеры привязывают к линиям построения и узлам. При нанесении текстов можно задавать привязку текста к элементам построения - узлам, линиям построения. Это необходимо сделать, если текст должен перемещаться вместе с изменением изображения чертежа.

После этого получается параметрический чертеж, который можно модифицировать. При этом возможно изменение параметров элементов построения и, соответственно, связанных с ними элементов изображения. Например, расстояние между параллельной линией и базовой линией, угол наклона прямой относительно другой линии, радиусы окружностей.



Все элементы изображения будут изменять свое положение вслед за изменением положения элементов построения, с которыми они связаны. Таким образом, будут получаться различные варианты одного и того же чертежа. При этом все оформление чертежа будет соответственно изменяться.

Линии построения могут иметь числовой параметр (расстояние от параллельной прямой, угол, радиус окружности и т.д.). Значение параметра задается во время создания элемента построения. Некоторые из конструктивных элементов могут не иметь параметра, например, прямая, проходящая через два узла, положение которых жестко закреплено на плоскости. В качестве параметра элемента построения может использоваться переменная. Значение переменной может быть задано константой или выражением. В выражении могут присутствовать другие переменные, различные арифметические и ло-

гические операции, условные операции, обращения к стандартным математическим функциям, а также обращения к внешним базам данных.

Необходимо отметить, что приведенный сценарий построения параметрического чертежа не является жестким. Главное, чтобы элементы изображения при этом привязывались к элементам построения.

3.5. Слои, уровни, приоритеты, цвет

Слой - параметр каждого элемента чертежа, определяющий его принадлежность какой-либо группе элементов чертежа. Для каждого элемента системы можно задать имя слоя, которому будет принадлежать элемент. Имя слоя - текстовая строка.

Слой элемента можно задать с помощью системной панели или нажатием клавиш <Q><L>. На экране появится список слоев для выбора. Задание имени слоя с помощью системной панели доступно в командах создания и при выбранных элементах в командах редактирования.

Если параметр слой не задан, т.е. не задано имя слоя, то элемент будет принадлежать системному слою. Все элементы по умолчанию создаются на системном слое.

Новые слои могут создаваться в команде «Настройка|Слои» с помощью опции <Новый>. При этом на экране появляется меню для задания имени нового слоя. Каждый слой имеет свои параметры, которые задаются в команде «Настройка|Слои».

Задавая параметры слоя, тем самым определяют свойства элементов, принадлежащих этому слою. Для каждого слоя можно задать следующие параметры.

1. Невидимый. Параметр может быть задан или не задан. Это осуществляется с помощью выбора одноименного параметра «Невидимый» в меню команды «Настройка|Слои» для соответствующего имени слоя. При задании этого параметра все элементы, находящиеся на данном слое, не будут отображаться при перерисовке чертежа.

2. Экранный. Параметр может быть задан или не задан. Это осуществляется с помощью выбора одноименного параметра «Экранный» в меню команды «Настройка|Слои» для соответствующего имени слоя. При установке этого параметра все элементы, находящиеся на данном слое, будут отображаться при перерисовке чертежа, но не будут выводиться на принтер.

3. Замороженный. Параметр может быть задан или не задан. Это осуществляется с помощью выбора одноименного параметра «Замороженный» в меню команды «Настройка|Слои» для соответствующего имени слоя. При задании этого параметра все элементы, находящиеся на данном слое, будут отображаться при перерисовке чертежа, но не будут доступны для выбора при создании и редактировании элементов.

4. Цвет. Параметр может быть задан или не задан. Это осуществляется с помощью выбора одноименного параметра «Цвет» в меню команды «Настройка|Слои» для соответствующего имени слоя. При задании этого параметра все элементы, находящиеся на данном слое, будут отображаться при

перерисовке чертежа заданным цветом. Цвет выбирается из меню цветов. Меню цветов вызывается с помощью нажатия на поле отображения цвета для соответствующего имени слоя.

Каждый элемент системы имеет уровень. *Уровень элемента* - целое число, которое определяет видимость элемента на экране при перерисовке.

Значение уровня можно задать с помощью клавиатуры в меню параметров элемента построения или изображения, а также в команде «Настройка|Уровни» либо нажатием клавиш <S><H>.

После вызова команды появляется меню для задания интервалов уровней элементов.

Интервал уровней видимости задается двумя числами (от -126 до 127) для всех элементов системы. Видимость элемента при перерисовке определяется следующим образом:

- если значение уровня элемента попадает в интервал, то элемент будет отображаться при перерисовке чертежа;
- если значение уровня элемента не попадает в интервал, то элемент не будет отображаться при перерисовке чертежа.

Уровень элемента может быть задан константой, переменной или выражением.

При задании уровня с помощью переменной, переменная вводится без фигурных скобок. Например: LEVEL1. После выхода из окна диалога задания параметров конкретного элемента на экране появится окно диалога для задания значения переменной LEVEL1. Использование переменной в качестве уровня элемента позволяет изменять изображение чертежа в зависимости от каких-либо условий.

Поясним сказанное. Создадим параметрический чертеж прямоугольника показанного на рис. 3. Размеры прямоугольника произвольные.

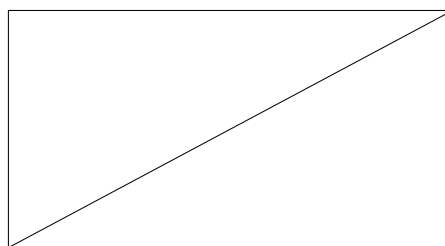


Рис. 3. Работа с уровнями.

Зададим для диагональной линии изображения прямоугольника уровень с помощью переменной «А». Для этого выделим диагональную линию изображения нажатием правой кнопки мыши и в контекстного меню выберем опцию «Свойства». В появившемся окне «Параметры линии изображения» (рис. 4) в поле «Уровень» введем имя переменной - «А». Подтвердим выполненные изменения, нажав кнопку <ОК> (рис. 4). После этого должно появиться меню для задания значения созданной переменной «А» (рис. 5). В этом окне вводим начальное значение переменной равное «1».

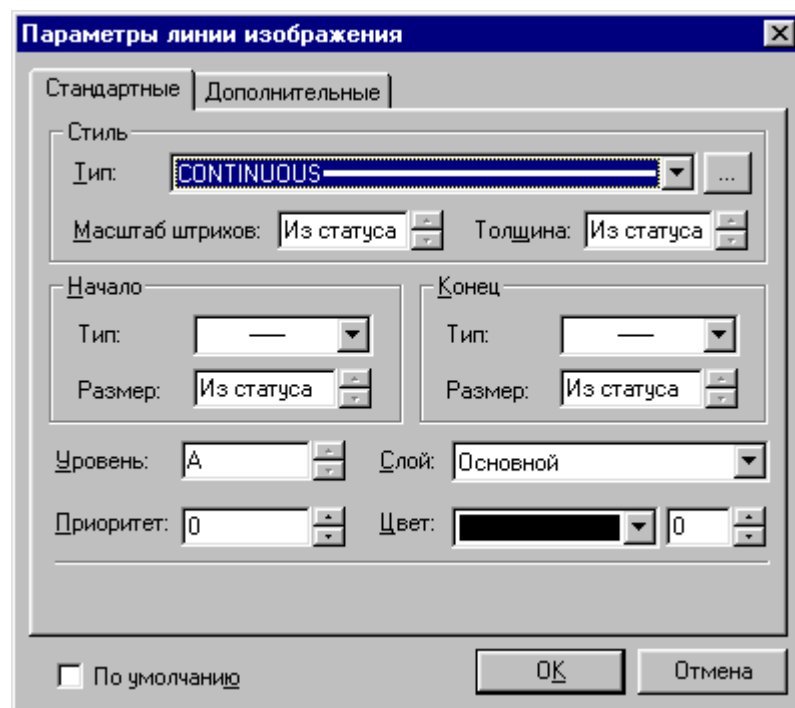


Рис. 4. Окно диалога «Параметры линии изображения».

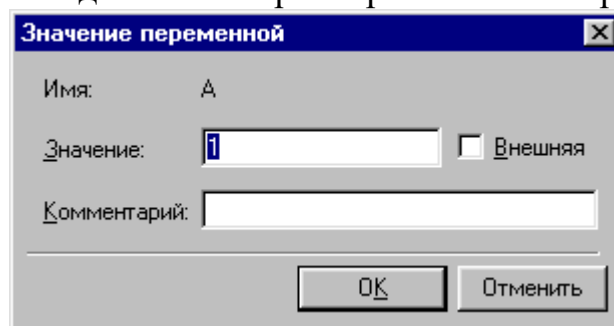


Рис. 5. Окно диалога «Значение переменной».

В команде <S><H> задаем интервал видимости линий изображения от 0 до 127 (рис. 6).

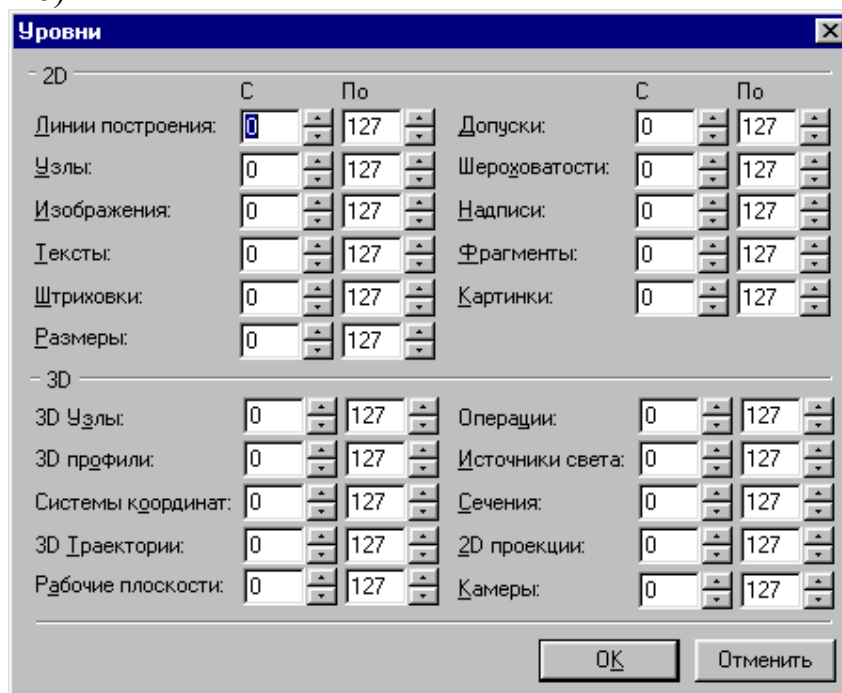


Рис. 6. Окно диалога «Уровни».

В редакторе переменных (рис. 7) создаем переменную «В» с начальным значением «1». Для переменной «А» в редакторе переменных напишем вместо начального значения «1» следующее выражение: « $B=0?-1:1$ ».

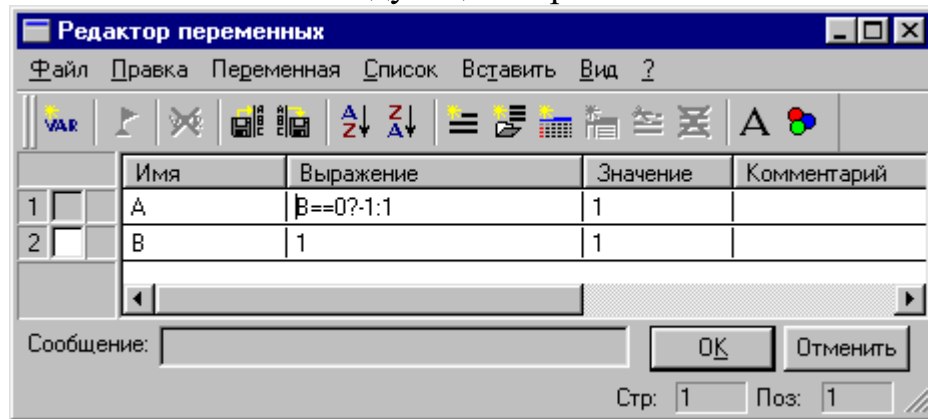
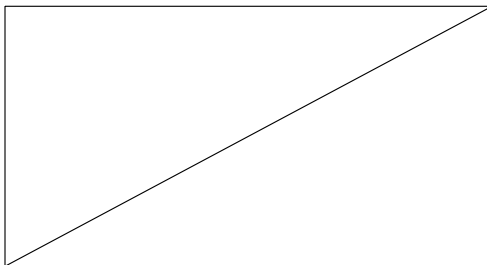


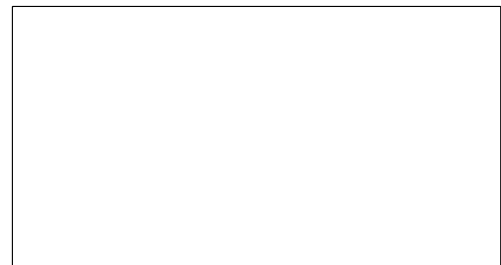
Рис. 7. Окно диалога «Редактора переменных».

Данная запись представляет собой логическое условие. Если величина «В»=0, то переменная «А»=-1, в противном случае «А»=1. Значение «-1» означает, что диагональ прямоугольника не видна на экране, значение «1» - диагональ видна.

После этого зададим переменной «В» сначала значение «1», а потом «0». При первом значении переменной «В» диагональная линия изображения будет присутствовать на экране (рис. 8а), а при втором значении - ее не будет видно (рис. 8б).



а)



б)

Рис. 8. Изменение чертежа в зависимости от значения переменной «В».

Таким образом, используя переменные в качестве уровней различных элементов, можно получить различные модификации одного и того же чертежа.

Приоритет - это число в пределах от -126 до 127, показывающее порядок прорисовки элементов изображения (чем больше число, тем «главнее» элемент).

Каждый элемент изображения имеет *цвет*. На системной панели присутствует строка «Цвет». В этой строке отображается цвет, которым будет прорисовываться элемент системы. Цвет элемента можно задать с помощью системной панели. Для этого необходимо подвести курсор к полю задания цвета системной панели и нажать левую кнопку мыши. На экране появится

меню цветов для выбора цвета. Задание цвета с помощью системной панели доступно в командах создания и при выбранных элементах в командах редактирования.

4. Краткие инструкции по работе с T-FLEX CAD

4.1. Вызов команд

Вызов команды в T-FLEX CAD можно осуществить несколькими способами: 1) выбрать из текстового меню; 2) нажать кнопку инструментальной панели; 3) задать имя команды при помощи клавиатуры. Некоторые команды можно также вызвать с помощью функциональных клавиш.

При задании имени команды при помощи клавиатуры необходимо, чтобы система не находилась в состоянии выполнения другой команды (статусная строка должна быть пустой).

4.2. Отмена команды




Для отмены команды, достаточно одного нажатия правой кнопки мыши на поле чертежа или клавиши клавиатуры <Esc>. Существуют сложные команды, отмена которых требует 2, 3 или большего числа нажатий. Это характерно для 3D моделирования. В этих командах одно нажатие приводит к возврату на один шаг назад или к отмене выбора элемента. Отмена команды приводит к очищению поля имени команды в статусной строке и поля автоменю.

4.3. Начало работы, сохранение чертежа, окончание работы

При запуске системы автоматически создается новый пустой документ с именем NONAME1. Основные команды, которые необходимо знать, при работе с системой, приведены в нижеследующей таблице.

Таблица 1.

Команда	Комбинация клавиш клавиатуры	Текстовое меню	Пиктограмма	Комментарий
Создать новый документ	<FN> или <Ctrl><N>	«Файл Новый»		Позволяет создать новый документ
Открыть документ	<O> или <Ctrl><O>	«Файл Открыть...»		Позволяет открыть документ для редактирования
Сохранить документ	<SA> или <Ctrl><S>	«Файл Сохранить»		Сохраняет текущий документ

Сохранить документ под другим именем	<SV>	«Файл Сохранить как ...»		Позволяет сохранить текущий документ в новый файл с другим именем, не удаляя при этом исходного документа
Сохранить все документы	<SL>	«Файл Сохранить все»		Позволяет сохранить все, открытые на данный момент, документы
Сохранить как прототип	<SY>	«Файл Сохранить как прототип ...»		Позволяет сохранить текущий документ как прототип для создания новых документов
Показать свойства документа	<PS>	«Файл Свойства ...»		Позволяет просмотреть все характеристики текущего документа, а также ввести краткий комментарий
Закрыть документ	<FCL>	«Файл Закрыть»		Закрывает текущий документ
Завершить работу с T-FLEX CAD	<FI> или <Alt><F4>	«Файл Выход»		Завершает работу с T-FLEX CAD

Если при выполнении последней команды (см. табл. 1.) были произведены изменения документа, система запрашивает подтверждение о сохранении изменений.

5. Функциональные клавиши

Некоторые, часто используемые функции системы удобно выполнять при помощи функциональных клавиш клавиатуры (табл. 2):

Таблица 2.

Комбинация клавиш клавиатуры	Комментарий
<F1>	Получить справочную информацию (помощь) по текущей команде
<Alt><F1>	Получить информацию о выбранном элементе (элементах)
<Ctrl><F>	Переключить режим «свободного» и «связанного рисования»
<Ctrl><G>	Включить и выключить режим привязки к сетке
<Ctrl><R>	Вызвать команду импорта чертежей
<Ctrl><W>	Вызвать команду экспорта чертежа

<Ctrl><S>	Сохранить документ
<Ctrl><O>	Открыть документ
<Ctrl><N>	Создать новый документ
<Ctrl><P>	Напечатать открытый документ
<Ctrl><F7>	Пересчитать параметры текущего документа
<Alt><F7>	Обновить 3Dмодель
<F3>	Вызвать команду «Задать рабочее окно»; команда доступна для выполнения только одного действия, затем происходит возврат в прерванную команду
<Shift><Esc>	Выход из всех команд с любого уровня вложенности
<Ctrl><Shift><PgUp>	Увеличить изображение
<Ctrl><Shift><PgDown>	Уменьшить изображение
<Ctrl><Shift><Left>	Переместить изображение влево
<Ctrl><Shift><Right>	Переместить изображение вправо
<Ctrl><Shift><Up>	Переместить изображение вверх
<Ctrl><Shift><Down>	Переместить изображение вниз
<Ctrl><Shift><Home>	Показать изображение по границам бумаги
<Ctrl><Shift><End>	Показать изображение по максимальным границам
<F7>	Вызвать команду «Перечертить окно»
<Alt><BackSpace> или <Ctrl><Z>	Вызвать команду «Отменить действие»
<Shift><Ctrl><Z>	Вызвать команду «Отменить группу действий»
<Ctrl><BackSpace> или <Ctrl><Y>	Вызвать команду «Повторить действие»
<Shift><Ctrl><Y>	Вызвать команду «Повторить группу действий»

Функциональное назначение клавиш мыши следующее:

- <Левая> клавиша - аналогична клавише <Enter> на клавиатуре;
- <Правая> клавиша - аналогична клавише <Esc> на клавиатуре;
- <Средняя> клавиша (относится только к трехкнопочной мыши) - при вращении колеса мыши IntelliMouse производится операция масштабирования изображения (ближе/дальше); при нажатии средней клавиши и одновременном перемещении мыши производится сдвиг изображения.

6. Способы построения и редактирования прямых линий

Прежде чем перейти к рассмотрению способов создания элементов построения остановимся на основных «горячих» клавишах клавиатуры, которые нам в дальнейшем пригодятся (табл. 3):

Таблица 3.

«Горячая» клавиша клавиатуры	Комментарий
<L>	Создать привязку к прямой линии построения
<H>	Создать горизонтальную прямую
<V>	Создать вертикальную прямую
<X>	Создать две перпендикулярные прямые и узел
<C>	Создать привязку к окружности

<O>	Создать концентрическую окружность или перпендикулярную прямую
<N>	Создать привязку к узлу
<A>	Выбрать ось симметрии (прямую), для построения симметричного элемента построения (прямой, окружности и т.д.) выбранному элементу
<K>	Разрушить привязку к элементу построения (доступно только в режиме редактирования элементов построения - <EC> или <F4>)
<P>	Задать параметры (элементов построения, изображения и т.п.)

Работая в системе T-FLEX CAD с прямыми линиями можно выделить следующие способы их построения:

1) построить две перпендикулярные прямые и узел в месте их пересечения - <L> (входим в режим построения прямых линий) → <X> → <P> → <задать имена переменных для координат по осям X и Y и их значения>;

2) построить горизонтальную прямую линию на заданном расстоянии от начала координат (оси X); соответствующая комбинация клавиш - <L> → <H> → <P> → <задать имя переменной и ее значение>;

3) построить вертикальную прямую линию на заданном расстоянии от начала координат (оси Y); соответствующая комбинация клавиш - <L> → <V> → <P> → <задать имя переменной и ее значение>;

4) построить прямую параллельную выбранной - <L> → <L> → <P> → <задать имя переменной и ее значение>;

5) построить прямую, проходящую через два узла - <L> → <N> → <N> → перед нажатием <N> необходимо указать курсором мыши на нужный узел;

6) построить прямую, проходящую через узел и под заданным углом к указанной прямой - <L> → выбрать нужный узел <N> → выбрать прямую от которой будет отсчитываться угол <L> → <P> → <задать имя переменной и ее значение>;

7) построить прямую, проходящую через узел и перпендикулярную выбранной прямой - <L> → выбрать нужный узел <N> → выбрать прямую перпендикулярно которой требуется построить прямую <L> → <O>;



8) построить прямую, являющуюся биссектрисой двух пересекающихся прямых - <L> → выбрать первую прямую <L> → выбрать вторую прямую <L>;

9) построить прямую параллельную выбранной и проходящую через конкретный узел - <L> → выбрать прямую <L> относительно которой нужно создать параллельную → выбрать нужный узел <N>;

10) построить прямую параллельную выбранной и касательную к окружности - <L> → выбрать прямую <L> относительно которой нужно создать параллельную → выбрать нужную окружность <C>;

11) построить прямую касательную к двум окружностям - <L> → выбрать первую окружность <C> → выбрать вторую окружность <C>;



12) построить прямую симметричную относительно выбранной оси → <L> → указать ось симметрии <A> → выбрать прямую, симметричное изображение которой необходимо получить <L>;

Для редактирования построенных прямых линий построения необходимо выполнить следующее: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование») или на клавиатуре клавиши <EC> → отметить редактируемую прямую <L> → удалить выбранную прямую нажатием пиктограммы  или или изменить ее параметры <P>.


7. Способы построения и редактирования окружностей

В системе T-FLEX CAD можно выделить следующие способы создания таких элементов построения как окружность:

1) построить окружность с центром в узле - <C> (входим в режим построения окружностей) → выбрать узел <N>, в котором будет находиться центр окружности → отвести курсор мыши в сторону от узла, при этом за курсором будет перемещаться создаваемая окружность → <P> → <задать имя переменной для радиуса окружности и ее значение>;

2) построить окружность заданного радиуса, проходящую через два узла - <C> → выбрать первый узел <N> → выбрать второй узел <N> → <P> → <задать имя переменной и ее значение>; при этом либо один из узлов является центром построенной окружности - пиктограмма в автоменю , либо построенная окружность проходит через оба узла и ни один из них не является центром - пиктограмма ; переход из одного режима в другой можно осуществить путем нажатия клавиши <T> на клавиатуре (доступно только в режиме построения окружностей);

3) построить окружность, проходящую через три узла - <C> → выбрать первый узел <N> → выбрать второй узел <N> → выбрать третий узел <N> (доступно только в режиме построения окружности, проходящей через

узел, после нажатия <C> для перехода в указанный режим необходимо нажать клавишу <T> на клавиатуре или пиктограмму );

4) построить окружность касательную к двум прямым и заданного радиуса - <C> → выбрать первую прямую <L> → выбрать вторую прямую <L> → <P> → <задать имя переменной для радиуса окружности и ее значение>;

5) построить окружность касательную к трем прямым - <C> → выбрать первую прямую <L> → выбрать вторую прямую <L> → выбрать третью прямую <L>;

6) построить окружность, проходящую через два узла и касательную к прямой - <C> → выбрать первый узел <N> → выбрать второй узел <N> → выбрать прямую <L>;

7) построить окружность, проходящую через узел и касательную к другой окружности - <C> → выбрать узел <N> → выбрать вторую окружность <C>;



8) построить окружность касательную к двум окружностям и заданного радиуса - <C> → выбрать первую окружность <C> → выбрать вторую окружность <C> → <P> → <задать имя переменной для радиуса окружности и ее значение>;

9) построить окружность касательную к трем окружностям (в DOS-версии подобного сделать нельзя) - <C> → выбрать первую окружность <C> → выбрать вторую окружность <C> → выбрать третью окружность <C>;

10) построить окружность с центром в узле и касательную к прямой (окружности) - <C> → выбрать узел <N> → выбрать прямую <L> или окружность <C>;

11) построить окружность концентричную другой окружности с заданием приращения радиуса - <C> → выбрать окружность, относительно которой необходимо построить концентрическую окружность → <O> → <P> → <задать имя переменной для приращения радиуса и его значение>;

12) построить симметричную окружность относительно выбранной оси - <C> → выбрать прямую, которая будет являться осью симметрии <A> → указать окружность симметричное изображение которой требуется получить <C>;

Для редактирования построенных окружностей необходимо выполнить следующие действия: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование») или на клавиатуре клавиши <EC> → отметить редактируемую окружность <C> → удалить выбранную окружность нажатием пиктограммы  или или изменить ее параметры <P>.

8. Построение и редактирование узлов

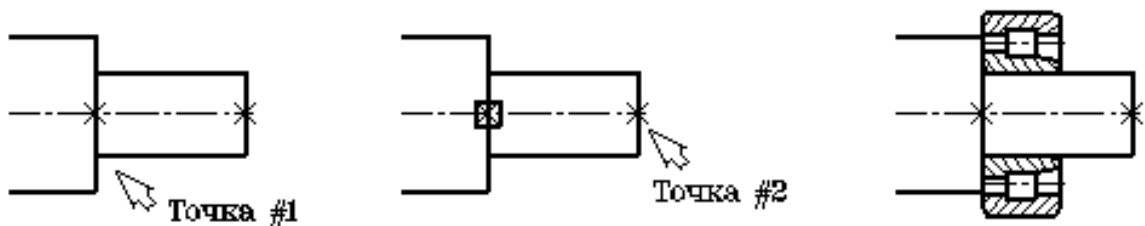
Узлы, как мы уже говорили в разделе 3.1, являются одними из самых существенных элементов T-FLEX CAD. Ведь именно они являются начальными и конечными точками линий изображения. Они напрямую участвуют при создании размеров и сплайнов. К ним могут быть «привязаны» элементы изображения всех остальных типов. Важную роль играют узлы и при создании линий построения. Например, при создании прямой, проходящей через узел под углом к другой прямой, или при создании окружности с центром в узле. Узлы необходимы как граничные точки линий изображения, то есть линий, образующих реальный окончательный чертеж.

В системе T-FLEX CAD можно выделить следующие типы узлов: 1) связанные узлы (точка пересечения двух линий построения); 2) свободные узлы; 3) узлы с фрагмента.

Первые два типа узлов были рассмотрены в разделе 3.1. Здесь же рассмотрим узлы с фрагмента и способы построения и редактирования узлов.



Узел с фрагмента весьма важен, прежде всего, в параметрических сборочных чертежах. Узел с фрагмента - это узел с чертежа T-FLEX, включенного в текущий чертеж. Узлы с фрагментов необходимы для того, чтобы «привязывать» элементы построения и элементы изображения текущего чертежа к фрагменту. Просто так это сделать нельзя, так как фрагмент представляет собой отдельный чертеж, и его элементы не доступны в текущем чертеже.

Например, пользователь включил в свой чертеж с помощью команды <F><R> (FRagments) или «Чертеж|Фрагмент» подшипник и необходимо про- ставить размер на внешнем диаметре этого подшипника.




Для привязки размера к узлам необходимо создать два узла с этого фрагмента (также привязка размеров может осуществляться к линиям изображения, принадлежащим фрагменту). На чертеже узлы с фрагмента изображаются квадратом с перекрестьем.

Для того чтобы создать узел с фрагмента на текущем чертеже, необходимо в команде построения узлов - «Построения|Узел» или <N> - с помощью одной из опций выбора фрагмента определить необходимый фрагмент. Опции выбора фрагмента следующие:

Пиктограмма	Комментарий
	<F>, выбрать фрагмент для создания узлов с фрагмента, т.е. узлов, которым во фрагменте были присвоены имена
	<R> выбрать фрагмент из списка

После выбора фрагмента в автоменю команды «Построения|Узел» становится доступным набор пиктограмм:

Пиктограмма	Комментарий
	<N>, выбрать узел
	<*>, создать все помеченные узлы
	<M>, показать имена узлов фрагментов
	<A>, показать все узлы фрагмента
	<Esc>, отменить выбор




Опции <M> и <A> позволяют просмотреть положение поименованных и всех узлов фрагмента соответственно. Опция <*> создаёт на сборочном чертеже все узлы выбранного фрагмента, а опция <N> позволяет пользователю выбрать определённый узел фрагмента.

Опция <P> позволит задать параметры узла. Затем можно нанести размер.


Для того чтобы точка пересечения двух линий построения стала узлом, необходимо этот узел создать. Сделать это можно следующими способами:

- 1) с помощью команды «Построения|Узел», которая специально предназначена для создания узлов;
- 2) с помощью опции <Пробел> в командах «Построения|Прямая», «Построения|Окружность», «Построения|Эллипс», «Построения|Сплайн»; при этом необходимо подвести курсор к нужной точке и нажать <Пробел>;
- 3) в команде «Чертеж|Изображение» при создании линии изображения;
- 4) в команде «Чертеж|Штриховка» при нанесении контура штриховки;
- 5) в команде «Чертеж|Фрагмент» при добавлении фрагмента в текущий чертеж.

Для того чтобы конкретизировать положение узла на пересечении: 1) двух прямых линий построения необходимо выполнить следующую последовательность действий - <N>→ выбрать первую из пересекающихся прямых <L>→ выбрать вторую из пересекающихся прямых <L>; 2) двух окружностей - <N>→ выбрать первую из пересекающихся окружностей <C>→ выбрать вторую из пересекающихся окружностей <C>; 3) прямой и окружности - <N>→ выбрать прямую <L>→ выбрать окружность <C>.

Для редактирования построенных узлов необходимо выполнить следующие действия: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование») либо на клавиатуре клавиши <EN>, либо в режиме построения узлов нажать пиктограмму  → отметить редактируемый узел <N> → удалить выбранный узел нажатием пиктограммы  или или изменить его параметры <P>.

9. Построение и редактирование эллипсов








Для создания линий построения - сплайнов используется команда «Построения|Эллипс» либо пиктограмма  на инструментальной панели, либо клавиши клавиатуры <E><L>.



Для построения эллипса необходимо задать его центр, а также величины полуосей. В зависимости от способа задания полуосей эллипсы разделяются по типам.

Приведем основные типы построения эллипсов:




- с центром в узле, проходящий через узел с заданием параметра;
- с центром в узле, проходящий через два узла;
- с центром в узле, проходящий через узел с касанием к прямой;
- с центром в узле, касательный к прямой с заданием параметра;
- с центром в узле, касательный к прямой, проходящий через узел;
- проходящий через два узла с заданием параметра;
- проходящий через три узла;
- проходящий через два узла касательный к прямой;
- касательный к окружности, проходящий через узел;
- касательный к окружности и прямой;

Доступные опции в команде «Построения|Эллипс»:


Пиктограмма	«Горячая» клавиша клавиатуры	Комментарий
	<T>	Выбрать узел в качестве центра эллипса.
	<T>	Выбрать узел, через который проходит эллипс.
	<P>	Задать параметры эллипса.
	<N>	Выбрать узел.
	<C>	Выбрать окружность в качестве касательной.
	<A>	Выбрать ось симметрии для построения симметричного эллипса.
	<W>	Выбрать 2D проекцию.

	<Пробел>	Создать узел на ближайшей точке пересечения двух линий построения.
	<F4>	Вызвать команду <EC> для редактирования построений.
	<Esc>	Закончить выполнение команды.

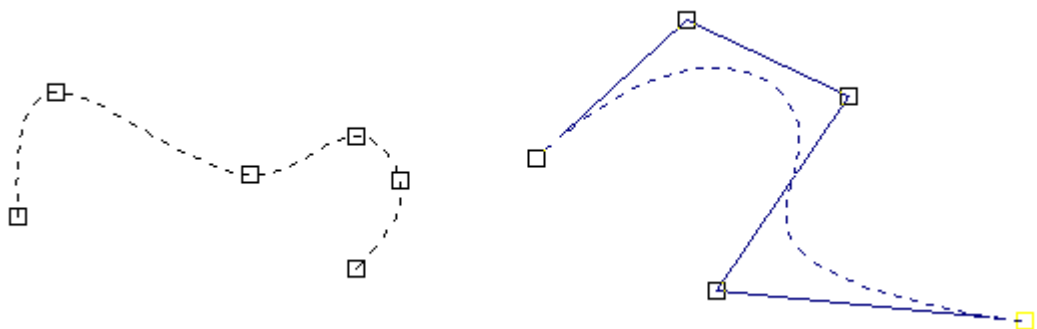
В качестве параметров эллипса можно, так же, как и для прочих линий построения, использовать переменные.

Для редактирования эллипсов необходимо выполнить следующие действия: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование») либо на клавиатуре клавиши <EC>, либо в режиме построения узлов нажать пиктограмму  → выбрать редактируемый эллипс <E><L> → удалить выбранный эллипс нажатием пиктограммы  или или изменить его параметры <P>.

10. Построение и редактирование сплайнов

Для создания линий построения - сплайнов используется команда «Построения|Сплайн» либо пиктограмма  на инструментальной панели, либо клавиши клавиатуры <S><P>. В T-FLEX CAD можно создавать сплайны разных типов:

- сплайн, проходящий через узлы;
- сплайн, касательный к ломаной, проходящей через заданные узлы.



Сплайны могут быть замкнутыми и открытыми. С помощью задания весов точек можно добиться необходимой гладкости сплайна. Под весом точки понимается параметр, управляющий формой кривой без модификации управляющей ломанной. При увеличении данного параметра кривая подтягивается к выбранной точке. Данный параметр доступен только для сплайна, построенного по ломаной линии.








Для выбора сплайнов при создании других элементов (создание узлов на пересечении сплайнов и других линий построения, создание штриховок, линий изображения и пр.) используется клавиша <S>.




На каждом шаге построения сплайна можно выбрать узел для построения сплайна, задать параметры сплайна или завершить построение. Выбрать узел касания можно перед заданием первой точки сплайна или после задания последней точки.

После выбора элемента построения при нанесении сплайна можно задать его параметры. Для этого необходимо нажать <P>.


Для установки параметров вновь наносимых сплайнов необходимо нажать <P> до выбора первого элемента построения. При этом на экране появится меню с параметрами, которые можно задать. К параметрам сплайна относятся: тип сплайна, количество сегментов (параметр, отвечающий за гладкость сплайна), вес точки, уровень, слой, цвет.

Доступные опции в команде «Построения|Сплайн»:

Пиктограмма	«Горячая» клавиша клавиатуры	Комментарий
	<Ctrl><F>	Переключить режим рисования: связанного и свободного, соответственно.
	<P>	Задать параметры для новых кривых.
	<N>	Выбрать узел для построения кривой.
	<T>	Выбрать узел для определения направления касания.
	<A>	Выбрать прямую в качестве оси симметрии.
	<F4>	Выполнить команду <EC> для редактирования построений.
	<Esc>	Закончить выполнение команды.

Для редактирования сплайнов необходимо выполнить следующие действия: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование») либо на клавиатуре клавиши <EC>, либо в режиме построения узлов нажать пиктограмму  → выбрать редактируемый сплайн <S> → удалить выбранный сплайн нажатием пиктограммы  или или изменить его параметры <P>.

11. Построение и редактирование линий изображения


Линии изображения, создаваемые на основе элементов построения, наносятся на чертёж с помощью команды «Чертёж|Изображение» либо пиктограммы  на инструментальной панели, либо клавиши клавиатуры <G>. Линии изображения, не связанные с параметрическими элементами чертежа, наносятся на чертёж с помощью команды «Чертёж|Эскиз» или пиктограммы



Последовательность действий при нанесении линий изображения на параметрический чертеж следующая:

1) создать узлы, определяющие габаритные размеры проектируемого объекта;

2) войти в команду «Чертеж|Изображение» одним из указанных выше способом;

3) задать параметры линий построения с помощью клавиши <P> или пиктограммы ; к параметрам линий изображения относятся следующие:

- тип линии (основная, тонкая, штриховая и т.д.);
- цвет линии;
- уровень видимости;
- толщина линии;
- тип начала/конца линии;
- приоритет;
- слой;


4) обвести контур проектируемого объекта;


- при обводке контура, состоящего из прямых линий, удобно использовать сочетание клавиш клавиатуры <N>+<N>+ и т.д.; количество нажатий на клавишу <N> соответствует количеству узлов, лежащих на пересечении прямых линий;


- при обводке контура, состоящего из окружностей (дуг) или включающего их, удобно использовать сочетание клавиш клавиатуры <C> (для окружностей) или <N>+<C>+<N> (для дуг, причем нажатие <N> осуществляется с недоходом до соответствующего узла на дуге); количество нажатий на клавишу <N> соответствует количеству узлов, лежащих на пересечении прямых линий;

Указанные способы обводки контура могут быть выполнены и с помощью мыши без использования клавиш клавиатуры.

5) выйти из команды «Чертеж|Изображение».

Для редактирования линий изображения необходимо выполнить следующие действия: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование»)



либо на клавиатуре клавиши <EG>, либо в режиме построения линий изображения нажать пиктограмму 



→ отметить редактируемую линию изображения с помощью мыши → удалить выбранную линию изображения нажатием пиктограммы  или или изменить ее параметры <P>.


12. Построение и редактирование штриховки

Штриховка наносится на чертёж с помощью команды «Чертеж|Штриховка» либо пиктограммы  на инструментальной панели, либо клавиши клавиатуры <H>.

Последовательность действий при создании штриховки на чертеже следующая:

- 1) войти в режим построения штриховки с помощью одного из выше указанных способов;
- 2) установить свойства штриховки с помощью клавиши <P> или пиктограммы ; к свойствам относятся метод заполнения контура, толщина линии, угол наклона, шаг, уровень, приоритет, слой и цвет;
- 3) выбрать контур на который требуется наложить штриховку;
- 4) нажать клавишу <ENTER> или пиктограмму  для завершения ввода контура;
- 5) выйти из команды «Чертеж|Штриховка».

При выборе контура доступны два режима: автоматический поиск контура и ручной ввод контура. Этим режимам соответствуют следующие пиктограммы -  (автоматический) и  (ручной). Переключение из одного режима в другой может также осуществляться с помощью клавиши <A>.

При выборе автоматического режима необходимо задать параметры автоматического поиска контура с помощью пиктограммы  или клавиши <X>. В параметрах поиска задаются типы линий изображения, которые следует учитывать при выборе контура.

Ручной ввод контура осуществляется путем указания всех узлов и линий изображения, определяющих контур. Это можно выполнить двумя способами:

- 1) первый узел (в качестве него может быть выбран любой узел контура) выделяется курсором мыши или нажатием клавиши <N>, далее производится последовательный выбор линий изображения и узлов с помощью клавиш <L>-выбор прямой, <C>-выбор окружности (дуги), <S>-выбор сплайна, <E>-выбор эллипса, <N>-выбор узла, до тех пор, пока контур не замкнется, т.е. пока мы не придем к первому узлу;
- 2) первый узел выделяется курсором мыши или нажатием клавиши <N>, дальнейший выбор контура осуществляется нажатием клавиши клавиатуры <Пробел>.

Следует учесть, что второй способ можно использовать только когда линии контура совпадают с линиями изображения. Необходимо отметить, что в случае неоднозначного выбора курсор при использовании клавиши <Пробел> должен указывать на необходимую линию изображения.

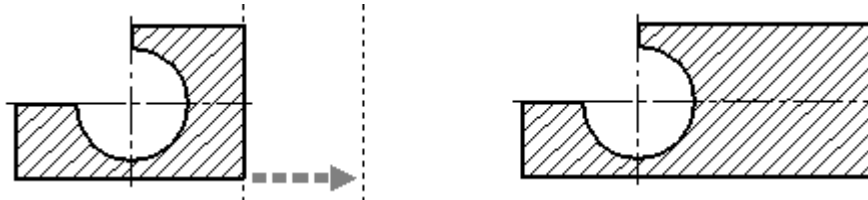
Возможные методы заполнения контура: штриховка, заливка и заливка по образцам, невидимое заполнение.

С помощью команды «Чертеж|Штриховка» возможно задание профиля на чертеже для удаления невидимых линий и для расчета его характеристик - площади, периметра и координат центра тяжести контура.





Профиль необходим для различных операций, например, для удаления невидимых линий на сборочных чертежах, для трехмерных операций, для программ подготовки данных для станков с ЧПУ. Профиль штриховки или заливки может состоять из одного или нескольких контуров. На левом рисунке изображен чертеж с профилем, состоящим из одного контура, на правом - из двух контуров.




Так как линии контуров “привязаны” к элементам построения, изменение параметров чертежа влечет за собой адекватное изменение границ контуров штриховки.



Устанавливая соответствующие параметры штриховки, можно добиться необходимого заполнения профиля, от стандартных и специальных технических до различных художественных типов. Заливка равномерно заполняет область профиля необходимым цветом.


Для редактирования штриховки необходимо выполнить следующие действия: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование») либо на клавиатуре клавиши <ЕН>, либо в режиме построения линий изображения нажать пиктограмму  → отметить редактируемый контур, на который наложена штриховка → удалить выбранную штриховку нажатием пиктограммы  или , изменить ее параметры <Р> или добавить еще один контур - пиктограмма  или клавиша <М>.

13. Построение и редактирование размеров и шероховатостей

Размеры проставляются на чертёж с помощью команды «Чертеж|Размер» либо пиктограммы  на инструментальной панели, либо клавиши клавиатуры <D>.

Последовательность действий при нанесении на чертеже размеров следующая:

1) войти в режим нанесения размеров с помощью одного из выше указанных способов;

2) установить свойства размеров с помощью клавиши <P> или пиктограммы ; к свойствам относятся способ задания размера, стиль размера (толщина размерных линии, стрелок, точность простановки размера, знак размера - линейный, диаметр, радиус, метрическая резьба), способ задания допуска на размер - автоматический или ручной, шаг, уровень, приоритет, слой, цвет, шрифт;

3) выбрать элементы построения или элементы изображения, между которыми необходимо проставить размер;

4) нажать клавишу <ENTER> или откорректировать свойства размера в появившемся окне и, далее, нажать кнопку <OK>;

5) выйти из команды «Чертеж|Размер».

На чертеже возможно простановка размеров различных типов и стандартов. В системе T-FLEX CAD размеры привязаны:

- к линиям построения - прямым (исключение составляют радиальные и диаметральные размеры, положение которых определяется положением окружности, на которой они проставлены);

- к 2D узлам;

- к линиям изображения, принадлежащим 2D проекциям или 2D фрагментам;

- к точкам сочленения линий изображения, принадлежащим 2D проекциям или 2D фрагментам (при выборе точки в ней создаётся 2D узел).

В системе T-FLEX CAD существует два типа размеров -линейные и угловые. Линейные размеры могут быть нанесены на чертеж между:

- двумя параллельными прямыми;

- прямой и узлом;

- двумя узлами;

- на окружности.

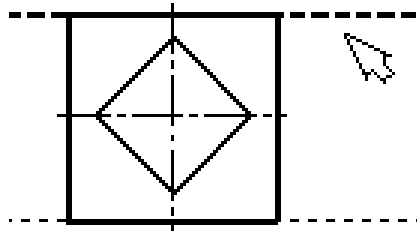
Угловые размеры наносятся только между двумя пересекающимися прямыми.

В зависимости от типа проставляемого размера задаются его параметры.

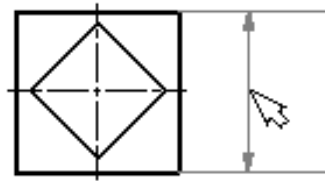
Разберем способы простановки размеров разных типов.

Для нанесения размера между двумя параллельными прямыми необходимо выполнить следующие действия.

1. Выбрать первую линию построения - прямую. Для этого необходимо подвести курсор к линии построения и нажать левую кнопку мыши или <L>. Линия выделится. Для привязки размерной линии к определенному узлу на выбранной линии построения необходимо подвести курсор к узлу и нажать <N>. Узел выделится, и размерная линия при прорисовке размера будет строиться от этого выбранного узла. Если не выбрать узел привязки размерной линии, то система найдет ближайший узел на линии построения и привяжет размерную линию к нему.



2. Выбрать вторую линию построения - прямую. Для этого необходимо подвести курсор к линии построения и нажать левую кнопку мыши или <L>. Линия выделится. На экране вместе с курсором мыши появится изображение размера, которое можно перемещать по экрану.





3. Установить место расположения размерного числа. Для этого необходимо переместить курсор в требуемое место и нажать на левую кнопку мыши.

4. Задать параметры создаваемого размера. Параметры размера могут запрашиваться каждый раз при создании нового размера или могут не запрашиваться. Это зависит от установки параметра «Показывать окно диалога параметров при создании» в параметрах для новых размеров.

После выбора двух линий построения можно задать различные способы прорисовки размерных линий с помощью следующих опций:

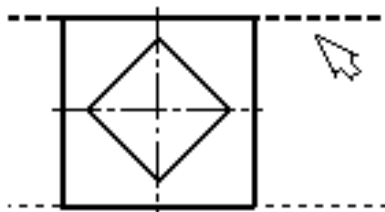
Пиктограмма	«Горячая» клавиша клавиатуры	Комментарий
	<Tab>	Изменить ориентацию выносной полки.
	<Пробел>	Привязать выносные линии размера, выносную полку размера в абсолютных координатах. Иными словами, позволяет осуществить привязку размерного числа на определенном расстоянии от выносных линий размера. Возможны три точки привязки. После выбора двух линий построения необходимо переместить курсор на необходимое расстояние от чертежа и нажать <Пробел>. Размерная линия при этом будет зафиксирована на определенном расстоянии от чертежа. Трехкратное нажатие позволяет проставить размер с выносной. При этом размер будет проставлен окончательно, так как больше опций по привязке нет. Четырехкратное нажатие возвращает ввод в исходное состояние.
	<T>	Привязать выносные линии размера, выносную полку к узлу. Иными словами, позволяет осуществить привязку размерного числа к узлу. Возможны три узла привязки. После выбора двух линий построения необходимо переместить кур-

		сор на необходимое расстояние от чертежа и нажать <Т>. Будет выбран ближайший узел, и размерная линия будет зафиксирована напротив этого узла. Теперь, при изменении положения этого узла соответственно будет меняться и положение размера. Если воспользоваться опцией <Т> во второй раз, то к выбранному узлу будет привязан вылет выносной линии. Третье использование опции <Т> привяжет к положению узла выносную полку. При этом размер будет представлен окончательно, так как больше опций по привязке нет.
	<N>	Выбрать узел привязки.
	<Esc>	Отменить выбор элементов.

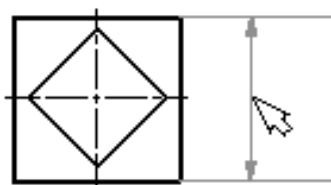
Следует отметить, что использовать опцию <Пробел> и <Т> рекомендуется, когда необходимо жестко определить поведение размера при параметрическом изменении чертежа. При изменении положения узлов привязки размерных линий соответственно будет меняться и положение размера.

Для нанесения размера между прямой и узлом необходимо выполнить следующие действия.

1. Выбрать первую линию построения - прямую. Для этого необходимо подвести курсор к линии построения и нажать левую кнопку мыши или <L>. Линия выделится. Для привязки размерной линии к определенному узлу на выбранной линии построения необходимо подвести курсор к узлу, принадлежащей этой линии и нажать <N>. Узел выделится, и размерная линия при прорисовке размера будет строиться от этого выбранного узла. Если не выбрать узел привязки размерной линии, то система найдет ближайший узел на линии построения и привяжет размерную линию к нему.



2. Выбрать узел. Для этого необходимо подвести курсор к узлу и нажать <N>. Узел выделится, и размерная линия при прорисовке размера будет строиться от этого выбранного узла. На экране вместе с курсором появится изображение размера, которое можно перемещать по экрану.



Действия, описанные в пункте 1 и 2, могут быть совершены в произвольном порядке.

3. Установить место расположения размерного числа. Для этого необходимо переместить курсор в требуемое место и нажать левую кнопку мыши.

4. Задать параметры создаваемого размера.

Для задания способа прорисовки размерных линий используются опции, описанные выше.

Для нанесения размера между двумя узлами необходимо выполнить следующие действия.


1. Выбрать первый узел. Для этого необходимо подвести курсор к узлу и нажать левую кнопку мыши или <N>. Узел выделится, и размерная линия при прорисовке размера будет строиться от этого выбранного узла.

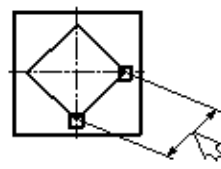
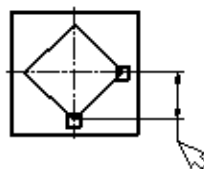
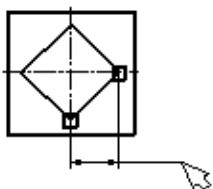
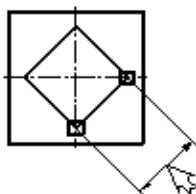
2. Выбрать второй узел. Для этого необходимо подвести курсор к узлу и нажать левую кнопку мыши или <N>. Узел выделится, и размерная линия при прорисовке размера будет строиться также как и в п.1. от этого выбранного узла. На экране вместе с курсором появится изображение размера, которое можно перемещать по экрану.


3. Установить место расположения размерного числа. Для этого необходимо переместить курсор в требуемое место и нажать левую кнопку мыши.

4. Задать параметры создаваемого размера.

Для задания способа прорисовки размерных линий используются опции, описанные выше, а также две дополнительные, а именно:

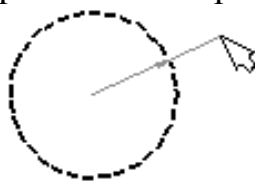
Пиктограмма	«Горячая» клавиша клавиатуры	Комментарий
	<M>	Изменить способ простановки размера. Эта опция позволяет выбрать один из четырех способов простановки размера: параллельный, горизонтальный, вертикальный, наклонный.



	<L>	Выбрать прямую.
---	-----	-----------------

Для нанесения размера на окружности необходимо выполнить следующие действия.



1. Выбрать линию построения - окружность. Для этого необходимо подвести курсор к линии построения - окружности и нажать левую кнопку мыши или <C>. Окружность выделится и на экране вместе с курсором появится изображение размера, которое можно перемещать по экрану.



2. Установить место расположения размерного числа. Для этого переместите курсор в требуемое место и нажмите левую кнопку мыши.

3. Задать параметры создаваемого размера.

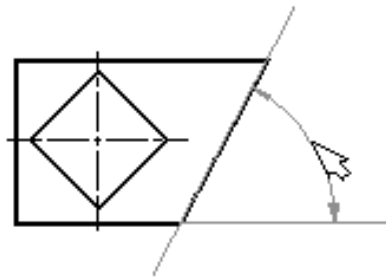
Для задания способа прорисовки размерных линий используются опции, описанные выше, а также две дополнительные, а именно:

Пиктограмма	«Горячая» клавиша клавиатуры	Комментарий
	<D>	Задать способ прорисовки размера, как диаметрального.
	<R>	Задать способ прорисовки размера, как радиального.

Для нанесения размера между двумя пересекающимися прямыми (углового размера) необходимо выполнить следующие действия.

1. Выбрать первую линию построения - прямую, используя либо левую кнопку мыши, либо <L>. Линия выделится. Привязка размера к узлу осуществляется так же, как это было описано ранее.




2. Выбрать, точно так же как и в п.1., вторую линию построения - прямую. На экране вместе с курсором появится изображение размера, которое можно перемещать по экрану.




3. Установить место расположения размерного числа, указанным выше способом.

4. Задать параметры создаваемого размера.

Для задания способа прорисовки линий угловых размеров используются опции, описанные выше.

Для редактирования размерных линий необходимо выполнить следующие действия: нажать пиктограмму  (если выведена инструментальная панель «Редактирование») либо на клавиатуре клавиши <ED>, либо в режиме построения линий изображения нажать пиктограмму  → отметить редактируемые размерные линии → удалить выбранные размерные линии нажатием пиктограммы  или , изменить их параметры <P> или расположение.

Для простановки шероховатости используется команда «Чертеж|Шероховатость» либо пиктограммы  на инструментальной панели, либо клавиши клавиатуры <R><O>.

В системе T-FLEX CAD шероховатости могут привязываться:

- к линиям построения прямым;
- к 2D узлам;

- к линиям изображения, принадлежащим 2D проекциям или 2D фрагментам;

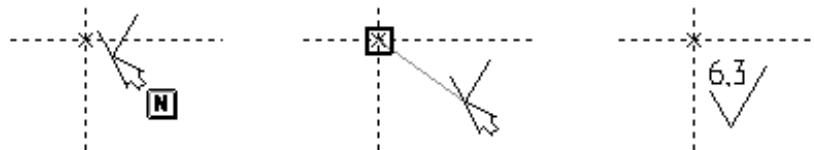
- к точкам сочленения линий изображения, принадлежащих 2D проекциям или 2D фрагментам (при выборе точки создаётся 2D узел).

Сначала необходимо задать положение и привязку шероховатости, а затем ее параметры.

Для привязки обозначения шероховатости к линии построения используется опция <L> (графический курсор должен указывать на нужную линию).



Для привязки к узлу нужно, соответственно, выбрать узел с помощью клавиши <N>.

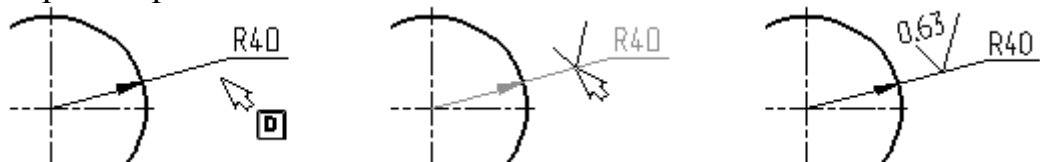


После выбора узла необходимо зафиксировать смещение знака шероховатости относительно узла. Это можно сделать нажатием левой кнопки мыши или с помощью опции <A>.

Можно привязать шероховатость к окружности (опция <C>).



Размер выбирается с помощью клавиши <D>.



Для отмены выбранного элемента (линии, узла, окружности или размера), а, следовательно, и режима привязки, нужно нажать <Esc> или правую кнопку мыши.

Для простановки шероховатости после выбора элемента привязки и указания позиции знака нужно нажать левую кнопку мыши. При этом на экране появляется меню параметров, которые должен задать пользователь.

В системе T-FLEX CAD доступны следующие обозначения шероховатости:

результате вычисления выражения получается значение, соответствующее типу переменной.

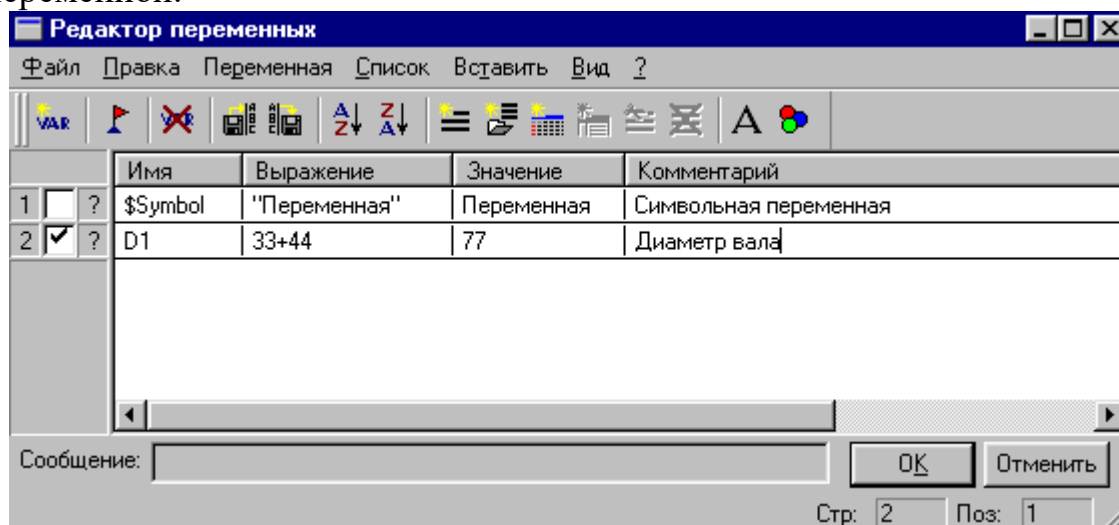


Рис. 9. Работа с разными типами переменных в «Редакторе переменных».

Выражение может содержать операнды (вещественные константы и переменные, текстовые константы и переменные) и операции (набор действий над этими операндами). Выражения могут содержать также функции. В табл. 4. Приведены основные операции, используемые в системе T-FLEX CAD.

Таблица 4.

Имя операции	Описание
<i>Алгебраические операции</i>	
+	сложение
-	вычитание
*	умножение
/	деление
** или ^	возведение в степень
%	получение остатка от деления
<i>Логические операции</i>	
>	больше
<	меньше
>=	больше или равно
<=	меньше или равно
!=	не равно
==	равно
&&	логическое И
	логическое ИЛИ
!	логическое НЕ
операция условия, имеющая следующую конструкцию: условие ? значение1 : значение2	Например: VAR_1 > 100 ? 1 : -1 Если значение переменной VAR_1 больше 100, то результатом выполнения этой операции будет значение 1, в противном случае результатом будет значение -1. В качестве условия, значения1 и значения2 можно использовать любое выражение.

При работе с переменными можно использовать следующие типы функций:

- стандартные математические функции (табл. 5);
- специальные функции T-FLEX CAD;
- функции работы с внутренней базой данных;
- функция работы с внешней базой данных;
- оптимизационная функция;

Таблица 5.

Имя математической функции	Описание
ABS	Найти абсолютное значение
ACOS	Найти арккосинус
ASIN	Найти арксинус
ATAN	Найти арктангенс
CEIL	Округлить до большего целого
COS	Найти косинус угла (угол указывается в градусах)
FLOOR	Округлить до меньшего целого
HYPOT (arg1, arg2)	Вычислить гипотенузу прямоугольного треугольника
INT	Округлить до ближайшего целого
LOG	Найти натуральный логарифм числа
LOG10	Найти десятичный логарифм числа
RACOS	Найти арккосинус угла (угол указывается в радианах)
RASIN	Найти арксинус угла (угол указывается в радианах)
RATAN	Найти арктангенс угла (угол указывается в радианах)
RCOS	Найти косинус угла (угол указывается в радианах)
ROUND (arg1, arg2)	Округлить значение "arg1" с точностью "arg2"
RSIN	Найти синус угла (угол указывается в радианах)
RTAN	Найти тангенс угла (угол указывается в радианах)
SIN	Найти синус угла (угол указывается в градусах)
SQRT	Найти квадратный корень числа
TAN	Найти тангенс угла (угол указывается в градусах)

Все функции, за исключением hypot, имеют один вещественный аргумент. В аргументах функций можно использовать любое выражение (в том числе и обращения к функциям), результатом которого должно быть вещественное число. Функция hypot имеет два вещественных аргумента, разделенных запятой. Аргументы соответствуют катетам треугольника.

Для написания имени функции могут быть использованы как заглавные, так и строчные буквы.

В системе T-FLEX CAD переменные можно создавать разными способами:

- в редакторе переменных команды «Параметры|Переменные»;
- при задании и редактировании параметров линий построения (клавиша клавиатуры <P>);
- в текстовом редакторе команды «Чертеж|Текст»;
- при задании текстовых строк в параметрах графических элементов системы;
- при задании уровня, цвета и приоритета элементов.

В любом диалоге ввода или редактирования параметров и переменных вы можете использовать функциональные клавиши.

Комбинация клавиш <P><M> вызывает команду «Параметры|Измерить», с помощью которой можно занести в поле параметра значения измеренных расстояний или других свойств элементов чертежа. При ее запуске диалог, из которого она запущена, исчезает и появляется вновь при завершении команды измерения. При этом полученное значение или выражение автоматически подставляется в текущее поле редактирования.

Созданные внутри редактора переменных переменные и выражения не оказывают никакого влияния на чертеж. В обособленном виде редактор переменных - это просто мощный калькулятор. Но имеется множество возможностей использования переменных в системе T-FLEX CAD.

Переменные могут быть внутренними и внешними (рис. 10).

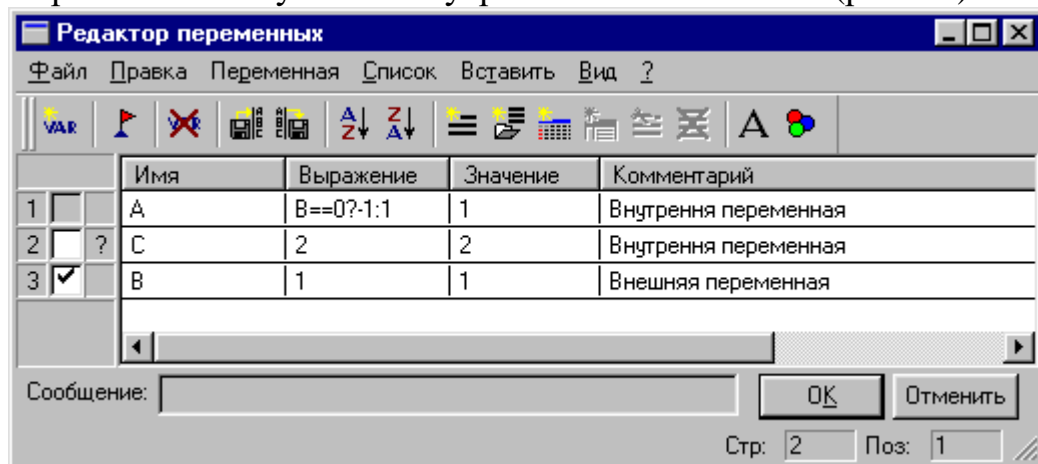


Рис. 10. Типы переменных.

Смысл внутренних переменных сводится к тому, что данные величины используются только для задания взаимосвязей между элементами построения текущего чертежа. Если параметрический чертеж с внутренними переменными вставляется как фрагмент в другой чертеж T-FLEX CAD, то при этом изменить значения переменных первого чертежа нельзя. Другое дело - внешние переменные.

Выражением внешней переменной может быть только константа. Пометка переменной как внешней осуществляется в редакторе переменных с помощью <Ctrl><D>. При этом, если переменная задана не константой, то она не будет помечена как внешняя. Обычно от внешних переменных зависят все остальные переменные. Зависимость определяется формулами, которые вы вводите в колонке “Выражение”. При изменении значений внешних переменных происходит расчет значений остальных переменных, и после выхода из редактора переменных изменяется чертеж.

Внешние переменные являются основным звеном связи системы T-FLEX CAD с другими системами и прикладными программами. Внешние переменные можно записать в ASCII-файл с помощью команды «Параметры|Записать», либо клавиш клавиатуры <W><P>, либо в редакторе переменных с помощью <Ctrl><W>. Считать внешние переменные из ASCII-файла

можно с помощью команды «Параметры|Считать», либо клавиш клавиатуры <R><P>, либо в редакторе переменных с помощью <Ctrl><R>.

Внешние переменные также служат для организации параметрической связи между основным чертежом и параметрическими чертежами-фрагментами.

Внешние переменные чертежей-фрагментов записываются в файл структуры сборочного чертежа в команде «Сервис|Специальные данные|Структура» и считываются при автоматической генерации сборочного чертежа из фрагментов. Команде «Сервис|Специальные данные|Структура» соответствует следующая комбинация клавиш клавиатуры <S><S>.

Для редактирования внешних переменных можно использовать команду «Параметры|Модель» или клавишу клавиатуры <M>. В окне редактора внешних переменных выводятся значения только внешних переменных, которые используются в данном параметрическом чертеже.

Переменная «С» на рис. 10 помечена знаком «?». Это означает, что переменная не присвоена ни одному элементу построения или изображения текущего чертежа.

Созданные в редакторе переменных параметры могут быть записаны в отдельный файл. Файл параметров представляет собой обычный ASCII-файл. Формат файла достаточно прост. Например, в параметрическом чертеже используются две внешние переменные «А» и «В», тогда файл параметров выглядит следующим образом:

А = 40 /* Значение переменной А */

В = 60 /* Значение переменной В */.

Каждая строка файла состоит из имени внешней переменной, знака «=», значения переменной и комментария к переменной. При считывании значений переменных из файла параметров происходит пересчет значений всех переменных и изменение чертежа в соответствии с новыми значениями.

Запись параметров из редактора переменных осуществляется с помощью команды «Параметры|Записать...». Возможна и обратная операция - считывание параметров из файла. Это осуществляется с помощью команды «Параметры|Считать...».

Укажем несколько способов применения файлов параметров:

1. Файлы параметров можно применять, когда необходимо сохранить несколько вариантов одного чертежа. То есть, когда сохраняются несколько файлов параметров со значениями внешних переменных, и при необходимости производится считывание значений из нужного файла. При этом получается готовый чертеж с необходимыми параметрами.

2. Файлы параметров удобно применять для связи T-FLEX CAD с расчетными программами. В системе пользователь создает параметрический чертеж с определенным набором параметров. Расчетная процедура через файл параметров получает значения этих параметров. Остальные параметры чертежа рассчитываются в расчетной программе, и создается новый файл параметров. В T-FLEX CAD считывается этот файл и получается видоизмененный чертеж на основе рассчитанных параметров. Таким образом, файл пара-

метров служит в качестве промежуточного звена для связи между T-FLEX CAD и расчетной программой.

15. Работа с фрагментами

Чертежи системы T-FLEX CAD можно объединять друг с другом. Например, можно к чертежу детали добавить чертеж бланка форматки, либо можно включить чертеж болта в какой-нибудь сборочный чертеж. Более того, T-FLEX CAD позволяет менять параметры включаемого чертежа. Так, если при включении болта задать ему необходимый диаметр, то на сборочном чертеже получится соответствующее изображение болта, рассчитанное на основе этого диаметра.

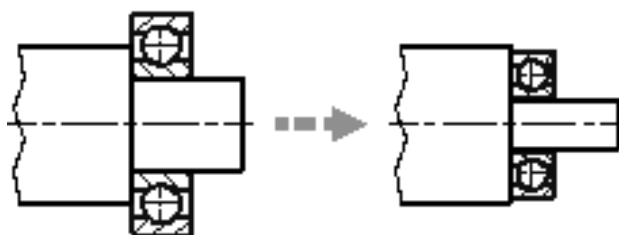
Чертежи T-FLEX CAD, которые включаются в текущий чертеж, называются *фрагментами*. Как и для других элементов, формирующих чертеж, для фрагментов существует команда создания (то есть включения в текущий чертеж) - «Чертеж|Фрагмент» или <F><R>; и команда редактирования - «Правка|Чертеж|Фрагмент» или <E><F><R>.

Чертежи, полученные с использованием чертежей-фрагментов, мы будем называть сборочными чертежами. Сборочные чертежи непосредственно не содержат в себе данных фрагментов. Они хранят лишь ссылки на эти чертежи. Это позволяет добиться максимально компактного хранения чертежей в памяти и на диске. Кроме того, если один и тот же чертеж был включен в различные чертежи, то при его модификации произойдут соответствующие изменения и в тех чертежах, в которых он был использован.

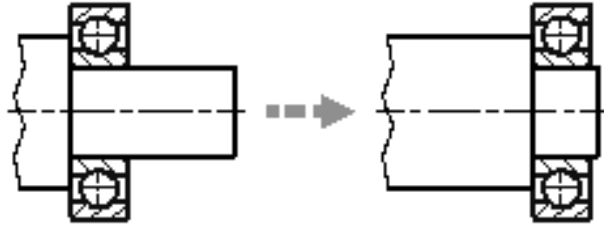
Создание чертежей с помощью фрагментов в ряде случаев позволяет добиться ряда преимуществ. Во-первых, для сложных чертежей упрощается процесс создания, так как можно сначала создать отдельные части этого чертежа, а затем объединить их. Во-вторых, если создавать параметрический чертеж на основе деталей, составляющих его, то при изменении каких-либо параметров сборочного чертежа можно одновременно получить и полный набор соответствующих этим параметрам чертежей-деталей. В-третьих, в качестве фрагментов удобно создавать часто повторяющиеся элементы чертежей.

Фрагменты системы T-FLEX CAD имеют ряд преимуществ перед аналогичными элементами других CAD-систем.

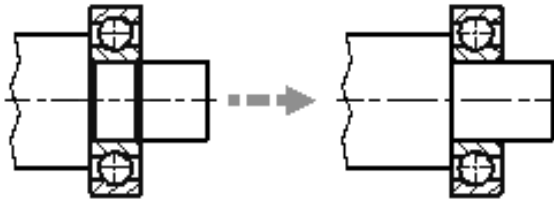
1. За счет того, что фрагменты являются параметрическими чертежами, их размеры рассчитываются в соответствии с размерами сборочного чертежа.



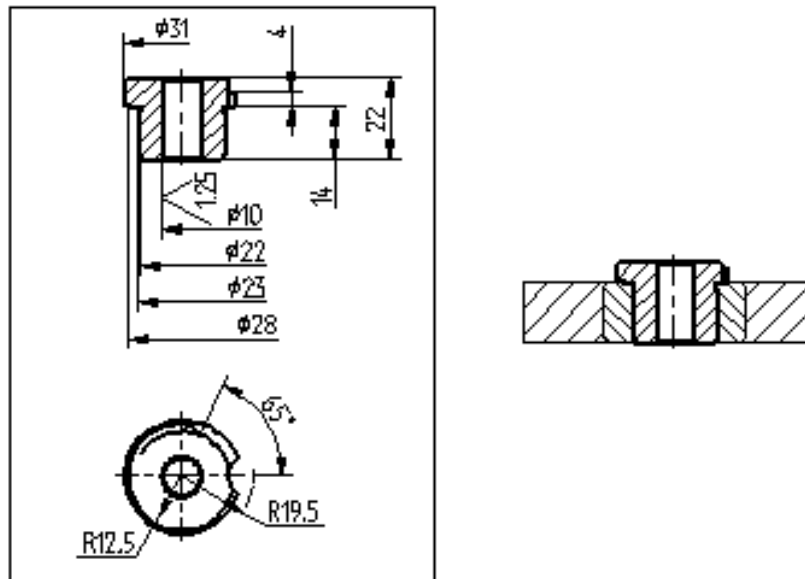
2. Как и все элементы чертежей T-FLEX CAD фрагменты могут быть «привязаны» к другим элементам, а, следовательно, будут изменять свое положение при изменении положения элементов чертежа.



3. В сборочных чертежах невидимые линии фрагмента могут быть автоматически удалены.



4. В сборочном чертеже могут быть использованы только те элементы чертежа - фрагмента, которые необходимы.



Для создания других элементов чертежа (например, размеров или других фрагментов) на основе элементов фрагмента можно использовать линии изображения, принадлежащие фрагменту, точки сочленения линий изображения, принадлежащих фрагменту, или специальный тип узлов - узлы с фрагмента. Элементы оформления чертежа (размеры, надписи, шероховатости и т.д) могут быть привязаны к линиям изображения фрагмента или к точкам их сочленения. При необходимости привязки другого фрагмента к элементам уже существующего в чертеже фрагмента можно также использовать точки сочленения линий изображения или узлы с фрагмента. Положение узла с фрагмента определяется узлом чертежа-фрагмента, на основе которого он был создан. Узел с фрагмента может быть использован для необходимых операций, как и любой другой узел текущего чертежа. Создать узел с фраг-

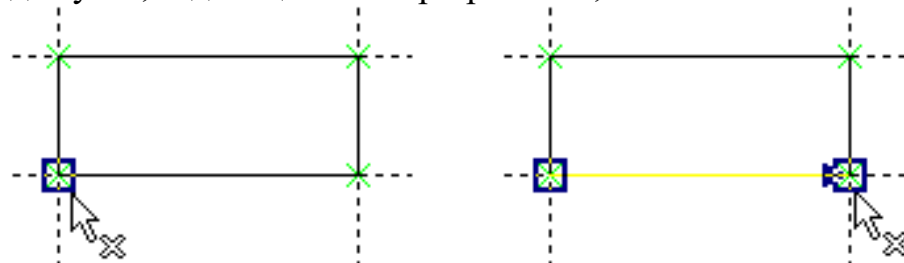
мента можно в команде «Построения|Узел». Также узлы с фрагмента могут создаваться автоматически при его включении в ваш чертеж, если установлен флаг «Создавать узлы на узлах фрагмента» в команде «Настройка|Установки», закладка «Привязки».

Как мы уже говорили выше, любой чертеж T-FLEX CAD может быть включен в другой чертеж, то есть, использован в качестве фрагмента. Но, для того, чтобы его можно было «привязывать» к элементам другого чертежа, необходимо, чтобы этот чертеж был создан с использованием некоторых правил. Иначе, при включении в другой чертеж он просто наложится на изображение этого чертежа.

Фрагменты T-FLEX CAD «привязываются» к чертежу с помощью *точек привязки* или *вектора привязки*. Элементы привязки в чертеже-фрагменте необходимо предварительно создать. В зависимости от назначения фрагмента можно создать от 0 до 9 точек привязки и/или до 20 векторов привязки. Обычно у фрагмента бывают одна точка привязки или две. Первая точка, как правило, задает положение фрагмента на чертеже, вторая - ориентацию или размер, либо и то, и другое. Вектор привязки определяет положительное направление оси X локальной системы координат чертежа.

Для создания вектора привязки предназначена команда «Построения|Вектор привязки» или <F><V>. При нанесении фрагмента с помощью вектора привязки в сборочном чертеже указываются две точки привязки, либо одна точка привязки и, если необходимо, угол поворота. При создании вектора привязки можно в параметрах указать слои чертежа, элементы которых будут отображаться в сборочном чертеже. Если в документе существует 3D модель, то можно установить связь вектора привязки с конкретной рабочей плоскостью. Это позволяет определить положение трёхмерного фрагмента в пространстве относительно той рабочей плоскости, к которой относятся узлы привязки 2D фрагмента. Для этого в сборочном чертеже должен быть установлен флаг «Создание 3D фрагментов автоматически» в команде «Настройка|Установки» - закладка «Фрагменты».

Для создания вектора привязки в текущем чертеже фрагмента необходимо указать два узла, задающих вектор привязки, а именно:



После этого на экране появится окно диалога для задания параметров вектора привязки. К параметрам вектора привязки относятся:

1) *комментарий* - можно задать комментарий к вектору привязки, с помощью которого можно будет его отличать от других при вставке и редактировании данного чертежа как фрагмента;

2) *использовать как основную точку привязки* - данный параметр позволяет использовать созданный вектор привязки по умолчанию при вставке чертежа в качестве фрагмента;

3) *использовать только первую точку* - используется для векторов привязки, заданных одной точкой; при установленном флаге в качестве точки привязки используется первая точка вектора привязки;

4) *связь со слоями* - возможен выбор одного из трёх режимов отображения слоёв чертежа при нанесении его в качестве фрагмента:

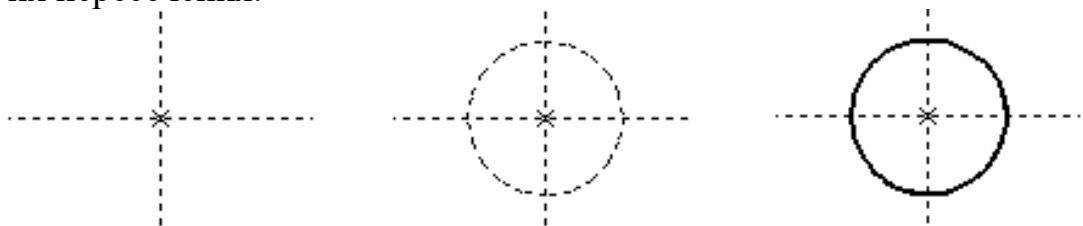
- рисовать все;
- рисовать только помеченные;
- рисовать все, кроме помеченных.


В списке слоёв чертежа можно отметить те из них, которые будут отображаться при нанесении документа в качестве фрагмента и использовании данного вектора привязки.

5) *связь с рабочей плоскостью* - если в документе существуют рабочие плоскости, то можно выбрать, с какой рабочей плоскостью будет связан данный вектор привязки, т.е. в сборочном чертеже 3D фрагмент займёт такое положение относительно рабочей плоскости узлов привязки 2D фрагмента, какое он занимал в файле фрагмента относительно рабочей плоскости, с которой связан вектор привязки.

Рассмотрим основные правила создания точек привязки.

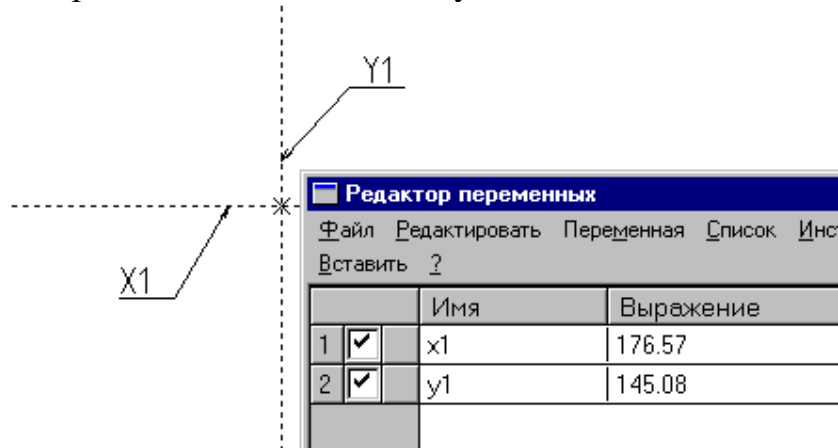
1. Точка привязки должна быть пересечением двух линий построения - горизонтальной и вертикальной прямых. Остальные линии чертежа должны быть созданы относительно этих двух линий. Например, если мы хотим в качестве фрагмента использовать окружность, которую бы мы могли затем располагать в различных местах других чертежей, необходимо сначала создать горизонтальную и вертикальную линии, а затем уже окружность в точке их пересечения.



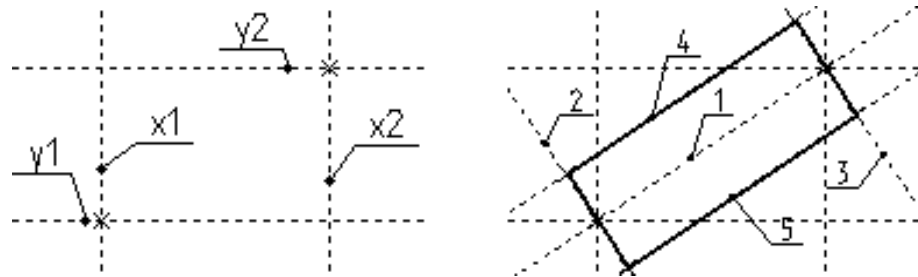
2. Параметром описанной нами в предыдущем пункте горизонтальной линии (расстояние от оси X) должна быть переменная с именем «x1». Параметром вертикальной линии (расстояние от оси Y) должна быть переменная с именем «y1». Для этих целей можно использовать опцию  для задания точки привязки в команде построения линии построения, т.е. «Построения|Прямая» - опция «Создать две перпендикулярные прямые и узел»:

X координата:	<input type="text" value="x1"/>	<input type="button" value="↑"/>	<input type="button" value="↓"/>
Y координата:	<input type="text" value="y1"/>	<input type="button" value="↑"/>	<input type="button" value="↓"/>

Обе переменные должны быть помечены как внешние. Число «1», используемое в переменных «x1» и «y1», которые являются специальными зарезервированными переменными T-FLEX CAD, означает, что мы создали первую точку привязки. Для создания второй точки привязки, если она необходима, нужно создать еще одну пару прямых - горизонтальную и вертикальную - с параметрами, соответственно, «y2» и «x2».

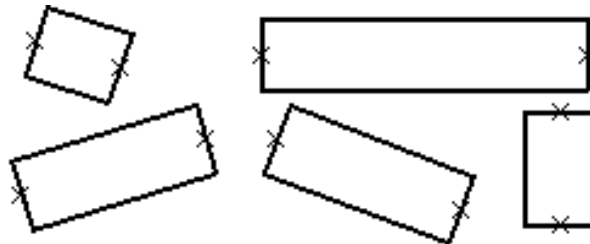


Чертеж-фрагмент с двумя точками привязки покажем на примере прямоугольника, который можно будет включать в другие чертежи под любым углом.

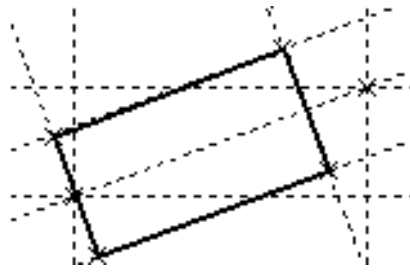


Следует обратить внимание, что все остальные построения были сделаны на основе горизонтальных и вертикальных прямых, созданных для определения точек привязки. Была построена линия 1, проходящая через два узла, линии 2 и 3, перпендикулярные ей, и линии 4 и 5, параллельные линии 1 и находящиеся от нее на одинаковом расстоянии. Как следует из сделанных построений, две заданные точки привязки определяют ориентацию прямоугольника, а также его длину.

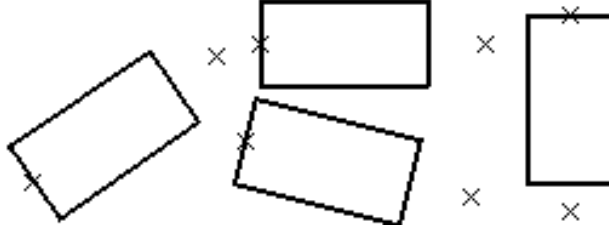
Теперь этот фрагмент может быть использован в чертежах в различных вариантах, например:



Если бы мы хотели задавать только направление прямоугольника, а его длину иметь постоянной, или задаваемой через внешние переменные, необходимо было бы построить его следующим образом:



В чертежах он выглядел бы следующим образом:

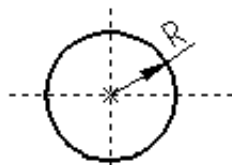


Если предполагается в чертеже-фрагменте задавать 3 точки привязки, необходимо опять создать горизонтальную и вертикальную прямые с параметрами «у3», «х3» и т.д.

Поскольку система T-FLEX всегда рассматривает переменные x_1 , y_1 , x_2 , y_2 и т.д. как определения точек привязки, переменные с этими именами нельзя использовать для задания других параметров чертежа. Вместо строчных букв «х» и «у» можно использовать и заглавные («X» и «Y»). Система это допускает.

Из всего вышесказанного следует, что если необходимо, чтобы чертеж мог быть включен в другие чертежи соответствующим образом, то уже в самом начале его создания требуется заложить для этого соответствующие предпосылки, а именно - задать точки привязки.

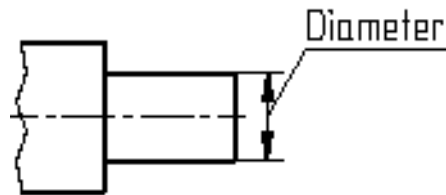
Если вы хотите, чтобы при включении фрагмента в чертеж у вас была возможность задания значений переменных чертежа фрагмента, необходимо, чтобы эти переменные были помечены как внешние. Например, если вы хотите задавать радиус окружности при включении ее в другие чертежи, необходимо при создании линии построения-окружности назначить переменную на радиус окружности. Например, «R». Эту переменную необходимо пометить как внешнюю при ее задании в режиме построения окружности как элемента построения.



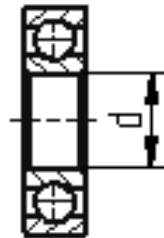
Если вы забыли пометить переменную как внешнюю во время создания, можно сделать это в команд «Параметры|Переменные».

После того, как вы пометите переменную, каждый раз при включении этого фрагмента в другие чертежи система будет запрашивать значение «R».

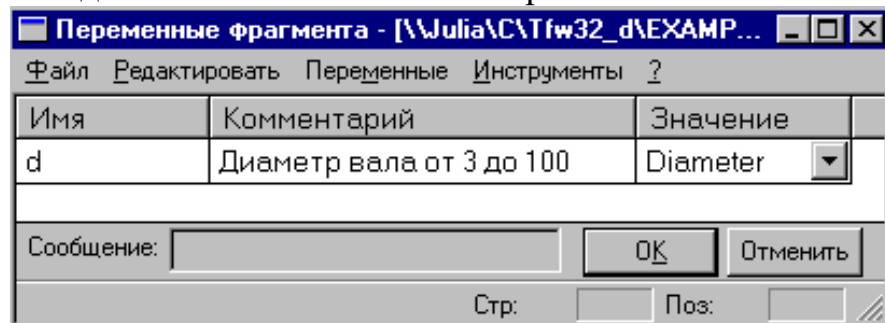
Важную роль внешние переменные фрагмента играют для связи параметров фрагмента и сборочного чертежа. Например, чертеж содержит изображение вала, на диаметр которого была назначена переменная «Diameter».



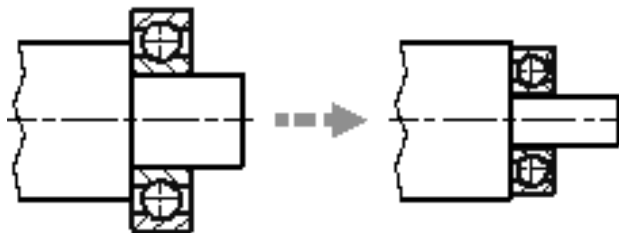
Допустим, вы хотите расположить на валу подшипник. Заранее в чертеже подшипника были созданы две точки привязки и переменная «d», которая назначена на внутренний диаметр подшипника. Переменная «d» помечена как внешняя. Все остальные переменные подшипника зависят от значения «d».



Теперь, когда вы с помощью команды «Чертеж|Фрагмент» будете добавлять подшипник в чертеж вала, можно связать две переменные. При этом появляется окно задания значений внешних переменных:



После этого, изменение диаметра вала, то есть переменной «Diameter», будет автоматически приводить к изменению переменной «d». В результате этого диаметр подшипника и все остальные, связанные с ним элементы соответственно пересчитаются и прорисуются на чертеже с новыми размерами.

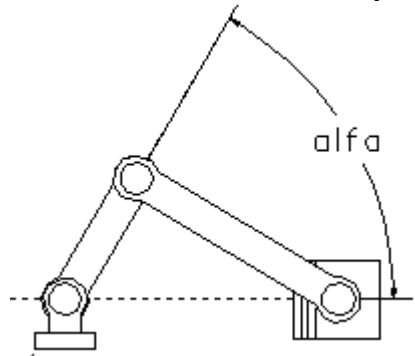



Если вернуться назад, к примеру, который был использован для объяснения точек привязки, то ориентацию прямоугольника можно было определить с помощью внешней переменной, отвечающей за угол поворота. При таком решении необходима только одна точка привязки.

16. Анимация

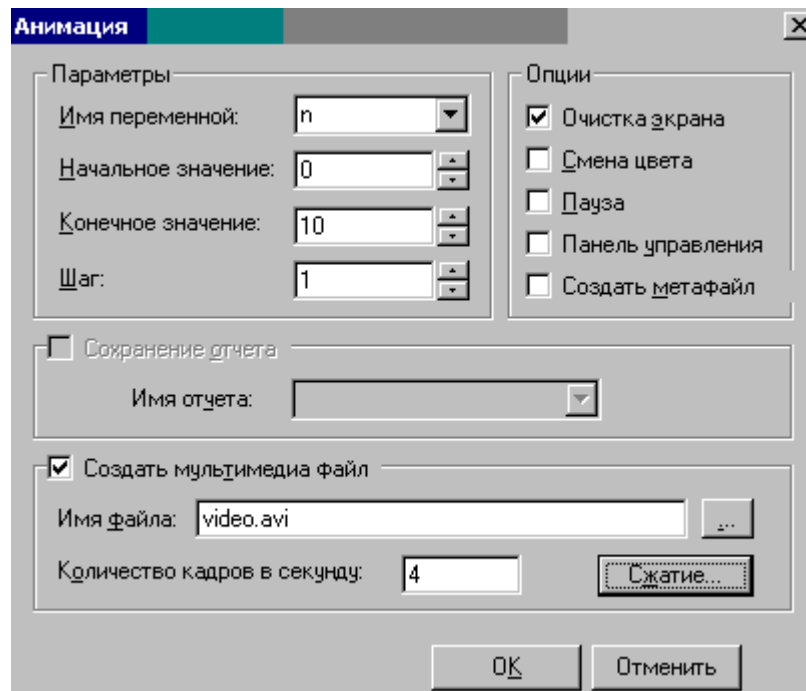
С помощью анимации можно визуально проследить за изменениями в чертеже, происходящими при изменении значения переменной (исследовать кинематику механизма, построить график и т.д.).

Например, мы создали чертеж кинематической схемы какого-либо механизма. Чертеж был создан из чертежей-фрагментов, каждый из которых является каким-то звеном схемы. Допустим, мы хотим 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». Для того, чтобы «оживить» механизм, необходимо воспользоваться командой «Параметры|Анимация» либо комбинацией клавиш клавиатуры <A><N>, либо пиктограммой .

При входе в команду на экране появляется диалоговое окно параметров команды:



Рассмотрим каждый из параметров команды «Параметры|Анимация».

Имя переменной. Здесь можно задать имя переменной, значение которой будет изменяться. Имя переменной может быть задано вручную или вы-

брано из прилагаемого списка (в этот список входят все внешние переменные чертежа). Переменная не может быть текстовой.

Начальное значение. Значение переменной, с которого начнется ее 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 вы сможете 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 вы хотите сравнивать различные результаты при изменении значений параметров чертежа.

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

Панель управления. При задании данной опции в процессе отработки команды на экране будет присутствовать окно, в котором будут высвечиваться изменяющиеся значения переменной, соответствующие ей в каждый момент времени. Также в этом окне содержатся кнопки, позволяющие остановить процесс анимации или затормозить его (затем процесс может быть продолжен).

Создать метафайл. При задании данной опции, изображение, получаемое в результате анимации, будет сохранено в чертеже-метафайле. Затем вы можете вывести метафайл на принтер или плоттер, включить его в ваш чертеж T-FLEX CAD 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 анимация будет записываться в указанный файл-отчет (его имя необходимо указать в параметрах операции).

Для прекращения анимации во время работы достаточно нажать <Esc>. *Создать мультимедиа файл.* Установка этого флага позволяет задать параметры для мультимедиа файла: имя файла, количество кадров в секунду, сжатие (программу сжатия, качество сжатия, опорный кадр - количество кадров между опорными кадрами, скорость передачи).

Литература

1. T-FLEX PARAMETRIC CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. М.: АО «Топ Системы», 2000, 531 с.

Петров Павел Александрович

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР
ОСНОВЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ T-FLEX CAD. ЧАСТЬ 1.

Подписано в печать

Заказ

Тираж

Формат 60 × 90/16

Бумага типографская

МГТУ «МАМИ». Москва 105023, Б.Семеновская ул., 38.